



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

MURILO DO NASCIMENTO

PATRICK DE SOUZA DE SÁ

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE MÉTODO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE EXECUTIVO PARA OBRA DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA
REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA**

Tubarão

2021

**MURILO DO NASCIMENTO
PATRICK DE SOUZA DE SÁ**

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE MÉTODO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE EXECUTIVO PARA OBRA DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA
REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
do Sul de Santa Catarina como requisito parcial
à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Ismael Medeiros

Tubarão
2021

**MURILO DO NASCIMENTO
PATRICK DE SOUZA DE SÁ**

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE MÉTODO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE EXECUTIVO PARA OBRA DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA
REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 02 de dezembro de 2021.

Professor e orientador Ismael Medeiros, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Madelon Rebelo Peters, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho a todo o curso de Engenharia Civil da Universidade Unisul, corpo docente e discente, a quem fico lisonjeado por dele ter feito parte.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que tivéssemos saúde e determinação para a realização deste trabalho.

Aos nossos pais e irmãos, que nos incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a nossa ausência enquanto nós nos dedicávamos à realização deste projeto.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que nos permitiram apresentar um melhor desempenho no nosso processo de formação profissional ao longo do curso.

E a todos aqueles que de certa forma nos ajudaram a chegar até aqui, durante árduos 5 anos de curso.

Um agradecimento em especial ao nosso professor orientador Ismael Medeiros, pelos ensinamentos durante o curso e pelo apoio durante a elaboração deste trabalho.

Por fim, mas não menos importante, a professora Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, que ministrou as aulas que nos deram iniciativa para elaborar a nossa proposta.

“Evite desencorajar-se: mantenha ocupações e faça do otimismo a maneira de viver. Isso restaura a fé em si.” (Lucille Ball, 1945).

RESUMO

A indústria da Engenharia civil vem sofrendo mudanças conforme os anos. Num cenário comercial cada vez mais escasso e disputado, o corte de custos e enxugamento de processos vem se tornando cada vez mais essencial para empresas de construção. Com prazos curtos e orçamentos limitados, as construtoras se veem obrigadas a investir em sistemas de controle para o sucesso construtivo. O planejamento consiste no ato de prever e roteirizar um plano para realizar uma tarefa, calculando todos os passos e etapas necessárias. O sucesso da tarefa, conforme projeto e orçamento previstos, é proveniente do sucesso do planejamento. O presente estudo, busca analisar, compreender e aplicar métodos e ferramentas que auxiliem na elaboração e no controle da execução de uma obra residencial. Agregando conceitos tradicionais aos contemporâneos, procura-se propor um planejamento que agregue as necessidades da construção civil. Através de uma obra existente são sugeridos diagramas de rede, planilhas de controle e indicadores de desempenho, propondo uma sequência de análises que podem ajudar no sucesso do empreendimento, completando o estudo por um sistema que proporcione a melhoria contínua do processo. É constatado através de uma pesquisa com mestres de obra, os motivos pertinentes aos atrasos nas obras, assim como, o papel do trabalho na solução desses percalços. Com as medidas impostas busca-se a melhoria na indústria da engenharia civil, tornando esse ramo mais enxuto e resolvido, e visando o melhor aproveitamento do tempo, por parte das empresas de construção.

Palavras-chave: Planejamento. Controle. Desempenho.

ABSTRACT

The civil engineering industry has undergone changes over the years. In an increasingly scarce and disputed commercial scenario, cutting costs and streamlining processes is becoming increasingly essential for construction companies. With short deadlines and limited budgets, construction companies are forced to invest in control systems for constructive success. Planning is the act of predicting and scripting a plan to carry out a task, calculating all the necessary steps and steps. The success of the task, according to the project and budget, comes from the success of the planning. This study seeks to analyze, understand and apply methods and tools that help in the development and control of the execution of a residential work. Adding traditional concepts to contemporary ones, it seeks to propose a plan that aggregates the needs of civil construction. Through an existing work, network diagrams, control sheets and performance indicators are suggested, proposing a sequence of analyzes that can help the project's success, completing the study by a system that provides continuous process improvement. It is verified through a survey with foremen, the pertinent reasons for delays in the works, as well as the role of work in solving these mishaps. With the imposed measures, the aim is to improve the civil engineering industry, making this branch leaner and more resolved, and aiming at the best use of time by construction companies.

Keywords: Planning. Control. Performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Análise de desempenho.....	22
Figura 2: Modelo de produção tradicional.....	23
Figura 3: As cinco fases do ciclo de planejamento.....	25
Figura 4: Modelo de processo Lean Construction.....	26
Figura 5: Ciclo de melhoria contínua.....	28
Figura 6: Etapas do planejamento a médio prazo.....	30
Figura 7: Etapas do planejamento a curto prazo.....	31
Figura 8: Atividade e evento no diagrama de flechas.....	33
Figura 9: Diagrama de Flechas.....	33
Figura 10: Ligação término para início.....	34
Figura 11: Ligação início para início.....	34
Figura 12: Ligação início para término.....	35
Figura 13: Ligação término para término.....	35
Figura 14: Gráfico de Gantt.....	36
Figura 15: O ciclo PDCA.....	37
Figura 16: Fluxo contínuo de produção.....	39
Figura 17: Tela inicial Ms Project.....	41
Figura 18: Etapas essenciais do Ms Project.....	42
Figura 19: Organograma principal.....	43
Figura 20: Planta baixa Layout Térreo.....	47
Figura 21: Planta baixa layout 1º pavimento.....	47
Figura 22: Localização do terreno em Forquilha-SC.....	49
Figura 23: Perfil estratigráfico da sondagem SPT.....	50
Figura 24: Maquete eletrônica da fachada.....	54
Figura 25: Detalhamento de algumas etapas da obra.....	61
Figura 26: Parte da estrutura da rede PERT/CPM.....	62
Figura 27: Início do gráfico de Gantt.....	63
Figura 28: Término do gráfico de Gantt.....	63
Figura 29: Ciclo PDCA.....	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico da questão 2.....	70
Gráfico 2: Gráfico da questão 3.....	71
Gráfico 3: Gráfico da questão 4.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características do método de planejamento tradicional.....	24
Tabela 2: Passos do ciclo PDCA adaptados a construção civil.	38
Tabela 3: Materiais para acabamento das fachadas.	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Quadro de esquadrias 1.....	52
Quadro 2: Quadro de esquadrias 2.....	53
Quadro 3: Planilha para controle de qualidade.....	59
Quadro 4: Planilha PPC.....	64
Quadro 5: Cartão de produção.....	65
Quadro 6: Respostas questão 1.....	69
Quadro 7: Respostas questão 2.....	70
Quadro 8: Respostas questão 3.....	71
Quadro 9: Respostas questão 4.....	72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS	18
1.1.1	Objetivo Geral	18
1.1.2	Objetivos Específicos	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	PLANEJAMENTO EM OBRAS	19
2.2	METODOLOGIAS APLICADAS AO PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS	21
2.2.1	Método Tradicional	23
2.2.2	Método Laufer and Tucker	24
2.2.3	Lean Construction	26
2.2.4	Last planner	27
2.2.4.1	Planejamento a longo prazo	29
2.2.4.2	Planejamento a médio prazo	29
2.2.4.3	Planejamento a curto prazo	30
2.3	FERRAMENTAS UTILIZADAS NO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO	31
2.3.1	Diagramas de Rede	32
2.3.1.1	Redes PERT/CPM	32
2.3.1.2	Diagrama de flechas	33
2.3.1.3	Diagrama de blocos	34
2.3.2	Gráfico de Gantt	35
2.3.3	Ciclo PDCA	36
2.3.4	Fluxo Contínuo	39
2.3.5	Ms Project	40
3	METODOLOGIA	43
3.1.1	ETAPA 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	44
3.1.2	ETAPA 2 – ESTUDO DE CASO	44
3.1.3	ETAPA 3 – APLICAÇÃO DO MÉTODO DE PLANEJAMENTO	44
3.1.4	ETAPA 4 – FERRAMENTAS DE CONTROLE	45
3.1.5	ETAPA 5 – ANÁLISES DE DESEMPENHO E CICLO DE MELHORIAS	45
3.1.6	ETAPA 6 – PESQUISA DE APLICAÇÃO E DISCUSSÕES	45
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	46

4.1.1	Contratação da mão de obra	48
4.1.2	Características construtivas.....	49
4.1.2.1	Local da obra e detalhes do terreno	49
4.1.2.2	Locação da obra e etapas preliminares	49
4.1.2.3	Análise do solo e fundação	50
4.1.2.4	Estruturas de Concreto Armado.....	51
4.1.2.5	Alvenaria de Vedação.....	52
4.1.2.6	Cobertura	52
4.1.2.7	Esquadrias.....	52
4.1.2.8	Acabamentos internos.....	53
4.1.2.9	Acabamentos externos	53
4.1.2.10	Instalações elétricas e hidráulicas	55
4.1.2.11	Serviços finais e limpeza da obra	55
4.2	PLANEJAMENTO DA OBRA.....	55
4.2.1	Enxugamento de processos	56
4.2.1.1	Fundações	56
4.2.1.2	Concretagem	56
4.2.1.3	Alvenaria de vedação, chapisco e reboco	57
4.2.1.4	Contrapiso auto nivelante	57
4.2.2	Execução de atividades em paralelo.....	57
4.2.3	Redução de retrabalhos.....	58
4.2.4	Diminuição da variabilidade no canteiro de obras.....	59
4.2.5	Planejamento a longo prazo.....	60
4.2.5.1	Open Project	60
4.2.5.1.1	Rede PERT/CPM.....	61
4.2.5.1.2	Gráfico de Gantt	62
4.2.6	Planejamento a curto prazo.....	64
4.2.6.1	Ferramentas de controle.....	64
4.2.6.1.1	Planilha PPC	64
4.2.6.1.2	Cartão de produção	65
4.2.7	Indicadores de desempenho.....	66
4.2.8	Planos para a otimização de obras futuras pela melhoria contínua	67
4.3	PESQUISA DE APLICAÇÃO.....	68
4.3.1	Resultados.....	69

4.3.1.1	Preencheria a planilha na obra?	69
4.3.1.2	Qual seria a maior dificuldade para o preenchimento das planilhas de controle no canteiro de obras?	70
4.3.1.3	Quais benefícios trariam para obra com o preenchimento e acompanhamento das planilhas?	70
4.3.1.4	Qual principal motivo de atraso das obras?	71
5	CONCLUSÃO	73
	REFERÊNCIAS	74
	APÊNDICES	78
	APÊNDICE A – DETALHAMENTO DAS ETAPAS DA OBRA	78
	APÊNDICE B – REDE PERT/CPM	80
	APÊNDICE C – GRÁFICO DE GANTT	82

1 INTRODUÇÃO

O atual panorama da construção civil no Brasil está tornando esse mercado cada vez mais competitivo. Com o avanço da tecnologia, o surgimento de novas empresas do ramo e o alto índice de exigência por parte dos clientes, a busca pela redução de custos, prazos e a otimização do controle de produção das obras se torna uma prática fundamental para os empreendimentos, sendo assim um planejamento adequado é essencial na concepção de um projeto (MATTOS, 2019).

A indústria da construção civil, tem sido marcada nos últimos anos por grandes avanços tecnológicos, tais tecnologias, tornam a busca pela permanência e consolidação no mercado cada vez mais complexa, forçando as empresas a adotar medidas relacionadas a modernização organizacional e gerencial (HERNANDES, 2002). Contudo, o ramo da construção civil é composto principalmente por profissionais que há muito tempo exercem seu serviço de forma arcaica e rotineira, dispensando avanços ou melhoria de processos. Sendo assim, a busca por um mecanismo que seja de fácil implantação e adoção dos colaboradores é o que se propõe atualmente.

Nesse contexto, o setor tem buscado aplicar conceitos, métodos e técnicas desenvolvidas para ambientes de produção industrial, através de estratégias como, sistemas de planejamento e controle de produção, no entanto, tais meios nem sempre conseguem adaptar-se as situações de produção que ocorrem dentro de obras civis, se tornando inadequados e ineficientes para a função (MOREIRA; BERNARDES, 2001).

De acordo com Dicio (2020), o ato de planejar, nada mais é, do que preparar um trabalho, ou um objetivo, de forma sistemática, ou seja, determinar por etapas, procedimentos ou meios que devem ser usados no desenvolvimento de uma função. Sendo assim, o que se busca, é implementar um sistema de planejamento que seja consideravelmente eficaz para o ramo da engenharia civil, constituído pela organização da execução e a programação da obra.

De forma análoga, o objetivo é atender ao que foi proposto antes da execução da obra, entregando os empreendimentos dentro dos prazos estabelecidos e evitando imprevistos que atrapalhem o orçamento geral. Isto se dá, através de táticas e técnicas especializadas, podendo-se alcançar um resultado satisfatório dentro da obra, possibilitando decisões e ações de forma que elas possam ser executadas adequadamente, tendo os fatores, prazos, custos, qualidade e segurança, como foco. (SILVA, 2011).

Segundo Strohaecker (2017) em muitos casos ocorre um planejamento macro, realizado antes do início do empreendimento, executado de forma superficial e sendo apresentado com algumas deficiências nas informações, tais como, a não formalização do próprio, falta de conferência entre atividades previstas e executadas, não investigação das restrições presentes e não consideração do planejamento a longo prazo. Conseqüentemente, os prazos e orçamentos são dificilmente atingidos.

Correlato ao descrito, nota-se que frequentemente, não são analisados fatores que podem gerar atrasos nas obras, como por exemplo, problemas que ocasionam retrabalhos. Tais pontos, muitas vezes, podem ser previstos antes do início dos serviços, como atraso na entrega de materiais, falhas de projeto, problemas operacionais, falta de qualificação profissional, omissões, danos naturais e condições climáticas etc. Contudo, existem casos que não são devidamente antecipados no planejamento, sendo necessário que haja uma margem de erro para essas ocasiões (MACHADO, 2019). Diante disso, apesar de possuir um planejamento detalhado e organizado, é importante que haja a consideração de imprevistos que por muitas vezes são familiares nas obras, assim como a previsão de atrasos por motivos excepcionais.

Com base em Santos e Leão (2018) muito dificilmente se consegue estruturar a obra para que se obtenha a máxima economia em relação a tempo e custos, isso conseqüentemente afeta profissionais do ramo que iniciam no segmento de acompanhamento de obras. Se faz necessário entender que se vive uma nova era global e que a engenharia civil está inserida nisso e é papel de cada um ligado a profissão, aprimorar e compatibilizar ao ambiente civil.

De acordo com Assumpção (1996) com necessidade da comercialização e possibilidade de financiamentos de empreendimentos, sequências de serviço demandam de ritmos mais acelerados que levem a prazos mais curtos de produção, fazendo necessária a adoção de estratégias para melhor atender a condição do fluxo de caixa, reduzindo investimentos durante o período de produção. Isso leva a maximização da economia geral na obra, sendo ela de tempo ou de investimento.

Diante do exposto, busca-se um método que seja capaz de prover todos os objetivos já mencionados, proporcionando a eficiência prevista de um planejamento na construção civil, agregando todos os pontos concebidos no projeto preliminar, obtendo-se a máxima compatibilização de projeto e obra. Dessa forma, o intuito apresentado é, através de bibliografias básicas, analisar as diretrizes dos métodos existentes assim como suas limitações, caracterizando as necessidades da construção civil na região de estudo e transpondo-as para as técnicas atuais.

A problemática retratada é identificar e analisar as práticas de gestão empregadas pelas construtoras, quais os fatores que levam os métodos de planejamento existentes a serem ineficientes no âmbito estudado e por quais motivos dificilmente é visto empresas de construção com filosofias sólidas no controle dos empreendimentos. Apresentando de forma clara, quais os impactos que o problema proporciona para a indústria da construção civil no campo regional.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um plano de produção, através de métodos de planejamento existentes e ferramentas de controle, que sejam eficientes para a construção civil na região de Santa Catarina, para acompanhamento de cronograma de obras e seus respectivos cenários.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar e analisar as técnicas e métodos de planejamento de obras existentes nas bibliografias básicas.
- Elaborar um planejamento de obra piloto, aplicando medidas corretivas nos métodos.
- Elaborar ferramenta de controle de campo.
- Desenvolver ferramentas para controle do desempenho conforme o planejado.
- Propor uma sistemática para melhoria contínua dentro do método utilizado para o planejamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PLANEJAMENTO EM OBRAS

Ao final do século XIX, o planejamento industrial já apresentava conceitos e ideias estabelecidas, criado por Frederick Winslow Taylor, o Taylorismo foi proposto como um sistema de gerenciamento que criasse, através de métodos de experimentação de trabalho, regras e maneiras esquemáticas de se trabalhar (RIBEIRO, 2015). O método foi o percussor do gerenciamento industrial e continuou se difundindo ao longo dos anos, se tornando base para o surgimento de novos preceitos que foram se estabelecendo, como o fordismo, criado através de técnicas de Taylor, porém, direcionado para o setor automobilístico. Preconizado por Henry Ford, foi um aprimoramento do Taylorismo e se estabeleceu como um marco no setor industrial se destacando na criação das linhas de montagem (TENÓRIO, 2011). Com isso, os avanços no planejamento industrial foram se destacando a cada década, tornando as indústrias potencialmente eficientes, sendo aprimorados conforme as necessidades. Como aponta o Toyotismo, surgido na década de 60, em um Japão sofrendo com a economia devastada pela era pós-guerra, agravada pela crise do petróleo no período. Motivos que levaram a Toyota a desenvolver seu próprio método de planejamento, focado numa produção flexível e de baixos custos, denominado Sistema Toyota de Produção (STP) (GOMES, 2001).

Atualmente o ato de planejar uma obra é um fator responsável por uma grande parcela do sucesso nos empreendimentos civis. É de suma importância um sistema que possa mobilizar informações de variados setores, que posteriormente, serão utilizados para a construção (GOLDMAN, 1997). Essas informações servem como forma de guia, permitindo prever, simular e compreender as ações a serem realizadas e avaliar os riscos existentes, possibilitando a organização de um caminho ideal, controlando o processo e reordenando quando necessário, nas condições em que a obra planejada está inserida (PIRES, 2018).

Segundo Costa (2016) é um processo que se utiliza de técnicas científicas, que buscam potencializar a eficiência, a racionalidade e a segurança, através de previsões, programação, execução, coordenação e controle dos resultados, para atingir o que é desejado. Mediante dessas antecipações, é de ser feito um estudo, analisando o ambiente em que o empreendimento está inserido, na qual facilita a realização de planos de ações com rapidez e eficiência para conter imprevistos que ocorrem nas obras.

Consequentemente pode ser descrito para a construção civil de forma simplória sob alguns pontos principais, que são, organizar o canteiro de obra, dimensionar e administrar os

recursos humanos e materiais, fornecimento e controle dos equipamentos, estabelecer metas e por fim, identificar e agir sobre as causas dos problemas que surgirão (PIRES, 2018). Tais fatores são indispensáveis para o setor, e devem ser realizados sem exceção para que o planejamento ocorra e possa gerar os benefícios esperados, como maior previsibilidade do empreendimento, garantia do cumprimento dos prazos elevada, maior controle da mão-de-obra, materiais e atividades, decisões financeiras mais confiantes e possibilidade de realizar o balanço de equipes de trabalho (SCARDOELLI ET AL. 1994).

De acordo com Limmer (1997), o planejamento necessita de uma gestão posterior que deve ser flexível, diferindo de um planejamento de processo industrial. O planejamento dessa forma permite:

- Definir a organização para executar a obra;
- Tomada de decisões;
- Alocação de recursos;
- Integrar e Coordenar esforços de todos os envolvidos;
- Boa comunicação entre os integrantes da obra;
- Conscientização dos envolvidos para custos, prazos e qualidade;
- Direcionar as autoridades de cada etapa;
- Estabelecer um referencial para controle;
- Definir uma diretriz para o empreendimento.

Com base nisso, é perceptível que a etapa de planejamento é de extrema importância para estruturar as etapas de um projeto, com o foco em 3 pilares essenciais de um projeto de construção: custo, tempo e qualidade, sendo esse último o que recebe menos atenção em construtoras.

2.2 METODOLOGIAS APLICADAS AO PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS

Conforme descreve Fachin (2017) um método deve possuir objetivo criterioso, não se resultando meramente num instrumento de aplicabilidade para os objetos de estudo, baseando suas pesquisas em ciências racionais dentro do contexto, para abordagem e lógica da realidade, constituindo assim um meio para se chegar na veracidade e comprovação da eficácia dos fatos propostos. Sendo assim, é de suma importância, previamente ao estudo do método, detalhar quais objetivos que ele propõe, e de certa forma, planejar a elaboração dele.

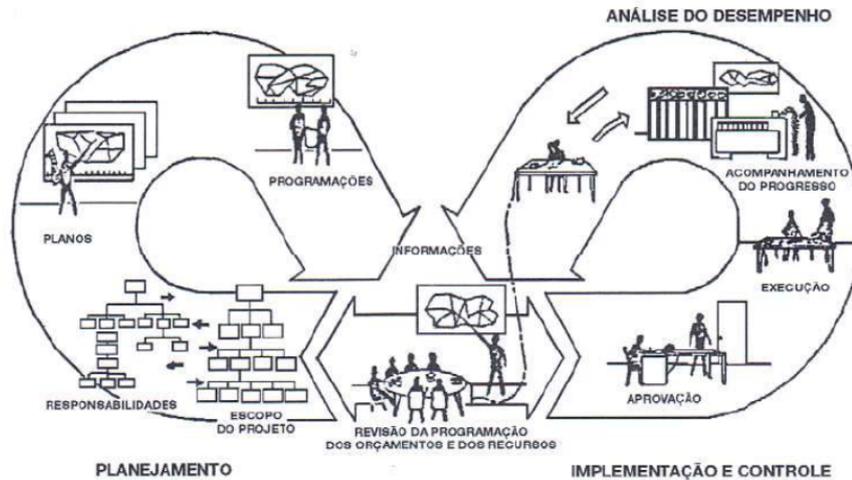
Nesse contexto, alguns pontos-chaves devem ser considerados no método, para que ele seja consideravelmente conveniente ao planejamento de obras. Dentre eles, destacam-se os aspectos a seguir, tais como, escolher os equipamentos para execução da obra, definir as etapas da obra, analisar as necessidades da mão-de-obra, avaliar os recursos financeiros e definir o processo de execução (LIMMER, 2008). Com tais aspectos definidos é calculado um roteiro para a elaboração do planejamento, como afirma Mattos (2019), nos seguintes pontos de um método exemplo:

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

Esses passos devem ser bem definidos e executados, fazendo com que o planejamento ocorra dentro do esperado, e o método seja eficaz para a construção civil.

Progressivamente a descrição dos passos da obra, a metodologia deve apresentar algum meio que possa conferir e acompanhar o andamento do empreendimento. Através das informações, o desempenho é comparado com os planos e programações, devendo haver planos de ações, caso seja constatado desvio significativo, para que o planejamento seja readequado. (LIMMER, 1997). A figura 1 destaca o ciclo da análise de desempenho,

Figura 1: Análise de desempenho.



FONTE: Limmer (1997, p. 13).

Ao que remete a aplicação efetiva dos métodos, softwares e programas computacionais podem ser utilizados a fim de maximizar e auxiliar na utilização. Os softwares permitem também o controle de equipes e de materiais utilizados na obra com maior refino, permitindo saber qual atividade está sendo realizada, seu término e os insumos necessários para atividade (SANTOS e LEÃO, 2018). Porém, Beltrame (2009) afirma que a utilização de softwares específicos sem o devido conhecimento das técnicas utilizadas para o desenvolvimento dessas ferramentas e os objetivos a serem executados, podem gerar prejuízos ao planejamento, seja no tempo gasto ou nos resultados sem coerência.

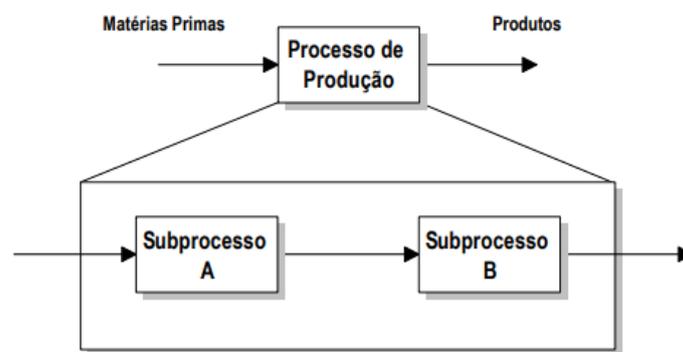
Limmer (1997) descreve, que para que o planejamento seja um sucesso na obra, além de técnicas e ferramentas adequadas, é preciso que aconteça alguns aspectos sociais como, haver integração, manter a comunicação, saber como montar e usar um plano de gerenciamento, identificar o que pode ou não ser realizado e saber quando é conveniente aplicar as técnicas de planejamento. Através dessas regras, as chances de a metodologia aplicada ser efetivamente eficiente, são potencializadas, havendo assim o sucesso do planejamento.

Diante dos fatos, buscou-se métodos que compreendessem todas as etapas descritas, de forma a atender as necessidades enfrentadas e possuir ligação direta com a indústria da construção civil, englobando desde a fase preliminar até o término efetivo da obra. Sendo assim, destacaram-se as metodologias do sistema Tradicional, o sistema de Laufer e Tucker, Lean Construction e o sistema Last Planner, posposto por Ballard e Howell. Dos quais, serão analisadas as diretrizes de cada um, compreendendo seus pontos positivos e negativos, e destacando qual o método mais adequado para a situação apresentada.

2.2.1 Método Tradicional

O conceito do método tradicional é baseado na ideia mais geral da construção como um conjunto de atividades destinadas a um determinado resultado, ou seja, conversões. Entende-se que o total processo de produção consiste num conjunto de subprocessos, que se convertem numa única direção, podendo ser realizados e analisados individualmente. (KOSKELA, 1992). A figura 2 apresenta o modelo de produção tradicional.

Figura 2: Modelo de produção tradicional.



Fonte: Koskela (1992, p.19).

Segundo Iida (1993) o planejamento tradicional se baseia num futuro projetado a partir de um diagnóstico do passado e se admite que a trajetória se repetirá sem grandes mudanças. O autor ainda sugere que o plano é estático, quem o elabora tem todos os poderes para atuar sobre o mesmo e destaca uma separação entre equipe de planejamento e execução, o que dificulta na sua realização. O método foi precursor, e muitas vezes sofre com a falta de adaptabilidade necessária atualmente.

O mais comumente utilizado em obras de construção civil, propõe o alcance dos resultados de maneira prática e com técnicas que tornam evidente a transformação da matéria prima no item final, visa a obtenção de resultados instantâneos fazendo uso de conhecimento adquiridos na rotina de trabalho (SANTOS e LEÃO, 2018). Assumpção e Junior (1996) descrevem que o processo permite que se estabeleçam relações entre as obras, no que se refere a padronização e sequência de serviços, assim permitindo a possibilidade de parametrizar indicadores de produção. Isso faz com que técnicas possam ser adotadas de forma segura quanto a sua eficácia, uma vez que já foram eficientes em situação de prática semelhante ou igual. Isso funcionando pode ser eficiente para muitos casos, contudo, deve ser utilizado com cautela, pois em geral, não considera fatores externos a obra. A tabela 1 apresenta as características do método de planejamento tradicional.

Tabela 1: Características do método de planejamento tradicional

FATOR	PLANEJAMENTO TRADICIONAL
Objetivo do plano	Passivo
Explicação da realidade	Baseada em diagnósticos
Concepção do plano	Normativo-prescritivo
Análise estratégica	Consultas a especialistas
Fatores	Genéricos
Operação	Ação separada do plano

Fonte: Iida (1993, p. 3).

Para que a prática do planejamento seja realizada nesse método, são principalmente utilizados cronogramas de redes, como o sistema CPM (Critical Path Method) que focam na gestão de tempo e recursos, através de técnicas como a do caminho crítico, porém, sistemas como esse podem se tornar defasados atualmente (LAUFER E TUCKER, 1987). O CPM leva em consideração recursos e dependências de precedência em determinação da duração do projeto, e introduz um conceito para amortecer o tempo de projeto afim de acomodar o gerenciamento e obter melhor controle do tempo, propondo reduzir pela metade as durações das atividades (KOSKELA et al., 2010).

Conforme González (2008) afirma, busca-se uma distribuição dos recursos humanos e financeiros otimizadas e para sua utilização é necessário saber as quantidades totais de cada serviço a ser executado, assim como suas durações, baseadas principalmente no consumo de mão-de-obra. A gestão ocorre de maneira a alinhar os serviços e garantir que ocorram na sequência correta.

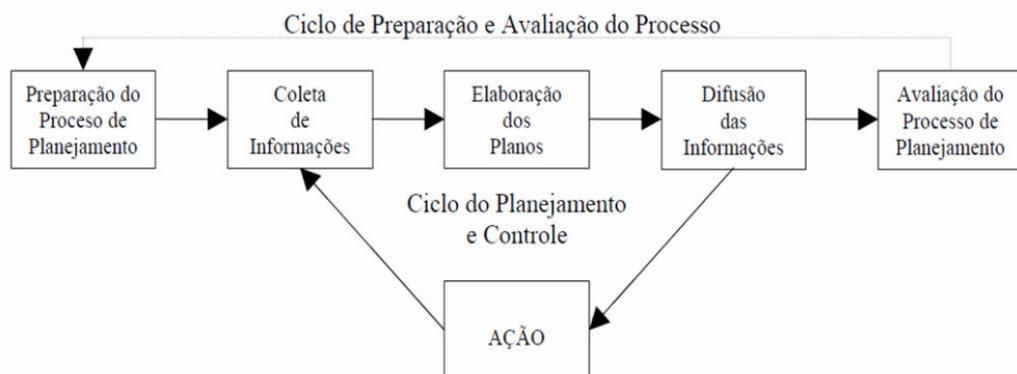
2.2.2 Método Laufer and Tucker

Laufer e Tucker (1987), trouxeram um conceito inovador para a construção civil, propondo um modelo de planejamento sofisticado, subdividido em cinco etapas principais as quais são empregadas até hoje e difundidas em diversos estudos sobre este assunto. Essas etapas seriam as seguintes:

- 1) Preparação do processo de planejamento: seu objetivo é definir procedimentos e padrões a serem adotados na implementação do plano, incluir uma análise das condições que afetam as atividades de organização processual. Nesta fase é necessário tomar decisões levando em consideração os seguintes pontos:

- Definir os principais sujeitos envolvidos no planejamento e no controle da obra e suas respectivas responsabilidades;
 - Os níveis hierárquicos a serem seguidos e os períodos dos planos gerenciados;
 - A subdivisão dos itens do planejamento e o nível de detalhe de cada etapa;
 - Métodos e ferramentas adotadas no planejamento.
- 2) Coleta de informações: nessa etapa é importante reunir todos os documentos, informações e projetos disponíveis que incluem geralmente, contratos, plantas, especificações técnicas, condições do canteiro e ambientais, qualificação da mão de obra etc.;
 - 3) Preparação dos planos: é o momento que definitivamente é elaborado o processo para alcançar o produto;
 - 4) Difusão das informações: nesta etapa todas as informações geradas durante o planejamento devem ser repassadas a todos os envolvidos no processo.
 - 5) Avaliação do processo de planejamento: esse processo deve ser avaliado com certa periodicidade, sendo alimentado com dados novos e imprevistos que surgem no ocorrer da obra, de tal modo que sirva como base para empreendimentos posteriores.

Figura 3: As cinco fases do ciclo de planejamento.



Fonte: Laufer e Tucker (1987, p. 252)

Na figura 3 apresentou-se as fases do ciclo de planejamento.

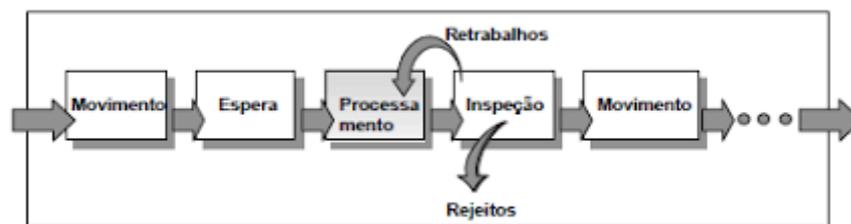
Desta forma, Laufer e Tucker (1987) exemplificam as etapas de planejamento na forma de um ciclo, que são reiniciados em novas obras, absorvendo erros e melhorias que já aconteceram, na busca de otimizar e melhorar cada vez mais os planejamentos futuros, evitando desperdícios e imprevistos que atrapalhem na entrega e lucratividade previstas.

2.2.3 Lean Construction

O sistema de planejamento Lean Construction, embora não seja um método novo ele é considerado inovador e ainda pouco utilizado atualmente, comumente empregado por empresas que buscam racionalização de materiais, eficiência dos processos e otimização do tempo. Segundo Koskela (1992), o método tradicional consiste em etapas de conversão de matérias primas em produtos, também conhecido como método de conversão, diferindo disso, o método de Lean Construction introduz uma nova forma de entender esse processo de conversão.

Esse método leva em consideração o ambiente produtivo sendo composto por atividades de conversão e de fluxo. Esta etapa de atividade de fluxo demonstra ser algo essencial para alcançar índices altos de desempenho dos processos produtivos, acrescentando mais valor ao processo (KOSKELA, 1992). A figura 4 mostra o modelo de processo do método do Lean Construction.

Figura 4: Modelo de processo Lean Construction.



Fonte: Koskela (1992, p. 15).

Conforme o modelo apresentado, o material é processado, é inspecionado e está esperando ou está se movendo. Enquanto as atividades de fluxo gastam insumos e consomem tempo, é na etapa de processamento que as atividades agregam valor ao material, pois é nessa fase que é feita a conversão do produto (KOSKELA, 1992).

Portanto esse modelo de planejamento visa a melhoria das atividades de fluxo, devendo ser focadas visando a redução ou eliminação, enquanto o processo deve se tornar o mais eficiente possível.

Segundo Formoso (2002), a geração de valor está diretamente ligada à satisfação do cliente, que não necessariamente está vinculada a execução de alguma atividade. Ou seja, um processo só gera valor se a execução das atividades transformarem os insumos em um produto satisfatório para o cliente. Com isso, o conceito de Lean Construction busca aumentar o valor do produto identificando as necessidades dos clientes que devem ser consideradas na concepção do projeto e em todo processo produtivo, sendo esse processo mapeado e controlado, para obtenção do produto esperado.

Partindo da filosofia do Toyotismo e do sistema Just in Time, esse conceito de construção enxuta tem como função a redução de tempo dos fluxos que não são necessariamente ligados ao processo do produto. Ainda segundo Koskela (1992), o tempo de ciclo é a soma de todas as durações de uma etapa de processo e pode ser reduzida eliminando processos repetitivos, controlando melhor as etapas com checklists e definindo todos os pequenos detalhes em projeto, assim evita mudanças e improvisos no decorrer das obras.

Esse método de planejamento vem ganhando espaço com o passar do tempo na construção civil, pois com a introdução de softwares de compatibilidade universal e com a qualificação da mão de obra, cada vez mais se exige um preparo e uma melhoria no processo de execução das obras. O Lean Construction atende as exigências do mercado atual e por isso é um dos sistemas de planejamento mais estudados e grande alvo de qualificação profissional.

2.2.4 Last planner

Ballard (2000) descreve o Last Planner System (LPS) como uma ferramenta que busca unir os trabalhadores com o foco de controle no nível da unidade de produção, através de filosofia, regras e procedimentos que farão do planejamento um mecanismo para moldar o futuro. O autor afirma que ao aplicar os conceitos, automaticamente se provoca um ambiente de produção mais confiável, evitando maiores variabilidades no fluxo de serviços.

Dentre as principais características do sistema para sua implementação, são destacados tais pontos, a atribuição está bem definida, a sequência correta de trabalho é selecionada, a quantidade certa de trabalho é selecionada, e trabalho selecionado é prático ou sólido (BALLARD, 2000).

Nesse contexto, o método busca implementar e incentivar melhorias ao longo do período de produção, propondo que não se faça apenas o que consta como obrigação de serviço, mas também ações para adiantar as previsões atuais. Ballard (2000), destaca que o objetivo do LPS é não só garantir o que deve ser feito, mas propor ideias aos operários do que pode ser feito, de forma a evitar erros que atrasem o andamento da obra e buscar melhorias, formando planos de trabalhos semanais com atribuições aos trabalhadores.

Conforme Oliveiri, Granja e Picchi (2015), o LPS possui cinco elementos principais, que são integrados entre si, são eles:

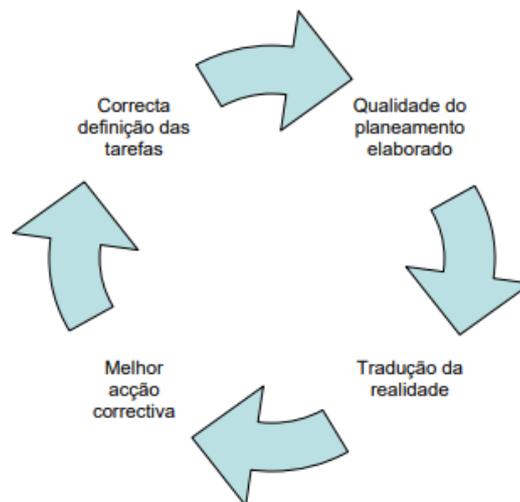
- Planejamento master;
- Planejamento faseado (divisão do planejamento master em fases, fazendo o “elo” entre o planejamento master e o planejamento de médio prazo)

- Planejamento de médio prazo;
- Planejamento de curto prazo;
- Percentual de pacotes completos e análise das razões das tarefas não completadas.

Tais elementos, quando completos e usados simultaneamente, são benéficos para a construção civil, uma vez que são de certa forma, consequentes um do outro.

A ferramenta propõe a realização do planejamento de um futuro próximo, idealizando atividades a serem realizadas numa periodicidade semanal e realizando um retrospecto no final desse período, o que permite calcular um percentual de atividades concluídas, no qual é denominado Porcentagem de Plano Concluído (PPC). (GRENHO, 2009 apud Ballard e Howell, 1998c). O PPC evidencia o quão eficaz está sendo o planejamento realizado, para posteriormente a essa análise, buscar um ponto de partida para a prevenção e correção dos motivos que levaram à não execução dos prazos, visando assim a melhoria contínua do plano, conseqüentemente, torna-se um compromisso de toda a produção envolvida (GRENHO, 2009). A figura 5 destaca o ciclo de melhoria contínua.

Figura 5: Ciclo de melhoria contínua.



Fonte: Figueiredo (2009, p. 14).

Grenho (2009) ainda descreve outro papel fundamental do LPS, num elemento de suporte que visa garantir os pré-requisitos para atividades num raio de 3 a 12 semanas seguintes. A finalidade é solucionar as exigências que serão atribuídas aos serviços, sem que haja falta de qualquer recurso que impossibilite a realização, seja com ferramentas, materiais ou mão de obra. Além de garantir maior nível de efetividade nas atividades realizadas, ajuda a amortecer atrasos provenientes da impossibilidade de se efetuar um serviço, uma vez que se pode prever o acontecimento e em consequência substituir por outra função a curto prazo.

Conforme Koskela (200, p.194):

O método do Last Planner é fundamental para essas finalidades, conforme evidente a partir da descrição acima: combina efetivamente o controle e a melhoria para lutar contra a variabilidade e os desperdícios causados por ela. No entanto, também é possível visar o aumento da confiabilidade de entregas, maior conformidade com o cronograma e outras metas em colaboração com todas as partes.

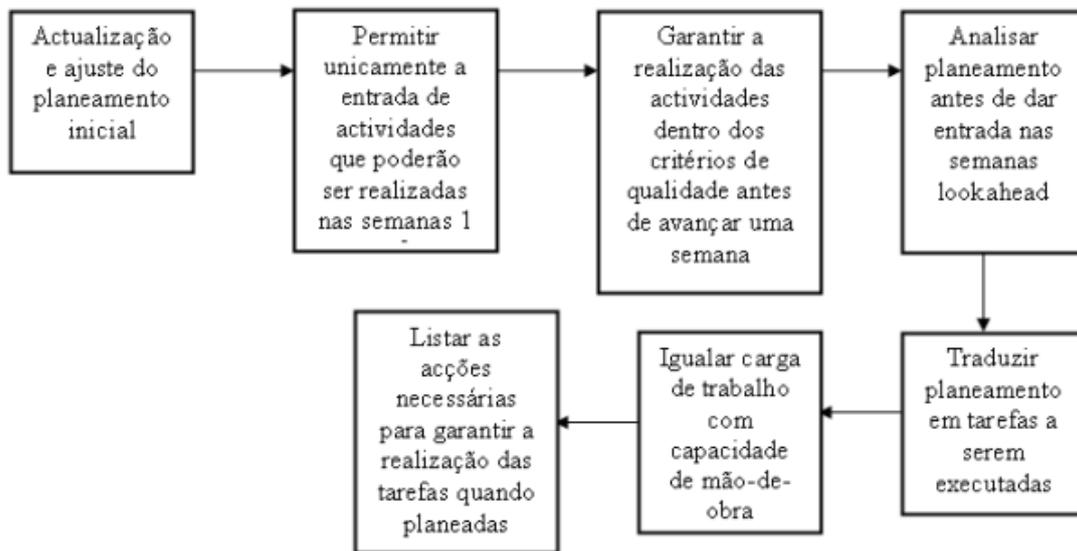
2.2.4.1 Planejamento a longo prazo

A definição do planejamento a longo prazo no LPS, consiste numa periodicidade total do projeto, agregando desde a fase inicial de elaboração, até a conclusão e entrega da obra. Este é determinado pela divisão superficial do projeto e o estabelecimento de relações sequenciais. O plano geral busca estabelecer alguns parâmetros a serem seguidos, tais como estrutura de trabalho, buscando melhor a sua eficiência e eficácia (GRENHO, 2009). Desta forma, geralmente não possui grande nível de detalhe, prioriza apresentar datas de início e fim, além de destacar o orçamento das atividades. Serve como uma base de parâmetro para os demais níveis de planejamento, que são estruturados a partir de informações que são definidas no longo prazo. (FIGUEIREDO, 2009).

2.2.4.2 Planejamento a médio prazo

Conforme Grenho (2009) afirma, esse demonstra como a forma de trabalho pode e deverá ser executada, busca aprimorar e aproximar os conceitos estabelecidos do longo prazo, propondo maior riqueza de detalhes, possuindo uma visão de em média seis semanas a primeira atividade, variando de 3 a 12 semanas. Esse plano ajuda na definição das durações atuais da obra, assim como na entrega de materiais, permite focar as atividades que se iniciarão num futuro próximo, tomando decisões a fim de idealizar o início sem maiores pendências (FIGUEIREDO, 2009). Consequentemente, envolve todos aqueles que irão de fato participar da atividade, já que busca a melhor forma das etapas serem efetuadas. A figura 6 detalha as etapas do planejamento a médio prazo.

Figura 6: Etapas do planejamento a médio prazo.



Fonte: Figueiredo (2009, p. 17).

Ballard (2000) descreve que cada tarefa é submetida a análise de restrições a fim de determinar o que deve ou não ser feito para torná-la executável, produzindo atribuições para cada atividade. Isso faz com que a chegada ao planejamento a curto prazo seja executável, sem que etapas de transição e preparação do serviço atrapalhem a execução num futuro próximo.

Esta etapa do planejamento foi denominada por Ballard (2000) como processo “lookahead”, que destaca as seguintes funções do plano:

- Forma a sequência e define o fluxo de trabalho;
- Comparar fluxo de trabalho e capacidade;
- Desmembrar as atividades do planejamento master em pacotes de trabalho;
- Apresentar métodos detalhados para execução das atividades;
- Manter a carteira de trabalho pronta;
- Revisar e atualizar previsões a nível superior.

Com estas ações bem executadas, a garantia desejada de que a atividade será finalizada é proporcionada, fazendo com que o planejamento a curto prazo possa ser executado.

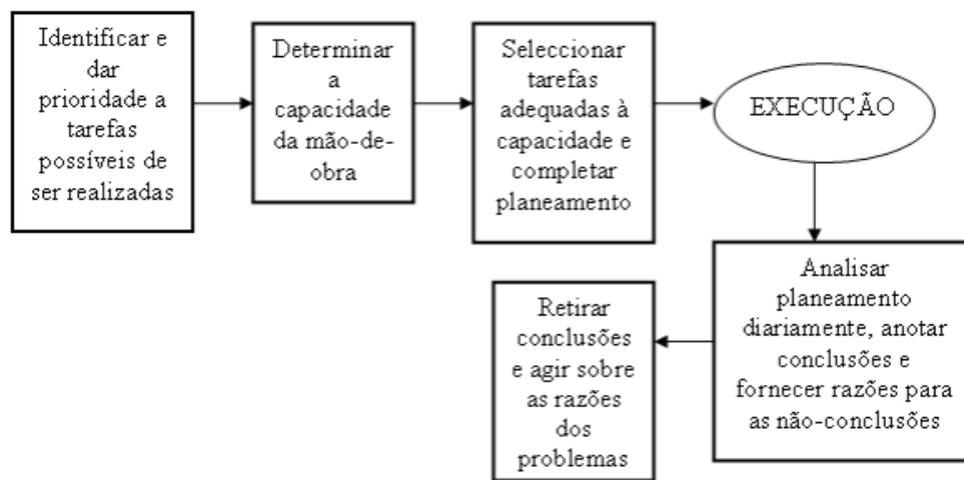
2.2.4.3 Planejamento a curto prazo

Nesta etapa do planejamento, são criadas técnicas para o controle das decisões diárias de produção, que envolvem as atividades em execução, sendo realizado para um período de até 15 dias, é comandado pelo denominado “last planner” que fica responsável pelas decisões

(FIGUEIREDO, 2009). Essa fase é essencial, fazendo com que as versões anteriores sejam efetivamente eficazes, colaborando para que o serviço seja executado como foi previsto. Sendo assim o curto prazo é a garantia da qualidade final do que se executa, além, de garantir que caso haja imprevisto, seja tomada a decisão mais favorável para o prazo e a qualidade.

Conforme descreve Figueiredo (2009), possui algumas etapas a serem seguidas, destacadas na figura 7.

Figura 7: Etapas do planejamento a curto prazo.



Fonte: Figueiredo (2009, p. 18).

Conforme apresenta Ballard (2000) é nesta fase do plano que o denominado Last planner, torna-se o responsável por guiar as decisões executivas que serão efetuadas na obra, sendo prioridade alto nível de compromisso com o intuito a ser realizado, pois, uma vez que seja tomada uma decisão equivocada, pode-se comprometer toda uma estrutura de trabalho previamente calculada.

Sendo assim, o Last Planner é uma junção de três períodos de planejamento, que unidos entre si e efetuados de maneira correta, se tornam a garantia de que o planejamento será um sucesso e a obra entregue no prazo estimado e com os recursos calculados.

2.3 FERRAMENTAS UTILIZADAS NO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

As ferramentas operacionais representam o ponto de partida para melhoria no ambiente de trabalho e padronização da estrutura de serviço. Seus objetivos podem ser básicos como, o auxílio ao profissional na análise de problemas, exemplificado por fluxogramas e gráficos de tendências, assim como plataformas consideradas mais completas para planejamentos empresariais, como as ferramentas PERT/CPM, o gráfico de Gantt, o ciclo

PDCA etc. Lins (2000) afirma que as ferramentas podem ser utilizadas isoladamente, porém provocam melhor resultado quando se integram de forma sistematizada. O autor afirma que ao utilizar essas técnicas, é crucial a integração entre a equipe e a implantação correta das ferramentas no método de trabalho.

Nesse contexto, o estudo presente, buscou apontar possíveis ferramentas de planejamento que são pertinentes ao uso da construção civil, se mostrando integradas com os métodos já apresentados, e podendo causar a eficácia que se espera para a análise.

2.3.1 Diagramas de Rede

O diagrama de redes se trata de atividades que são representadas graficamente, dependentes uma das outras para conclusão de uma determinada obra. Isso trata de uma forma de organizar as etapas, ou seja, após o recolhimento de todas as informações necessárias. (MATTOS, 2010).

Diagramas de redes são representados graficamente pelo método das flechas, também conhecido pela sigla ADM ou pelo método dos blocos, conhecido pela sigla PDM. Ambas as técnicas geram o mesmo resultado e nem poderiam gerar resultados diferentes, a única diferença se trata de forma que é desenhado o diagrama. (MATTOS, 2010).

2.3.1.1 Redes PERT/CPM

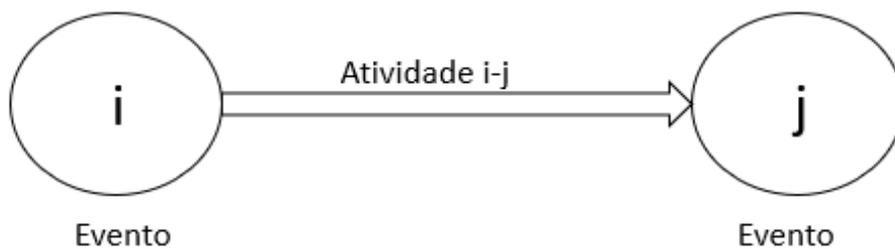
De acordo com Mattos (2010), os diagramas PERT/CPM permitem uma relação lógica entre todas as etapas do projeto, determinando as atividades que formam um caminho crítico, o qual se trata de atividades que ao sofrerem atraso, vai levá-lo até o término da obra. Segundo Limmer (2015) essas técnicas foram desenvolvidas no intuito de acelerar um processo produtivo, sendo considerado no planejamento uma aceleração na “cadeia principal” sem aumentar os custos desse processo, essa cadeia principal hoje é conhecida como caminho crítico por diversas literaturas.

Embora as siglas PERT/CPM são comumente utilizadas juntas, trata-se de duas técnicas diferentes que analisam de formas distintas o planejamento. A técnica PERT é uma técnica probabilística, em que o tempo das atividades é tratado como variável aleatória com distribuição de probabilidade. Por outro lado, a técnica CPM se trata de algo determinístico, feita com base nas experiências de obras anteriores. (LIMMER, 2015).

2.3.1.2 Diagrama de flechas

O método de diagrama de flechas, também conhecido pela sigla em inglês ADM, inicia-se por um evento início de projeto e se encerra com um evento no final dele, assim funciona com todas as atividades tendo seu próprio evento de início e de fim. (LIMMER, 2015; MATTOS, 2010). A figura 8 apresenta as atividades num evento no diagrama de flechas, e como ela é demonstrada.

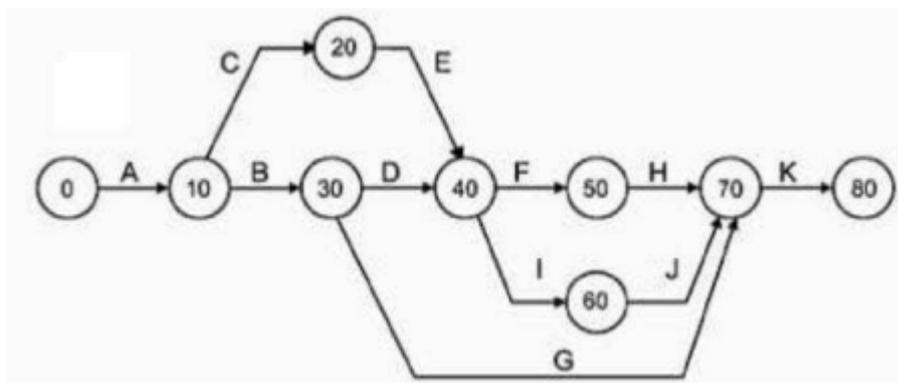
Figura 8: Atividade e evento no diagrama de flechas.



Fonte: Adaptado de Mattos (2010, p. 112).

A figura 9, ilustra o funcionamento do método, cada atividade caracteriza um evento início e um evento fim e mais de uma atividade pode ter o mesmo evento de início e de fim, no entanto, não se deve ter duas atividades no mesmo evento tanto de início, quanto de fim. Quando o citado acontece, o orientado é criar um ciclo de atividades através do diagrama de flecha, no intuito de preservar a lógica da rede como é mostrado a seguir. (Limmer, 2015).

Figura 9: Diagrama de Flechas.



Fonte: Mattos (2010, p. 115).

Ainda segundo Mattos (2010), um diagrama de flechas correto, precisa satisfazer os seguintes requisitos:

- O evento inicial do diagrama é único;

- Cada nó (evento) representa uma relação entre todas as atividades que entram e que saem;
- O início de uma atividade só pode ocorrer quando todas as atividades que chegam a seu evento inicial tiverem sido concluídas;
- Todas as atividades que saem de um mesmo nó têm as mesmas predecessoras;
- Todas as atividades que chegam a um mesmo nó têm sucessoras idênticas;
- Cada atividade tem um par único de eventos início-fim;
- Para cada atividade, o número do evento final é maior que o do evento inicial;
- O evento final do diagrama é único.

2.3.1.3 Diagrama de blocos

O método dos blocos, também conhecido como PDM, se trata de um tipo de diagrama de rede, o qual possui o mesmo objetivo que o método de flechas apresentado anteriormente. Nesse método as atividades são representadas por blocos e são apenas interligadas por flechas, as quais não possuem significado. Importante ressaltar que neste método o conceito de evento não existe, tornando-o de fácil entendimento. (MATTOS, 2010).

Nesse método é necessário encontrar relações de dependências para amarrar os inícios e fins das atividades, devido a atrasos ou esperas delas, as figuras 10, 11, 12 e 13 apresentam os tipos de ligação que existem no diagrama de blocos.

Figura 10: Ligação término para início.



Fonte: Adaptado de Mattos (2010, p.140).

Figura 11: Ligação início para início.



Fonte: Adaptado de Mattos (2010, p.140).

Figura 12: Ligação início para término.



Fonte: Adaptado de Mattos (2010, p.141).

Figura 13: Ligação término para término.



Fonte: Adaptado de Mattos (2010, p. 141).

De acordo com Limmer (2015), essa ferramenta de diagrama de rede possui regras mais simples e dinâmicas se comparada ao diagrama de flechas, não havendo conceito de evento e sendo executada de forma lógica. Para fazer esse diagrama de blocos algumas regras precisam ser seguidas, como Mattos (2010) explica:

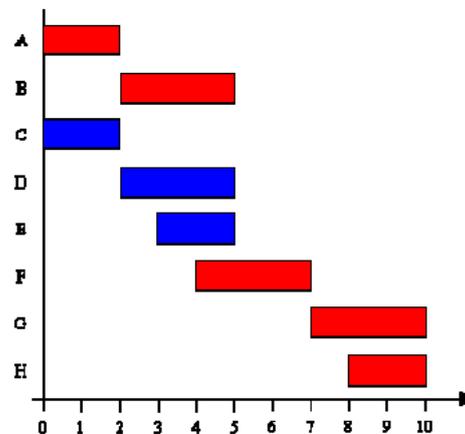
- A rede começa com uma barra vertical de início, desenhada à esquerda.
- Da barra inicial parte as atividades iniciais, aquelas que não possuem predecessoras.
- As demais atividades são desenhadas a partir das predecessoras.
- A rede termina em uma rede vertical de fim, desenhada na extremidade direita do diagrama.

2.3.2 Gráfico de Gantt

O gráfico de Gantt é um sistema que busca auxiliar o profissional no agendamento e acompanhamento das atividades, tem por objetivo distribuir as funções num determinado período, apontando os dias no calendário com suas datas de início e fim, conseqüentemente descreve a duração que irá ocorrer (HINOJOSA, 2003).

Conforme Hinojosa (2003) sua estrutura consiste num eixo vertical, contendo todas as atividades da obra e um eixo horizontal com uma escala de tempo definida (hora, dia, semana etc.) no qual aponta a duração de cada atividade descrita no eixo vertical. A figura 14 demonstra a estrutura de um gráfico de Gantt.

Figura 14: Gráfico de Gantt



Fonte: Hinojosa (2003, p.2)

Apesar de simples, o gráfico pode ser muito eficaz para o controle do planejamento inicial, porém, Hinojosa (2003) afirma que seu uso pode se tornar um pouco confuso depois dos primeiros dias ou semanas, uma vez que não possui um sistema que leve em conta as deficiências e atrasos ocorridas nas obras, sendo assim é recomendado a construção de um novo com as durações reajustadas. Ferreira (2018) ressalta que as atividades do gráfico estão diretamente ligadas as necessidades de materiais e mão-de-obra para a sua realização, com isso é pertinente a análise da dificuldade que cada etapa irá necessitar, assim como os recursos necessários, visando evitar que maiores atrasos ocorram, desconfigurando o gráfico.

2.3.3 Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA é uma ferramenta de controle que visa a qualidade e a solução de problemas, serve como mecanismo auxiliar ao planejamento, contribuindo para o sucesso dos métodos e pode ser muito útil para a área da construção civil, sua finalidade pode ser tanto solucionar e prevenir problemas, assim como auxiliar os gestores do projeto nas decisões que irão possibilitar o alcance das metas planejadas (SIMÕES, 2007).

Conforme Bueno et. al (2013) possui 4 fases, que são as siglas que formam seu nome, são elas:

P (plan-planejar): Determinar um processo que precise de melhorias, com o objetivo dos resultados aparentes;

D (do-fazer): Implementar um plano elaborado e acompanhar o progresso atual;

C (check-verificar): Analisar os resultados do plano;

A (act-agir): Caso o processo seja um sucesso, criar um padrão a partir do plano atual, para futuras novas melhorias.

Nesse contexto, o ciclo PDCA é proposto para ser utilizado de forma dinâmica entre todos os passos a se seguir. Sua conclusão significa uma volta ao ciclo que irá recomeçar do início, que conforme o conceito da melhoria contínua, pode trazer novos benefícios sempre que aplicado novamente, identificando outras melhorias a serem feitas (ANDRADE, 2003). Segundo Seleme e Stadler (2012) isso se deve ao fato de alguns pontos de melhoria só serem visíveis após a realização de um ciclo completo anterior, se tornando um fator para ser considerado um sistema de aperfeiçoamento contínuo no processo. A figura 15 destaca o ciclo PDCA.

Figura 15: O ciclo PDCA.



Fonte: Andrade (2003, p. 11).

Através dessas técnicas, o PDCA pode ser útil para diversos setores variados, inclusive o ramo de estudo do trabalho, aplicando suas técnicas de melhoria contínua, se torna uma ferramenta de extrema usabilidade, quando integrada com os métodos de planejamento apresentados, porém devem ser tomados cuidados quanto a alguns fatores presentes na construção civil. Peleteiro (2018) afirma que a indústria da construção civil pode apresentar alguns pontos que dificultam na sua idealização, tais como, excesso de pessoas envolvidas no processo, impossibilitando a integração entre elas, conflito de interesses entre os agentes envolvidos, a identificação das melhorias ocorre durante o processo, interferências de clientes, muitas vezes não acontece interação entre a empresa que elabora o projeto e a que realiza a obra e por fim, a alta variedade de mão de obra, esses fatores devem ser vistos com atenção, e sempre antes da realização do ciclo serem resolvidos.

Peleteiro (2018) afirma que os processos do ciclo PDCA para a construção civil são caracterizados de uma forma única, tendo em conta que se trata de um processo com início e fim, diferentemente das outras indústrias que funcionam numa sequência de serviços que nunca

terminam. Sendo assim, o autor traz algumas particularidades dos passos do ciclo para a engenharia civil, sendo descritos na tabela 2.

Tabela 2: Passos do ciclo PDCA adaptados a construção civil.

PASSO	ADEQUAÇÃO CONSTRUÇÃO CIVIL	A
P	Descrição do que será realizado, a pessoa responsável e a meta a ser atingida, com cronograma, recursos utilizados, orçamento, indicadores a serem controlados. Importante a definição dos agentes responsáveis pelo controle dos indicadores da obra.	
D	Realização das etapas previstas no planejamento, captando os indicadores necessários para a conferência dos prazos, importante a habilidade de contornar os imprevistos que surgirem.	
C	Realização de conferência dos indicadores quanto a obtenção dos objetivos planejados, ajudando a verificar a etapa prevista da obra, apontando, caso seja necessário, pontos que devem ser aprimorados para o sucesso do plano.	
A	Com a necessidade de melhorias apontados no passo anterior, é realizado nesse passo um estudo da anomalia afim de realizar as correções que são pertinentes. Avaliando a efetividade de contramedida adotada, se faz importante devido o alto surgimento de problemas durante as atividades.	

Fonte: Adaptado de Peleteiro (2018, p. 41).

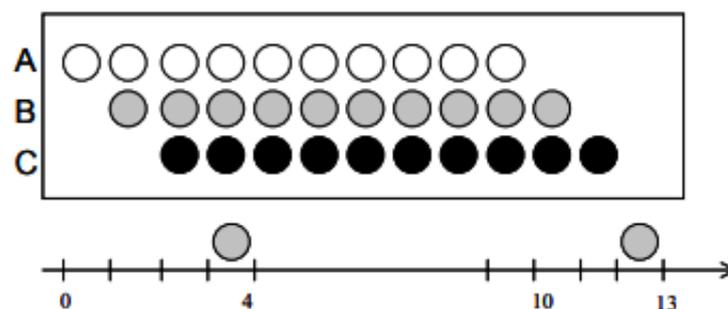
Segundo Andrade (2003), o ciclo PDCA necessita ainda de um aprimoramento organizacional na indústria da construção civil, para ser efetivamente usado dentro do ambiente

e com o sucesso esperado, contudo, com as condições ideais sendo proporcionadas pelos seus idealizadores, seu resultado para o planejamento e qualidade da obra são essenciais e faz com que o ciclo seja implementado por diversas vezes em outros projetos da construtora.

2.3.4 Fluxo Contínuo

O fluxo contínuo é um sistema de produção onde considera a criação das peças de forma individual, sendo subsequente a outra, não havendo paradas. Determina que só é necessário a produção do que é exigido pelo próximo processo, dispensando a necessidade de haver estoque (ROTHER e SHOOK, 1999). Tem a característica de ser uma ferramenta dinâmica, uma vez que, a demanda de trabalho pode sofrer alterações durante a carga horária e precisa que a produção seja realizada sem falhas que possam provocar paradas no fluxo. Conforme é detalhado na figura 16.

Figura 16: Fluxo contínuo de produção.



Fonte: Gambirasio (2004).

Segundo Rosenblum et. al (2015) na construção civil, para que seja realizado o fluxo contínuo, é necessário a integração das equipes de trabalho entre si, assim como, a atenção ao layout do canteiro de obras. Ainda segundo o autor alguns pontos têm de ser destacados:

- Prever o armazenamento de materiais;
- Deslocamento dos profissionais para a execução das atividades;
- Área de descarregamento.

Assim, todos os passos de produção em obra devem ser estudados e analisados quanto a sua realização, uma vez que um deles mal executado, representa a parada e o atraso na execução.

2.3.5 Ms Project

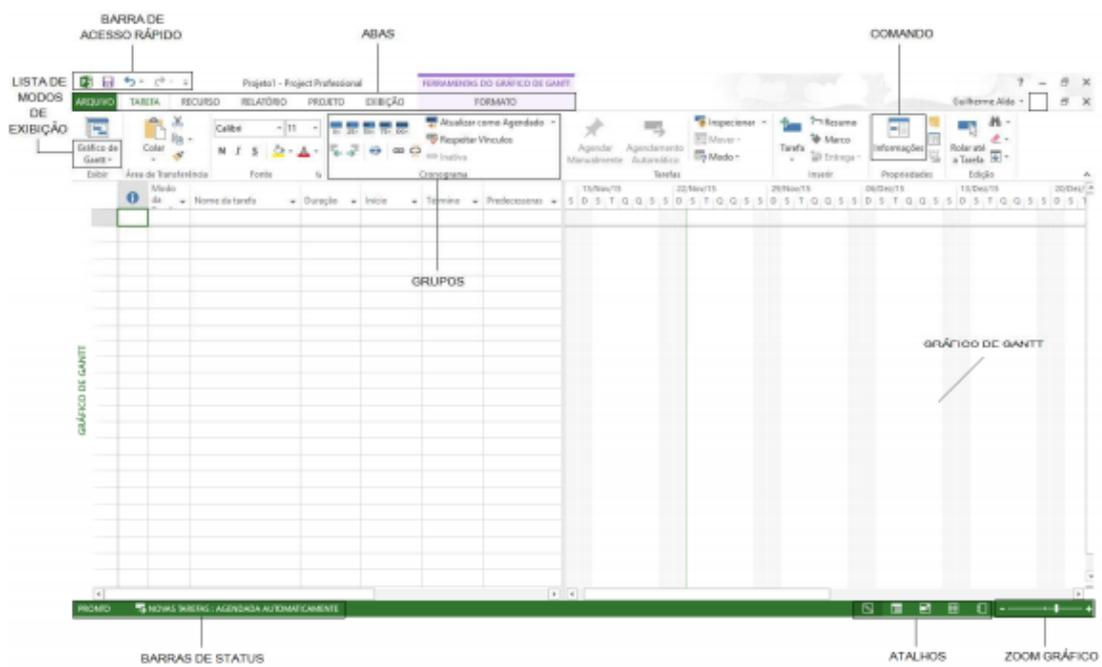
O Ms Project é um software que atua no gerenciamento e controle de projetos, ele possibilita a organização da informação, atribuindo a relação de tempo da atividade, associando aos custos de mão de obra e dos materiais, fazendo com que haja a manutenção dos prazos sem que exceda o orçamento previsto (LÓPEZ, 2008). Segundo Prado e Marques (2017), o software se destaca pela simplicidade de seu uso, se tornando mais competitivo e funcional ao longo dos anos, possuindo um aspecto visual com planilhas e gráficos que faz jus a sua facilidade de manuseio.

López (2008) destaca que a ferramenta é fundamental para o planejamento, pois auxilia o plano nos seguintes pontos:

- Organizar os detalhes do plano que devem ser realizados;
- Programar os objetivos que devem ser alcançados;
- Agendar as tarefas na sequenciação proposta do plano;
- Alocar os recursos de forma a alinhar com as atividades;
- Realizar relatórios acerca dos serviços realizados.

Seu uso é baseado com alguns aspectos e ferramentas já mencionados, como os diagramas de rede (CPM), além disso, utiliza de tabelas de entrada para a inserção dos dados, o que gera um gráfico de Gantt para análise e se destaca na organização das tarefas, possuindo um controle de prazos, permitindo que se estabeleçam padrões que ajudam na estrutura analítica do programa (PRADO E MARQUES, 2017). Para isso a plataforma é alimentada com informações provenientes do projeto, fazendo a análise dos dados e calculando uma programação adequada para a obra, assim como, os custos e outros elementos do planejamento. Sua eficiência é diretamente ligada a disponibilidade de informações, sendo mais preciso quando se possui mais dados do projeto (BARRA ET. AL, 2013). Na figura 17 é apresentado a tela inicial do software.

Figura 17: Tela inicial Ms Project.



Fonte: Alda (2016, p.26).

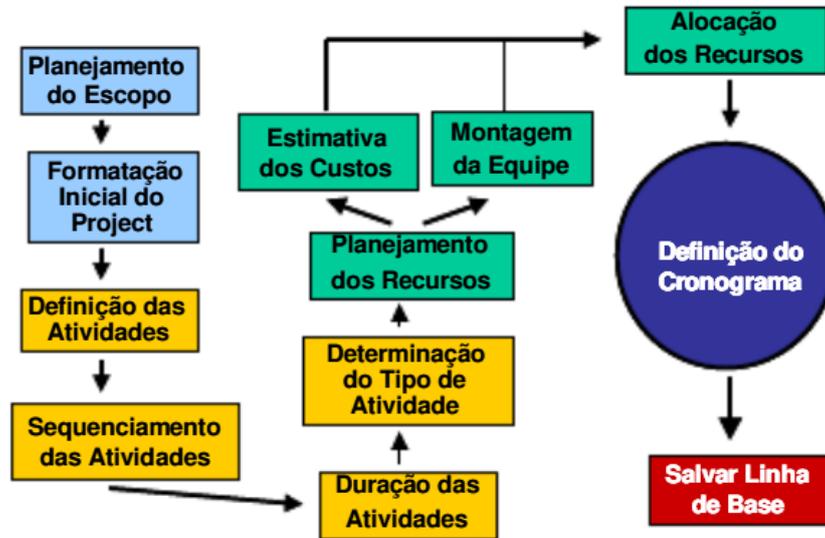
Freitas (2009), destaca que o programa visa a elaboração do planejamento sobre três fases, que são:

Criação de um plano: que parte da definição do projeto, sua finalidade e o resultado que se espera. São definidas as atividades a serem realizadas, bem como suas durações e os recursos necessários, o que levará ao custo da atividade

Controle e gerência: Realização do monitoramento do progresso, nessa fase é iniciado a administração do cronograma, recursos, custos, além dos riscos gerais.

Fechamento do projeto: Análise dos resultados, podendo se destacar os pontos fortes e fracos, para a criação do pacote de dados finais. A figura 18 apresenta as etapas essenciais do Ms Project.

Figura 18: Etapas essenciais do Ms Project.



Fonte: Kimura (2002, p.11).

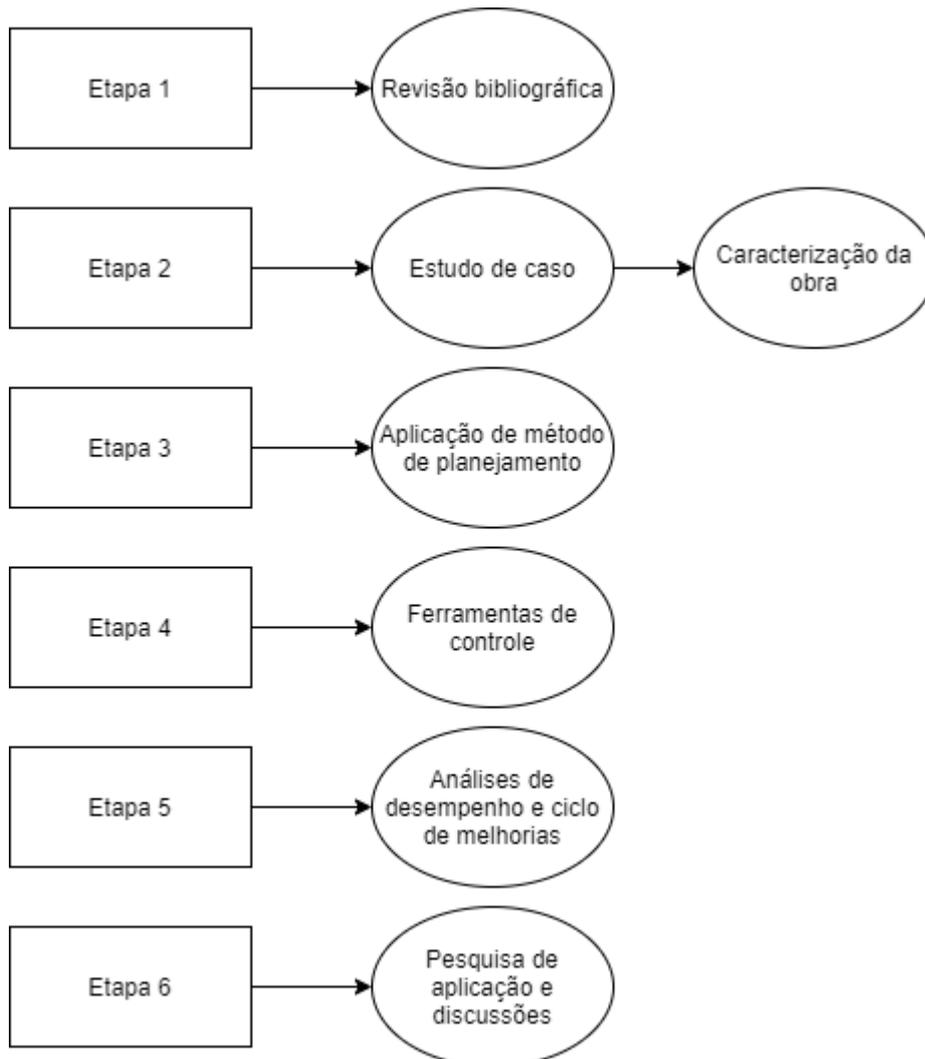
Conforme Kimura (2002) o programa possui três formas básicas para exibir as informações, que são através de gráficos, planilhas e os formulários, contudo, os mais comumente utilizados são específicos e destacam-se:

- Gráfico de Gantt;
- Planilha de recursos;
- Gráfico de recursos;
- Diagrama de rede;
- Planilha de uso de tarefa;
- Planilha de uso de recursos.

3 METODOLOGIA

Com base nos objetivos apresentados, esta pesquisa baseia-se num estudo exploratório cuja finalidade é introduzir um método de planejamento eficaz a uma obra de múltiplos pavimentos que se instale na região de análise. Como destaca Goldmann (1997), a organização das informações, o acompanhamento dos serviços e as avaliações periódicas, resultam numa maior eficiência, rapidez e qualidade do serviço final, o que agrega ao produto oferecido pela empresa. Baseado nesses aspectos, foram analisados alguns métodos e ferramentas de suporte ao planejamento, visando obter um conjunto de itens que possuam uma aplicabilidade satisfatória dentro do panorama atual. Sendo assim, para o desenvolvimento da metodologia, visando alcançar as metas estabelecidas, estruturou-se um planejamento para executar os objetivos já mencionados, cujas etapas serão detalhadas a seguir.

Figura 19: Organograma principal.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

3.1.1 ETAPA 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O primeiro passo do estudo, foi a obtenção do embasamento teórico, abordando o fundamento necessário acerca dos assuntos analisados. Sendo assim, através de conteúdos de linguagem técnica como livros, artigos técnicos, monografias, teses, dissertações, entre outras bibliográficas que compreendiam o tema abordado, foi permitido o conhecimento sobre os métodos e as ferramentas existentes para dar início a implantação de fato do planejamento executivo na obra.

3.1.2 ETAPA 2 – ESTUDO DE CASO

Esta etapa consiste na caracterização da residência de médio/alto porte na região de estudo. A obra em questão será realizada na cidade de Forquilha, e está na fase de aprovações nos órgãos responsáveis. Esse empreendimento será tratado como “Obra A”. Nesta etapa é apresentada as características construtivas do imóvel, tais como, divisão das atividades do projeto, características físicas da residência, como área de edificação, especificações dos elementos estruturais, especificações dos elementos de acabamento, elétrica e hidráulica. São apresentadas de forma sequencial a fim de servir de base para o restante do planejamento.

3.1.3 ETAPA 3 – APLICAÇÃO DO MÉTODO DE PLANEJAMENTO

O planejamento operacional foi pensado de forma organizada usando os conceitos do Lean Construction, assim o planejamento foi dividido seguindo as seguintes etapas:

- a) Trata-se de analisar tecnicamente o sequenciamento das atividades na Obra A e foi verificado as possíveis dificuldades ou formas de melhorar o processo em campo;
- b) São apresentadas técnicas construtivas que visam o enxugamento do prazo de execução;
- c) Buscam-se maneiras para a diminuição da aparição de retrabalhos no canteiro de obra;
- d) Busca-se a diminuição da variabilidade da produção das etapas da obra, visando uma padronização dos serviços;
- e) É gerado o sequenciamento completo das atividades e suas respectivas durações;
- f) Utilizando o software Open Project, é gerado uma rede PERT/CPM, destacando o caminho crítico;
- g) Gerou-se o gráfico de Gantt com as devidas datas de início e término de cada atividade.

3.1.4 ETAPA 4 – FERRAMENTAS DE CONTROLE

Nesta fase, é dado seguimento na abordagem do planejamento, fazendo a análise das etapas da obra. São então geradas planilhas que auxiliam no controle operacional e executivo, abordando principalmente a verificação quanto aos prazos pré-definidos. Conforme dado seguimento, são executadas as seguintes ferramentas de controle:

- a) Elaborou-se planilha de controle, com a finalidade de inspecionar todas as atividades diárias da obra;
- b) Elaborou-se planilha de controle baseadas no planejamento PPC, com objetivo de administrar o andamento da obra;
- c) São apresentados indicadores de desempenho, que servem para destacar como está o cronograma, conforme planejado.

3.1.5 ETAPA 5 – ANÁLISES DE DESEMPENHO E CICLO DE MELHORIAS

De forma conseguinte, com os cronogramas em mãos e a obra iniciada, são comparados os indicadores de objetivos, provenientes das ferramentas de controle, com os atuais da obra, podendo se fazer necessário, adotar medidas a fim de realinhar cronograma físico com o calculado. Através do ciclo PDCA são reparadas as anomalias que prejudicam o andamento do projeto como um todo. Tendo que se avaliar a eficácia da contramedida adotada. Assim é dado seguimento nas atividades, se tornando um ciclo contínuo de melhorias até que se chegue à conclusão do empreendimento.

3.1.6 ETAPA 6 – PESQUISA DE APLICAÇÃO E DISCUSSÕES

Nessa etapa, resolveu-se entrar em contato com mestres de obras que estão em frentes de obras semelhantes ao estudo de caso, através disso avalia-se a aplicação das ferramentas de controle que são fundamentais na concepção de todo ciclo de planejamento proposto. Portanto, análises são feitas com base nas respostas obtidas e discussões em torno disso para aplicação do método de forma mais eficaz.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo será apresentada análises, a partir de elementos conceituais oriundos de diferentes fontes, relativos a projetos de obras civis. Busca-se apresentar dados e informações pertinentes a Obra A, concebidos pelos profissionais responsáveis, assim como toda a proposta de planejamento criada, junto com o detalhamento do funcionamento desse planejamento.

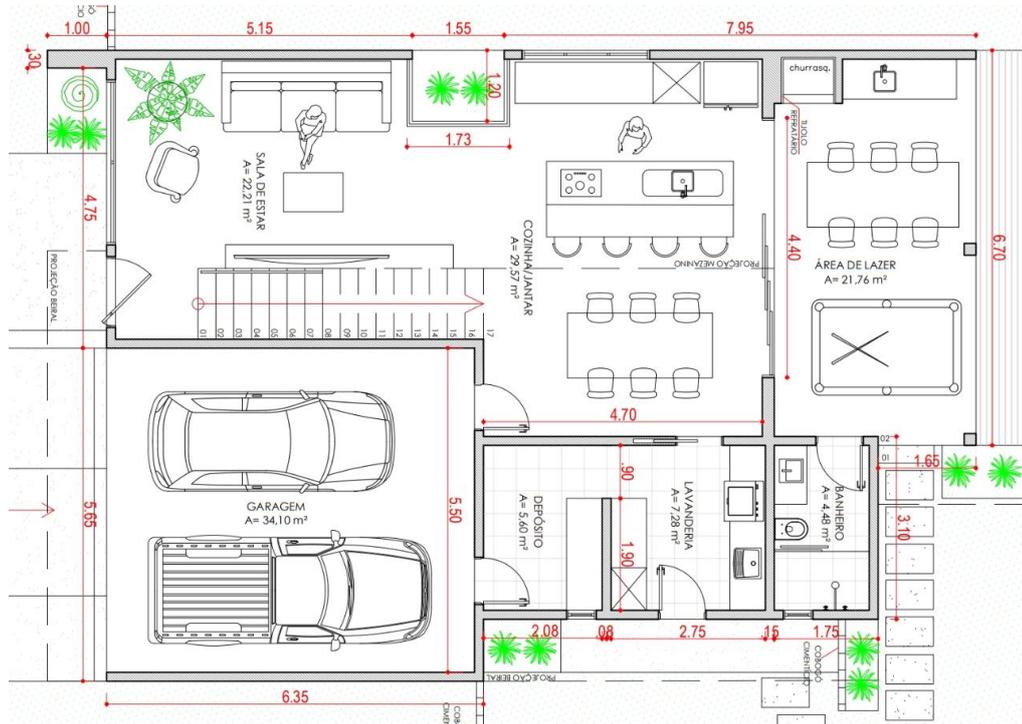
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Para o seguimento do planejamento, buscou-se uma obra inserida no âmbito regional de estudo, na qual englobasse todas as fases de um projeto relacionado ao estudo da construção civil. Ainda é importante salientar a autorização dos donos e idealizadores da obra para que ela fosse utilizada como material de estudo e análise do tema abordado, propondo e aderindo a devida implementação da proposta de planejamento na execução do projeto, assim como a empresa que ficará responsável pela execução da edificação.

O empreendimento trata-se da construção de uma residência unifamiliar localizada na cidade de Forquilha, na região sul de Santa Catarina.

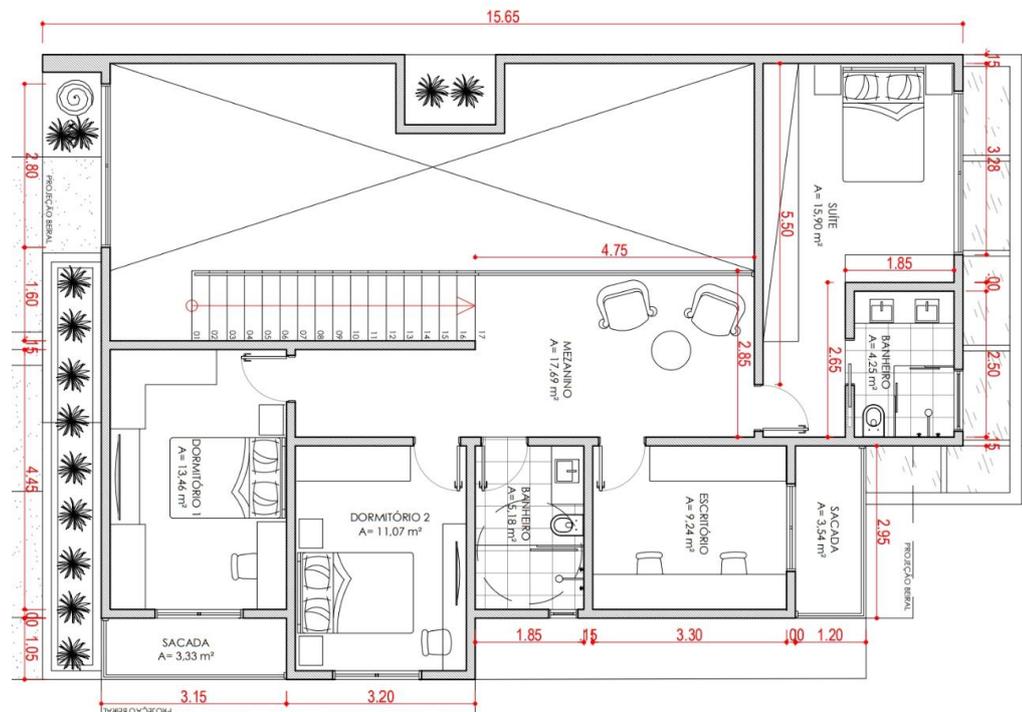
A implantação da edificação é sobre imóvel composto por um terreno urbano com área de 392,00m². O projeto segue as diretrizes estabelecidas em diferentes N.B.R.'s, parâmetros legais, além do rol de necessidade do cliente. Contará com dois pavimentos, totalizando uma área de 236,09m² de edificação. No térreo conta com sala de estar, sala de jantar, cozinha, depósito, lavanderia, área de lazer e um banheiro e o primeiro pavimento terá, uma suíte, escritório, dois dormitórios, duas sacadas e um mezanino. As figuras 21 e 22 representam as plantas baixas do térreo e do primeiro pavimento, respectivamente.

Figura 20: Planta baixa Layout Térreo.



Fonte: Engenheiro responsável (2021).

Figura 21: Planta baixa layout 1º pavimento.



Fonte: Engenheiro responsável (2021).

4.1.1 Contratação da mão de obra

A contratação da mão de obra, segue alguns parâmetros na busca da solidificação da obra como um todo, distribuindo e delimitando as funções entre, proprietário, engenheiro autônomo responsável e construtora terceirizada.

O proprietário da obra é responsável pela contratação do engenheiro, da construtora, assim como o devido pagamento pelos serviços, ficando acordado que ao iniciar a obra seria pago uma devida quantia aos profissionais, e ao final do empreendimento, o montante é pago.

No que se refere aos projetos preliminares, como a idealização de conceitos arquitetônicos, estruturais e operacionais, e todo controle operacional para que fosse executado da forma correta, isso foi delegado a um engenheiro autônomo, com as seguintes obrigações:

- Elaboração de todos os projetos que antecedem a execução da obra e sempre optar pela solução dos conceitos de forma mais prática e eficaz, visando a eficiência e economia de mão de obra e matéria prima;
- Acompanhar o andamento da obra, administrando com a máxima eficiência possível os serviços que forem executados ao decorrer do cronograma;
- Fornecer a listagem completa de materiais necessários para o serviço;
- Garantir todas as licenças quanto a alvarás e certidões necessárias para a regularização da obra;
- Garantir a segurança e o seguimento das normas técnicas durante todo o processo construtivo.

A parte executiva, é de responsabilidade de uma empresa de construção terceirizada, na qual é dever:

- Fornecer mão de obra especializada para a devida execução dos serviços necessários, tanto estrutural, quanto os acabamentos, como por exemplo, pedreiros, eletricitas, carpinteiros etc.;
- Fornecer todos os materiais (cimento, areia, brita etc.) previamente listados pelo engenheiro;
- Fornecer todos equipamentos e ferramentas que julgarem necessários para a boa execução da obra;
- Priorizar o racionamento e bom uso dos materiais de construção, visando a economia e a correta utilização da matéria prima;
- Seguir todos os projetos preliminares fornecidos pelo engenheiro responsável, assim como orientações no decorrer da obra.

4.1.2 Características construtivas

4.1.2.1 Local da obra e detalhes do terreno

A obra está localizada na cidade de Forquilha no estado de Santa Catarina, no bairro Centro, na rua Alberto Warmling. O terreno conta com 28 metros de profundidade e 14 metros de largura, totalizando 392m². O ambiente é urbano e conta com uma classe de agressividade II, ou seja, moderada, com um risco pequeno de deterioração da estrutura, o que irá interferir nos métodos e materiais a serem utilizados na obra. Na figura 23 representa-se a localização do terreno na cidade de implantação da obra.

Figura 22: Localização do terreno em Forquilha-SC.



Fonte: Google Earth (2020).

4.1.2.2 Locação da obra e etapas preliminares

As etapas preliminares significam um passo importante para o sucesso do empreendimento, representam uma etapa essencial para que o que foi estipulado no projeto seja atingido. Estes serviços garantem que materiais, insumos e ferramentas necessárias para a obra estejam disponíveis e que as condições para a construção estejam adequadas. É composto por alguns processos descritos a seguir:

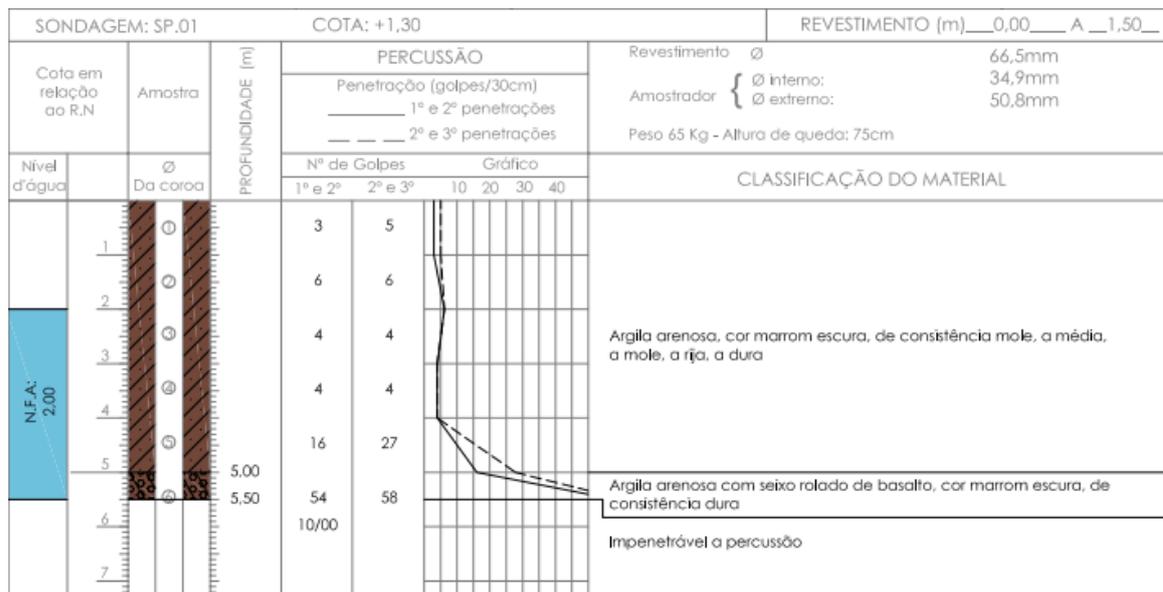
- Limpeza do terreno;
- Construção do tapume;

- Instalação provisória de água e esgoto;
- Instalação provisória de energia;
- Instalação do canteiro de obras;
- Construção do barraco de obras;
- Locação da obra.

4.1.2.3 Análise do solo e fundação

No desenvolvimento da técnica a ser utilizada para as fundações da obra, é contratada uma empresa especializada para a execução de um laudo de sondagem SPT, no qual é constatado a existência de argila arenosa mole nos primeiros 5 metros de solo, com o nível freático a 2 metros de profundidade, seguido por 50 centímetros de argila arenosa de consistência dura, após 5,5 metros foi constatado que o solo é impenetrável a percussão. A figura 24 apresenta o perfil estratigráfico do laudo de sondagem.

Figura 23: Perfil estratigráfico da sondagem SPT.



Fonte: Empresa executante (2021).

Com tais dados obtidos, e a caracterização do solo mole, chegou-se a uma conclusão de qual método seria mais eficaz e seguro para a situação, sendo considerada as fundações profundas mais indicadas para a problemática, nesse caso com a utilização de estacas através do método da hélice contínua. Na qual é caracterizada principalmente por 3 etapas:

- Perfuração do terreno;
- Concretagem da estaca;
- Colocação da armadura.

Com as estacas prontas, é iniciado a construção dos blocos de fundação, nos quais receberão as cargas dos pilares para distribuir as fundações profundas, sua confecção é constituída pelas seguintes etapas:

- Confecção das formas;
- Confecção das armaduras;
- Escavação e preparação da base;
- Montagem das formas;
- Montagem da armadura;
- Concretagem.

4.1.2.4 Estruturas de Concreto Armado

Após a execução dos blocos de fundação, parte-se para a construção das vigas baldrames e da primeira laje da casa, a construção dessa etapa é realizada com concreto usinado e composta pelas etapas:

- Confecção das formas;
- Confecção das armaduras;
- Confecção das tubulações elétricas e hidráulicas;
- Concretagem das vigas e da laje.

Na etapa seguinte será realizado os pilares do térreo, o qual é feito com concreto realizado in loco, seguindo as etapas abaixo:

- Confecção das armaduras dos pilares;
- Confecção das formas dos pilares;
- Concretagem dos pilares.

Após esses processos, as etapas se repetem para as lajes e vigas intermediárias assim como os pilares do piso superior e lajes e vigas de cobertura.

Nesta obra também é realizada uma escada de concreto armado que é executada após o fim de toda estrutura.

4.1.2.5 Alvenaria de Vedação

Está etapa é realizada com Tijolos do tamanho de 14x19x19cm, a argamassa feita in loco com traço de 1:6 (cimento:areia). O revestimento é feito com chapisco e reboco massa

única, após isso aplicado massa corrida em toda parte interna. Nessa fase são realizados os cortes nas paredes de alvenaria para passar as tubulações elétricas e hidráulicas.

4.1.2.6 Cobertura

Nessa fase é feita a impermeabilização da laje de cobertura e da laje do reservatório, após isso, é colocado o madeiramento do telhado e as telhas de fibrocimento que ficaram embutidas na platibanda, assim como todo o sistema de drenagem pluvial com rufos, calhas e pingadeiras metálicas.

4.1.2.7 Esquadrias

O projeto foi especificado com esquadrias na maioria de PVC de acordo com o padrão e gosto do cliente, devido a qualidade e durabilidade. As portas foram especificadas como madeira sendo apenas as externas de madeira maciça. A instalação das esquadrias de PVC será realizada pela empresa fornecedora. O quadro 1 apresenta as quantidades e estilos de esquadrias de janela, o quadro 2 apresenta a quantidade e os estilos de esquadrias de portas.

Quadro 1: Quadro de esquadrias 1.

Janelas		
TIPO	MATERIAL	QUANTIDADE
Janela dois quadros	Alumínio e vidro	1
Janela tijolinho de vidro	Vidro	2
Janela duas folhas de correr	PVC e vidro	3
Janela maxim ar dois quadros	PVC e vidro	2
Janela máxim ar	PVC e vidro	2

Fonte: dos Autores. (2021)

Quadro 2: Quadro de esquadrias 2.

Portas		
TIPO	MATERIAL	QUANTIDADE
Porta de giro pivotante	Madeira Maciça	1
Porta de giro	Porta pronta MDF	7

Porta de correr embutida	Porta pronta MDF	2
Porta-janelas 4 folhas	PVC e vidro	1
Porta-janela	PVC e vidro	3

Fonte: dos Autores. (2021).

4.1.2.8 Acabamentos internos

Para o acabamento interno da residência, foi optado pelo uso do porcelanato no piso e a utilização de massa corrida nas paredes da casa. O teto é feito de rebaixo com forro de gesso. A pintura interna deverá ser feita com tinta à base d'água, após a aplicação de um selador.

4.1.2.9 Acabamentos externos

A arquitetura da residência é caracterizada pelo estilo moderno, integrando detalhes de madeira, concreto aparente, vidro, cerâmica, alumínio e pintura acrílica. Para sua fachada externa, foram quantificados os materiais conforme tabela 3.

Tabela 3: Materiais para acabamento das fachadas.

MATERIAL	QUANTIDADE
Concreto aparente	24m ³
Cerâmica em pedra escura	36,58m ²
Pintura na cor cinza clara	270m ²

Guarda corpo de vidro e alumínio	3 unidades
Cobogó cimentício	2 unidades
Chaminé de metal	1 unidade
Painel de vidro refletivo	1 unidade
Revestimento em ripado de madeira	10m ²
Revestimento de tijolinhos	28m ²
Soleiro de mármore claro	25m
Pingadeira metálica	80m
Pingadeira em granito	20m
Pergolado de alumínio e vidro	1 unidade
Pintura na cor branca	30m ²

Fonte: Dos autores (2021).

A figura 24 apresenta a maquete eletrônica 3D da fachada principal da edificação.

Figura 24: Maquete eletrônica da fachada.



Fonte: Dos autores (2021).

4.1.2.10 Instalações elétricas e hidráulicas

Após realizada as etapas descritas, dá-se início a etapa da instalação elétrica da casa, a qual foi dividida em 11 circuitos, o quadro de distribuição ficou localizado no corredor do pavimento superior. Nesta parte também será concluída toda instalação de água fria e todo esgoto, com a colocação das caixas de inspeção, caixa de gordura e tubulação que leve para a rede pública de esgoto.

4.1.2.11 Serviços finais e limpeza da obra

Após a realização da obra é necessário uma verificação e limpeza de todo terreno e imóvel. Nessa fase é feito a remoção do tapume e do barraco de obra, finalizado calçadas e serviços finais acordados com o cliente no contrato com a construtora.

4.2 PLANEJAMENTO DA OBRA

Com as atividades da obra detalhadas e sequenciadas, foi elaborado um planejamento, utilizando conceitos e ferramentas anteriormente apresentadas. Após análises dos processos construtivos, necessidades do cliente e disponibilidade de ferramentas, foi decidido aplicar bases do lean construction junto com ferramentas tradicionais, para atender ao planejamento e cronograma da obra, visando não somente os prazos, mas a qualidade do produto como um todo.

Conforme citado por Koskela (1992) o método lean busca enxugar processos, a fim de se obter o máximo aproveitamento do tempo de produção, visando evitar retrabalhos e processos que levem ao atraso da obra e excluindo etapas que não agreguem valor ao produto. Koskela (1992) apresenta alguns pontos que são destacados para aplicação no empreendimento para que o Lean seja aplicado, são eles:

- Enxugar processos que não agregam valor ao produto;
- Visar a execução de atividades em paralelo;
- Reduzir retrabalhos em serviços mal executados;
- Visar a diminuição da variabilidade no canteiro de obra;
- Definir previamente a função de cada funcionário dentro das etapas;
- Realizar o planejamento a longo e a curto prazo;
- Elaborar ferramentas de controle de desempenho;
- Gerar melhorias contínuas.

Seguindo os passos descritos, espera-se obter um máximo aproveitamento dos funcionários, materiais e processos conseguintes.

4.2.1 Enxugamento de processos

Neste tópico, busca-se apresentar alguns métodos construtivos que facilitam e abreviam os serviços, despesas e mão de obra a serem aplicados, com o intuito de redução de custos e encurtamento do tempo do processo.

Para o encurtamento dos trabalhos, busca-se fornecer além de técnicas adequadas, materiais e ferramentas que irão facilitar a execução por parte dos operários, agregando o método e tecnologias de construção civil atuais.

4.2.1.1 Fundações

Seguindo os parâmetros com o objetivo de enxugar processos e encurtar os prazos, nas fundações da obra, indica-se o método da hélice contínua, uma vez que essa técnica é realizada de forma rápida e prática, evitando transtornos maiores no canteiro de obras, sua execução é feita por uma empresa terceirizada, durando no máximo uma semana. Conforme Albuquerque (2001) as vantagens envolvem a redução do cronograma da obra, além da utilização segura em vários tipos de terreno e da ausência de vibrações no entorno, se enquadrando no objetivo proposto.

4.2.1.2 Concretagem

Para a concretagem da superestrutura e da infraestrutura da obra, recomenda-se pela escolha do concreto usinado. Neste caso, evita-se o preparo em larga escala de concreto in loco, o que faz evitar a aparição de quantidades significativas de material desperdiçado pelos operários na sua confecção.

Além deste fato, com o uso do concreto usinado na execução de fundação, lajes, vigas e pilares, é poupado muito tempo na sua execução em comparação com o concreto convencional, o que provoca uma grande diferença no custo de mão de obra do processo em questão.

4.2.1.3 Alvenaria de vedação, chapisco e reboco

Para o enxugamento destes processos recomenda-se optar pela economia nas espessuras da argamassa utilizada, utilizando 1 cm para o assentamento e 2 cm para o reboco, padronizando o serviço na obra. Será prioridade armazenar a alvenaria o mais próximo possível

do local onde serão usados, fazendo com que haja uma economia no tempo de coleta por parte dos operários. Para a realização do chapisco será utilizada chapiscadeira de manivela, o que auxilia na praticidade. No reboco, será orientado aos pedreiros o uso de ferramentas que facilitam a execução e o tempo do serviço, como a substituição da broxa por um borrifador de água.

4.2.1.4 Contrapiso auto nivelante

O uso da argamassa auto nivelante, é essencial para reduzir os custos com transporte de materiais, mão de obra, além da economia de tempo, tem como característica ser autoadensável, dessa forma se molda ao ambiente com facilidade, preenchendo os vazios existentes e representa uma grande economia de processos em relação a argamassa convencional. Segundo Nakakura (1997) as vantagens envolvem o menor tempo de execução, a redução dos operários na obra, além da produtividade maximizada em relação a argamassa convencional.

4.2.2 Execução de atividades em paralelo

Com o intuito de zerar, ou ao menos diminuir, períodos ociosos dentro do canteiro de obras, propõe-se a execução de atividades que possam ser realizadas em paralelo, levando em consideração o tempo de espera ocasionado por conta de alguns fatores, tais como, cura do concreto, entrega de materiais, montagem de formas etc.

Desta forma, é levado em consideração no planejamento a longo prazo, a realização das atividades em paralelo, visando ocupar melhor o tempo dos trabalhadores, nas quais se destacam:

1. Confeção de armaduras e formas enquanto o concreto de outras estruturas é curado;
2. Execução da alvenaria de vedação enquanto é executado a cobertura da residência;
3. Execução da pintura enquanto é instalado os pisos e revestimentos;
4. Passagem da fiação elétrica enquanto é instalado os aparelhos de água fria.

Tais itens foram considerados na elaboração do cronograma geral da obra, gerando uma economia de cerca de 25% para o tempo de execução do empreendimento.

4.2.3 Redução de retrabalhos

Para realizar a efetiva redução de retrabalhos na construção civil, busca-se de maneira clara, realizar inspeções periódicas e rotineiras nos serviços executados. Projetos bem executados e profissionais qualificados auxiliam nesse controle, porém, ainda é possível que aconteçam erros perceptíveis durante o percurso da obra. Além disso, é necessária a supervisão de todos os serviços executados durante a obra.

Fica como responsabilidade do mestre de obras toda a supervisão quanto as etapas executadas dentro do canteiro, recomendando-se a obrigatoriedade da sua presença na realização de todos os serviços.

Análises quanto a qualidade dos materiais da obra são responsabilidade do engenheiro executivo ou estagiário de engenharia civil da empreiteira. No qual é de dever constatar a eficácia dos insumos, conforme pré-estabelecido e apresentado na nota fiscal, como por exemplo realizar a moldagem do corpo de prova para constatar a resistência do concreto usinado, assim como o teste do Slump, a fim de verificar a trabalhabilidade do material em questão.

Para tal, elaborou-se uma planilha de controle de qualidade, onde os profissionais poderão melhor acompanhar os materiais recebidos ou serviços executados. Nesta, foram colocadas informações como a data, o serviço que será feito com o material, a quantidade, uma aba para constatar a qualidade e as observações em geral. O quadro 3 apresenta a planilha a ser utilizada, com um exemplo de verificação de qualidade num concreto usinado

Quadro 3: Planilha para controle de qualidade.

CONTROLE DE QUALIDADE		Pl. n°:	6
DATA E HORA:	28/01/2022 às 08h30		
SERVIÇO:	CONCRETAGEM LAJES E VIGAS DO TÉRREO		

INÍCIO:	28/01/2022	TÉRMINO:	09/02/2022
Materiais ou Serviço	Quantidade		Qualidade
CONCRETO USINADO	7,5m ³		ATENDIDA
OBSERVAÇÕES: Nas análises, foi constatado através do rompimento do corpo de prova que o concreto atendia a resistência pré-estabelecida de 25FCK, além da trabalhabilidade adequada, constatada no teste de Slump com abatimento de 13cm, conforme nota fiscal.			

Fonte: dos autores (2021).

Conforme descrito, para realizar tais inspeções indica-se a utilização da planilha de controle, com informações pertinentes ao objetivo do controle de qualidade. Recomenda-se a realização de vistorias periódicas na obra e em datas chaves no andamento, como na concretagem de elementos estruturais, com a finalidade de constatar a correta execução conforme os projetos e conforme as datas estipuladas para cada um deles.

Com tal prática de controle praticada no canteiro, busca-se evitar os retrabalhos, tendo como foco a qualidade dos serviços executados.

4.2.4 Diminuição da variabilidade no canteiro de obras

A variabilidade no canteiro pode ocorrer por vários fatores, tais como, materiais, produção e demanda, seguindo os conceitos estabelecidos anteriormente, será buscada a padronização dos serviços no canteiro, a fim de diminuir a aparição de serviços com qualidade e tempo variados.

A implantação do controle de produção através de planilhas busca auxiliar nesse aspecto. Com a identificação do roteiro e programação da obra, foi possível elaborar uma sistemática de trabalho, que padroniza a linha de produção, buscando através das planilhas apresentadas a melhoria contínua, sendo assim, a diminuição na variabilidade na obra.

4.2.5 Planejamento a longo prazo

Inicialmente buscou-se propor uma data de conclusão da obra juntamente com o proprietário, foi então sugerido o prazo de 6 meses contando sábados e domingos, do início da execução até o término do empreendimento.

Com o prazo definido, são detalhadas as etapas da obra, especificando o tempo de duração e a sequência a serem executadas no canteiro. Essas análises permitiram a composição de diagramas de rede com intuito de auxiliar os profissionais no acompanhamento do cronograma da obra.

4.2.5.1 Open Project

O cronograma geral da obra foi feito utilizando o programa de acesso grátis Open Project. Este software possui função semelhante ao Ms Project mencionado no trabalho. Foi utilizado com o intuito de determinar as datas de início e término de cada etapa, através da rede PERT/CPM e o gráfico de Gantt. Inicialmente são especificadas todas as etapas da obra, detalhando os dados pertinentes. A figura 25 mostra algumas etapas, juntamente com a sua duração e as etapas antecessoras.

Figura 25: Detalhamento de algumas etapas da obra.

		Nome	Duração	Início	Fim	Antecessores
1		Obra A	128,5 dias	03/01/22 09:00	30/06/22 14:00	
2		01-Serviços preliminares	6,5 dias	03/01/22 09:00	11/01/22 14:00	
3		01.01-Limpeza do terreno	1 dia	03/01/22 09:00	03/01/22 18:00	
4		01.02-Construção do Tapume	1 dia	04/01/22 09:00	04/01/22 18:00	3
5		01.03-Instalação provisória de água e esgoto	0,5 dias	05/01/22 09:00	05/01/22 14:00	4
6		01.04-Instalação provisória de energia	0,5 dias	05/01/22 09:00	05/01/22 14:00	4
7		01.05-Instalação do canteiro de Obras	1 dia	05/01/22 14:00	06/01/22 14:00	5;6
8		01.06-Construção do barraco de obras	1 dia	06/01/22 14:00	07/01/22 14:00	7
9		01.07-Locação da obra	2 dias	07/01/22 14:00	11/01/22 14:00	8
10		02-Infraestrutura	10 dias	11/01/22 14:00	25/01/22 14:00	
11		02.01-Fundação	2 dias	11/01/22 14:00	13/01/22 14:00	
12		02.01.01-Perfuração do terreno	1 dia	11/01/22 14:00	12/01/22 14:00	9
13		02.01.02-Concretagem da estaca	0,5 dias	12/01/22 14:00	12/01/22 18:00	12
14		02.01.03-Colocação da armadura	0,5 dias	13/01/22 09:00	13/01/22 14:00	13
15		02.02-Bloco de Fundação	10 dias	11/01/22 14:00	25/01/22 14:00	
16		02.02.01-Confeção das formas	1 dia	11/01/22 14:00	12/01/22 14:00	9
17		02.02.02-Confeção da armadura	2 dias	11/01/22 14:00	13/01/22 14:00	9
18		02.02.03-Concretagem	8 dias	13/01/22 14:00	25/01/22 14:00	17
19		03-Supraestrutura	69,5 dias	13/01/22 14:00	20/04/22 18:00	
20		03.01-laje e viga térreo	19 dias	13/01/22 14:00	09/02/22 14:00	
21		03.01.01-confeção das armaduras	5 dias	13/01/22 14:00	20/01/22 14:00	17
22		03.01.02-montagem das formas	3 dias	25/01/22 14:00	28/01/22 14:00	18
23		03.01.03-concretagem	8 dias	28/01/22 14:00	09/02/22 14:00	22
24		03.02-Pilares térreo	19 dias	28/01/22 14:00	24/02/22 14:00	
25		03.02.01-Confeção das armaduras	5 dias	28/01/22 14:00	04/02/22 14:00	22
26		03.02.02-Montagem das formas	3 dias	09/02/22 14:00	14/02/22 14:00	23
27		03.02.03-Concretagem	8 dias	14/02/22 14:00	24/02/22 14:00	26

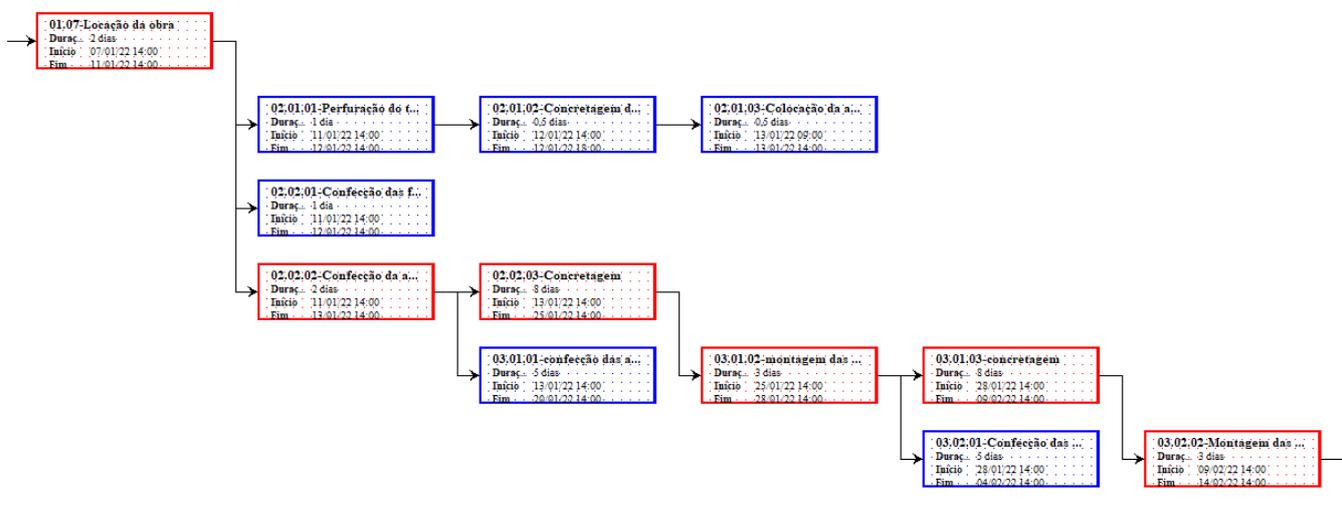
Fonte: Dos autores (2021).

No apêndice A é apresentada todas as etapas da obra.

4.2.5.1.1 Rede PERT/CPM

Com o auxílio do software Open Project foi gerada a rede PERT/CPM, busca-se com o diagrama, o maior controle no andamento da obra, assim como a determinação do caminho crítico que expõe as etapas da obra onde não podem ocorrer atrasos, caso contrário a obra toda irá atrasar, sendo necessário que haja uma alteração no planejamento. A figura 26 apresenta uma parte de estrutura do diagrama, com o caminho crítico destacado em vermelho.

Figura 26: Parte da estrutura da rede PERT/CPM



Fonte: Dos autores (2021).

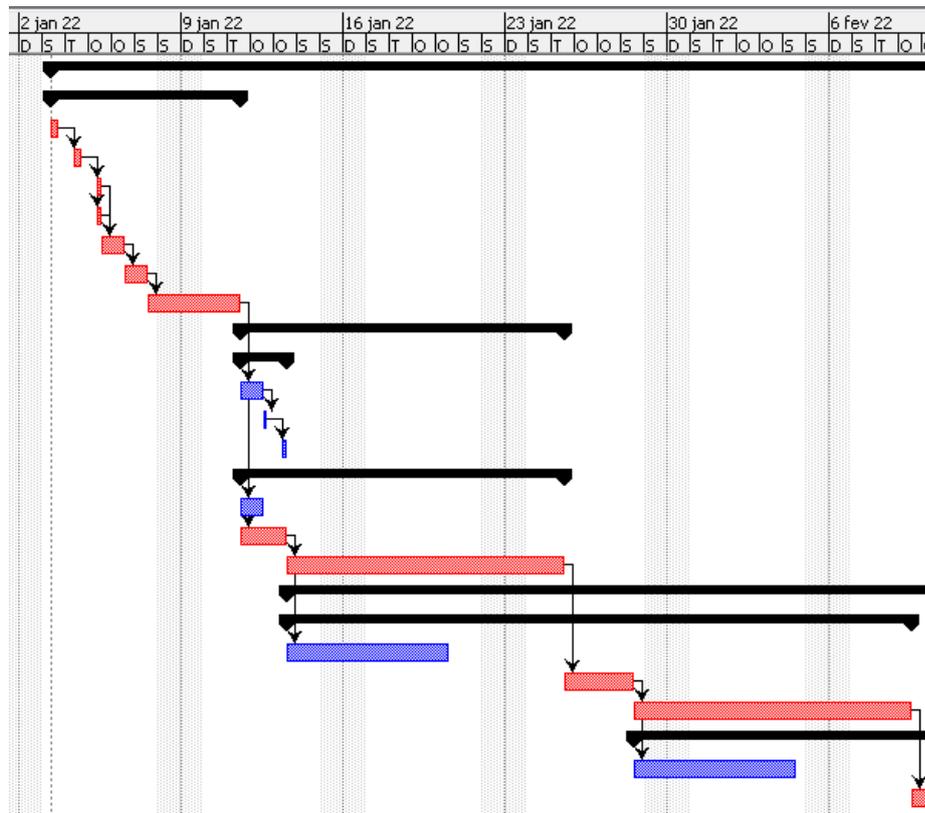
No apêndice B é detalhada toda a rede PERT/CPM, podendo visualizar o caminho crítico por completo.

4.2.5.1.2 Gráfico de Gantt

O gráfico de Gantt é gerado após o preenchimento das etapas no open Project, ele aponta as datas de início e fim dos serviços aos quais a obra será executada, busca-se a facilitação da visualização do andamento e da conclusão do projeto. Com o preenchimento,

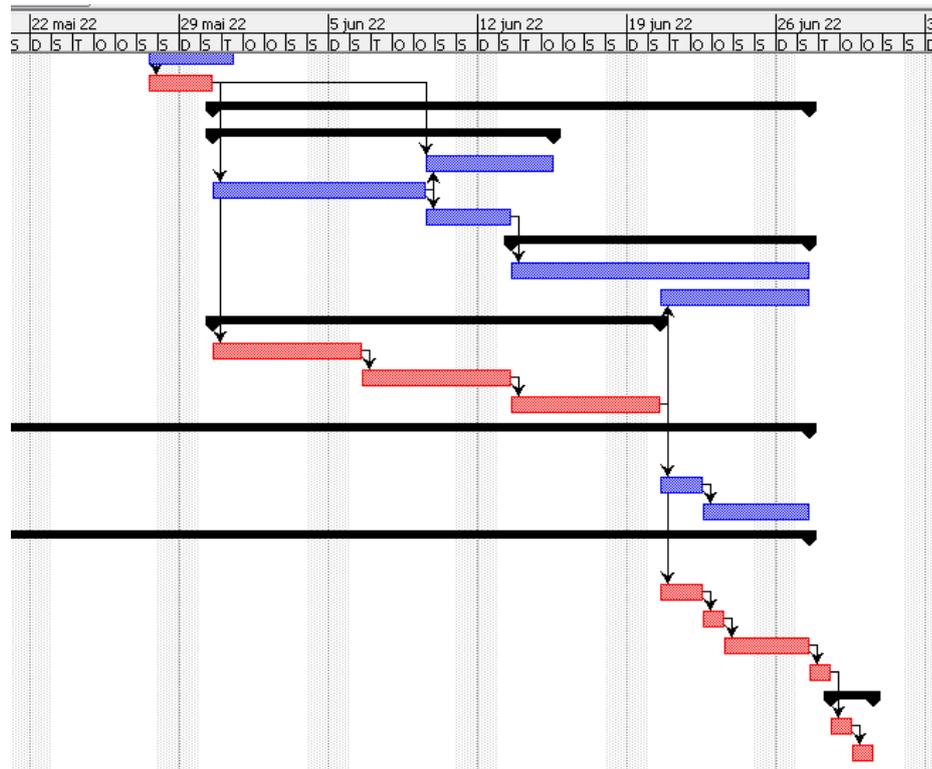
determinou-se folgas nos sábados e domingos para a execução. Foi definido o início dos trabalhos no dia 03/01/2022 e a conclusão no dia 30/06/2022. As figuras 27 e 28 apresentam a parte inicial e final do gráfico de Gantt, respectivamente.

Figura 27: Início do gráfico de Gantt.



Fonte: Dos autores (2021).

Figura 28: Término do gráfico de Gantt.



Fonte: Dos autores (2021).

No apêndice C apresenta-se o gráfico de Gantt completo com toda a sua duração de 6 meses durante as etapas da obra.

4.2.6 Planejamento a curto prazo

4.2.6.1 Ferramentas de controle

Nesta etapa de controle é proposto métodos e planilhas, aos quais deverão ser adotadas pela empreiteira contratada para manter o prazo e o controle de qualidade da obra. Para o planejamento de curto prazo foi adotada uma planilha PPC, a qual é autoexplicativa e de fácil preenchimento. Para o controle de atividades específicas foi feito um cartão de produção, para entender metas de prazo, trabalhadores envolvidos e ferramentas utilizadas, sem afetar outras atividades executadas em paralelo.

4.2.6.1.1 Planilha PPC

Para o controle do planejamento a curto prazo foi recomendado uma planilha PPC, que deverá ser impressa e entregue ao Mestre de obras para o preenchimento manual e recolhida pelo Engenheiro da construtora todas as sextas-feiras. Ele deve preencher a prioridade de cada etapa e o tempo planejado colocando o determinado número de pessoas dispostas para as tarefas. No quadro 4 é apresentado o modelo de planilha a ser proposto.

Quadro 4: Planilha PPC.

PPC - OBRA A						SEMANA				
PERCENTUAL DE MEDIÇÃO			LEGENDAS			PRIORIDADE				
%MÍNIMO IDEAL		85%	P - PLANEJADO			0 - CAMINHO CRÍTICO				
%MÍNIMO ACEITÁVEL		75%	R - REALIZADO			1 - TAREFA SECUNDÁRIA				
%SEMANA ATUAL		75%				2 - SERVIÇO PUMÃO				
Nº	Atividade /Local	Prioridade		SEG	TER	QUA	QUI	SEX	PPC (%)	MOTIVOS DO NÃO CUMPRIMENTO DA ATIVIDADE
				20/10/2021	21/10/2021	22/10/2021	23/10/2021	24/10/2021		
1	RASGOS ALVENARIA	1	P	1	1	1	1	1	100%	
			R	1	1	1	1			
2	CHAPISCO TÉRREO INT	0	P		3	3			100%	
			R		3	3	2			
3	CHAPISCO PAV. SUPERIOR INT	0	P				2	2	100%	
			R				2	2		
4	REBOCO TÉRREO INT	0	P				3	3	0%	Mão de obra insuficiente para iniciar novo serviço
			R							
5			P							
			R							
6			P							
			R							

Fonte: dos Autores (2021).

O plano para o preenchimento de atividades deve ser feito todo início da semana no primeiro horário, reunindo todas as pessoas envolvidas na obra, essa reunião tem o tempo estimado de 15 a 30 minutos. Com o planejamento geral em mãos, deve-se adotar o seguimento das atividades de acordo com o longo prazo e com as pendências da semana anterior, recebendo também as adversidades e sugestões dos trabalhadores que serão encarregados de cada etapa.

A planilha após preenchida pelo responsável técnico, gera automaticamente um índice de PPC, índice esse que será um dos indicadores de desempenho dessa obra. Além disso, é importante o preenchimento dos motivos para não cumprimento das atividades para evitar que nas próximas semanas não ocorra novamente, por exemplo, falta de materiais/ferramentas, falta de mão de obra para determinado serviço, atraso na entrega de materiais, não cumprimento de serviços de terceiros etc.

4.2.6.1.2 Cartão de produção

O cartão de produção tem o intuito de controlar as atividades que estão sendo realizadas, essas atividades possuem uma data de início e de término, precisam de equipamentos, ferramentas e trabalhadores específicos.

O cartão de produção deve ficar localizado em um local que todos tenham acesso e suas informações servem para preencher a planilha de PPC posteriormente. É de suma importância conscientizar os funcionários da obra da importância do preenchimento desse cartão. No quadro 5 apresenta-se o modelo de cartão de produção a ser utilizado.

Quadro 5: Cartão de produção

Cartão de produção		
Equipe:	Equipamentos:	
Tarefa:	Tarefa antecessora:	
Local:	Quantidade prevista:	Quantidade realizada:
Data de início:	Data de início	Data de término
	Prevista:	Prevista:
Data de término:	Realizada:	Realizada:

Fonte: dos Autores (2021).

No campo equipe é preenchido com o nome dos funcionários que deverão executar determinada tarefa, o local de preferência pode se referir a cômodos da residência em questão. As datas previstas são preenchidas de acordo com o planejamento a longo prazo, a tarefa antecessora pode vir do cartão de produção anterior ou da tarefa que era necessária para iniciar a seguinte.

4.2.7 Indicadores de desempenho

Para avaliação do desempenho do planejamento e dos controles implantados nas obras, foram estipulados indicadores para medir o nível de assertividade e ter como base para melhorias em obras futuras, possibilitando gerar um espaço para erros e evitar promessas de prazos inviáveis aos contratantes.

Serão utilizados os seguintes indicadores de desempenho para avaliação:

- PPC (Percentual de programação concluído), percentual referente as planejamento e controle de produção de todas as atividades envolvidas na obra, é gerado automaticamente pelo preenchimento da planilha PPC. Seguindo modelo de cálculo abaixo:

$$\text{PPC \%} = \frac{\Sigma \% \text{ das atividades concluídas}}{\text{Número total de atividades}}$$

- PIN (percentual de tarefas iniciadas no prazo), percentual utilizado para avaliação da quantidade de tarefas programadas no planejamento geral da obra, que serão iniciadas nas datas previstas. Calculado da seguinte forma:

$$\text{PIN \%} = \frac{\Sigma \text{ atividades iniciadas no prazo}}{\text{Número total de atividades}} \times 100$$

- PDP (Percentual de tarefas completadas na duração prevista), percentual utilizado para avaliar a assertividade da programação no quesito de assertividade da duração de cada tarefa proposta.

$$\text{PDP \%} = \frac{\Sigma \text{ atividades completadas na duração prevista}}{\text{Número total de atividades}} \times 100$$

Na avaliação desses índices é importante ressaltar os problemas relacionados a tempos chuvosos, os quais precisam ser desconsiderados para uma avaliação mais coerente desses indicadores.

Os indicadores PIN e PDP, devem ser levados em consideração o bom senso para alguns imprevistos e a tolerância de um dia para mais ou para menos nas atividades de início e fim. Todas as atividades estarão registradas na planilha PPC e mais detalhadas nos cartões de produção, portanto é importante o preenchimento e armazenamento desses documentos.

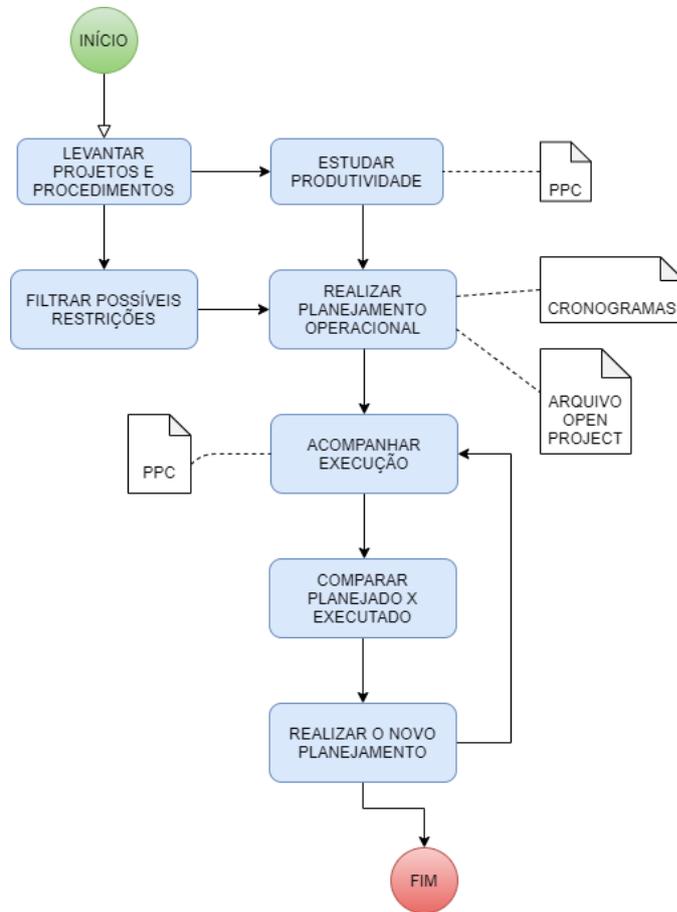
Para o controle correto das atividades é importante a padronização dos métodos, buscando uma linha de produção com melhoras contínuas. A avaliação da conclusão de atividade deve ser rigorosa no quesito terminalidade, buscando evitar retrabalhos que podem afetar diretamente em toda programação.

4.2.8 Planos para a otimização de obras futuras pela melhoria contínua

Sabendo a premissa da construção civil lidar com uma produção totalmente manual e arcaica, é certo que esse processo de planejamento quando colocado em prática por construtoras, é de fácil observação dificuldades relacionadas ao cumprimento dos planos previsto e principalmente do preenchimento de planilhas por profissionais não qualificados.

Portanto entende-se como uma necessidade a criação de um ciclo de melhorias, para isso foi elaborado um Ciclo PDCA conforme figura 29.

Figura 29: Ciclo PDCA.



Fonte: Dos autores (2021).

O fluxograma apresentado explica o funcionamento do ciclo de melhorias implantado dentro dos planejamentos e execuções da empresa, evidencia claramente a importância dos arquivos iniciais e de controle, pois só assim será possível comparar planejado com executado e trazer as razões e dificuldades a percepção no decorrer das obras.

4.3 PESQUISA DE APLICAÇÃO

Apesar da facilidade do preenchimento das ferramentas apresentadas, sabe-se que constantemente são encontradas dificuldades, que atrapalham o acompanhamento e o preenchimento das plataformas de controle. Tendo em vista visualizar os lados dos mestres de obra a respeito do planejamento elaborado, buscou-se realizar uma pesquisa para saber a opinião dos profissionais do ramo, para verificar a usabilidade dos conceitos pré-definidos.

Para isto, foram selecionados 10 mestres de obra para fazerem parte da pesquisa e contribuírem com sua experiência e sabedoria, apontando informações como, a aplicação das planilhas no canteiro, dificuldades encontradas para o preenchimento, benefícios enxergados e motivos de atrasos em obras residenciais.

Com o resultado, procura-se melhor compreender os percalços que são encontrados na obra e com isso agregar ao planejamento definido. Para tal foram elaboradas as seguintes perguntas

1. Preencheria a planilha na obra?
2. Qual seria a maior dificuldade para o preenchimento das planilhas de controle no canteiro de obras?
3. Quais benefícios trariam para obra com o preenchimento e acompanhamento das planilhas?
4. Qual principal motivo de atraso das obras?

4.3.1 Resultados

Após a pesquisa realizada buscou-se levantar os resultados através de gráficos de pizza, que auxiliam na demonstração da opinião dos entrevistados. Vale salientar, que em algumas perguntas o entrevistado levanta mais de uma justificativa para o problema, ocasionando em mais respostas que o número de entrevistados, porém, colaborando para a melhor caracterização.

4.3.1.1 Preencheria a planilha na obra?

No primeiro questionamento, sobre a disponibilidade do preenchimento da planilha no canteiro, os profissionais se mostraram altamente engajados para o auxílio do controle da obra. Foram 10 respostas “sim” e nenhuma resposta “não”, com 100% de aprovação. Fato esse que comprova a disposição dos mestres para com o bom andamento do empreendimento. O quadro 6 apresenta as respostas e os quantitativos.

Quadro 6: Respostas questão 1.

Resposta	Nº de respostas
Sim	10
Não	0

Fonte: dos autores (2021).

4.3.1.2 Qual seria a maior dificuldade para o preenchimento das planilhas de controle no canteiro de obras?

Apesar de concordar em preencher a planilha, ainda assim, os mestres apresentam fatores que causam certa dificuldade para o devido preenchimento. Dentre as respostas, a falta de tempo se destacou, seguido pela falta de entendimento, perda das folhas e desgaste das folhas no canteiro. O quadro 7 apresenta as respostas com o quantitativo.

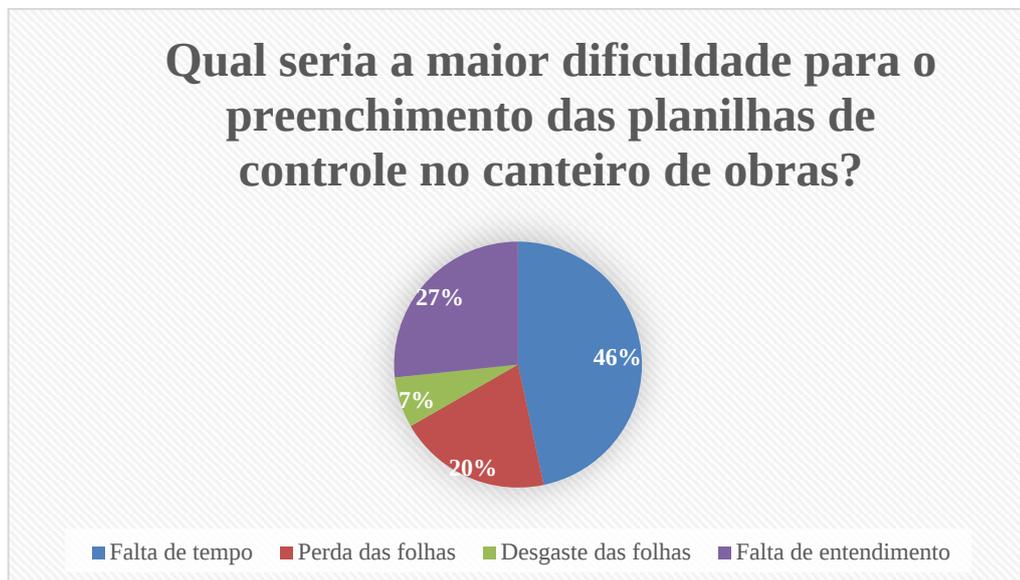
Quadro 7: Respostas questão 2.

Resposta	Nº de respostas
Falta de tempo	7
Perda das folhas	3
Desgaste das folhas	1
Falta de entendimento	4

Fonte: dos autores (2021).

Para melhor compreensão, gerou-se o gráfico de pizza. Demonstrando a porcentagem de cada resposta. O gráfico 1 indica o resultado da questão 2.

Gráfico 1: Gráfico da questão 2.



Fonte: dos autores (2021).

4.3.1.3 Quais benefícios trariam para obra com o preenchimento e acompanhamento das planilhas?

Todos os mestres indicaram que existem benefícios para as obras com as planilhas. Dentre as respostas, a qualidade do serviço se destacou, seguida por acompanhamento das

etapas, controle do pedido de materiais e fluidez no serviço. O quadro 8 apresenta as respostas com o quantitativo.

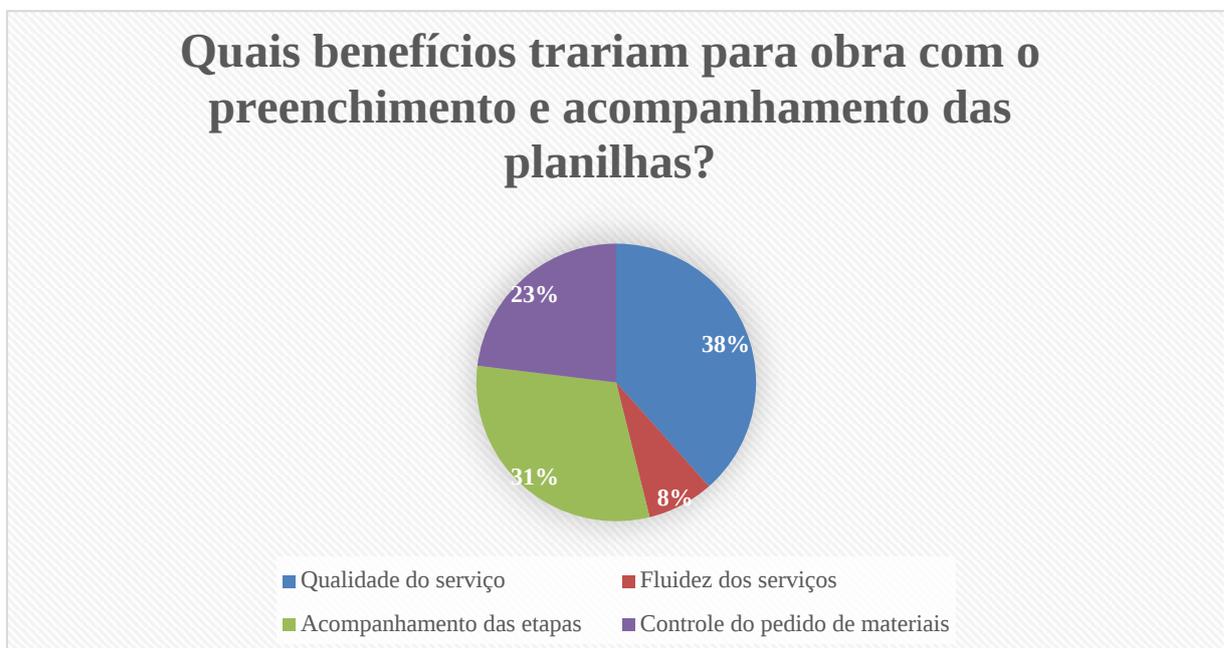
Quadro 8: Respostas questão 3.

Resposta	Nº de respostas
Qualidade do serviço	5
Fluidez dos serviços	1
Acompanhamento das etapas	4
Controle do pedido de materiais	3

Fonte: dos autores (2021).

Para melhor compreensão, gerou-se o gráfico de pizza. Demonstrando a porcentagem de cada respostas. O gráfico 2 indica o resultado da questão 3.

Gráfico 2: Gráfico da questão 3.



Fonte: dos autores (2021).

4.3.1.4 Qual principal motivo de atraso das obras?

Em busca do aperfeiçoamento do método de planejamento, foi questionado os principais motivos de atraso nas obras, a fim de constatar se os sistemas de controle podiam auxiliar nos problemas apontados. Dentre as respostas, a falta de material se destacou, seguida pelo mau tempo, mão de obra não qualificada e a mudança no projeto. O quadro 9 apresenta as respostas com o quantitativo.

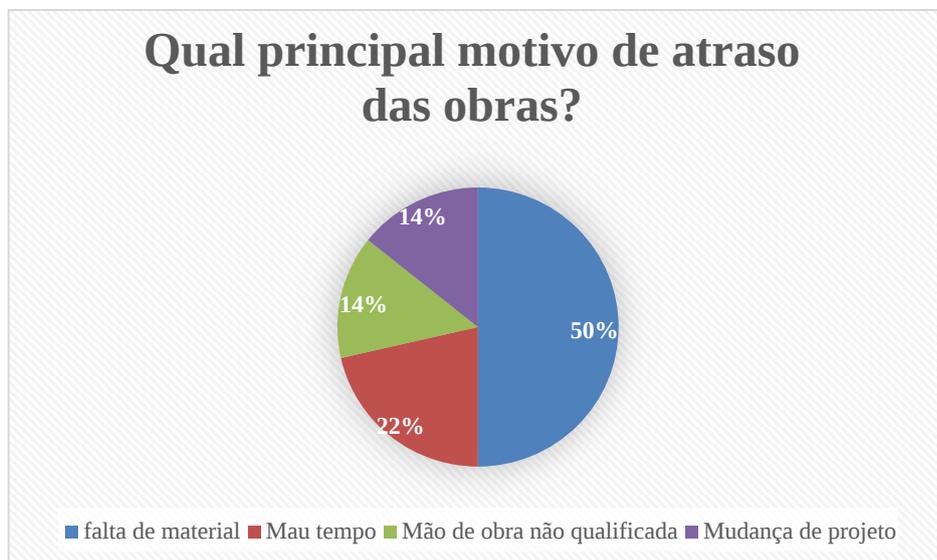
Quadro 9: Respostas questão 4.

Resposta	Nº de respostas
falta de material	7
Mau tempo	3
Mão de obra não qualificada	2
Mudança de projeto	2

Fonte: dos autores (2021).

Para melhor compreensão, gerou-se o gráfico de pizza. Demonstrando a porcentagem de cada resposta. O gráfico 3 indica o resultado da questão 4.

Gráfico 3: Gráfico da questão 4.



Fonte: dos autores (2021).

Os principais motivos apresentados, com ênfase na falta de material, levam a crer que o método apresentado auxilia nesse problema, uma vez que com o cronograma da obra e com as datas de início e término de cada etapa, pode-se prever a necessidade dos materiais nas datas previstas, antecipando esse percalço e as ferramentas de controle buscam garantir que essas etapas sejam executadas na data prevista.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu expor uma proposta de planejamento e controle executivo, utilizando de técnicas e ferramentas como a rede PERT/CPM, PPC, Gráfico de Gantt e Ciclo PDCA etc. Além disso, apresentou-se indicadores de desempenho e uma avaliação com mestres de obras sobre os métodos de controle propostos.

O levantamento bibliográfico foi essencial para o entendimento da estrutura de um planejamento e de toda junção desses métodos, amarrando os conceitos para um bom funcionamento de todos os processos. Utilizando de projetos de uma obra real, foi possível estruturar uma linha de planejamento operacional com base nos conceitos do Lean Construction, que busca exercer as atividades de forma enxuta, organizada e com qualidade.

O estudo ainda permitiu a aplicação do OpenProject como software de planejamento, gerando uma Rede PERT/CPM, tornando perceptível o caminho crítico e as atividades essenciais para o funcionamento de toda gestão. O controle foi demonstrado basicamente com o preenchimento do PPC, que se mostrou muito útil e receptivo pelos profissionais questionados sobre a sua aplicação. Tendo em mãos o planejamento e o PPC após o fim da obra são necessários comparações dos resultados e índices de satisfação, gerando um ciclo de melhorias, utilizando o PDCA.

Portanto, a aceitação dos profissionais mestre de obras por planilhas de controle de obras e o entendimento deles do aumento de qualidade que isso traria dentro da construção civil, demonstra uma evolução na forma de pensar que deve ser levada em consideração pelas empreiteiras. Ainda, foi levantado os principais motivos de atrasos, como falta de material e tempo desfavorável, que seriam facilmente reduzidos com um planejamento coerente e seguido da forma correta.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Paulo José Rocha de. **Estacas escavadas, Hélice Continua e ômega: estudo do comportamento a compressão em solo residual de diabásio, através de provas de carga instrumentadas em profundidade.** 2001. 297 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Solos, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- ALDA, Guilherme Gilberto. **UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA PLANEJAMENTO DO CANTEIRO DE OBRAS.** 2016. 62 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.
- ANDRADE, Fábio Felipe de. **O método de melhorias PDCA.** 2003. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- ASSUMPCÃO, José Francisco P. **Gerenciamento de Empreendimentos na Construção Civil: Modelo para Planejamento Estratégico da Produção de Edifícios.** São Paulo, 1996. 206 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.
- BALLARD, H. G. **The Last Planner System of Production Control.** Birmingham, 2000. 192 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – School of Civil Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.
- BARRA, Renata Brabo Mascarenha; SEPTIMIO, Gabriela Andrade; BASTOS, Leonardo dos Santos; MARTINS, Vitor William. **Elaboração De Rede Pert/Cpm Na Indústria Da Construção Civil Através Da Utilização Do Software Ms Project: Um Estudo De Caso.** XXX III Encontro Nacional De Engenharia De Produção, Salvador, 2013.
- BELTRAME, Eduardo de Sousa. **Metodologia para Planejamento de Obras de Edificações em Pequenas Empresas de Engenharia.** 2009. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Pós-graduação em Gestão de Obras de Edificações, Senai, Florianópolis, 2009.
- BUENO, Ádamo Alves et al. **CICLO PDCA.** 2013. 12 f. - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS PARA ENGENHARIA, PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS, Goiania, 2013.
- COSTA, J. D. **Aplicação na construção civil de técnicas e ferramentas de planejamento e controle, baseados no conceito da construção enxuta.** 2016. 68f. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- DICIO, **Dicionário Online de Português.** Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/planejamento/>. Planejamento. Acesso em: 19/03/2021.
- FACHIN, Odília. **Fundamentos de Metodologia: noções básicas em pesquisa científica.** 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.
- FERREIRA, Murilo Amorim. **PLANEJAMENTO AGREGADO DA PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DO GRÁFICO DE GANTT: projeto de um edifício residencial.** 2018. 40 f.

Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2018.

FIGUEIREDO, João Manuel Silva Sequeira da Costa. **Optimização da Gestão da Construção**. 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2009.

FORMOSO, T. C. (2001). **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GAMBIRASIO JR., I. **Mapeamento do fluxo de valor. Apresentação no Lean Summit 2004**. Organização do Lean Institute Brasil, São Paulo/SP. Junho de 2004.

Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2009.

GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 3ed. São Paulo: Pini, 1997.

GOMES, L. **Avaliação da Contribuição das Técnicas do Sistema Toyota de Produção para os Objetivos Estratégicos das Empresas**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. 2008. 49 f. - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2008.

GRENHO, Luis Filipe Santos. **Last Planner System e Just-in-time na Construção**. 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2009.

HERNANDES, Fernando Santos. **Análise da importância do planejamento de obras para contratantes e empresas construtoras**. 2002. 161 f. Dissertação - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

HINOJOSA, María Alejandra. **Diagrama de Gantt. Producción, procesos y operaciones**, 2003.

IIDA, Itiro. **Planejamento estratégico situacional**. Prod., São Paulo, v. 3, n. 2, p. 113-125, Dec. 1993. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65131993000200004&lng=en&nrm=iso>. access on 21 May 2021.

KIMURA, M. **Curso MS Project 2000 – Guia do Aluno**. Brasília: Curso Enap, vol. 1, 2002. 55p.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to construction**. Technical Report, Filand: CIFE, 1992.

Koskela, L. **An Exploration Towards a Production Theory and Its Application to Construction**. Espoo 2000. Technical Research Centre of Finland, VTT Publications.

KOSKELA, L. J. et al. **Last Planner and Critical Chain in Construction Management: comparative analysis**, In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 18., Haifa, 2010.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. **Is Construction Management Really Doing Its Job? Construction Management and Economics**, v. 5, p. 243-266, 1987.

LIMMER, Carlos Vicente; **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: LTC Ed.; 1997

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

LIMMER, Carl V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro, 2015.

LINS, Bernardo Felipe Estellita. **Ferramentas básicas da qualidade**. Ibict, Brasília, v. 1, n. 1, p. 1-1, 22 ago. 1993.

LÓPEZ, Prof. Dr. Oscar Ciro. **INTRODUÇÃO AO MICROSOFT PROJECT**. Florianópolis: Unisul, 2008.

MACHADO, Roberta. **Análise do retrabalho devido à falta de planejamento em uma obra indústria da construção civil**. Boletim do Gerenciamento, Rio de Janeiro, p. 1-11, 04 set. 2019.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. 1ª ed. São Paulo. PINI, 2010

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. E-book. Acesso restrito via Google Livros.

MOREIRA, Maurício; BERNARDES, Silva. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. 310 f. Tese- Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

NAKAKURA, E. H.; BUCHER, H. R. E. **Pisos Auto-nivelantes. Propriedades e Instalações**. II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Salvador, 1997.

OLIVIERI, H.; GRANJA, A. D.; PICCHI, F. A. **Planejamento tradicional, Location-Based Management System e Last Planner System: um modelo integrado**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 265-283, jan./mar. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

PELETEIRO, Felipe Saraiva. **ESTUDO SOBRE O GANHO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL MEDIANTE A APLICAÇÃO DO PDCA**. 2018. 79 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

PIRES, Gisele Dornelles. **Planejamento, Gestão e Gerenciamento na Construção Civil**. 2018. 99 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Unopar, Brasília, 2018.

PRADO, Darci Santos do. **Usando o MS Project 2016 em Gerenciamento de Projetos – 2ª** Ed. Belo Horizonte, MG. Série Gerência de Projetos, vol. 3, 2017.

RIBEIRO, Andressa de Freitas. **Taylorismo, fordismo e toyotismo**. Lutas Sociais. São Paulo, vol. 19, n. 35, p.65-79, jul./dez., 2015. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/ls/article/view/26678>>. Acesso em: 27 de abril 2021.

ROSENBLUM, Anna. et al. **Avaliação da mentalidade enxuta (LeanThinking) na construção civil: uma visão estratégica de implantação**. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 4., 2007, Resende-RJ. Anais, Resende-RJ, 2007. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/1341_Vanessa_Ana.pdf>. Acesso em: 29 set. 2015.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. 1 ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

SANTOS, Anderson Júnior de Oliveira; LEÃO, Gabriel Acioly. **MÉTODOS DE PLANEJAMENTO DE OBRAS: COMPARAÇÃO ENTRE O TRADICIONAL E O SOFTWARE DE CÓDIGO ABERTO**. 2018. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Cesmac, Maceió, 2018.

SCARDOELLI, L. S.; BICCA, I.; FORMOSO, C. T. **Estudo piloto de medição de produtividade com utilização da técnica de amostragem do trabalho**. In: V International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries, p. 509-518, Florianópolis, 1994.

SELEME, Robsom; STADLER, Humberto. **Controle de Qualidade: as ferramentas essenciais**. 2. ed. Curitiba: Ibpex, 2012. 186 p.

SILVA, Marize. **Planejamento e controle de obras**. 2011 Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Bahia.

SIMÕES, Leider. **O CICLO PDCA COMO FERRAMENTA DA QUALIDADE TOTAL**. 2007. 8 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Unisalesiano, Aracatuba, 2007.

STROHAECKER, Amanda; **APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE OBRA**, Estudo de Caso: Recuperação do Cronograma de Implantação de um Edifício Comercial no município de Teutônia/RS. Monografia (Graduação em Engenharia Civil); Lajeado; 2017.

TENORIO, Fernando G. **A unidade dos contrários: fordismo e pós-fordismo**. Rev. Adm. Pública, Rio de Janeiro, v. 45, n. 4, p. 1141-1172, Aug. 2011. Disponível em:http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122011000400011&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 27 de abril 2021.

VISIOLI, Rita de Cassia. Metodologia para gestão de obras residenciais de pequeno porte: um estudo de caso. 2002. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil,

APÊNDICES

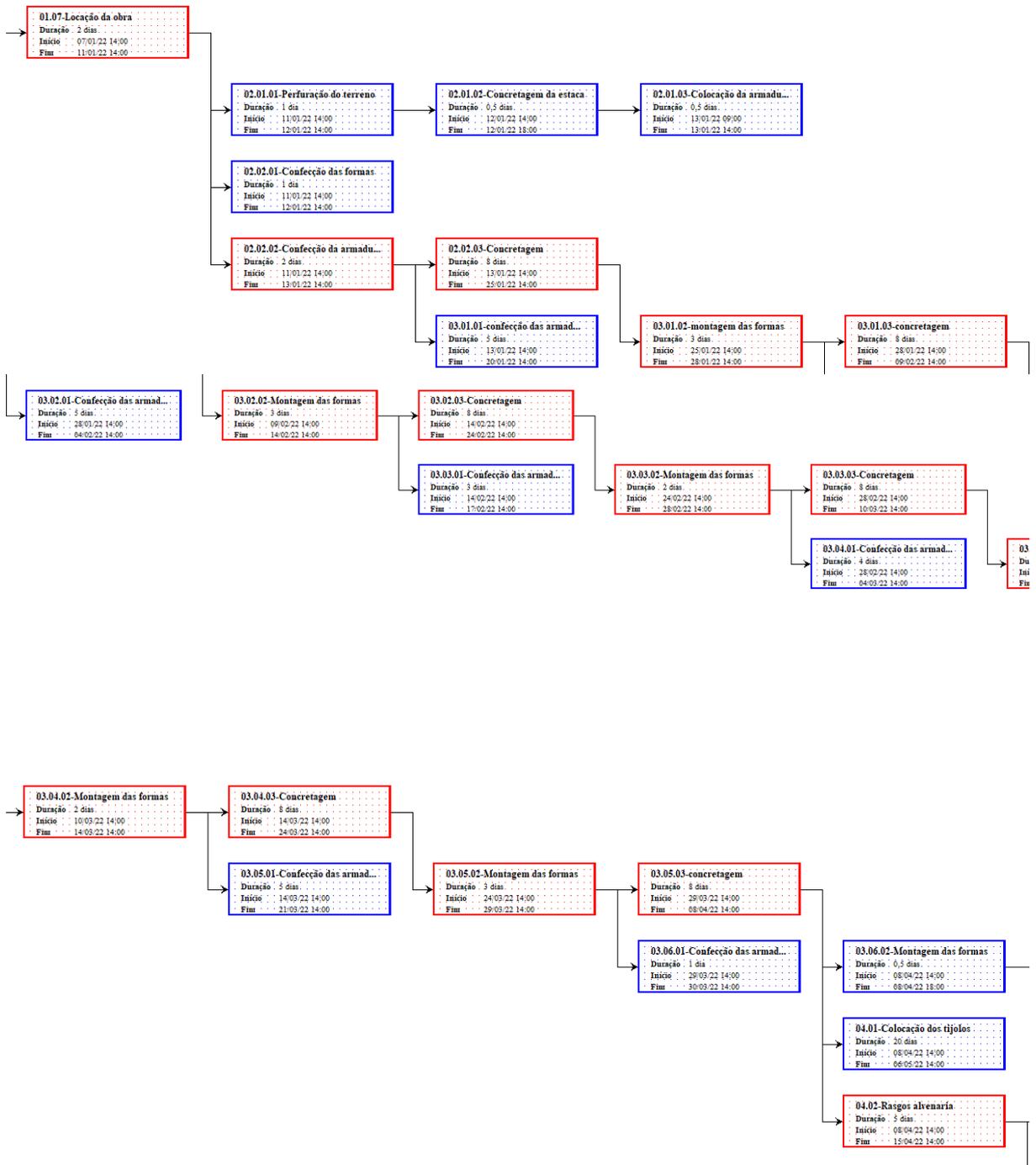
APÊNDICE A – DETALHAMENTO DAS ETAPAS DA OBRA

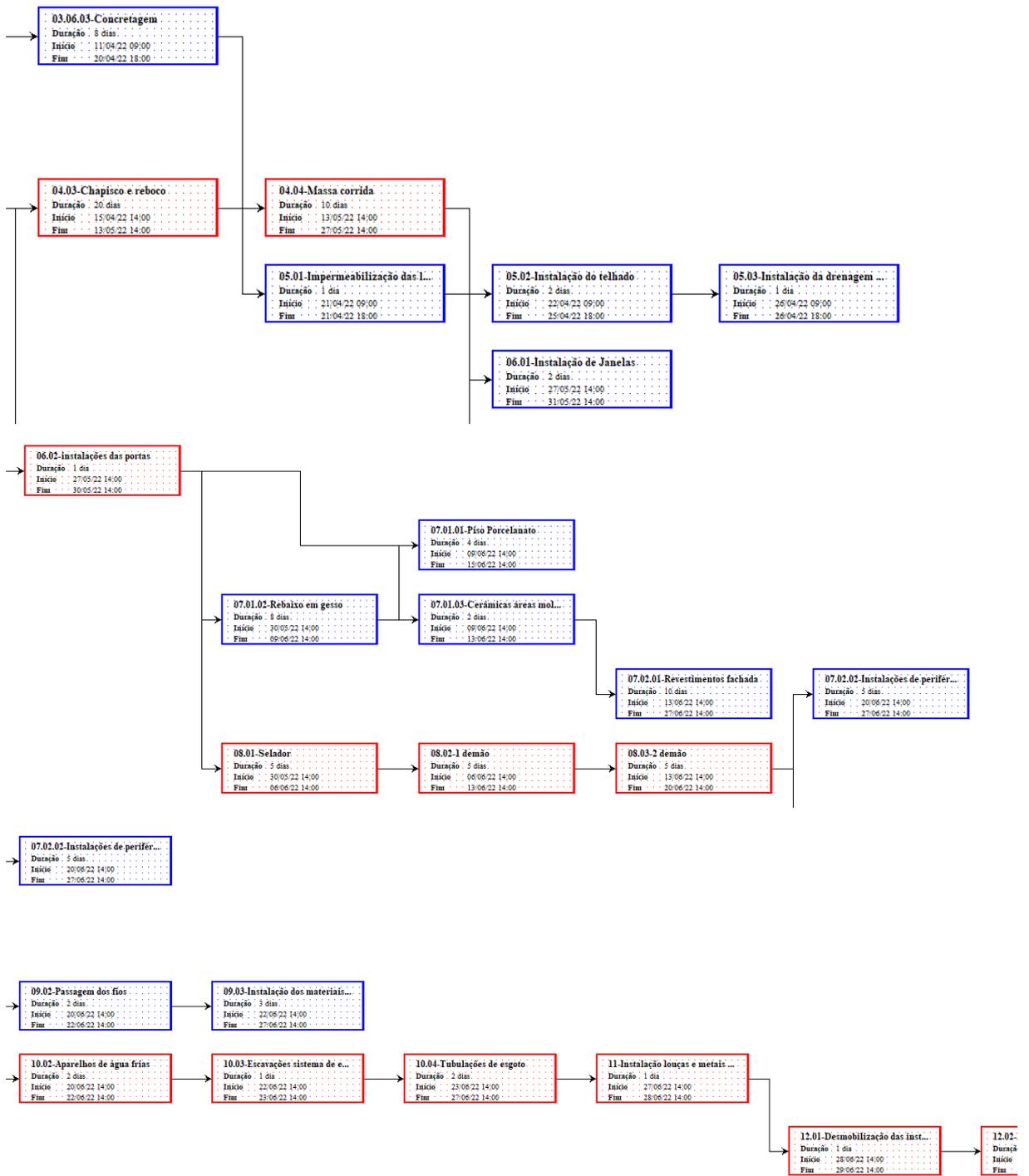
		Nome	Duração	Início	Fim	Antecessores
1		Obra A	128,5 dias	03/01/22 09:00	30/06/22 14:00	
2		01-Serviços preliminares	6,5 dias	03/01/22 09:00	11/01/22 14:00	
3		01.01-Limpeza do terreno	1 dia	03/01/22 09:00	03/01/22 18:00	
4		01.02-Construção do Tapume	1 dia	04/01/22 09:00	04/01/22 18:00	3
5		01.03-Instalação provisória de água e esgoto	0,5 dias	05/01/22 09:00	05/01/22 14:00	4
6		01.04-Instalação provisória de energia	0,5 dias	05/01/22 09:00	05/01/22 14:00	4
7		01.05-Instalação do canteiro de Obras	1 dia	05/01/22 14:00	06/01/22 14:00	5;6
8		01.06-Construção do barraco de obras	1 dia	06/01/22 14:00	07/01/22 14:00	7
9		01.07-Locação da obra	2 dias	07/01/22 14:00	11/01/22 14:00	8
10		02-Infraestrutura	10 dias	11/01/22 14:00	25/01/22 14:00	
11		02.01-Fundação	2 dias	11/01/22 14:00	13/01/22 14:00	
12		02.01.01-Perfuração do terreno	1 dia	11/01/22 14:00	12/01/22 14:00	9
13		02.01.02-Concretagem da estaca	0,5 dias	12/01/22 14:00	12/01/22 18:00	12
14		02.01.03-Colocação da armadura	0,5 dias	13/01/22 09:00	13/01/22 14:00	13
15		02.02-Bloco de Fundação	10 dias	11/01/22 14:00	25/01/22 14:00	
16		02.02.01-Confeção das formas	1 dia	11/01/22 14:00	12/01/22 14:00	9
17		02.02.02-Confeção da armadura	2 dias	11/01/22 14:00	13/01/22 14:00	9
18		02.02.03-Concretagem	8 dias	13/01/22 14:00	25/01/22 14:00	17
19		03-Supraestrutura	69,5 dias	13/01/22 14:00	20/04/22 18:00	
20		03.01-laje e viga térreo	19 dias	13/01/22 14:00	09/02/22 14:00	
21		03.01.01-confeção das armaduras	5 dias	13/01/22 14:00	20/01/22 14:00	17
22		03.01.02-montagem das formas	3 dias	25/01/22 14:00	28/01/22 14:00	18
23		03.01.03-concretagem	8 dias	28/01/22 14:00	09/02/22 14:00	22
24		03.02-Pilares térreo	19 dias	28/01/22 14:00	24/02/22 14:00	
25		03.02.01-Confeção das armaduras	5 dias	28/01/22 14:00	04/02/22 14:00	22
26		03.02.02-Montagem das formas	3 dias	09/02/22 14:00	14/02/22 14:00	23
27		03.02.03-Concretagem	8 dias	14/02/22 14:00	24/02/22 14:00	26

		Nome	Duração	Início	Fim	Antecessores
28		☐ 03.03-Laje e viga intermediários	18 dias	14/02/22 14:00	10/03/22 14:00	
29		03.03.01-Confeção das armaduras	3 dias	14/02/22 14:00	17/02/22 14:00	26
30		03.03.02-Montagem das formas	2 dias	24/02/22 14:00	28/02/22 14:00	27
31		03.03.03-Concretagem	8 dias	28/02/22 14:00	10/03/22 14:00	30
32		☐ 03.04-Pilares Pav superior	18 dias	28/02/22 14:00	24/03/22 14:00	
33		03.04.01-Confeção das armaduras	4 dias	28/02/22 14:00	04/03/22 14:00	30
34		03.04.02-Montagem das formas	2 dias	10/03/22 14:00	14/03/22 14:00	31
35		03.04.03-Concretagem	8 dias	14/03/22 14:00	24/03/22 14:00	34
36		☐ 03.05-Laje e vigas superior	19 dias	14/03/22 14:00	08/04/22 14:00	
37		03.05.01-Confeção das armaduras	5 dias	14/03/22 14:00	21/03/22 14:00	34
38		03.05.02-Montagem das formas	3 dias	24/03/22 14:00	29/03/22 14:00	35
39		03.05.03-concretagem	8 dias	29/03/22 14:00	08/04/22 14:00	38
40		☐ 03.06-Laje e vigas reservatório	16,5 dias	29/03/22 14:00	20/04/22 18:00	
41		03.06.01-Confeção das armaduras	1 dia	29/03/22 14:00	30/03/22 14:00	38
42		03.06.02-Montagem das formas	0,5 dias	08/04/22 14:00	08/04/22 18:00	39
43		03.06.03-Concretagem	8 dias	11/04/22 09:00	20/04/22 18:00	42
44		☐ 04-Alvenaria de vedação	35 dias	08/04/22 14:00	27/05/22 14:00	
45		04.01-Colocação dos tijolos	20 dias	08/04/22 14:00	06/05/22 14:00	39
46		04.02-Rasgos alvenaria	5 dias	08/04/22 14:00	15/04/22 14:00	39
47		04.03-Chapisco e reboco	20 dias	15/04/22 14:00	13/05/22 14:00	46
48		04.04-Massa corrida	10 dias	13/05/22 14:00	27/05/22 14:00	47
49		☐ 05-Cobertura	4 dias	21/04/22 09:00	26/04/22 18:00	
50		05.01-Impermeabilização das lajes	1 dia	21/04/22 09:00	21/04/22 18:00	43
51		05.02-Instalação do telhado	2 dias	22/04/22 09:00	25/04/22 18:00	50
52		05.03-Instalação da drenagem pluvial	1 dia	26/04/22 09:00	26/04/22 18:00	51
53		☐ 06-Esquadrias	2 dias	27/05/22 14:00	31/05/22 14:00	
54		06.01-Instalação de Janelas	2 dias	27/05/22 14:00	31/05/22 14:00	48
55		06.02-instalações das portas	1 dia	27/05/22 14:00	30/05/22 14:00	48
56		☐ 07-Acabamentos	20 dias	30/05/22 14:00	27/06/22 14:00	
57		☐ 07.01-Internos	12 dias	30/05/22 14:00	15/06/22 14:00	
58		07.01.01-Piso Porcelanato	4 dias	09/06/22 14:00	15/06/22 14:00	55;59
59		07.01.02-Rebaixo em gesso	8 dias	30/05/22 14:00	09/06/22 14:00	55
60		07.01.03-Cerâmicas áreas molhadas	2 dias	09/06/22 14:00	13/06/22 14:00	59
61		☐ 07.02-Externos	10 dias	13/06/22 14:00	27/06/22 14:00	
62		07.02.01-Revestimentos fachada	10 dias	13/06/22 14:00	27/06/22 14:00	60
63		07.02.02-Instalações de periféricos	5 dias	20/06/22 14:00	27/06/22 14:00	67
64		☐ 08-Pintura	15 dias	30/05/22 14:00	20/06/22 14:00	
65		08.01-Selador	5 dias	30/05/22 14:00	06/06/22 14:00	55
66		08.02-1 demão	5 dias	06/06/22 14:00	13/06/22 14:00	65
67		08.03-2 demão	5 dias	13/06/22 14:00	20/06/22 14:00	66
68		☐ 09-Instalações elétricas	51 dias	15/04/22 14:00	27/06/22 14:00	
69		09.01-Passagem dos conduites	1 dia	15/04/22 14:00	18/04/22 14:00	46
70		09.02-Passagem dos fios	2 dias	20/06/22 14:00	22/06/22 14:00	67
71		09.03-Instalação dos materiais elétricos	3 dias	22/06/22 14:00	27/06/22 14:00	70
72		☐ 10-Instalações hidrossanitárias	51 dias	15/04/22 14:00	27/06/22 14:00	
73		10.01-Tubulações de água fria	2 dias	15/04/22 14:00	19/04/22 14:00	46
74		10.02-Aparelhos de água frias	2 dias	20/06/22 14:00	22/06/22 14:00	67
75		10.03-Escavações sistema de esgoto	1 dia	22/06/22 14:00	23/06/22 14:00	74
76		10.04-Tubulações de esgoto	2 dias	23/06/22 14:00	27/06/22 14:00	75
77		11-Instalação louças e metais sanitários	1 dia	27/06/22 14:00	28/06/22 14:00	76
78		☐ 12-Serviços finais	2 dias	28/06/22 14:00	30/06/22 14:00	
79		12.01-Desmobilização das instalações provisórias	1 dia	28/06/22 14:00	29/06/22 14:00	77
80		12.02-Limpeza do terreno	1 dia	29/06/22 14:00	30/06/22 14:00	79

Fonte: dos autores (2021).

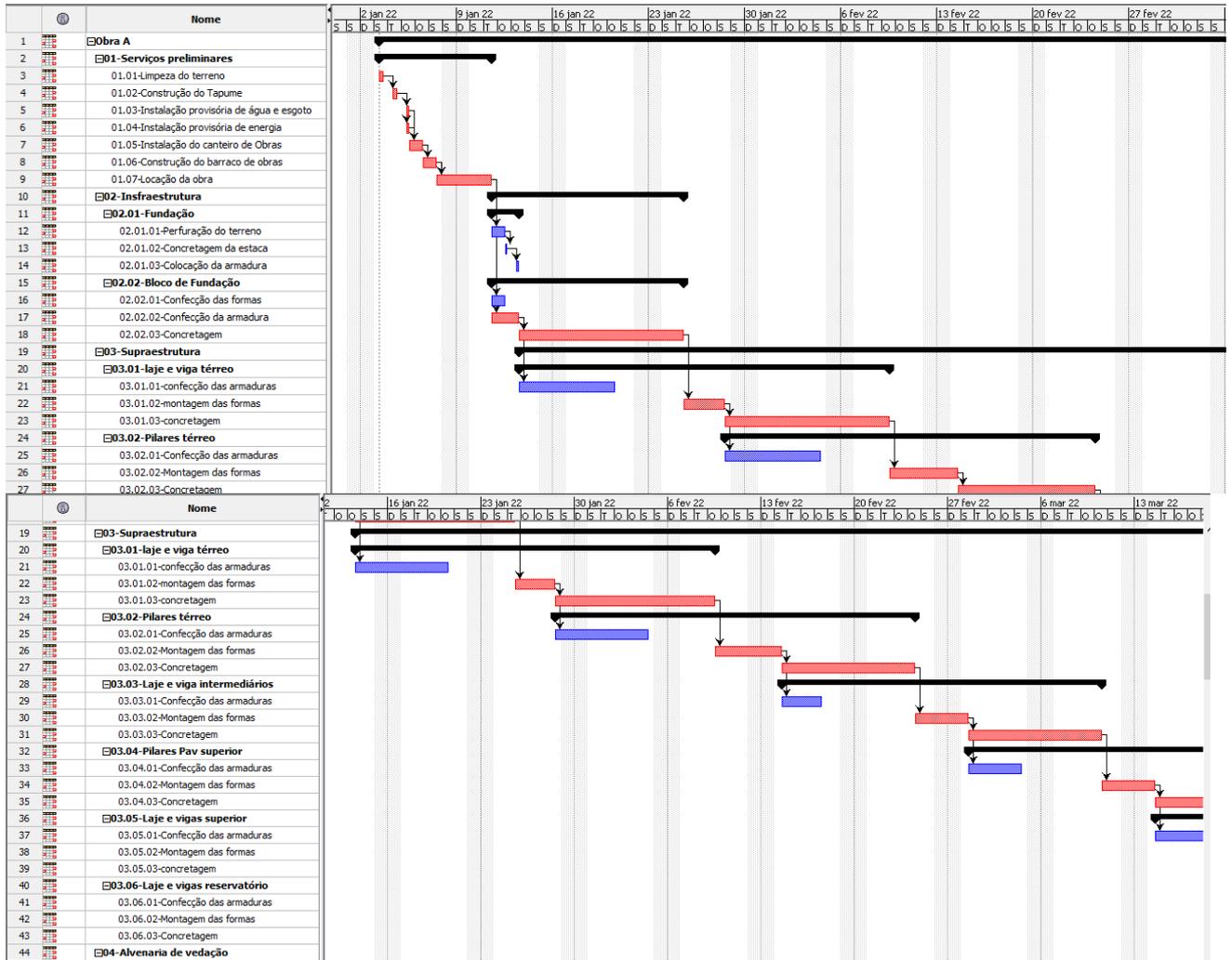
APÊNDICE B – REDE PERT/CPM

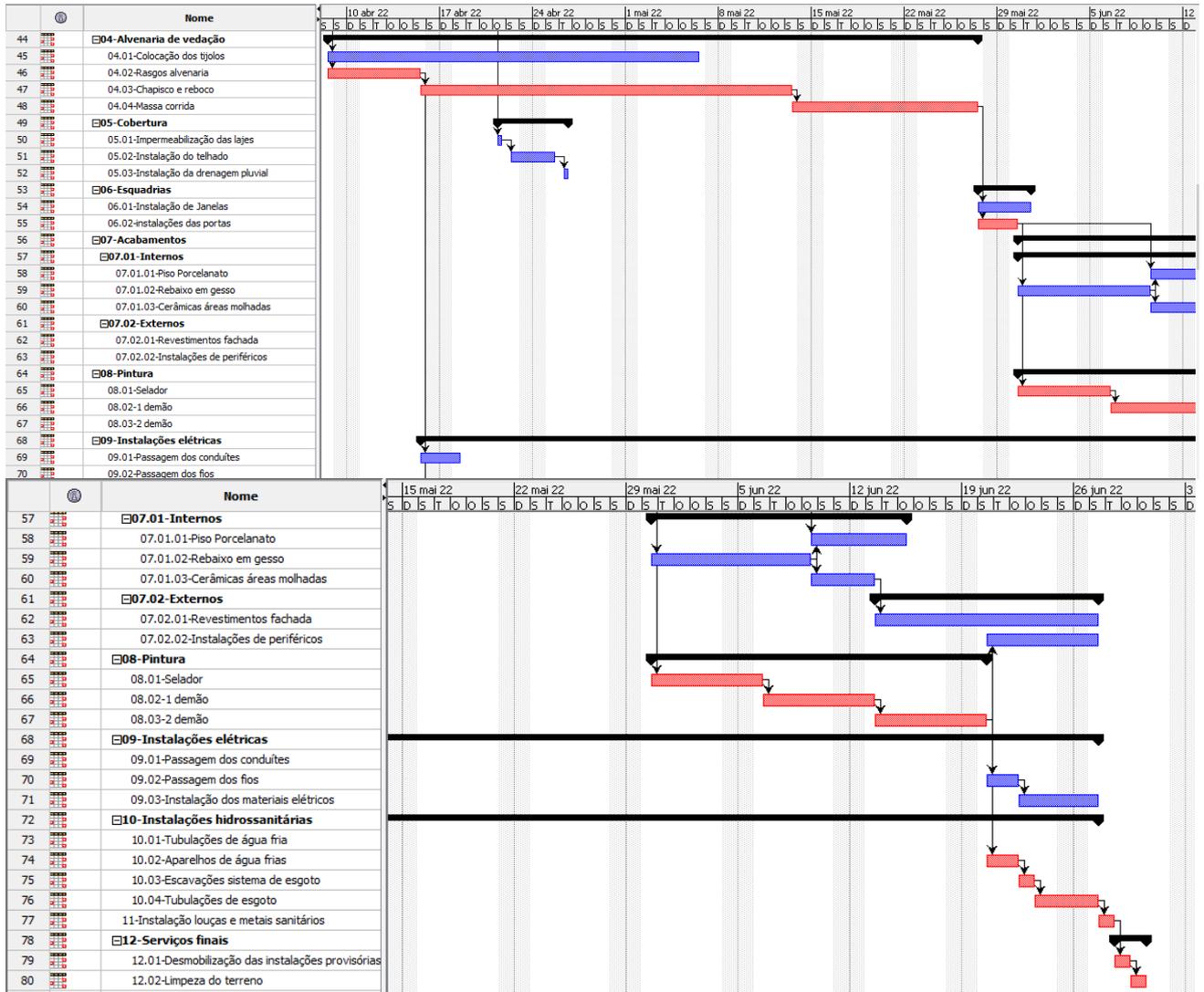




Fonte: dos autores (2021).

APÊNDICE C – GRÁFICO DE GANTT





Fonte: dos autores (2021).