



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

FÁBIO FERNANDO ROCHA GOMES

**PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO EM UMA
OBRA VERTICAL**

Recife

2022

FÁBIO FERNANDO ROCHA GOMES

**PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO EM UMA
OBRA VERTICAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gerência da Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Hazin Alencar.

Recife

2022

Catálogo na fonte:
Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

G633p	<p>Gomes, Fábio Fernando Rocha. Proposta de melhoria no processo de planejamento em uma obra vertical / Fábio Fernando Rocha Gomes. – 2022. 104 f.: il., figs., tabs., sigl.</p> <p>Orientadora: Profa. Dra. Luciana Hazin Alencar. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção, Recife, 2022. Inclui referências e anexos.</p> <p>1. Engenharia de Produção. 2. Gerenciamento de projetos. 3. Gestão de recursos. 4. Construção civil. 5. Nivelamento de recursos. 6. Gerenciamento da construção. I. Alencar, Luciana Hazin (Orientadora). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">UFPE</p> <p>658.5 CDD (22. ed.) BCTG/2022-190</p>
-------	---

FÁBIO FERNANDO ROCHA GOMES

**PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO EM UMA
OBRA VERTICAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Gerência da Produção.

Aprovada em: 9/02/2022.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Luciana Hazin Alencar (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Caroline Maria de Miranda Mota (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Ana Paula Henriques Gusmão de Araújo Lima (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Sergipe

À minha amada esposa Carol Previatello e aos meus pais, Goretti e Edijalma.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde e sabedoria para seguir em frente.

Aos meus pais, Edijalma e Goretti, por não medirem esforços para a concretização dos meus sonhos. Sem vocês, nada seria possível. Amo vocês!

À minha amada esposa, Carol, pelo apoio e incentivo em todos os momentos difíceis. Por acreditar em mim. Sem você não teria conseguido. Amo você!

Aos companheiros dessa jornada incrível, em especial ao Bernardo, Clarissa e Luciana. Obrigado pelo companheirismo, apoio e amizade. Formamos um belo time!

Aos meus queridos amigos. Mesmo com a distância, sempre se fizeram presentes na minha vida e estarão sempre em meu coração.

À empresa construtora pela parceria e confiança por ceder o material para realização deste trabalho.

E por último e não menos importante, aos professores, em especial a professora Dr^a Luciana Hazin Alencar, que me inspira e incentiva tornando possível a conclusão desse trabalho. Muito obrigado por tudo!

“O sucesso depende de cada indivíduo e da situação envolvida” (LARSON; GRAY, 2018, p. 509).

RESUMO

A construção civil, historicamente, apresenta baixo nível de produtividade e altos índices de desperdício, problema diretamente associado às técnicas utilizadas para a elaboração do planejamento e controle. Assim, a gestão de recursos em projetos de construção é algo essencial para o desenvolvimento sustentável do setor. Diante desse contexto, esse trabalho apresenta uma proposta de melhoria no processo de planejamento para obras verticais focado na gestão de recursos. Nesse planejamento proposto são adicionadas duas etapas que visam a verificação das rotinas internas da empresa e posterior balanceamento de recursos. Para verificar o potencial de impacto dessa proposta, realizou-se um novo planejamento aplicando as etapas propostas à rotina praticada pela empresa comparando-se o resultado obtido com o observado. O trabalho se limitou a realizar o balanceamento dos seguintes recursos humanos: carpinteiro, armador e pedreiro. Ao comparar os resultados, observa-se uma melhor distribuição de recursos ao longo da linha do tempo do projeto e principalmente a redução nos picos de alocação de funcionários, o que, conseqüentemente, representou ganhos financeiros da ordem de 12,9%.

Palavras-chave: gerenciamento de projetos; gestão de recursos; construção civil; nivelamento de recursos; gerenciamento da construção.

ABSTRACT

Civil construction, historically, has a low level of productivity and high levels of waste, a problem directly associated with the techniques used for the elaboration of planning and control. Thus, resource management in construction projects is essential for the sustainable development of the sector. Given this context, this work presents a proposal to improve the planning process for vertical works focused on resource management. In this proposed planning, two steps are added that aim to verify the company's internal routines and subsequent balancing of resources. To verify the potential impact of this proposal, a new planning was carried out applying the proposed steps to the routine practiced by the company, comparing the result obtained with what was observed. The work was limited to balancing the following human resources: carpenter, shipbuilder and bricklayer. When comparing the results, there is a better distribution of resources along the timeline of the project and mainly a reduction in the peaks of employee allocation, which, consequently, represented financial gains of around 12.9%.

Keywords: project management; resource management; civil construction; leveling of resources; construction management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do custo com o tempo do projeto	22
Figura 2 - Níveis de Planejamento.....	25
Figura 3 - Cronograma físico-financeiro.....	28
Figura 4 - Metodologia de Planejamento tradicional.....	29
Figura 5 – Diagrama de rede por seta	33
Figura 6 – Diagrama de rede por nó	33
Figura 7 – Representação básica da linha de balanço.....	38
Figura 8 – Balanceamento de mão de obra	39
Figura 9 – Linha do tempo de produção	42
Figura 10 – Os princípios da Filosofia “Lean”	43
Figura 11 – Fluxograma do processo de planejamento observado	49
Figura 12 – Diagrama tempo-caminho (LOB)	51
Figura 13 – Cronograma físico financeiro	52
Figura 14 – Fluxograma do processo de planejamento proposto	53
Figura 15 – Balanceamento de recursos - Carpinteiros	55
Figura 16 – Balanceamento de recursos - Armador	56
Figura 17 – Balanceamento de recursos - Pedreiro	56
Figura 18 – Diagrama de Gantt: planejamento observado x planejamento proposto	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Método de programação recomendadas para diferentes tipos de projeto	30
Tabela 2 – Estrutura analítica do projeto	50
Tabela 3 – Planilha de quantitativos do item alvenaria/fechamento	51
Tabela 4 – Dimensionamento de equipe	54
Tabela 5 – Impacto Financeiro do Estudo.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS

ADM	Arrow Diagramming Method
ADM	Arrow Diagramming Method
AOA	Activity-on-Arrow
AON	Activity on node
APM	Association for Project Management
CCPM	Critical Chain Project Management
COM	Critical Path Method
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
ES	Early Start
FBRCPSP	Financed-based and resource-constrained project scheduling problem
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FL	Folga Livre
FT	Folga Total
GA	Genetic Algorithm
HH	Hora-Homem
IP	Integer Programming
LOB	Line of balance
LPS	Last Planner System
LSM	Linear Scheduling Method
MPSGS	Modified Parallel Schedule Generation Scheme
MRLP-GPR	Multimode Resource Leveling in Projects with Mode-dependent Generalized Precedence Relations
MSSGS	Modified Serial Schedule Generation Scheme
NP-HARD	Non-Deterministic Polynomial time – HARD
NSGA-II	Nondominated Sorting GA
OGC	Office of Government Commerce
PDI	Primeira Data de Início
PDM	Precedence Diagramming Method
PDT	Primeira Data de Término
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PIB	Produto interno Bruto
PMBOK	Project Management Body of Knowledge

PMI	Project Management Institute
PRINCE	Projects in Controlled Environments
PSGS	Parallel Schedule Generation Scheme
PVA	Poliacetato de Vinila
RCPSP	Resource-constrained Project Scheduling Problem
RCPSP/GPRS	Resource-constrained Project Scheduling Problem with Generalized Precedence Relationships
RCPSP/MTC	Resource-constrained Project Scheduling Problem under Multiple Time Constraints
RL	Relações Lógicas
SA	Simulated Annealing
SFLA	Shuffled Frog-Leaping
SPEA	Strength Pareto Evolutionary Algorithm
SSGS	Serial Schedule Generation Scheme
TD	Tempo Disponível
UDI	Última Data de Início
UDT	Última Data de Término

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	16
1.2	JUSTIFICATIVA.....	16
1.3	OBJETIVOS	17
1.3.1	Objetivo Geral	17
1.3.2	Objetivos Específicos	17
1.4	METODOLOGIA.....	18
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1	GERENCIAMENTO DE PROJETOS	20
2.1.1	Gerenciamento do Escopo	23
2.1.2	Gerenciamento do Cronograma.....	23
2.1.3	Gerenciamento do Custo	24
2.2	O PLANEJAMENTO DE PROJETOS	24
2.2.1	Estrutura Analítica de Projeto.....	27
2.2.2	Programação de Tempo e Recursos	28
2.3	O “LEAN THINKING” E O PLANEJAMENTO	42
2.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	44
3	REVISÃO DA LITERATURA	45
3.1	O PROBLEMA DO PLANEJAMENTO COM RECURSOS RESTRITOS	45
3.2	NOVAS ABORDAGENS PARA O RCPS	46
3.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	48
4	ESTUDO DE CASO	49
4.1	O PROJETO ESTUDADO	49
4.2	O PROCESSO DE PLANEJAMENTO OBSERVADO	49
4.3	O PROCESSO DE PLANEJAMENTO PROPOSTO	53
4.4	RESULTADOS DO ESTUDO	55
4.5	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	58
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES	60
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
5.2	SUGESTÕES DE IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO	62
5.3	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	63

REFERÊNCIAS	65
ANEXO A – PLANILHA DE ORÇAMENTO	75
ANEXO B - CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO	87

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é historicamente considerada um dos setores com maior influência econômica no país, compondo de forma significativa o PIB nacional e integrando um dos três grandes setores que compõem a economia brasileira, a indústria. (NUNES *et al.*, 2020).

Entretanto, ainda segundo Nunes (2020), a indústria da construção civil no Brasil se desenvolve de forma sustentável sendo assim, fortemente impactado pelas variações no contexto do mercado. Em paralelo, é um setor com baixo nível de produtividade e altos índices de desperdício de recursos, materiais e humanos, tornando vital para a economia do país buscar estratégias de planejamento e gestão que supram essa deficiência (AURELIANO *et al.*, 2019).

No Brasil a construção civil detém características conservadoras logo, apesar do papel socioeconômico, tem baixa receptividade a inovação em qualquer aspecto, desde a adoção de tecnologias até reestruturações no “*modus operandi*” (NASCIMENTO e SANTOS, 2003). Diante desse contexto o mercado exige cada vez mais eficiência e eficácia na construção, de modo que possa oferecer retornos mais significativos aos altos investimentos necessários à sua operação (AMORIM, 2015).

A principal causa da baixa eficiência de projetos da construção civil está associada às técnicas utilizadas para a elaboração do planejamento e controle. No Brasil, apesar de muitas obras ainda serem realizadas com base na experiência de profissionais (COSTA, 2016), a maioria das empresas se preocupam com a questão. Apesar da boa intenção, acabam pecando por não provocarem a interação entre todas as partes envolvidas no projeto, o que ocasiona falta de informações básicas para a correta elaboração do planejamento e como consequência, a gestão de recursos material e humano é negligenciada.

Diante do contexto exposto, é consensual nas empresas existir a “janela temporal” para aquisição de materiais, contratação e demissão de pessoal, entretanto, isso quase nunca está relacionado ao planejamento. É tangível observar que para cumprir o cronograma físico os gerentes precisam comprar material ou contratar pessoal de forma antecedente a necessidade e relocar entre contratos ou até mesmo demiti-los de forma tardia, onerando a folha de pagamento e causando desvio do planejamento de custo.

O objetivo deste trabalho é propor um processo de planejamento para a empresa construtora, alvo do estudo, e apresentar o resultado comparando seu planejamento observado com o planejamento proposto. A análise se baseia no processo de incrementar o nivelamento de recursos e considerar no planejamento as rotinas internas da empresa.

1.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O objeto de pesquisa é um projeto planejado sobre conceitos usuais de uma construtora de obras verticais da Cidade do Recife, onde é levado em conta procedimentos internos praticado em consenso em diversas empresa como, por exemplo, “janelas temporais” para aquisição e desmobilização de recursos como mão de obra e materiais; e/ou, falhas ou atraso de tarefas, que impactam na atividade sucessora quanto ao remanejamento de mão de obra e, um planejamento considerando os preceitos da gestão de projetos com o foco no planejamento com recursos.

O diferencial das empresas mais bem-sucedidas está em dar a devida importância a esse tema, planejamento com recursos. Assim, ter a correta noção de custo e do prazo no atendimento ao escopo pode garantir o sucesso do projeto. O estudo é de grande valia para projetos em geral e principalmente os de curta duração e de pequena margem de lucro, no qual o menor desvio pode influenciar na viabilidade do empreendimento.

O planejamento de recursos é um tema de grande relevância para o projeto, entretanto muitos gerentes afirmam não possuir total domínio e o tratam como algo empírico e simplório. Essa falha no processo é uma das principais causas de atraso dos projetos e ocorre, muitas vezes, por desconhecimento, pelo planejador, de ferramentas ou falta de informações do projeto ou rotinas corporativas. Aperfeiçoar a relação entre quem planeja e quem elabora as rotinas internas da empresa, pode ser um primeiro passo para a conscientização dos impactos nas tomadas de decisões nos canteiros de obras e para a própria empresa. Essa pesquisa tem o objetivo de demonstrar através de um estudo de caso quais as maiores dificuldades em tratar a questão e apresentar ferramentas de Gestão de Projetos em sua elucidação.

1.2 JUSTIFICATIVA

O gerenciamento de projetos eficaz ajuda indivíduos, grupos e organizações públicas e privadas a cumprirem os objetivos do negócio, a satisfazerem as expectativas das partes interessadas, serem mais previsíveis, aumentarem suas chances de sucesso, entregarem os produtos certos no momento certo, resolverem problemas e questões, responderem a riscos em tempo hábil, a otimizarem o uso dos recursos organizacionais, identificarem, recuperarem ou eliminarem projetos com problemas, a gerenciarem restrições (por exemplo, escopo, qualidade, cronograma, custos, recursos), a equilibrarem a influência de restrições do projeto

(o aumento de escopo pode aumentar custos ou o prazo) e gerenciarem melhor as mudanças. Os projetos mal gerenciados ou a ausência do gerenciamento de projetos podem resultar em: prazos perdidos, estouros de orçamento, má qualidade, retrabalho, expansão descontrolada do projeto, perda de reputação para a organização, partes interessadas insatisfeitas, e incapacidade de alcançar os objetivos para os quais o projeto foi empreendido (PMI, 2017).

O planejamento de recursos (pessoas, equipamentos, dinheiro e materiais) é tarefa fundamental para o efetivo gerenciamento e planejamento do projeto. O gerenciamento de recursos, em geral, envolve o impacto de sua alocação na programação (APM, 2000). A não existência de um monitoramento nos processos construtivos, a ausência de um gerenciamento, entre outras falhas de gestão são notadas nas obras como principais contribuintes no aumento dos desperdícios dos insumos e dos atrasos nas etapas construtivas, ocasionando altas nos custos imobiliários e aumento dos riscos do empreendimento (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Concordando com o discurso de Pinto (2012), a busca contínua pela melhoria da qualidade em produtos e serviços, remete a uma evolução natural do gerenciamento de projetos e o aumento dos níveis de maturidade em gestão das empresas. Sendo assim, o planejamento com recursos é indispensável tanto nos grandes como nos pequenos projetos. Sua presença, pode ser fundamental na obtenção do sucesso do empreendimento.

1.3 OBJETIVOS

Diante do contexto elucidado no tópico acima, a presente pesquisa propõe os seguintes objetivos:

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é realizar uma proposta de melhoria no processo de elaboração do planejamento de uma obra de construção vertical.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral supracitado, será necessário atingir os seguintes objetivos específicos:

- a) Explorar os conceitos e ferramentas utilizadas para elaboração do planejamento;
- b) Verificar os métodos adotados no planejamento da obra da empresa estudada;

- c) Identificar as dificuldades/problemas encontradas dentro do planejamento que podem influenciar no cronograma de obras verticais;
- d) Propor soluções para as dificuldades/problemas encontradas, considerando a teoria apresentada;
- e) Aplicar a proposta das soluções no planejamento estudado para obter os resultados;
- f) Analisar o impacto no projeto.

1.4 METODOLOGIA

A presente pesquisa tem sua classificação, em relação a sua natureza, como do tipo aplicada. Gil (2002) caracteriza esse tipo de pesquisa como sendo fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos, a fim de gerar um impacto em determinado ambiente. Em relação a sua abordagem, esta pesquisa pode ser classificada como quantitativa, pois faz uso de técnicas matemáticas para a emissão e análise dos resultados, permitindo assim realizar a relações variáveis, convertendo informações e opiniões em dados numéricos. Este estudo também é uma pesquisa exploratória, pois busca identificar e compreender melhor o fenômeno estudado. E, finalmente, com relação ao procedimento técnico, esta pesquisa é classificada como um estudo de caso, pois entende-se o fenômeno por meio de um ou poucos objetos, de modo que se faça um amplo e detalhado conhecimento sobre o objeto estudado. (LAKATOS e MARCONI, 2017).

Em relação aos objetivos, é categorizada como uma pesquisa descritiva, já que nesta pesquisa busca-se descrever todo o processo envolvido na elaboração do planejamento.

Para o desenvolvimento deste estudo foi realizada uma pesquisa embasada em autores conceituados e trabalhos atuais da base “*web of science*” utilizando um conjunto de palavras-chave, seguido de um método de filtragem, relacionados ao processo de planejamento com recursos e a gestão e planejamento de projetos. Pelo intermédio de um estudo de caso, analisou-se o impacto do planejamento de recursos através da comparação de um planejamento observado e de um planejamento proposto.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente estudo está dividido em cinco capítulos, Introdução, Fundamentação Teórica, Revisão da Literatura, Estudo de Caso e Conclusões e sugestões para futuros trabalhos, os quais serão apresentados nos parágrafos abaixo.

No Capítulo 1, apresentado anteriormente, estão expostos o problema, a justificativa, os objetivos gerais e específicos e a metodologia desta pesquisa, logo após relatar de forma introdutória o contexto do planejamento e gestão de projetos.

No Capítulo 2, a fundamentação teórica é apresentada em três partes principais. Na primeira (2.1) traz os conceitos de Gerenciamento de Projetos detalhando o escopo, prazo, custo e o ciclo de Vida do Projeto. No item seguinte (2.2) são apresentados os conceitos de Planejamento de Projetos, com aprofundamento na Estrutura Analítica de Projeto, Cronograma Físico-Financeiro e Programação de tempo e recursos. Nesse último discorre sobre as Técnicas de Redes, Linhas de Balanço e o Balanceamento de Recursos. No Tópico 2.3 discorre sobre conceitos de construção enxuta e sua relação com o planejamento e por fim, a seção 2.4 apresenta as considerações sobre este capítulo.

O Capítulo 3 apresenta a revisão de literatura realizada visando identificar pesquisas existentes sobre o tema e demais contribuições realizadas por outros pesquisadores a respeito de planejamentos com recursos (3.1). Na seção 3.2 constam as considerações sobre o capítulo.

No Capítulo 4, o Estudo de Caso, o projeto objeto do estudo (4.1) é apresentado. A seção 4.2 discorre sobre os processos de planejamento observado explicando a rotina da construtora na elaboração dos projetos e na 4.2 discerni o processo de Planejamento proposto. Os resultados da comparação são apresentados na seção 4.4 e por fim, as considerações em relação ao capítulo (4.5).

Destarte, no Capítulo 5, as conclusões sobre o estudo e a apresentação das limitações da pesquisa (5.1) são apontadas, seguidas de sugestões de trabalhos futuros (5.2).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo será apresentada a base conceitual em torno dos assuntos que envolvem o tema em questão: o Gerenciamento e o Planejamento de Projetos com suas técnicas.

2.1 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Segundo o PMBOOK (PMI, 2017), Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo que impulsionam mudanças na organização, permitem a criação de valor de negócio (benefício líquido) e possuem um contexto de iniciação. A metodologia PRINCE 2, da OGC – *Office of Government Commerce* (2009), órgão do governo britânico, define projeto como “uma organização temporária criada com o propósito de entregar um ou mais produtos de negócio, de acordo com um *Business Case* pré acordado”. Entende-se por *Business Case*, a ideia que gerará valor para organização, fazendo com que esta mantenha o foco.

Vargas (2003) define projeto como “um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade”. O termo “projeto” na literatura apresenta algumas variações, porém, todas consideram o sentido de desejo ou necessidade de alcançar algum resultado, meta ou objetivo específico, em um conjunto de atividades temporárias. Então, um projeto específico é definido em termos de seus objetivos, que se baseiam no estado final que a gestão do projeto está tentando alcançar, no seu escopo, ou seja, a faixa exata de responsabilidades assumidas pela gestão de projeto e na sua estratégia, que corresponde a como a gestão de projetos irá atingir os objetivos de projeto (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002).

Para Almeida (2009), gerenciar um projeto significa planejar suas etapas antes de iniciá-lo, e então, acompanhar sua execução. Um planejamento deve conter o direcionamento das ações e estabelecer os recursos e custos necessários em cada uma das etapas. A OGC (2009) define gestão de projetos como o planejamento, delegação, monitoramento e controle de todos os aspectos do projeto, bem como a motivação dos envolvidos para atingir os objetivos do projeto dentro das metas de desempenho esperadas de tempo, custo, qualidade, escopo, riscos e benefícios.

O Guia PMBOK (PMI, 2017) discorre que o gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de cumprir os seus requisitos. Esta prática é composta por dez áreas de conhecimento, que são: integração, escopo, cronograma (tempo), custo, qualidade, recursos, comunicação, riscos, aquisições e partes interessadas. As necessidades de um projeto específico podem exigir uma ou mais áreas de conhecimento adicionais, por exemplo, no setor da construção é exigido o gerenciamento financeiro e o gerenciamento de segurança e saúde.

Para coordenar os esforços de muitas pessoas em diferentes partes de uma organização (e frequentemente também fora), todos os projetos precisam de um gerente de projetos. Além disso, as pessoas que trabalham no grupo de projeto precisam ter um claro entendimento de seus papéis na organização, usualmente temporário. Pessoas, equipamentos e outros recursos precisam ser identificados e alocados às várias tarefas (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002). Ao longo dos anos, as técnicas de gerenciamento de projetos evoluíram no intuito de acompanhar as mudanças do mundo moderno. Transformaram-se em poderosas ferramentas capazes de monitorar e controlar elementos fundamentais de sucesso do negócio.

O Guia PMBOK (PMI, 2017) esclarece que os melhores gerentes de projetos demonstram várias habilidades chave que incluem, entre outras, a capacidade para gerenciar os elementos do projeto, incluindo, mas não limitado a cronograma, custos, recursos e riscos. A relação entre esses fatores ocorre de tal forma que se houver alguma mudança em um deles, pelo menos um dos outros fatores será afetado. Por exemplo, se o cronograma for achatado, muitas vezes o orçamento precisará ser acrescido para incluir recursos adicionais a fim de realizar a mesma quantidade de trabalho em menos tempo. Se não for possível um aumento no orçamento, o escopo ou a qualidade poderão ser alterados para entregar um produto em menos tempo com o mesmo orçamento. O que tem contribuído para as organizações buscarem alternativas e respostas relacionadas à gestão e a necessidade de maior efetividade e eficiência dos projetos na utilização dos recursos.

Vargas (2003) afirma que todo projeto tem como objetivo inter-relacionar fatores relativos à performance (qualidade), custo e tempo. “Custo e Tempo é a relação mais importante entre dois fatores do projeto” (VARGAS, 2003).

Observa-se no gráfico da Figura 1 – Evolução do custo com o tempo de projeto - que, em projetos realizados em um tempo reduzido, o custo do projeto se eleva devido ao incremento de recursos e grande alocação de pessoal apontado como horas-extras e conseqüente aumento da improdutividade. Quando o tempo destinado ao projeto é adequado,

esse atinge seu ponto mais baixo (custo ótimo). Após esse período, o custo volta a subir devido, novamente, à ineficiência no projeto.

Figura 1 - Evolução do custo com o tempo do projeto



Fonte: Adaptada de Vargas (2003)

A inter-relação entre o custo e tempo que gera esse incremento nos recursos e na alocação de pessoal é responsável também pelo aumento da improdutividade. É importante ter o conhecimento desse fenômeno e entender que existe uma curva não linear entre o incremento de mão de obra e sua produtividade. Percebe-se que os recursos destinados a encurtar a linha de tempo do projeto não possuem a mesma eficácia, resultando assim em desperdício e ocasionalmente, aumento do custo do projeto.

Segundo Larson e Gray (2018), a inter-relação entre esses critérios varia. Por exemplo, por vezes é necessário comprometer o desempenho do escopo do projeto para concluí-lo mais rapidamente ou com menos gastos. Muitas vezes, quanto mais o projeto demora, mais caro fica.

“Um dos principais serviços do gerente de projetos é administrar os *“trade-offs”* entre tempo, custo e desempenho” (LARSON e GRAY, 2018).

Entender tal cenário obriga o Gerente de Projetos a realizar um *“trade-off”* entre os benefícios esperados da manobra de encurtar ou estender o prazo e suas consequências. Essa manobra é necessária quando algo não está de acordo no projeto para atender as restrições de custo, prazo e escopo, conhecida também como a tripla restrição.

2.1.1 Gerenciamento do Escopo

“O gerenciamento do escopo do projeto inclui os processos necessários para assegurar que o projeto inclua todo o trabalho, e apenas o necessário, para que termine com sucesso. O gerenciamento do escopo do projeto está relacionado principalmente com definir e controlar o que está e o que não está incluído no projeto” (PMI, 2017).

Os processos de gerenciamento do escopo do projeto definidos pelo Guia PMBOK (PMI, 2017) são:

- a) Planejar o gerenciamento do escopo;
- b) Coletar os requisitos;
- c) Definir o escopo;
- d) Criar a EAP (Estrutura Analítica do Projeto);
- e) Validar o escopo;
- f) Controlar o escopo.

No contexto do projeto, o termo escopo pode se referir ao: Escopo do produto, as características e funções que descrevem um produto, serviço ou resultado; e/ou Escopo do projeto, o trabalho que precisa ser realizado para entregar um produto, serviço ou resultado com as características e funções especificadas.

2.1.2 Gerenciamento do Cronograma

O gerenciamento do cronograma do projeto inclui os processos necessários para gerenciar o término pontual do projeto (PMI, 2017).

Os processos de Gerenciamento do Cronograma do Projeto definidos pelo Guia PMBOK (PMI, 2017) são:

- a) Planejar o Gerenciamento do Cronograma - O processo de estabelecer as políticas, os procedimentos e a documentação para o planejamento, desenvolvimento, gerenciamento, execução e controle do cronograma do projeto.
- b) Definir as Atividades - O processo de identificação e documentação das ações específicas a serem realizadas para produzir as entregas do projeto.
- c) Sequenciar as Atividades - O processo de identificação e documentação dos relacionamentos entre as atividades do projeto.

d) Estimar as Durações das Atividades - O processo de estimativa do número de períodos de trabalho que serão necessários para terminar atividades individuais com os recursos estimados.

e) Desenvolver o Cronograma - O processo de análise de sequências de atividades, durações, requisitos de recursos e restrições de cronograma para criar o modelo de cronograma do projeto para execução, monitoramento e controle.

f) Controlar o Cronograma - O processo de monitorar o status do projeto para atualizar o cronograma do projeto e gerenciar mudanças na linha de base.

2.1.3 Gerenciamento do Custo

O Guia PMBOK (PMI, 2017) estabelece que o gerenciamento dos custos do projeto inclui os processos usados em planejamento, estimativa, orçamento, financiamento, gerenciamento e controle dos custos, para que o projeto possa ser realizado dentro do orçamento aprovado. São definidos como processos de gerenciamento do escopo pelo Guia PMBOK (PMI, 2017):

a) Planejar o Gerenciamento dos Custos - O processo de definir como os custos do projeto serão estimados, orçados, gerenciados, monitorados e controlados.

b) Estimar os Custos - O processo de desenvolver uma aproximação dos recursos monetários necessários para terminar o trabalho do projeto.

c) Determinar o Orçamento - Processo que agrega os custos estimados de atividades individuais ou pacotes de trabalho para estabelecer uma linha de base dos custos autorizada.

d) Controlar os Custos - O processo de monitoramento do status do projeto para atualizar custos e gerenciar mudanças da linha de base dos custos.

2.2 O PLANEJAMENTO DE PROJETOS

É fundamental que o gerente conheça os níveis de planejamento e suas áreas de atuação que podem ser de curto, médio e longo prazo, além de envolver setores da empresa, desde divisões ou departamentos até a empresa como um todo. (SANTOS, 2010).

A Figura 02 mostra a classificação do planejamento, o Estratégico, o Tático e o Operacional, cada um destes níveis está associado a um estágio do processo de tomada de decisões assim como também aos níveis das informações correspondentes a suas entidades envolvidas no processo de planejamento.

Figura 2 - Níveis de Planejamento



Fonte: Adaptada de Paula (2015)

Planejamento Estratégico, segundo Oliveira (2007), é o processo que fornece a sequência do melhor caminho a ser seguido, sempre alinhado a um alto nível de interação com fatores incontrolláveis, de forma inovadora e diferenciada. Geralmente fica sob responsabilidade dos níveis mais altos da empresa e direciona seus objetivos e tomadas de decisão, considera as condições externas e internas da empresa e o resultado esperado.

O planejamento estratégico pode ser desdobrado em vários planejamentos táticos, que por sua vez precisam ser organizados e trabalhados de forma que contribuam no alcance dos objetivos no planejamento estratégico. (CHIAVENATO, 2003).

Ainda de acordo com Chiavenato (2003), tática é um esquema específico de emprego de recursos dentro de uma estratégia. O planejamento tático tem seu foco nos objetivos de médio prazo, e em ações e estratégias, que afetem apenas setores específicos da empresa, contribui no alcance dos objetivos pré-fixados no planejamento estratégico utilizando os recursos disponíveis da forma mais eficiente possível, (SANTOS, 2010).

O Planejamento normalmente designado aos níveis mais baixos da hierarquia empresarial, segundo Assumpção (1990), é o Planejamento Operacional. Fornece condições adequadas à execução de atividades diárias, e corresponde a formalização, desenvolvimento e implementação de atividades já estabelecidas. O Planejamento Operacional contribui com decisões que envolvam estratégias da produção: prazos, custos e manipulação dos recursos. Engloba as funções que estabelecem as diretrizes de produção (Sistema de programação), tais

como; cronogramas, materiais, mão de obra, equipamento, entre outros; e as que são responsáveis pela aferição e acompanhamento do andamento da obra (Sistema de controle), com o objetivo de detectar eventuais desvios na programação e definir novas diretrizes da produção.

Segundo Oliveira (2007), cada planejamento operacional deve conter os seguintes detalhes:

- Os recursos necessários para o seu desenvolvimento e implantação;
- Os procedimentos básicos a serem adotados;
- Os resultados esperados;
- Os prazos estabelecidos; e
- Os responsáveis por sua execução e implantação.

O Planejamento Operacional normalmente é elaborado pelos níveis organizacionais com foco nas atividades do dia a dia e segundo Mendes Júnior (1999), envolve as decisões tomadas para atender o trabalho diário e destina-se a liberar ações de rotina de produção. Dentro destes níveis são considerados itens como análise dos procedimentos executivos das etapas do projeto, análise da produtividade de mão de obra, sequenciamento de atividades, análise dos caminhos críticos, simulação da demanda de recursos, custos e prazos, entre outros. Segundo Assumpção (1990), as técnicas utilizadas para o planejamento de um projeto têm como função principal a criação de modelos que possibilitem essa simulação de cenários. Para análise destas técnicas utiliza-se os conceitos básicos de Modelo e Simulação.

Conforme Assumpção (1990), Modelo é a representação de uma situação real, onde dele pode ser analisado o comportamento desta situação como se ela estivesse de fato ocorrendo. A situação real pode ser representada tanto por um modelo físico (um protótipo do elemento real) como por um processo ou modelo conceitual capaz de fazer abstrações da realidade, podendo ser representado de várias formas como gráficos, formulações matemáticas ou regras interpretativas. Através de modelos físicos podem ser elaboradas as mesmas previsões. Como exemplo de modelos conceituais, temos os modelos de rede, fluxogramas e modelos matemáticos, que nos apresentam estimativas nas formas de orçamentos, cronogramas, histogramas, entre outros.

Assumpção (1990), ainda menciona que para o planejamento de obras é utilizado os modelos conceituais, por serem mais econômicos, e por permitirem estabelecer um elevado

número de situações a serem representadas. O ato de submeter os modelos a diferentes situações a fim de verificar seu comportamento dá-se o nome de simulação.

A Simulação é a reprodução do funcionamento de um sistema com o auxílio de um modelo, o que nos permite testar algumas hipóteses sobre o valor das variáveis controladas (ARAÚJO e SOUZA, 2010).

Segundo Stamm (1998), simulação é o processo de construção de um modelo que representa o sistema real, e da condução de experimentos neste modelo, com o propósito de entender o comportamento do sistema e/ou avaliar várias estratégias para a operação do sistema. Consiste na utilização de técnicas matemáticas através de computadores, as quais possibilitam que o funcionamento de qualquer tipo de operação seja reproduzido de forma semelhante a vida real e fornece a possibilidade de o analista encontrar solução para a pergunta “O que aconteceria se?”, para diferentes sistemas. O uso de simuladores, possibilita aos analistas considerarem níveis de detalhamento jamais imaginados, permitindo que pequenos detalhes possam ser notados (FREITAS FILHO, 2008),

O processo da simulação possibilita que quando ocorrerem desvios do planejamento, possam ser geradas novas informações sobre a programação e estas informações são fornecidas pelos seguintes instrumentos:

2.2.1 Estrutura Analítica de Projeto

Segundo Larson e Gray (2018), a Estrutura Analítica de Projeto (EAP) é um processo hierárquico onde as entregas do projeto são subdivididas em elementos de trabalho cada vez menores e estabelece suas relações com os itens finais do projeto. A EAP organiza, define e representa o trabalho especificado na declaração de escopo do projeto. Criar a EAP é o processo de subdivisão das entregas e do trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis. O principal benefício desse processo é o fornecimento de uma visão estruturada do que deve ser entregue (PMI, 2017).

A Estrutura Analítica de Projeto (EAP) é uma decomposição ordenada do escopo total das atividades a serem realizadas pela equipe de projeto, de forma a alcançar os objetivos do projeto e proporcionar as entregas requeridas. O uso da EAP ajuda a assegurar aos gerentes de projetos que todos os produtos e elementos de trabalho sejam identificados, integrar o projeto com a estruturação atual e estabelecer uma base para controle. Basicamente, a EAP é um esboço do projeto com diferentes níveis de detalhe onde facilita a avaliação de custo, tempo e desempenho técnico ao longo da vida do projeto. (LARSON e GRAY, 2018).

2.2.2 Programação de Tempo e Recursos

O cronograma do projeto fornece um plano detalhado que representa como e quando o projeto vai entregar os produtos, serviços e resultados definidos no escopo do projeto, e serve como ferramenta de comunicação, gerenciamento de expectativas das partes interessadas e como base para a emissão de relatórios de desempenho (PMI, 2017).

Dias (2011) descreve o cronograma físico-financeiro como a representação gráfica do plano de execução de uma obra e engloba o escopo do projeto desde as etapas iniciais, de mobilização e montagem do canteiro, passando por todas as atividades previstas no projeto, até a desmobilização e conclusão da obra.

Vargas (2003) discorre que uma forma muito comum de representação gráfica para cronogramas é o diagrama de Gantt, ou diagrama de barras. O diagrama utiliza barras horizontais, colocadas dentro de uma escala de tempo. O comprimento relativo das barras determina a duração da atividade. Este tipo de gráfico recebe o nome de Gráfico de Gantt, em homenagem ao engenheiro norte-americano, Henry Gantt, que introduziu a utilização do cronograma de barras como ferramenta de controle (MATTOS, 2010).

Figura 3 - Cronograma físico-financeiro

ITEM	SERVIÇOS	VALORES		MÊS 16	MÊS 17	MÊS 18	MÊS 19	MÊS 20	MÊS 21	MÊS 22	MÊS 23	MÊS 24	MÊS 25
1	Serviços preliminares	177.569,35	P	3,73%	3,39%	6,29%	4,34%	0,86%	0,86%	0,92%	0,42%	0,95%	0,42%
			E										
2	Fundação	461.915,45	P	0,48%	2,40%	2,92%	1,58%	1,58%	0,77%				
			E										
3	Estrutura	832.567,90	P	7,38%	7,38%	12,08%	12,08%	12,08%	12,08%	7,38%			
			E										
4	Alvenaria Periferia	38.926,84	P	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%		
			E										
5	Contrapiso	40.824,52	P		11,25%	11,25%	11,25%	13,75%	13,75%	13,75%	13,75%	11,25%	
			E										
6	Contramarcoos	13.992,67	P		11,87%	11,87%	11,87%	11,87%	11,87%	16,88%	11,87%	11,88%	
			E										
7	Grade Corta Fogo	2.757,77	P		12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	
			E										
8	Chapisco Interno	10.320,47	P	5,64%	5,64%	5,64%	10,00%	11,26%	15,00%	15,00%	15,00%	8,10%	4,26%
			E										
9	Emboço Interno	20.790,47	P				8,75%	8,75%	16,25%	16,25%	16,25%	16,25%	8,75%
			E										
10	Alvenaria Interna	102.214,00	P			12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%
			E										
11	Gesso	15.436,20	P				11,25%	11,25%	13,75%	13,75%	13,75%	13,75%	11,25%
			E										
12	Impermeabilização	52.561,58	P		1,63%	1,67%	1,67%	1,67%	2,95%	5,67%	2,48%	3,48%	19,95%
			E										
13	F. Chapisco-Emboço e Cerâmica (aplicaç	93.555,22	P							2,63%	13,16%	13,11%	13,11%
			E										
14	Material Fachada	29.309,54	P							12,50%	12,50%	12,50%	12,50%
			E										

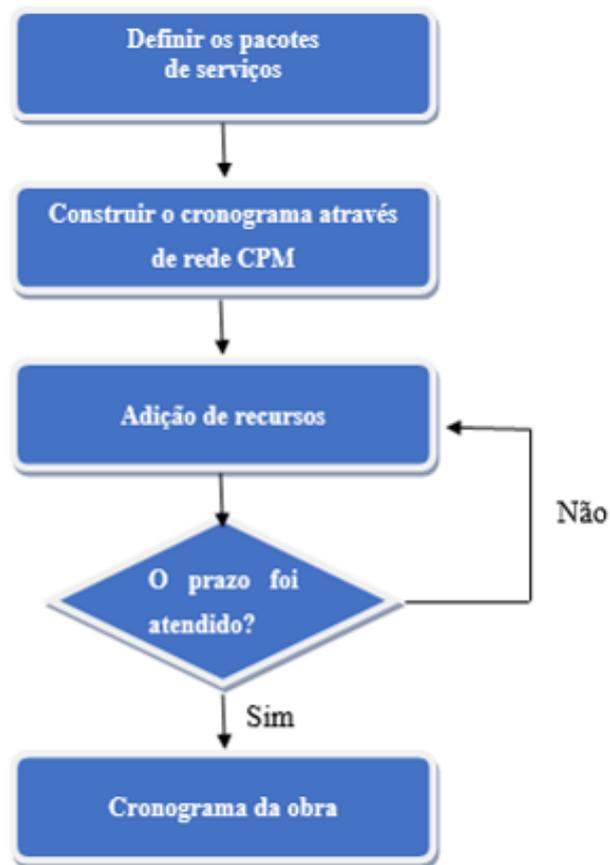
Fonte: O autor (2022)

De acordo com Cardoso (2011), pode-se agregar valor ao gráfico de Gantt definindo, para cada atividade, os percentuais programados em cada unidade de tempo, bem como seu custo correspondente. Os totais por unidade de tempo representam os desembolsos

necessários à construção do empreendimento, desembolsos mensais, quinzenais etc. Dessa forma é estabelecido o cronograma físico-financeiro (Figura 3).

As construtoras, segundo Do Nascimento e Alencar (2019), necessitam de um sistema eficaz de planejamento que deve ser executado, obedecendo o cronograma e sua sequência de atividades. Do Nascimento e Alencar (2019) apresentam um framework da metodologia de planejamento (Figura 4).

Figura 4 - Metodologia de Planejamento tradicional



Fonte: Adaptada de Do Nascimento e Alencar (2019)

Percebe-se que o prazo está diretamente associado à adição de recursos, o que ratifica a importância quando, no processo de agendamento, atentar para essa etapa (o planejamento de recursos).

Mattos (2010) assente que o gráfico de Gantt, por si só, não atende aos requisitos para gerar cronogramas de projetos mais elaborados ou complexos. Muitos métodos de planejamento foram criados e/ou adaptados para a indústria da construção civil e os bons resultados dos projetos dependem diretamente da escolha desses métodos na hora de planejar.

Segundo René e Harmelink (2001), o método de programação mais adequado é aquele que proporciona clara representação das atividades e suas relações, a capacidade para representar e calcular a produtividade, os gastos e a utilização dos recursos e a determinação do caminho crítico ou atividades que controlam a duração do projeto. Pesquisas realizada por René e Harmelink (2001) recomendaram algumas correlações desses métodos com o tipo de obra, essas são apresentadas na Tabela 1 - Método de programação recomendadas para diferentes tipos de projeto:

Tabela 1 – Método de programação recomendadas para diferentes tipos de projeto

Tipos de Projeto	Características	Métodos
Projetos lineares e contínuos (gasodutos, ferrovias, túneis, rodovias)	Poucas atividades; realizado ao longo de um caminho/espaco linear; rígida sequência lógica.	Linha de Balanço (LOB); Gráfico de Gantt; Programação Linear (LSM)
Projetos multiunitários repetitivos (complexo de habitações, edifícios)	Produto final é um grupo de unidades similares; as mesmas atividades durante todos os projetos.	Linha de Balanço (LOB); Caminho Crítico (CPM).
Arranha-céu	Atividades repetitivas; grande quantidade de atividades; lógica rígida para algumas atividades, flexível para outras; cada andar é considerado como uma unidade de produção.	Linha de Balanço (LOB); Caminho Crítico (CPM); <i>Last Planner System</i> (LPS); Produção Vertical (VPM).
Um projeto de um tipo (indústria, ponte, projetos complexos)	Grande o número de atividades; projeto complexo; atividade de natureza discreta.	Caminho Crítico (PERT/CPM); <i>Last Planner System</i> (LPS);
Projeto simples	Relativamente com poucas atividades; indica somente uma dimensão de tempo.	Gráfico de Gantt

Fonte: Adaptado de René & Harmelink, (2001); Henrich, Tilley & Koskela (2005)

Dessa forma, este estudo se valerá dos seguintes métodos:

a) Técnicas de Redes

Segundo Limmer (2010), técnica de programação de Rede são grafos degenerados, que resultam da teoria dos grafos e tiveram origem na busca de uma solução para transitar em uma rede viária interligando quatro pontos da cidade de Königsberg, sem passar duas vezes por um mesmo ramo da rede. Esse problema foi formulado em 1736 por Leonhard Paul Euler, matemático e físico suíço de língua alemã que passou a maior parte de sua vida na Rússia e na Alemanha, fez importantes descobertas em campos variados nos cálculos e grafos.

Na década de 50, o trabalho pioneiro de Johnson (1954) e o trabalho de Jackson (1956) deram início à teoria da programação que constituiu a base teórica clássica do sequenciamento de máquinas (MACCARTHY e LIU, 1993).

Em 1957, o método de programação CPM, que privilegia o controle preciso do tempo e se aplica quando os aspectos determinísticos são dominantes no projeto, foi desenvolvido pela empresa E.I. Du Pont de Nemours, EUA, com assessoria da empresa Remington – Sperry Rand Corporation. (HIRSCHFELD, 1987).

Ainda segundo Hirschfeld (1987), em 1958 a Marinha Norte Americana, quando da construção do projeto Polaris, trabalhando em conjunto com a empresa Lockheed e com a Booz, Allen & Hamilton Int., desenvolveu o método PERT (Técnica de Avaliação e Controle de Programas), que privilegia prazos e custos e se aplica melhor quando os aspectos probabilísticos são dominantes no projeto.

O Método do Caminho Crítico (CPM) desenvolveu-se basicamente como uma extensão do gráfico de Gantt/Barras, para determinar matematicamente a sequência de atividades que precisaria ser seguida para permitir que o projeto fosse concluído no menor tempo possível. (HENRICH *et al.*, 2005).

O caminho crítico pode ser entendido como qualquer sequência de tarefas que possui folga zero. Por outro lado, Mello (2009) defende o fato de que encontrar a sequência de atividades com folga zero não signifique que o caminho crítico do projeto tenha sido encontrado, pois ele acredita que o caminho crítico deve ser qualquer conjunto de tarefas que se deva prestar atenção especial para preservar as metas de cronograma, custo e escopo (junto com outros objetivos do projeto). Mello (2009) ainda conceitua que o caminho crítico é aquele em que se consegue localizar as atividades críticas, e estas por sua vez, não contém folgas e o atraso ocorrido nelas deve atrasar o projeto. Estas atividades são críticas porque consomem uma grande quantidade de dinheiro ou tomam os recursos mais qualificados ou talvez sejam mais arriscadas que outras atividades. Uma vez discorrido o dilema, o certo é que ter algum método matemático que auxilie na identificação do Caminho Crítico, apetece-me parafrasear desse autor, é muito melhor do que nada, mesmo podendo não ser o melhor.

Conforme Prado (2002), as técnicas PERT e CPM são extremamente parecidas e a diferença entre elas se encontra fundamentalmente em como se determina a duração de cada tarefa. Assim, no método CPM as avaliações são feitas com base em determinações baseadas em experiências anteriores, consideradas como certas, por isso é chamado métodos determinísticos. Moreira (2008), acrescenta que a utilização do CPM é feita em projetos com estimativas bem acuradas de tempo, sendo que cada atividade tem uma só medida

determinística de tempo. Já o PERT enfrenta essa questão tratando a duração de cada atividade como uma variável aleatória com alguma distribuição de probabilidade associada e é empregada quando as atividades possuem certa imprecisão em sua duração.

Santos (2003) define PERT como um modelo probabilístico “no qual a duração de cada atividade é uma variável aleatória de modo que, para cada atividade, são feitas três estimativas de duração”, conforme descrito abaixo:

- Tempo otimista: duração mais provável se a execução da atividade não tiver nenhum problema.
- Tempo pessimista: duração mais provável se a execução da atividade tiver problemas.
- Tempo mais provável: duração provável quando a atividade for realizada em condições normais.

De acordo com Mahdi (2004), tem-se uma preferência ao método CPM a projetos com aspectos determinísticos relevantes, enquanto o método PERT, comumente utilizado na indústria de transformação, é mais adequado aos aspectos probabilísticos.

A partir de 1962, iniciou-se a utilização do método híbrido ao qual se denominou “PERT-CPM”, tornando-se o método clássico para planejamento de projetos aplicáveis a obras com necessidade de mais detalhamento do que aquelas onde se aplica o Diagrama de Barras (Gantt). Larson e Gray (2018), discorre que as redes podem ser representadas de duas maneiras: atividade em nó (AON, do inglês *activity-on-node*) e atividade em seta (AOA, do inglês *activity-on-arrow*).

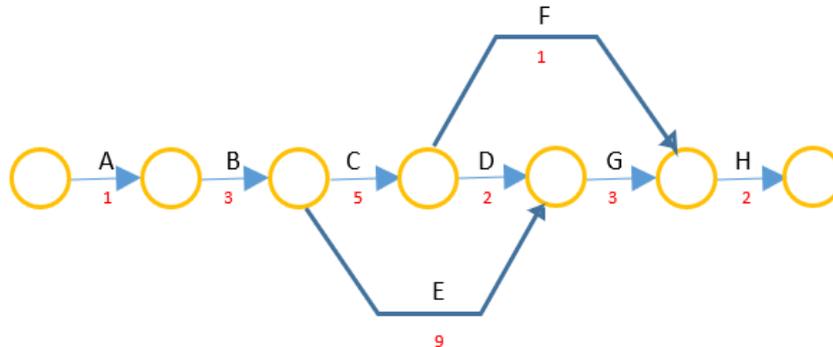
De acordo com Limmer (2010), para elaborar uma rede de planejamento procede-se da seguinte maneira:

- I. Listar todas as atividades do projeto;
- II. Estabelecer a ordem de execução das atividades, ou seja, a lógica da rede;
- III. Determinar a duração de cada atividade;
- IV. Determinar os eventos iniciais e finais da rede;
- V. Determinar as atividades que podem ser executadas em paralelo;
- VI. Calcular as datas dos eventos iniciais e finais de cada atividade.

As Figuras 5 e 6 - Diagrama de rede – apresentam as atividades representadas por setas e por nós (blocos). Hoje, o método da atividade em nó acabou dominando quase todos os planos de rede de projeto. As setas indicam como as atividades se relacionam e a sequência

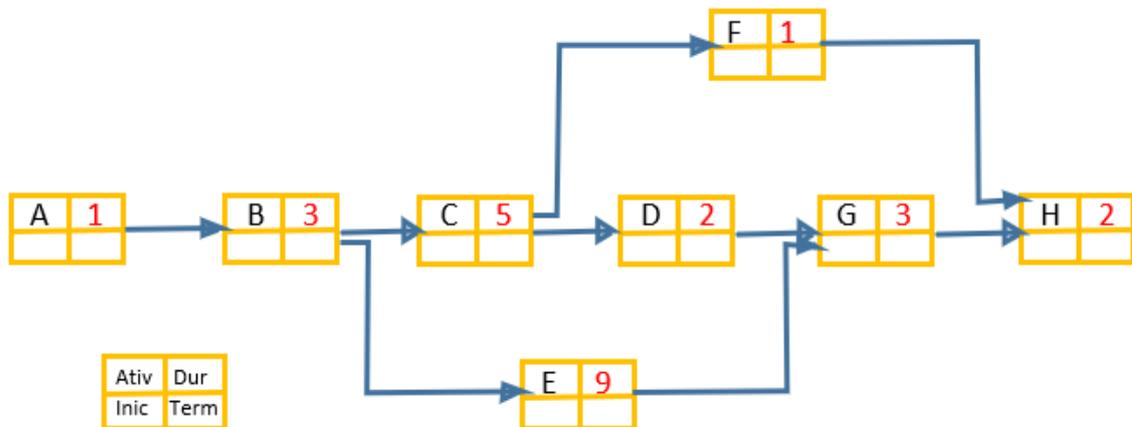
em que as atividades precisam ser realizadas. Na prática, as atividades possuem números de identificação e descrições.

Figura 5 – Diagrama de rede por seta



Fonte: Adaptada de Mattos (2010)

Figura 6 – Diagrama de rede por nó



Fonte: Adaptada de Mattos (2010)

Mattos (2010) discute que os fundamentos básicos do CPM utilizam tanto conceitos sobre o método de diagramação de flechas (ADM – *Arrow Diagramming Method*) quanto sobre o método de diagramação de precedências (PDM – *Precedence Diagramming Method*).

Como constatado no que foi discorrido até agora, existem diferentes nomenclaturas utilizadas pelos especialistas. Seguem algumas nomenclaturas utilizadas para o diagrama de flechas: Método das setas; Método Americano; Método da atividade na seta; Diagrama i-j; *Arrow Diagramming Method* (ADM); *Activity-on-Arrow* (AOA) e; *Arrow and Circle Method*

(ACM). E para o diagrama de nós: Diagrama de blocos; Diagrama de precedências; Método dos potenciais; Método Francês; Método da Atividade em nó; *Precedence Diagramming Method* (PDM) e; *Activity on node* (AON).

Para Mattos (2010), o método ADM é menos flexível que o PDM. Nele se definem as relações lógicas entre as atividades, término-início (convencional), início-início, término-término e início-término através de caixas ou blocos.

Sumner e Barnes (2008) afirma que, o que tem se tornado umas das principais causas dos cronogramas falhos é a flexibilidade existente no método PDM, pois os problemas começam quando as relações tidas como não-convencionais, não são utilizadas ou coordenadas adequadamente.

Para a criação e leitura da rede, existem alguns conceitos que precisam ser conhecidos. Mattos (2010), Limmer (2010) e Maldonado e Nakagawa (2002), trazem estes conceitos da seguinte maneira:

- Atividade – tarefa a ser executada;
- Evento – ponto no tempo, que caracteriza instantes de projeto. Por não ser uma operação física, o evento não consome nem tempo nem recursos;
- Evento inicial – apresenta a data de início da rede. Alerta-se que toda rede deve iniciar de um evento único;
- Evento final – apresenta a data final do programa;
- Primeira Data de Início (PDI) – data na qual uma atividade poderá ser iniciada, cumpridas todas as atividades que lhe sejam antecessoras;
- Primeira Data de Término (PDT) – consiste na data de término de uma atividade iniciada no PDI, e cuja duração prevista tenha sido atendida;
- Última Data de Início (UDI) – consiste na data limite na qual uma atividade tem que ser iniciada para poder terminar na sua UDT;
- Última Data de Término (UDT) – consiste na data limite na qual uma atividade tem que ser concluída a fim de não atrasar o início das atividades que a sucedem;
- Tempo Disponível (TD) – diferença entre PDI e UDT de uma determinada atividade;
- Folga Total (FT) – soma da folga livre de uma atividade com a menor entre as folgas livres das atividades que lhe sejam imediatamente sucessoras;
- Folga Livre (FL) – tempo permitido para atraso de uma atividade do cronograma sem atrasar o início mais cedo de qualquer uma das atividades Sucessoras;

- Dependência – relação entre as atividades contíguas, de modo que uma atividade;
- Atividades em Série – quando as atividades são postas de forma que o início de uma dependa da conclusão de outra, diz-se que elas são realizadas em série;
- Atividades em Paralelo – quando mais de uma atividade podem ocorrer simultaneamente, diz-se que estão em paralelo;
- Atividade Fantasma – também conhecida como fictícia, muda ou virtual, estas atividades surgem para resolver problemas de numeração ou de lógica. Não se trata de algo que precise ser realizado no projeto, a ela não é atribuído nem tempo nem recurso;

Atualmente o planejamento de rede é a técnica amplamente utilizada no campo da construção civil (DAMCI, 2013). Porém, os problemas mais complexos de programação, os quais envolvem alocação de recursos, segundo Ichihara (1998), consistem no nivelamento e na alocação de recursos limitados. O gráfico de Gantt e os métodos de rede originalmente não possuem mecanismos para resolver esta classe de problemas, e embora ao longo do tempo tenham sido criados muitos procedimentos auxiliares, estes apresentam limitações de eficiência e efetividade.

A citação, apresentada anteriormente, atribuída a Mello (2009) sobre o caminho crítico ser qualquer conjunto de tarefas que se deva prestar atenção especial para preservar as metas de cronograma, custo e escopo e não só aquela que apresenta folga zero, na visão do autor deste trabalho, poderia bem afirmar-se que faz referência ao trabalho do físico Israelense Eliyahu Goldratt, que em 1997 elaborou conceitos adaptados da Teoria das Restrições (1984), também de sua autoria, que consideram, além do tempo de execução e a relação lógica entre cada tarefa (CPM), o conflito de recursos entre elas. A esse método deu-se o nome de CCPM (*Critical Chain Project Management*) ou Método da Corrente Crítica de Projeto.

Segundo Mattos (2010), a técnica do caminho crítico tradicional (CPM) considera a relação lógica entre as atividades para determinar sequência de maior duração na rede, enquanto o CCPM define a corrente crítica como a cadeia mais longa a partir da rede nivelada para os recursos do projeto. Além disso, as atividades devem ter durações comprimidas.

Também afirmam Larson e Gray (2018), que além da rede do projeto poder ser restrita tanto por recursos como por dependências técnicas, o método de Goldratt (1997) também considera fenômenos do comportamento humano na elaboração do cronograma e propõe a redução do tempo estimado de duração dessas atividades através de estimativas mais agressivas, removendo o excesso da margem de segurança, de modo estruturado.

Larson e Gray (2018) faz o seguinte questionamento: “Por que, se há uma tendência de se superestimar as durações das atividades e acrescentar margem de segurança ao final de um projeto, tantos projetos atrasam suas programações?”.

Goldratt (1997) pontuou alguns princípios que se seguem:

- Lei de Parkinson: O ritmo do trabalho será ditado pela data de entrega e os funcionários tirarão vantagem do tempo para colocarem outras coisas em dia, assim, o trabalho preenche o tempo disponível;
- Autoproteção: Os participantes deixam de relatar términos mais cedo por receio de que a gerência resolva ajustar seus padrões futuros.
- Bastão abandonado: Goldratt (1997) compara o projeto com uma corrida de revezamento - uma vez que o tempo de um corredor é desperdiçado se o próximo corredor não estiver pronto para receber o bastão, o tempo ganho ao terminar uma tarefa mais cedo é perdido se o próximo grupo não estiver pronto para receber o trabalho do projeto.
- Multitarefa em excesso: Quando o pessoal está locado em diversos projetos, atividades ou missões ao mesmo tempo, acontecem interrupções dispendiosas que quando vista isoladamente, a perda de tempo pode parecer mínima, mas, quando olhada como um todo, os custos de transição podem ser descomunais.
- Gargalos de recursos: Em organizações de multiprojetos, eles são frequentemente atrasados porque recursos necessários estão presos ao trabalho de outros projetos.
- Síndrome de estudante (procrastinação): Da mesma forma como os estudantes atrasam a elaboração de um trabalho, os funcionários atrasam o início das tarefas. Obstáculos em geral não são detectados até que ela esteja em andamento fazendo com que se a oportunidade de lidar com esses obstáculos e terminar a tarefa em tempo fica comprometida.

b) Linhas de Balanço

A técnica da linha de balanço (*Line of Balance – LOB*) para a organização das tarefas foi criada pela empresa Goodyear[®] nos anos de 1940. Suas primeiras aplicações foram na indústria de manufaturados para programar o fluxo de produção, além de ter sido utilizada pela Marinha dos Estados Unidos na Segunda Guerra Mundial (MATTOS, 2010).

A linha de balanço, conforme discorre Formoso *et al.* (2001), é uma técnica onde o que define o ritmo dos serviços é a disponibilidade de recursos (mão-de-obra ou equipamentos). Em comparação a técnica de diagrama de Gantt e as redes de precedência de

atividades, a LOB tem a vantagem de apresentar explicitamente o fluxo das diferentes equipes na obra, garantindo um ritmo contínuo do trabalho das principais equipes de produção, que é um dos requisitos para o aumento da eficiência.

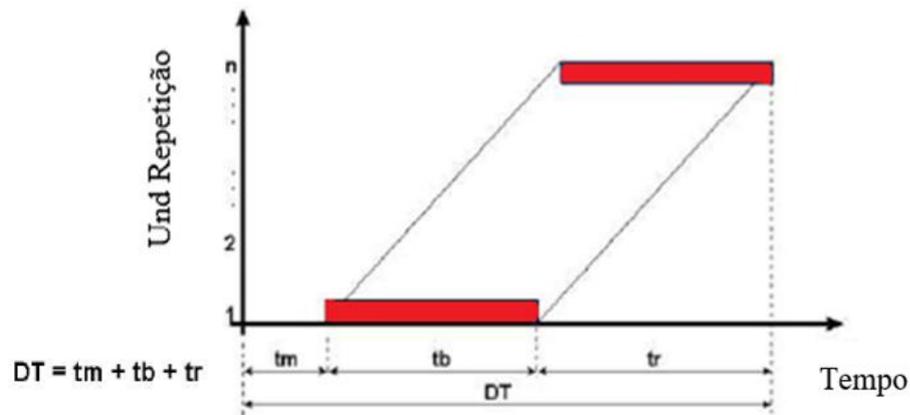
Mendes Júnior (1997) conceitua a Linha de Balanço como uma técnica derivada de um gráfico de barras de Gantt, onde ao invés de colocarmos as atividades ou fases no eixo vertical, colocamos, por exemplo, os pavimentos. Cada barra continua representando uma atividade ou fase da obra, porém, deixa de ser horizontal para se ter uma inclinação que representará o ritmo com que avança pelos pavimentos.

Segundo Limmer (2010), também conhecida como Tempo-Caminho, a LOB é uma técnica gráfica que propõe um conjunto de linhas onde nos informa sobre a produção e a duração de cada atividade repetitiva num formato gráfico facilmente interpretado tanto pelo pessoal de canteiro quanto ao de projeto.

Mendes Júnior (1997) discorre que a linha de balanço pode ser utilizada como controle visual do avanço dos serviços da obra traçando ao lado da linha do serviço planejado uma linha do serviço executado. Todos os principais componentes necessários à programação de obra também podem ser identificados na Linha de Balanço: a) O que deve ser feito? b) Quem deve fazer? c) Onde fazer? d) Quando fazer?

Para Su e Lucko (2016), a técnica da linha de balanço é indicada para projetos com atividades repetitivas e baseada no fato de que toda construção tem um ritmo natural e que qualquer desvio nesse ritmo provoca perdas de recursos e tempo. Como o comportamento das linhas atribuídas indica o ritmo de conclusão das unidades de repetição, o desejado é que o balanceamento seja dado por ritmos constantes. A representação básica da linha de balanço (Figura 7) mostra como o diagrama é elaborado em função do Tempo de Mobilização (tm), Tempo de Base (tb) e do Tempo de Ritmo (tr), assim como também, fazer sua leitura. (DO NASCIMENTO e ALENCAR, 2019).

Figura 7 – Representação básica da linha de balanço



Fonte: Adaptada de Heineck (1996).

Sendo:

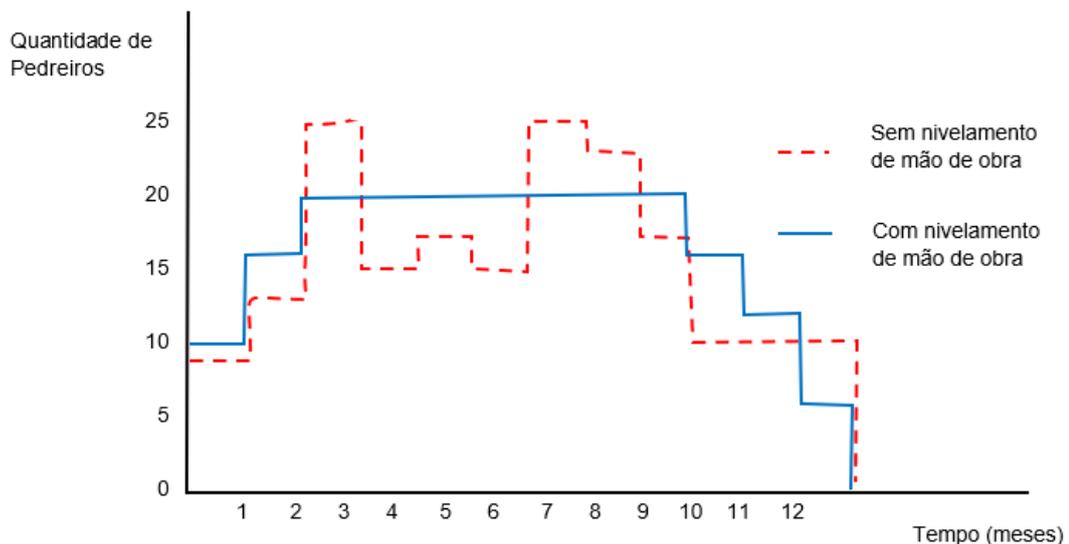
- Duração Total (DT): a duração total do empreendimento pode ser oriunda de imposições políticas, comerciais ou técnicas
- Unidade de repetição (n): a definição da unidade de repetição é uma decisão estratégica que depende de vários fatores, tais como: tipo de obra, tipo de tecnologia a ser empregada, disponibilidade de mão de obra e equipamentos, possibilidade de agregar atividades afins etc.;
- Tempo de Mobilização (tm): é o tempo necessário para executar os serviços preliminares não repetitivos, tais como: fundações, pilotis e térreo;
- Tempo de Base (tb): é o tempo necessário para a execução de uma unidade;
- Tempo de Ritmo (tr): é tempo necessário para a execução de todas as unidades de repetição (menos a primeira); (HEINECK,1996, DO NASCIMENTO e ALENCAR, 2019).

Em um projeto em que vários serviços têm caráter repetitivo, Mattos (2010) pondera que o planejador pode ser induzido a imprimir-lhes o mesmo ritmo, o que gera o chamado planejamento paralelo. Isso, no entanto, nem sempre é factível do ponto de vista operacional. Esse autor ainda discorre que na construção de um prédio de vários andares, pode-se definir um ciclo de 1 semana por pavimento para os principais serviços, porém alguns serviços muito rápidos se tornam distorcidos se forem programados para durar 1 semana por pavimento. Da mesma forma, outros serviços mais lentos precisariam de um efetivo muito grande de operários para conseguir cumprir a etapa em 1 semana. Assim, o balanceamento de recursos,

consiste em atribuir a cada serviço um ritmo compatível com sua equipe ótima de forma a executar todas as atividades de uma maneira contínua sem interferências, ou seja, define a declividade ideal de sua linha de balanço (MATTOS, 2010).

Segundo Mattos (2010), a presença de oscilações na quantidade de recursos é frequente nos histogramas, desencadeando o aparecimento de grandes picos e vales, os quais podem ser suavizados pelo nivelamento de recursos, que é uma solução pela qual atividades são deslocadas dentro do limite de suas folgas, reduzindo o pico de recursos necessários sem alterar o prazo do projeto. A Figura 9 – Balanceamento de mão de obra – mostra um exemplo desse comportamento:

Figura 8 – Balanceamento de mão de obra



Fonte: Adaptada de Mattos (2010)

Para Mendes Júnior (1997), o balanceamento das linhas pode ser obtido através de: a) Eliminação de conflitos entre equipes pela mudança da data de início da tarefa ou pela mudança de ritmo. O número de operários executando a tarefa basicamente é o que indica o ritmo; b) Eliminação dos gargalos (interrupção, atrasos ou problemas no fluxo da produção) na obra, definição de estratégias de execução que permitam o espalhamento das atividades pela obra diminuindo o tempo de ocupação ou de entrega de uma unidade, entre outras decisões gerenciais que a LOB pode apoiar de uma forma mais efetiva do que outras técnicas de planejamento e controle.

Gehbauer *et al.* (2002), afirmam que o planejamento dos recursos está estritamente relacionado com o planejamento dos prazos de execução dos serviços, pois a duração da

disponibilização de recursos e sua quantidade necessária podem ser reduzidas com base no cronograma. Dessa forma, Larson e Gray (2018) corroboram afirmando que quando o número de pessoas e/ou equipamentos não for adequado para atender ao pico de demanda das exigências e for impossível obter mais, o gerente de projetos se depara com um problema de restrição de recursos.

Morillo *et al.* (2015), diz que os problemas de sequenciamento em projetos com restrição de recursos (RCPS), pode ser resolvido através da utilização da otimização clássica ou métodos heurísticos. Morillo *et al.* (2015) ressalta que os métodos exatos são algoritmos que utilizam técnicas analíticas ou matemáticas, voltando a resolução para uma solução ótima, caso ela exista. Entretanto, segundo Fahmy *et al.* (2014), o tempo de processamento do problema vai se tornando inviável à medida que as instâncias do problema aumentam. Ainda segundo Morillo *et al.* (2015), os métodos heurísticos são algoritmos que se baseiam em um processo de obtenção de uma solução aproximada da solução dita ótima, ou seja, retornando boa solução para o problema em vista de sua complexidade, fazendo uso de um menor gasto computacional e de tempo. (MAROTTA *et al.*, 2018).

Larson e Gray (2018), discorre sobre o jeito de priorizar e alocar recursos para minimizar o atraso no projeto sem exceder o limite dos recursos ou alterar as relações técnicas da rede. Segundo os autores, a heurística prioriza quais atividades têm recursos alocados e quais atividades são atrasadas quando os recursos não são adequados.

As atividades devem ser programadas usando as regras de precedência heurística na ordem apresentada:

1. Folga mínima;
2. Menor duração;
3. Menor número de identificação de atividade.

No planejamento paralelo citado por Mattos (2010), a abordagem mais largamente utilizada para aplicar a heurística de Larson e Gray (2018), quando duas ou mais atividades exigem o mesmo recurso, as regras de precedência são aplicadas. Por exemplo, três atividades que possuem a mesma data de início mais cedo (ES) e exigem o mesmo recurso, a primeira atividade inserida no planejamento será a atividade com menor folga (regra 1). Se todas as atividades tiverem a mesma folga, a próxima regra será recorrida (regra 2), e a atividade com a menor duração seria colocada primeiro no planejamento. Quando todas as atividades possuem a mesma folga e a mesma duração, o embate é resolvido pelo menor número de identificação de atividade (regra 3), o número de ID.

Larson e Gray (2018), consideram os impactos do planejamento restrito por recursos como nos programas de nivelamento, em que reduz a folga, reduz a flexibilidade ao usar a folga para assegurar que o atraso seja minimizado, e aumenta o número de atividades críticas e quase críticas. A complexidade do planejamento aumenta porque os recursos restritos são adicionados à restrição técnica. Datas de início agora podem ter duas restrições (precedência e recursos). O tradicional conceito de caminho crítico de atividades sequenciais do início ao fim do projeto não é mais significativo. As restrições de recursos podem quebrar a sequência e deixar a rede com um conjunto de atividades críticas desconexas. De outro modo, as atividades paralelas podem se tornar sequenciais. Atividades com folga em uma rede limitada por prazo podem mudar de críticas para não críticas.

Ainda, esses autores lembram que o benefício de se fazer esse planejamento antes de o projeto iniciar deixa tempo para considerar alternativas razoáveis como, se um atraso programado é inaceitável ou o risco de o projeto ser atrasado é muito alto, a hipótese de ser um recurso restrito pode ser reavaliada, as alternativas de tempo-custo podem ser consideradas ou se as prioridades podem ser alteradas. Ademais, fornecem as informações necessárias para preparar os orçamentos dos pacotes de trabalho distribuídos no tempo com datas. Uma vez determinados, eles fornecem meios rápidos para um gerente de projetos sondar o impacto de eventos não previstos, como movimentação de pessoal, paralisação de equipamentos ou transferência de pessoal do projeto (LARSON e GRAY, 2018).

Conforme Vargas (2009), o grande benefício do balanceamento é que as atividades seguirão ritmos de produção previamente definidos. Nesta situação, diz-se que a produção está balanceada. É este balanceamento que permite definir quantas unidades, pavimentos, trechos ou lotes, estarão concluídos num determinado tempo, onde permite o estudo do reaproveitamento de equipes, uma melhor programação das equipes evitando interrupções do trabalho e melhorando a sua produtividade, assim resulta na minimização dos estoques de produtos em processo, melhora as possibilidades de implantação do trabalho em grupo ou células de produção, modulando melhor o trabalho com suas tarefas definidas.

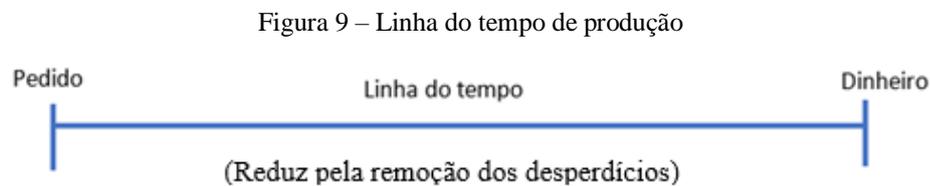
É perceptivo a semelhança entre o objetivo de balancear recursos com outro conceito que atenta à redução do desperdício. O “*Lean Thinking*” (Mentalidade Enxuta) identifica com clareza as necessidades de ampliação das boas práticas, possibilitando a discussão, desenvolvimento e aprendizado dos conceitos apresentados. (EASTMAN et al., 2014; CAMPESTRINI et al., 2015).

2.3 O “LEAN THINKING” E O PLANEJAMENTO

O conceito “*Lean Thinking*” (Mentalidade Enxuta) foi desenvolvido para a indústria automobilística no Japão a partir da década de 50 pelo engenheiro Taiichi Ohno. O termo “*Lean*” foi adotado por Womack e Roos (1990), visando caracterizar um novo paradigma de produção, para contrapor ao paradigma tradicional de produção em massa.

A base da mentalidade enxuta é a eliminação de desperdícios. Ohno (1997) a define como: “reduzir a linha de tempo, do momento que o cliente faz o pedido até o ponto de receber o dinheiro, removendo os desperdícios que não agregam valor ao longo desta linha”.

A Figura 9 representa esquematicamente essa definição:



Fonte: Adaptado de Ohno (1997)

Ohno (1988) apud Koskela (1992) define sete tipos de desperdício durante o processo de produção: superprodução, espera, transporte, processamento desnecessário, estoque, movimento e defeito. Naveen *et al.* (2013) aponta um oitavo desperdício, o intelectual, quando pessoas que fazem o trabalho são ignoradas quanto a assuntos relacionados às suas atividades. Esses autores diferenciam dois tipos de desperdícios: atividades que não agregam valor, do ponto de vista do cliente, mas que são necessários no atual estágio de desenvolvimento tecnológico (ex.: alguns tipos de inspeção) e atividades que não agregam valor e que podem ser eliminadas imediatamente.

Ferraz *et al.* (2020) comentam que devido a semelhança entre os processos da indústria de manufatura com as características peculiares da indústria da construção civil, a literatura aborda maneiras de adaptação do “*Lean*”. Para compreender melhor os fundamentos em que a filosofia se baseia, segue ilustrado na Figura 11 os princípios apresentados por Aziz & Hafez (2013):

Figura 10 – Os princípios da Filosofia “Lean”



Fonte: Adaptado de Ferraz et al. (2020) e Silva (2016)

Picchi (2001) reúne os esforços de alguns autores para generalizar o Sistema Toyota de Produção e entender o “*Lean Thinking*”. O autor reúne os 5 princípios de Wamack e Jones (1998) para compreender a Produção Enxuta:

- 1) Valor: Apesar de óbvio, são inúmeras as empresas que projetam seus produtos e prestam serviços, negligenciando aspectos fundamentais para os clientes.
- 2) Cadeia de Valor: Identificar a cadeia de valor e remover os desperdícios desde a matéria prima até sua entrega ao consumidor, como: transportes, estoques, retrabalhos.
- 3) Fluxo: A produção segue um fluxo contínuo sem estoques intermediários e nem paradas durante o processamento. Isso traz inúmeros benefícios: menor tempo de produção, qualidade em 100% e eliminação de movimentos e transportes desnecessários.
- 4) Puxar: Produzir mais que o necessário é a forma de desperdício mais combatida, a Produção Enxuta significa produzir somente para atender a demanda.
- 5) Perfeição: Melhoria contínua identificando causas dos problemas utilizando métodos específicos como os cinco “porquês” e outras ferramentas da qualidade.

Picchi (2001) afirma que essas regras criam um ambiente com alto grau de delegação que viabiliza mudanças descentralizadas e contínuas, sem criar o caos. Santos *et al* (2002), sugerem que o alcance da excelência é possível e que segue um caminho evolutivo lógico e natural. Este caminho evolutivo inicia-se pela busca da melhoria da qualidade, o que implica reduzir a variabilidade da produção. A partir da obtenção da estabilidade do processo, passa-se a buscar reduções nos tempos de ciclo, redução de custo e, finalmente, flexibilidade da produção.

Gomes *et al* (2021) relatam em estudo de caso, em uma atividade de aplicação de revestimento esmaltado em fachadas, os benefícios da Filosofia do Pensamento Enxuto para um planejamento de obra, garantindo melhor controle dos processos, menos desperdício e conseqüentemente um planejamento mais eficaz com menores desvios de prazo e custo. Os Autores apresentaram como resultado, diante de pequenas ações, a redução de 18,7% no prazo, o que reflete diretamente no custo da atividade.

Silva *et al* (2019) afirmam que apesar de atualmente, grandes empresas têm optado pelo “*Lean*” como uma filosofia de gestão, obtendo êxito em suas operações e gerando maior valor percebido para o cliente, a adoção do pensamento enxuto pelas pequenas e microempresas ainda é restrita. O pouco acesso ao conhecimento de gestão e a forma de estrutura organizacional dificultam um aprofundamento em melhorias (ALKHORAIIF; RASHID; MCLAUGHLIN, 2019).

Diante desse exposto torna-se definitivo que a metodologia da Construção Enxuta venha apresentar-se como importante ferramenta de gestão e planejamento a ser considerada.

2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Com a fundamentação teórica apresentada neste capítulo foi possível compreender o contexto em que esta pesquisa está inserida. Para tal, foi apresentado o conceito de projetos e de gerenciamento de projetos, além dos conceitos do ciclo de vida do projeto, técnicas de programação de tempo e a essência do Pensamento Enxuto.

Dentre as metodologias que possam ser utilizadas para a programação de uma obra foram apresentados os métodos que melhor representam o objeto deste estudo. Foram relacionados a Estrutura Analítica de Projeto e a Programação de Tempo e Recursos com as técnicas de rede e a programação com linha de balanço. Essas ferramentas possibilitam o balanceamento dos recursos e a verificação de seu impacto no projeto.

Diante da fundamentação teórica apresentada, é importante revisar a literatura existente para identificar possíveis lacunas em pesquisas desenvolvidas no mesmo sentido desta.

3 REVISÃO DA LITERATURA

A seguir será apresentada uma revisão da literatura, contendo dados referentes à produção científica e os estudos disponíveis sobre o processo de planejamento com recursos. De forma a consolidar os capítulos seguintes, serão apresentados alguns autores contemporâneos e suas ideias sobre o tema, Planejamento com recursos.

3.1 O PROBLEMA DO PLANEJAMENTO COM RECURSOS RESTRITOS

Nas décadas anteriores, o problema de programação de projetos com restrições de recursos (*Resource-constrained Project Scheduling Problem - RCPSP*) cresceu rapidamente, resultando em uma quantidade esmagadora de procedimentos que fornecem soluções quase-ótimas em um tempo razoável (VANHOUCKE e COELHO, 2021).

Liu *et al* (2021) discorrem que a quantidade limitada de recursos (por exemplo, trabalho e equipamentos) pode descrever corretamente os cenários reais do gerenciamento de projetos (FRANCO-DURAN e DE LA GARZA, 2020), e algumas atividades executadas em paralelo podem exigir mais recursos do que estão disponíveis em determinados períodos.

Blazewicz *et al.* (1983) mostraram que o RCPSP é um problema *Non-Deterministic Polynomial Time* – HARD, em livre tradução, tempo polinomial não determinístico de difícil resolução (NP-HARD) e dessa forma pode-se utilizar métodos científicos computacionais para solucionar esses problemas. Segundo Kong e Dou (2021) existem dois métodos para resolver esses problemas: um é um algoritmo exato, e o outro é um algoritmo metaheurístico. Os autores citam alguns dos muitos algoritmos exatos, como *Branch and Bound* (Gather *et al.*, 2011), programação linear inteira mista (LAURENT *et al.*, 2017) e programação de restrição (KRETER *et al.*, 2017).

O algoritmo exato, apesar de ser usado para obter a solução ideal, não pode resolver problemas de agendamento de larga escala, segundo Pellerin *et al.* (2020) não deve ultrapassar 60 atividades para o RCPSP. El-Abbasy *et al.* (2017) afirmam que as heurísticas têm uma boa solução e potencial de gestão para projetos de grande escala (LIU *et al.*, 2021).

Segundo Liu *et al* (2021), como as heurísticas são intuitivas e aplicáveis, muitos profissionais preferem aplicá-las no agendamento de projetos. Kong e Dou (2021) relatam que a opção metaheurística é um método mais popular para resolver problemas de agendamento porque pode produzir soluções de excelente qualidade. Eles apresentam alguns tipos de algoritmos metaheurísticos para resolver o RCPSP, como o Algoritmo Genético (GA)

(ZAMANI 2013; KADRI e BOCTOR 2018), Algoritmo de Pesquisa Tabu (KUMAR *et al.* 2019), o Algoritmo *Particle Swarm Optimization* - PSO (KUMAR e VIDYARTHI 2016), Algoritmo *Simulated Annealing* (BOULEIMEN e LECOCQ 2003), e *Greedy Algorithm* (MYSZKOWSKI *et al.* 2018). (KONG e DOU, 2021).

Liu *et al* (2021) igualmente relacionam, além desses descritos, alguns outros métodos, como o Método da Técnica Exata de Programação Inteira (IP) (ELAZOUNI e GAB-ALLAH, 2004) e o *Shifting Algorithm* (Gajpal e Elazouni, 2015); metaheurísticas, como o Algoritmo *Shuffled Frog-Leaping* (SFLA) (ALGHAZI *et al.*, 2012, 2013; ELAZOUNI e METWALLY 2005; ELAZOUNI *et al.*, 2015), o *Strength Pareto Evolutionary Algorithm* (SPEA), e o *Nondominated Sorting GA* (NSGA-II) (ABIDO e ELAZOUNI, 2011; ELAZOUNI e ABIDO, 2011, 2014; EL-ABBASY *et al.*, 2016, 2017).

Kong e Dou (2021), assim como Liu *et al* (2021), afirmam que a heurística é incorporada em software de gerenciamento de projetos comerciais, softwares como o Oracle Primavera® versão P6 e o Microsoft Project®. No entanto, para resolver problemas de agendamento de projetos do tipo RCPSP e seus problemas relacionados, esses programas comerciais de software de gerenciamento de projetos fornecem capacidades muito limitadas (BETTEMIR e SONMEZ 2015; LIU *et al.*, 2020). Kong e Dou (2021) afirmam que, em comparação com várias outras abordagens, o CP Optimizer®, não tão conhecido, é uma poderosa ferramenta para resolver problemas de agendamento com restrições de recursos. Ele usa um algoritmo exato com base em métodos híbridos para encontrar a solução ideal (LABORIE *et al.*, 2018).

3.2 NOVAS ABORDAGENS PARA O RCPSP

Além dos métodos já descritos e conhecidos, Liu *et al* (2021) utilizam o esquema de geração de programação serial (*Serial Schedule Generation Scheme* - SSGS) e o esquema de geração de programação paralela (*Parallel Schedule Generation Scheme* - PSGS) (KOLISCH, 1996), amplamente aplicados na resolução do RCPSP e, dadas as características do problema de agendamento de projeto baseado em financiamento e recursos restritos (*Financed-Based And Resource-Constrained Project Scheduling Problem* - FBRCPSPP), tema de seu periódico e uma derivação do RCPSP, desenvolveram heurísticas efetivas com base nesses princípios, o SSGS-modificado (MSSGS) e o PSGS-modificado (MPSGS), o que pôde criar um cronograma de projeto viável considerando o fluxo de caixa e restrições de recursos e crédito, simultaneamente satisfatórios, no processo de agendamento.

Além do FBCPSP existem outras abordagens do problema de agendamento de projeto com restrições de recursos. Não se limitando, Kong e Dou (2021) apresentam algumas dessas abordagens, como RCPSP com relações de precedência generalizada (DE REYCK, 1998; BIANCO *et al.*, 2016); RCPSP com relações de calendários de recursos (ZHAN, 1992; KRETER *et al.*, 2017); RCPSP com atividade multimodo (MURITIBA *et al.*, 2018; NEMAT-LAFMEJANI *et al.*, 2019); RCPSP com parâmetros incertos (BRUNI *et al.*, 2017; ARTIGUES *et al.*, 2013); e RCPSP com múltiplos objetivos (XIAO *et al.*, 2016).

Kong e Dou (2021) chama a atenção para o gerenciamento de projetos com restrição de tempo e sua percepção de que poucos estudos consideraram a restrição de duração da atividade no RCPSP. Yeganeh e Zegordi (2020) apresentaram uma abordagem de otimização multiobjetivo para construir cronogramas de projeto resilientes em restrições de recursos para lidar com durações incertas de atividade. (KONG e DOU, 2021).

Kong e Dou (2021) relata que Ballestín (2007) descobriu que a duração da atividade era heurística estocástica e desenvolvida para o RCPSP com durações estocásticas; Wang *et al.* (2018) consideraram um RCPSP com duração de atividade distribuída exponencialmente e dois tipos de retrabalho aleatório; Kong e Dou (2021) afirmam que os estudos mencionados estabelecem a duração da atividade para um valor fixo ou apenas consideram seu limite menor de tempo. Eles não consideraram o limite superior do tempo para a duração da atividade.

Sucedendo, Kong e Dou (2021) discorrem que o RCPSP com relações de precedência generalizados (GPRS) é uma extensão importante do RCPSP. GPRS são restrições temporais em que os tempos de início/término de um par de atividades devem ser separados por pelo menos ou no máximo um período de tempo denotado como o atraso de tempo (atraso mínimo de tempo e atraso máximo, respectivamente). Em tempo, os autores relatam os trabalhos de Li e Dong (2018) sobre nivelamento de recursos multimodo em projetos com relações de precedência generalizadas modo-dependentes (*Multimode Resource Leveling in Projects with mode-dependent Generalized Precedence Relations - MRLP-GPR*) que propuseram duas abordagens de solução: decomposição e integração. De Azevedo *et al.* (2019) propuseram um método satisfatoriamente exato baseado em carga de trabalho para lidar com o problema de agendamento de projeto com base em recursos com restrições de precedência generalizada (RCPSP/MAX). Bianco e Caramia (2012) propuseram um novo algoritmo "*Branch and Bound*" para o problema de agendamento de projeto restrito por recursos com relacionamentos de precedência generalizados (RCPSP/GPRS) e objetivo de minimizar o "*Makespan*" (Kong e Dou, 2021).

Segundo Kong e Dou (2021) este método de conversão requer uma importante suposição: cada atividade tem um tempo de processamento fixo. Eles afirmam que no processo de agendamento, o tempo de processamento da atividade não é necessariamente um valor fixo, e pode ser maior devido a fatores como os calendários de recursos. Neste momento, este método de conversão não será viável. O RCPSP com calendários de recursos considera o tempo de descanso de recursos, o que é, segundo os autores, um problema muito próximo do projeto de engenharia real. Atualmente, há poucas pesquisas sobre RCPSP com calendários de recursos.

Kong e Dou (2021) apresentaram um novo problema de agendamento prático chamado problema de agendamento de projeto com base em recursos sob restrições de múltiplos tempos (RCPSP/MTC). O objetivo do RCPSP/MTC é minimizar o total de tempo decorrido do início ao fim do projeto (*Makespan*), sujeito à restrição de duração da atividade, restrição temporal e restrição de calendários de recursos.

3.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentados conceitos e técnicas para Resolução de Problemas de Agendamento de Projeto com Recursos Restritos (RCPSP) e suas derivações (FBRCPS, RCPSP/GPRS, RCPSP/MTC). Novas heurísticas e métodos foram abordados, como o novo algoritmo "*Branch and Bound*" utilizado para solucionar o problema do RCPSP/GPRS, o SSGS-modificado (MSSGS) e o PSGS-modificado (MPSGS), o que pôde criar um cronograma de projeto viável considerando o fluxo de caixa e restrições de recursos e crédito, simultaneamente satisfatórios para o FBRCPS e a otimização da restrição temporal para torná-lo mais universal, desenvolvendo um modelo de otimização de programação de restrição para o novo problema e o uso do CP Optimizer® para resolução do RCPSP/MTC.

Dados todos os métodos, técnicas e instrumentos utilizados, é possível dar início a apresentação dos resultados e discussões, conforme seções a seguir.

4 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será desenvolvido o estudo de caso. O projeto estudo deste trabalho é apresentado no item 4.1 e em sequência, item 4.2, é discorrido como o processo de planejamento acontece na empresa. O processo proposto de planejamento é relatado no item 4.3 e os resultados do estudo são demonstrados no item 4.4. Por fim, as considerações sobre o capítulo (4.5) são encerradas.

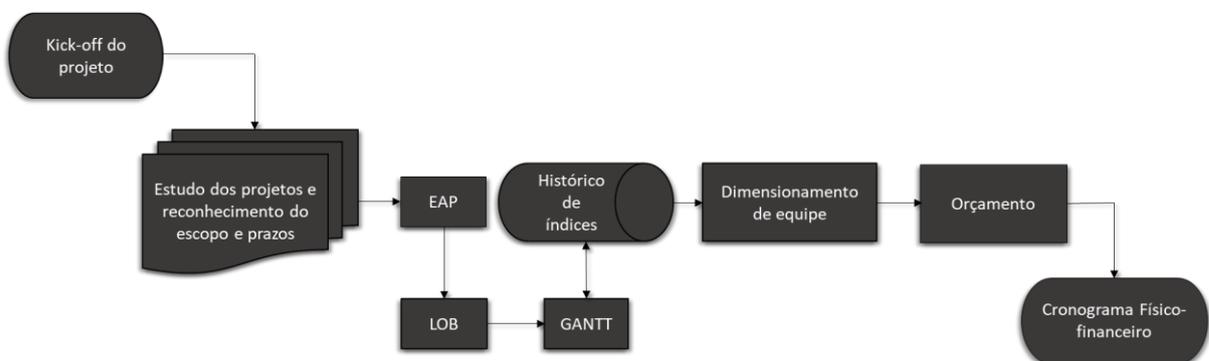
4.1 O PROJETO ESTUDADO

O objeto deste estudo é o planejamento de uma obra de um edifício multifamiliar situado na Cidade do Recife. O projeto possui 30 pavimentos e um semienterrado, totalizando 60 apartamentos de 132,41m², com área de construção total de 19.048,44m² em um terreno de 3.273,13m². Será construído em estrutura de concreto armado, alvenaria de vedação em bloco cerâmico, fachada esmaltada, esquadrias em alumínio anodizado e revestimento interno em cerâmica como paredes pintadas em tinta PVA. Essa obra terá duração de 36 meses.

4.2 O PROCESSO DE PLANEJAMENTO OBSERVADO

O processo de elaboração de orçamento e planejamento das obras é realizado por meio de planilhas do programa Microsoft Excel[®], performando a seguinte sequência da Figura 12:

Figura 11 – Fluxograma do processo de planejamento observado



Fonte: O autor (2022)

O setor de planejamento relaciona os pacotes de trabalhos e suas tarefas e constrói a Estrutura Analítica adaptado dos modelos pré-existentes em seu acervo, como mostra a

Tabela 2, o que antecede o levantamento dos quantitativos dos insumos materiais do projeto com seus preços unitários, como exemplificado na Tabela 3:

Tabela 2 – Estrutura analítica do projeto

ITEM	ESTRUTURA DO PROJETO - EAP
001	PROJETOS
002	ESTUDOS
003	TAXAS: HABITE-SE E EMOLUMENTOS
004	SERVIÇOS PRELIMINARES
005	MOVIMENTO DE TERRA
006	FUNDAÇÃO
007	ESTRUTURA
008	ALVENARIA/FECHAMENTO
009	IMPERMEABILIZAÇÃO/ISOLAMENTO
010	REVESTIMENTO DE PISO
011	REVESTIMENTO DE PAREDE
012	REVESTIMENTO DE TETO
013	REVESTIMENTO EXTERNO
014	ESQUADRIAS
015	VIDROS
016	INSTALAÇÕES
017	PINTURA
018	DIVERSOS
019	SEGURANÇA DO TRABALHO
020	CONTRATAÇÃO DE PESSOAL
021	AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS
022	MANUTENÇÃO SUPORTE E DIVERSOS
023	ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Fonte: Construtora (2020)

**Essa EAP se apresenta em sua forma analítica no ANEXO I*

Tabela 3 – Planilha de quantitativos do item alvenaria/fechamento

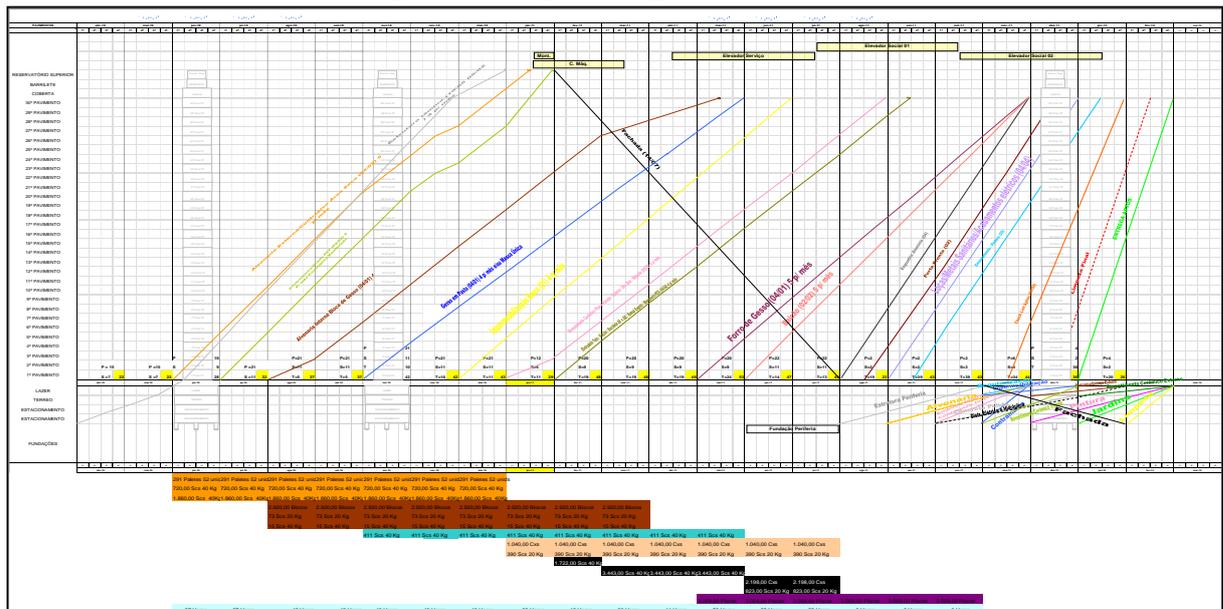
ATIVIDADES	UND.	QTD. ORÇADA
ALVENARIA/FECHAMENTO		
Alvenaria - periferia - elevação com bloco cerâmico furado, dimensões: 12x19x19, c/ marcação, tubulação elétrica, amarração, verga e contra-verga empregando argamassa pronta, espessuras das juntas: 12mm.	m ²	4.290,27
Alvenaria - interna - elevação com bloco cerâmico furado, dimensões: 9x19x19, empregando argamassa pronta, c/ verga e contra verga, marcação, amarração, aperto com espuma, com mestra superior, espessuras das juntas: 12mm.	m ²	821,42
Aperto de alvenaria - interna, com espuma.	m	328,57
Aperto de alvenaria - externa, com argamassa pronta.	m	1.716,1
Furos em concreto para passagem de tubulação	und	1.000
Alvenaria em bloco de gesso	m ²	8.517

Fonte: Construtora (2020)

*A planilha completa se apresenta no ANEXO I.

Os valores de custo de mão-de-obra se obtêm pelo produto do valor da hora trabalhada pela quantidade total de horas das atividades, assim, o valor da mão-de-obra depende da quantidade de funcionários e da duração da atividade que é determinada pela Linha de Balanço (LOB) – Figura 13.

Figura 12 – Diagrama tempo-caminho (LOB)



Fonte: Construtora (2020)

A LOB permite visualizar as interferências físicas entre as atividades ao mesmo tempo em que o planejamento é elaborado, permitindo imediato ajuste na programação da tarefa. Ao se observar que duas ou mais atividades convergem para o mesmo pavimento é possível ajustar o diagrama e prevenir que essas atividades concorrentes aconteçam no mesmo local e na mesma data.

O Diagrama é traçado considerando o prazo total da obra, os limites físicos normativos e as Relações Lógicas (RL) entre as atividades. As últimas são estabelecidas pelo conhecimento prévio do analista. Segundo Morris e Pinto (2004), uma vez que a informação é detida por funcionários e não documentada, a relação de dominância do tipo “*Expert Power*” fica caracterizada, e tal circunstância permite a possibilidade de uma despadronização nos processos e remete a uma fragilidade do sistema de processamento de dados da empresa.

De posse da LOB e da EAP, é transcrito o gráfico de Gantt para a planilha de orçamento e o percentual físico ao longo da duração da atividade é fracionado, assim, o orçamento é finalizado com o dimensionamento das equipes de produção em função do índice de produtividade histórico HH (hora-homem) da Empresa. Resta por fim, distribuir proporcionalmente os valores financeiros na representação do Diagrama de Barras, encerrando o Cronograma Físico-Financeiro.

Por ser o Cronograma uma planilha de grande volume no modo analítico (ver ANEXO II), segue representado em pacotes de trabalho ou atividades na Figura 14:

Figura 13 – Cronograma físico financeiro

ITEM	DESCRIÇÃO	Unid.	Quantid. Orçada	VALOR TOTAL INCC		485	515	546	577	607	638	668	699	730	758	789		
				Preço Unitário	Valor Total	31	30	31	30	31	30	31	30	31	28	31	28	31
						16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
001	PROJETOS	vb	1,00	85.095,19	85.095,19	5,86%	3,52%	8,56%	7,16%									
002	ESTUDOS	vb	1,00	26.216,01	26.216,01	4,18%	3,75%	1,23%	1,23%	3,36%	4,02%	4,44%	4,02%	4,02%	1,16%	1,16%		
003	LICENÇAS, TAXAS E EMOLUMENTOS	vb	1,00	5.301,86	5.301,86				1,90%									
004	SERVIÇOS PRELIMINARES	vb	1,00	45.884,42	45.884,42	1,18%	1,18%	3,12%	9,31%	0,77%	0,34%	0,68%	0,68%	0,68%	0,68%	0,68%		
005	MOVIMENTO DE TERRA	vb	1,00	15.071,88	15.071,88									10,00%	10,00%			
006	FUNDAÇÃO	vb	1,00	461.915,45	461.915,45									3,34%	4,93%	1,53%		
007	ESTRUTURA	vb	1,00	832.567,90	832.567,90	10,12%	13,30%	12,53%	10,27%	2,53%	5,96%	1,87%				0,75%		
008	ALVENARIA/FECHAMENTO	vb	1,00	142.150,83	142.150,83	1,93%	1,87%	11,73%	11,21%	10,41%	11,83%	12,17%	11,35%	10,78%	10,78%	0,27%		
009	IMPERMEABILIZAÇÃO/SOLAMENTO	vb	1,00	52.561,58	52.561,58					4,36%	5,17%	5,38%	5,17%	7,48%	7,63%			
010	REVESTIMENTO DE PISO	vb	1,00	138.851,38	138.851,38			1,00%	1,00%	1,12%	0,88%	1,00%	5,39%	6,85%	7,40%	6,33%		
011	REVESTIMENTO DE PAREDE	vb	1,00	123.232,78	123.232,78	0,35%	0,36%	0,35%	1,64%	2,84%	3,28%	11,02%	11,71%	11,28%	11,28%	11,71%		
012	REVESTIMENTO DE TETO	vb	1,00	37.163,37	37.163,37	0,47%	0,47%	0,47%	1,23%		0,13%	0,47%	0,47%	12,16%	9,62%	9,62%		
013	REVESTIMENTO EXTERNO	vb	1,00	118.478,44	118.478,44								1,33%	6,27%	4,78%	12,37%		
014	ESQUADRIAS	vb	1,00	241.259,21	241.259,21			0,75%	0,75%	0,65%	0,84%	0,75%	0,75%	0,75%				
015	VIDROS	vb	1,00	21.450,23	21.450,23													
016	INSTALAÇÕES	vb	1,00	642.880,21	642.880,21	0,17%	0,17%	0,17%	0,13%	0,98%	0,83%	0,82%	3,63%	4,53%	6,33%	7,91%		
017	PINTURA	vb	1,00	97.265,34	97.265,34								0,36%			0,64%		
018	DIVERSOS	vb	1,00	60.482,86	60.482,86	5,30%	2,05%	2,18%	6,23%	0,20%	1,26%	1,10%	0,60%	0,60%	4,97%	4,98%		
019	SEGURANÇA DO TRABALHO	vb	1,00	60.095,03	60.095,03	3,34%	6,27%	3,10%	3,02%	3,32%	2,59%	3,18%	1,41%	1,41%	1,41%	1,41%		
020	CONTRATAÇÃO DE PESSOAL	vb	1,00	264.893,13	264.893,13	3,34%	2,66%	2,62%	7,36%	2,98%	3,02%	3,02%	3,86%	8,68%	3,86%	3,61%		
021	AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS	vb	1,00	159.301,11	159.301,11	9,53%	9,45%	5,65%	1,81%	4,92%	7,38%	3,14%	3,88%	3,14%	3,14%	3,14%		
022	MANUTENÇÃO SUPORTE E DIVERSOS	vb	1,00	130.046,63	130.046,63	3,23%	2,98%	2,45%	1,07%	2,03%	3,55%	3,55%	3,55%	3,55%	3,55%	3,55%		
023	ASSISTÊNCIA TÉCNICA	vb	1,00	35.067,15	35.067,15													
024	ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	vb	1,00	189.861,60	189.861,60	4,77%	4,77%	4,76%	4,76%	14,16%	4,08%	4,08%	4,09%	4,09%	4,09%	4,09%		
025	TRIBUTOS	vb	1,00	112.777,63	112.777,63	4,73%	4,73%			3,10%	5,51%	5,51%	5,51%	5,51%	5,51%	5,51%		
TOTAL GERAL					4.099.871,21													

Fonte: Construtora (2020)

Além da apreciação do processo acima descrito, faz-se imprescindível pontuar a importância do entendimento da cultura organizacional e suas rotinas, que nem sempre está

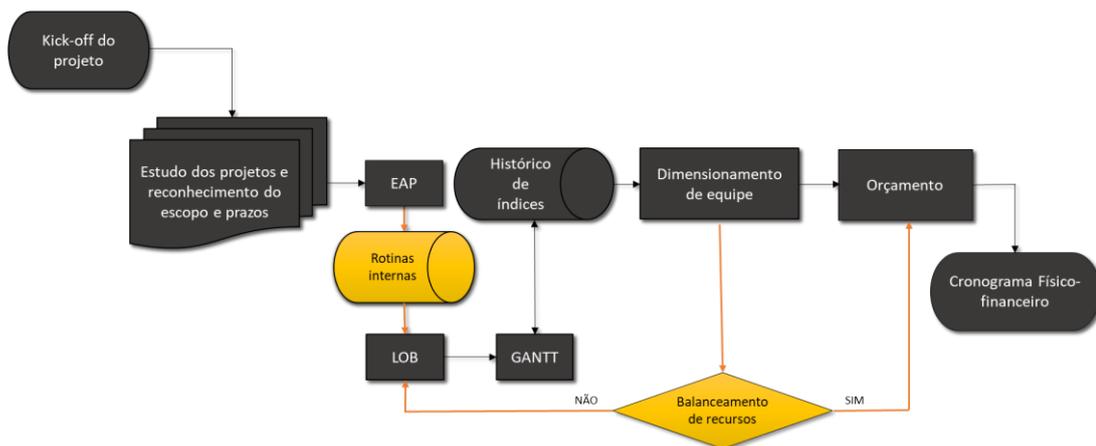
presente nas considerações dos analistas. A empresa consultada para a elaboração deste trabalho apresenta uma grande falha a esse respeito, a “janela temporal” para aquisição de materiais, contratação e demissão de pessoal, não é considerada pelo analista no planejamento. Essa rotina tem impacto direto no planejamento devido à necessidade, mesmo que momentânea, de super-alocação ou sub-alocação de recursos de mão de obra.

4.3 O PROCESSO DE PLANEJAMENTO PROPOSTO

O processo segue como realizado no planejamento observado até a construção da EAP, pois na etapa da elaboração da Linha de Balanço se faz necessário a revisão e o acréscimo de folgas para compensar um possível desvio de prazo causado pela “janela temporal” nas atividades de maior impacto financeiro, de modo que a simulação represente de forma fidedigna a realidade do custo previsto, evitando falsas expectativas e futura frustrações por não cumprimento do que fora planejado.

A Figura 15 apresenta o processo da utilização das técnicas no planejamento observado com a inserção das informações da “janela temporal” (rotinas internas) e o balanceamento de recursos.

Figura 14 – Fluxograma do processo de planejamento proposto



Fonte: O Autor (2022)

O processo de elaboração do planejamento proposto é realizado por meio de planilhas do programa Microsoft Excel[®] e do MS Project[®], e igual ao processo observado, a dificuldade em lidar com restrições complexas de agendamento ainda existe. Esses softwares, segundo os autores Bettemir e Sonmez (2015), Liu *et al.* (2020) e Kong e Dou (2021), fornecem

capacidade limitada para a resolução de problemas de agendamento de projeto com recursos restritos (RCPSP) e a qualidade da solução não é garantida.

Com os novos prazos das atividades definidos, é possível dimensionar as equipes em função dos índices de produtividade (HH) do acervo da construtora e dos prazos estabelecidos pela Linha de Balanço, como mostra a Tabela 04:

Tabela 4 – Dimensionamento de equipe

Item	Nome da Tarefa	Quantidade	Unid.	HH	Duração em dias	Qtd Equipe
0	PROJETO PROPOSTO				742	
1	Serviços Preliminares					
2	Fundação	59.382,38	m ²	0,038	238	
2.1	Estaqueamento e Trab em terra				238	
2.2	Forma	59.382,38	m ²	0,13	109	9
2.3	Armação	305.608,00	kg	0,005	109	2
2.4	Concretagem	618,50	m ³	1	109	8
3	Estrutura				152	
3.1	Forma / Desforma	32.750,00	m ²	0,48	152	13
3.2	Armação	378.276,00	kg	0,012	152	4
3.3	Concretagem	3.700,00	m ³	3,28	152	10
4	Alvenaria Periferia	4.290,27	m ²	0,5	153	2
5	Contrapiso	9.640,94	m ²	0,23	156	2
6	Contramarcos	1.897,94	m	0,65	177	1
7	Grade Corta Fogo	101,00	und	3	179	1
8	Chapisco Interno	9.379,31	m ²	0,07	230	1
9	Emboço Interno	13.312,51	m ²	0,45	181	4
10	Alvenaria Interna	821,42	m ²	0,45	170	2
11	Alvenaria em bloco de Gesso	8.517,00	m ²	0,45	182	3
12	Impermeabilização				172	2
12.1	Tratamento e Regularização	6.490,84	m ²	0,22	162	2
12.2	Impermeabilização de reservatório inferior	387,60	m ²	0,17	10	2
12.3	Impermeabilização de reservatório superior	195,68	m ²	0,17	5	2
12.5	Impermeabilização de poço de elevador	84,00	m ²	0,22	5	1
12.4	Impermeabilização de wcs	3.598,95	m ²	0,17	76	1
12.6	Impermeabilização de laje descoberta	1.720,46	m ²	0,13	55	1
12.7	Proteção mecânica	3.300,55	m ²	0,23	86	2
13	Fachada				143	12
13.1	Limpeza e tratamento de fachada	6.889,10	m ²	0,08	5	12
13.2	Chapisco	6.889,10	m ²	0,15	10	12
13.3	Instalação de Arame	40,00	und	2,25	1	12
13.4	Mapeamento de fachada	6.889,10	m ²	0,08	5	12
13.5	Emboço	6.889,10	m ²	0,6	40	12
13.6	Tratamento de junta	2.666,70	m	0,15	5	12
13.7	Cerâmica	6.889,10	m ²	0,45	41	12
13.8	Aplicação de mastique	2.666,70	m	0,3	11	12
13.9	Rejunte	6.889,10	m ²	0,25	20	12
13.10	Limpeza de fachada	6.889,10	m ²	0,09	5	12
14	Cerâmica Interna				140	8
14.1	Revest piso/parede c/ rodapé	15.595,91	m ²	0,57	140	8
14.2	Rodapé	2.147,89	m	0,27	140	8
15	Instalações Elétricas	1,00	vb		481	2
16	Instalações Hidráulicas	1,00	vb		328	2
17	Instalações Especiais	1,00	vb		381	1
18	Elevadores	4,00	und		421	1
19	Esquadria Metálica	1,00	vb		75	1
20	Granilite	803,64	m ²	1,2	126	1
21	Revest Piso da Área Comum	2.147,89	m ²	0,7	193	1
22	Revestimento de Teto	9.635,10	m ²	0,5	315	2
23	Esquadria Madeira	818,00	und	1,12	173	1
24	Porta Corta-Fogo	101,00	und	1,58	89	1
25	Granitos	998,85	m ²	1,9	218	1
26	Pinturas	28.640,85	m ²	0,25	152	6

Fonte: O Autor (2022)

Em seqüência, o balanceamento dos recursos é realizado utilizando a heurística de Larson e Gray (2018) citada na seção 2.2.2 - Programação de Tempo e Recurso. A heurística, segundo os autores, prioriza e aloca recursos para minimizar o atraso no projeto sem exceder o limite dos recursos ou alterar as relações técnicas da rede. A programação acontece perfazendo a seguinte ordem de prioridade:

1. Folga mínima;
2. Menor duração;
3. Menor número de identificação de atividade.

Com o balanceamento realizado o planejador revisa a LOB e todas as etapas consequentes, o que de forma positiva, deixa o processo mais robusto, eliminando possíveis falhas.

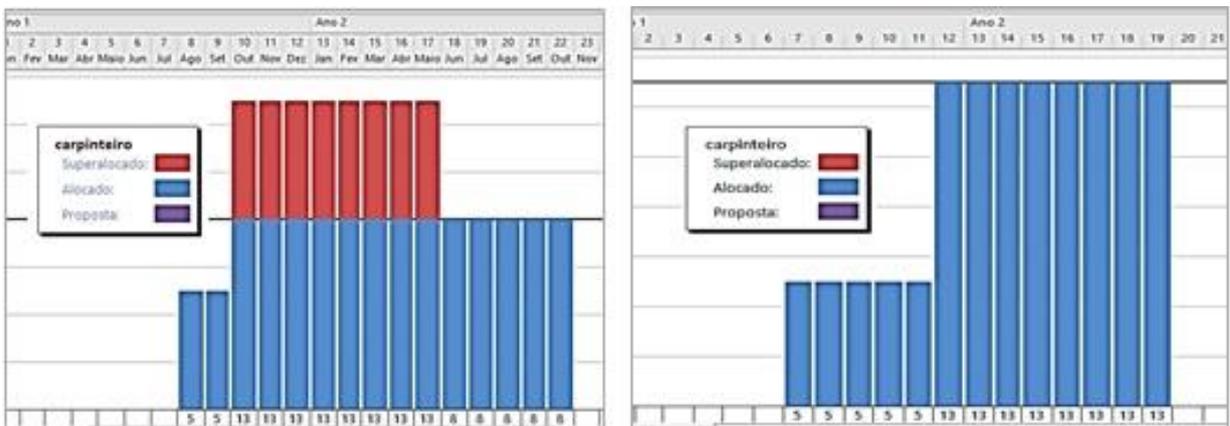
Concluído o orçamento, seguindo os mesmos passos do planejamento observado, é elaborado o cronograma físico-financeiro.

4.4 RESULTADOS DO ESTUDO

As figuras, gráficos e tabelas a seguir descrevem os resultados obtidos e o impacto na obra com a implementação das técnicas e observações discutidas nos capítulos supracitados.

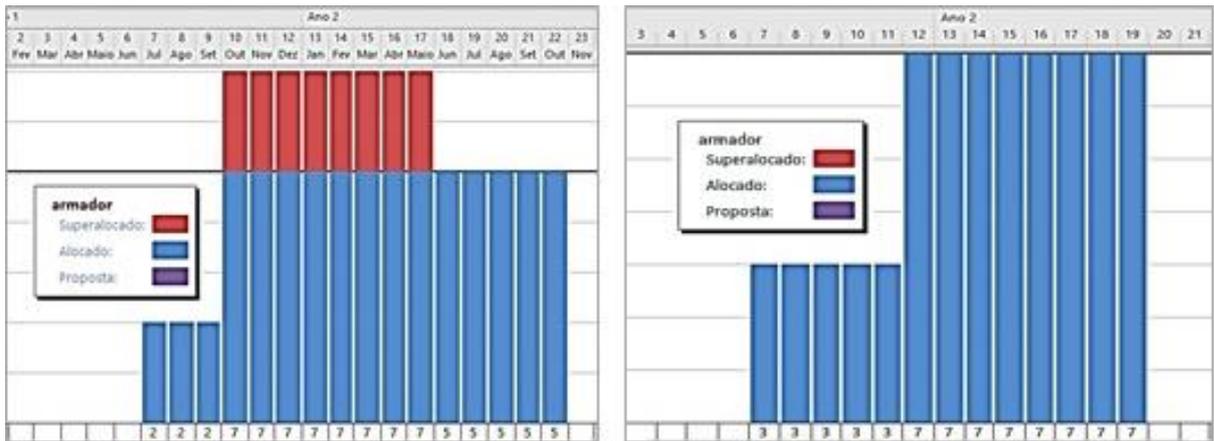
Foram escolhidos para representar o balanceamento as funções de carpinteiro, armador e pedreiro respectivamente retratados na Figura 16, 17,18:

Figura 15 – Balanceamento de recursos - Carpinteiros



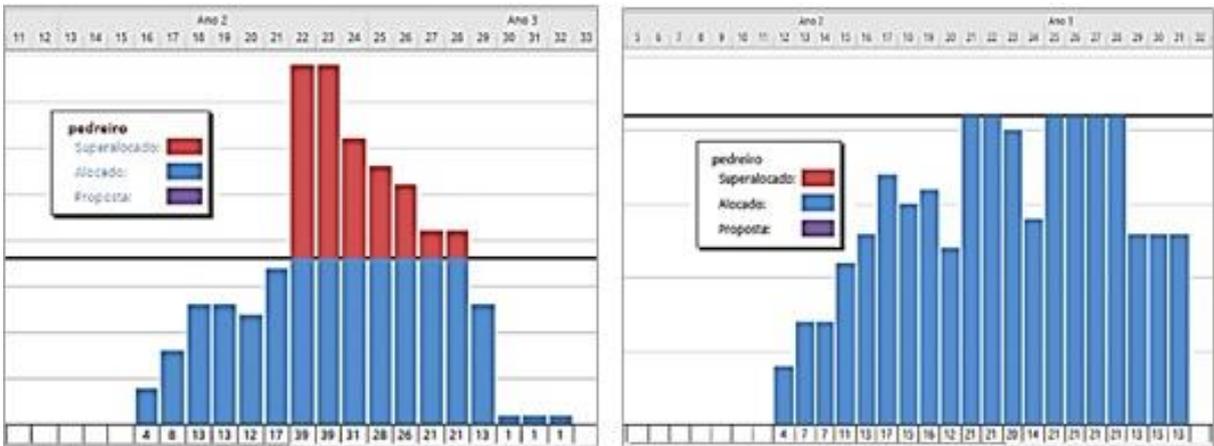
Fonte: Autor (2022)

Figura 16 – Balanceamento de recursos - Armador



Fonte: O Autor (2022)

Figura 17 – Balanceamento de recursos - Pedreiro



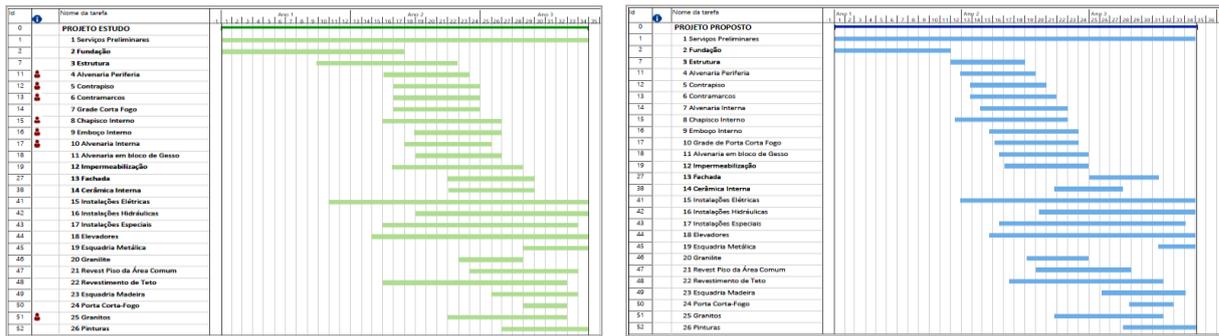
Fonte: O Autor (2022)

A função de pedreiro (Figura 18), por estar alocado em diversas tarefas como alvenaria, contrapiso, emboço, cerâmica, dentre outros, apresenta a distribuição de forma irregular em restrição ao prazo final de obra. Mesmo assim, observa-se redução do pico de 39 funcionários no planejamento observado para 21 funcionários no planejamento proposto.

Nas duas primeiras funções (Figuras 16 e 17), carpinteiros e armadores, esses profissionais são alocados para realização das atividades sequenciais de fundação e estrutura. Assim como para os pedreiros, observa-se a melhor distribuição dos carpinteiros e armadores, evitando a desmobilização parcial ou a permanência sub-allocada.

Como resultado da etapa do nivelamento obteve-se o novo Diagrama de Gantt, reproduzido na Figura 19, onde é possível confrontar os gráficos do planejamento observado (à esquerda), construído baseado no material cedido, e o gráfico do planejamento proposto (à direita).

Figura 18 – Diagrama de Gantt: planejamento observado x planejamento proposto



Fonte: O Autor (2022)

No diagrama do planejamento observado é possível notar algumas atividades super-alocadas (alvenaria periferia, contrapiso, contramarco, chapisco interno, emboço interno, e alvenaria interna) enquanto que no diagrama proposto verifica-se uma melhor distribuição sequenciada eliminando a super-alocação, um achatamento no prazo da impermeabilização e o adiamento do início dos serviços da fachada, o que possibilita o remanejamento de equipes de serviços já finalizados, caso sejam habilitados, e por isso é recomendado a polivalência desses funcionários, e também, serviços como granilite e revestimento de piso foram adiantados.

Entre as principais informações que puderam ser geradas relacionam-se o Cronograma físico-financeiro, programação de custos por período e programação de utilização de mão-de-obra por período. Além destas, são inúmeras as possibilidades de formatar informações bastando que se utilizem os recursos de filtragem de dados e de emissão de relatórios que estão disponíveis nos programas (Microsoft Excel[®] e MS Project[®]) utilizados no Planejamento Proposto.

Fazendo uso dos recursos computacionais descritos acima, foi possível extrair os relatórios de horas trabalhadas ao longo de todo o projeto. A Tabela 5 - Impacto Financeiro do Estudo, apresenta em resumo o somatório do que foi contabilizado mês a mês no período de obra no planejamento observado e no planejamento proposto:

Tabela 5 – Impacto Financeiro do Estudo

Projetos	Horas	Custo (INCC)*
Observado	224.841	1.574,15
Proposto	195.832	1.352,25
Diferença Percentual (economia de)		12,90%
Diferença Monetária (INCC)* (economia de)		221,90

Fonte: O Autor (2022)

*Valores da Tabela salarial 2021/2022. SINDUSCON-PE – Disponível em: <http://www.sindusconpe.com.br>

*Índice Nacional da Construção Civil (INCC). – Disponível em: <https://portal.fgv.br/>

A Tabela 5 mostra que foi contabilizado ao longo de toda a obra no planejamento observado o total de 224.841 horas trabalhadas, ao passo que, no planejamento proposto esse número é 12,9% menor, perfazendo 195.832 horas trabalhadas, resultando numa economia de 221,90 INCC, que se convertido para moeda, utilizando o índice de outubro de 2021 (952,596) (Fundação Getúlio Vargas – FGV, 2021), resulta em R\$ 211.379,62 (duzentos e onze mil, trezentos e setenta e nove Reais e sessenta e dois centavos).

Santos (2002) sugere que o alcance da excelência é possível e que segue um caminho evolutivo lógico e natural. Este caminho evolutivo inicia-se pela busca da melhoria da qualidade, o que implica reduzir a variabilidade da produção. A partir da obtenção da estabilidade do processo, passa-se a buscar reduções nos tempos de ciclo, redução de custo e, finalmente, flexibilidade da produção (GOMES, 2021). Este Estudo de Caso corrobora com o que fora citado porque demonstrou que o esforço direcionado ao propósito deste trabalho, discutir o impacto do planejamento em projetos de obras verticais, contribui para o aprimoramento da eficiência, proporciona maior robustez, e aumenta a confiabilidade do processo de planejamento, convertendo isso em economia para o construtor.

4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentadas as técnicas de planejamento de projetos atentando para as boas práticas de gestão e melhoria do processo, e o resultado da utilização em uma grande construtora com o propósito de demonstrar a importância e seus benefícios.

O gerenciamento de projetos, segundo Gomes (2013), envolve o planejamento, o sequenciamento, o monitoramento e o controle das atividades do projeto, propiciando, dessa forma, o alcance aos objetivos propostos. Os principais objetivos a serem alcançados ao

gerenciar um projeto são, dentre outros, a redução de prazos e custos, a minimização de riscos e de erros no processo produtivo e a melhoria na utilização dos recursos produtivos.

Dentre as ferramentas de programação apresentadas na fundamentação teórica deste trabalho, o processo de planejamento observado mostrou que a construtora já utiliza em sua rotina a Estrutura Analítica de Projeto, o Cronograma Físico-Financeiro, as técnicas de programação com Linha de Balanço e o Diagrama de Gantt. Essas ferramentas, já consolidadas, possibilitam o incremento, não sem algum empenho, do balanceamento dos recursos.

No processo de planejamento proposto os incrementos nas rotinas foram apresentados, exibindo um melhor resultado esperado considerando as limitações de informações e contextualidade do cenário hipotético de uma melhor comunicação e considerações dessas informações na elaboração do planejamento. Foram observadas as rotinas considerando a “janela temporal” para aquisição de materiais, contratação e demissão de pessoal, assim como a necessidade de balancear os recursos utilizando a heurística proposta por Larson e Gray (2018), resultando numa economia de 12,9% do orçamento previsto.

Observou-se com a utilização do modelo um benefício esperado, atendendo aos objetivos e não se limitando a um percentual de economia positivo como única meta, podendo usufruir para se obter projetos mais eficientes e atrativos.

Estudos futuros do planejamento de obras verticais podem se valer da abordagem do problema de agendamento de projeto com restrições por calendário de recursos, o qual considera o tempo de descanso de recursos, o que é, segundo os autores, Kong e Dou (2021), um problema muito próximo do projeto de engenharia real. Prontamente, o estudo ficará ainda mais completo com a utilização do software CP Optimizer[®], poderosa ferramenta para resolver problemas de agendamento segundo os mesmos autores.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Este capítulo apresenta as considerações finais deste trabalho, elucidando os resultados do trabalho desenvolvido, além de apresentar sugestões para realização de trabalhos futuros.

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho realizado buscou analisar, propor e experimentar soluções para o processo de planejamento, com foco nos recursos e apresentar o resultado comparando seu planejamento observado com o planejamento proposto.

O modelo desenvolvido obedeceu às etapas da metodologia adotada, a pesquisa-ação, e foi pautado por meio de discussão entre os envolvidos no projeto, tendo como suporte a fundamentação teórica apresentada no capítulo 2. Neste capítulo é apresentada a conclusão e, posteriormente, as recomendações para trabalhos futuros.

De acordo com o objetivo geral da pesquisa: “Apresentar uma proposta de melhoria no processo de elaboração do planejamento de uma obra de construção vertical”, o trabalho destacou duas questões mais específicas, como: identificar os métodos adotados no planejamento da obra da empresa estudada e identificar as dificuldades/problemas encontradas dentro do planejamento que podem influenciar no cronograma de obras verticais.

Em busca das respostas, procurou-se verificar os métodos adotados no processo de planejamento da empresa objeto desse estudo, utilizando observação direta, entrevista, análise de documentos, entre outros instrumentos de pesquisa. Por meio da coleta de dados realizada, foi possível identificar as primeiras dificuldades encontradas dentro do processo de planejamento, dentre elas estavam: falta de padronização do processo, falta de conhecimento sobre as técnicas destinadas para este fim, falha de comunicação e desconhecimento de processos internos, falta de uso de ferramentas computacionais mais robustas, entre outros.

Para sanar algumas dessas dificuldades encontradas, considerando a teoria apresentada no capítulo 2, foram propostas algumas soluções: Elaboração de procedimentos de rotinas para padronização de planejamento; visto que a construtora já emprega em seu processo de elaboração de planejamento algumas ferramentas, torna-se essencial o incremento da técnica do nivelamento dos recursos utilizando a heurística proposta por Larson e Gray (2018); a padronização das relações lógicas empregadas no planejamento tornando o processo mais confiável; a utilização de softwares mais robustos como os softwares MS Project[®], utilizado nesse estudo, ou ainda o CP Optimizer[®], que possui melhor solução; e o incremento, no

processo de planejamento, de prazo extra para compensar a “janela temporal” de contratação e demissão de pessoal, assim como também para contratação de serviços e material.

Quando proposto as aplicações das sugestões foi possível notar mais dificuldades. As principais foram: falta de compromisso e resistência à mudança. Dentre os itens sugeridos para implementação, a introdução de prazo extra gera discussão entre os planejadores que alegam que o “*delay*” causado pelas “janelas temporais” está presente no planejamento, o que é incoerente quando se observa o material cedido pela construtora; outro ponto de discussão é a utilização de outro software se não o Microsoft Excel[®]. Argumentam que esse atende a rotina e tem a favor ser uma ferramenta que todos da equipe dominam. Não desdenhando de sua utilidade como ferramenta auxiliar, é notório a limitação dessa ferramenta como único software para o processo de planejamento.

Dentre as ferramentas de programação apresentadas na fundamentação teórica, a construtora já emprega em seu processo de elaboração de planejamento a Estrutura analítica de projeto, o Cronograma Físico-Financeiro, as técnicas de programação com Linha de balanço e o Diagrama de Gantt. No planejamento proposto os incrementos no processo foram apresentados: foi considerado a “janela temporal” para aquisição de materiais, contratação e demissão de pessoal; foi realizado o nivelamento dos recursos utilizando a heurística proposta por Larson e Gray (2018), foi apresentado o software MS Project[®] como ferramenta de elaboração e controle de planejamento. Como resultado, o planejamento proposto apresentou uma economia de 12,9% em relação ao orçamento previsto, mantendo o mesmo prazo de execução, 36 meses, perfazendo 195.832 horas trabalhadas, ao tempo que no planejamento observado foi contabilizado o total de 224.841 horas trabalhadas, dados calculados em função dos índices do acervo da construtora (Tabela 4). Considerando as limitações de informações e contextualidade do cenário hipotético na elaboração do planejamento como principal desafio, observou-se com a utilização do modelo um benefício esperado, atendendo aos objetivos e não se limitando a um percentual de economia positivo como única meta, podendo usufruir para se obter projetos mais eficientes e atrativos.

Como impacto econômico, o percentual apresentado (12,9%) representa em termos de valor uma economia de 221,90 INCC, que se convertido para moeda, utilizando o índice de outubro de 2021 (952,596) (Fundação Getúlio Vargas – FGV, 2021), resulta em R\$ 211.379,62 (duzentos e onze mil, trezentos e setenta e nove Reais e sessenta e dois centavos), valor bastante representativo em termos de retorno de investimento. Esse impacto econômico positivo reflete diretamente na sociedade: com os empreendimentos de construção de obras verticais sendo mais eficientes, o setor da construção se torna mais atrativo, captando cada

vez mais investidores, aumentando o volume de construção e conseqüentemente remete a um aumento da demanda da mão de obra e uma melhor distribuição da renda da classe operária.

Este trabalho também ratifica o que afirma Terzoni (2018): “a melhoria contínua é uma prática que as empresas adotam quando buscam aperfeiçoar seus produtos, processos e serviços, consistindo na análise dos processos internos procurando quais atividades podem ser melhoradas, buscando encontrar onde estão as ineficiências, gargalos, atrasos e desperdícios para serem eliminados”. Esse conceito legitima o objetivo desse trabalho em propor a utilização de ferramentas de melhoria contínua e pensamento *Lean* no processo de planejamento que auxiliam no melhor controle e eficiência dos projetos.

O diferencial das empresas mais bem-sucedidas está em conferir a devida importância a esse assunto, planejamento com recursos. Assim, ter a correta noção de custo e do prazo no atendimento ao escopo pode garantir o sucesso do projeto. Visto por esse prisma, esta pesquisa-atuação atendeu às expectativas da empresa provedora do material deste trabalho pois apresentou, de forma satisfatória, mais uma fonte para a busca constante da eficiência corporativa, dado que o processo proposto tem propensão em aumentar a confiabilidade da programação da obra em relação ao prazo e ao custo, convertendo-se em maior retorno financeiro para futuros empreendimentos.

O planejamento com recursos é um processo de grande importância para o sucesso de um projeto de uma obra de construção vertical. Com um olhar mais atento para os detalhes, pôde-se observar ganhos importantes para a tomada de decisão em relação à programação de serviço, momento certo de contratar equipes, calendários de compras e entregas de materiais e outras definições no decorrer da obra. O estudo de caso demonstrou de forma satisfatória o quanto importante é o planejamento de recursos e o mapeamento das rotinas de trabalho para a programação de projeto de construção, pois engendra o potencial de alavancar a produtividade, bem como, de reduzir os custos associados aos recursos de mão-de-obra.

5.2 SUGESTÕES DE IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO

Apesar da pandemia da Covid-19 vivenciada, o Sindicato da Construção Civil – SINDUSCON tem projetado um crescimento para o setor da construção de 4,0% no ano de 2022, o que torna esse momento favorável a aprimoramentos em processos.

Como primeiro passo, e nunca é demais lembrar que, para os aperfeiçoamentos corporativos serem bem-sucedidos devemos preparar, equipar e apoiar os colaboradores que

vivenciarão a transição do estado atual para o estado futuro. Desta forma, as organizações podem aumentar significativamente as chances de sucesso.

Como descrito anteriormente, em relação ao Processo Proposto, a empresa já se vale de algumas ferramentas de programação como cronograma e gráfico de linha de balanço, por exemplo, e como implementação, fora apontado a consideração das “janelas temporais” nos prazos das atividades mais representativas e a utilização da técnica de balanceamento de recursos. Sendo assim, para a implantação desses recursos se faz necessário o nivelamento de conhecimento da equipe de analistas nos conceitos e técnicas que embasam a disciplina de Gestão de Projetos, podendo esse treinamento não se limitar aos planejadores, mas também a todos os envolvidos como os engenheiros gestores de obras e todos àqueles que ocuparem cargo/função gerencial na organização.

Além do treinamento gerencial, será necessário à empresa abastar a equipe de planejadores de conhecimentos e ferramentas computacionais de maior poder de processamento e fins próprios à demanda de programação como por exemplo o MS Project®, Primavera® P6 ou similares e mais robustos como o CP Optimizer®.

Por último, recomenda-se que o processo de implantação se inicie com projetos menores e de pequeno impacto econômico para a organização, pois é prudente considerar riscos de falha humana nesse período de avaliação de eficácia do treinamento. Para avaliar o nível de compreensão e destreza da equipe é importante que seja realizado em paralelo o novo procedimento e o processo até então utilizado com o objetivo de entender as divergências e aprender com as falhas, convertendo-as em informação documentada.

5.3 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Considerando-se o descrito acima sobre a proposta de melhoria no processo de planejamento em uma obra vertical fica a sugestão, para os próximos trabalhos, um aprofundamento no sentido de desenvolver metodologia de Planejamento com ferramentas aplicáveis a estes problemas. Dessa forma estão sugeridos abaixo trabalhos futuros, que podem dar continuidade a esta pesquisa ou expandi-la:

- Realizar um estudo de caso referente à utilização do planejamento de obras verticais com restrições por calendário de recursos, o qual considera o tempo de descanso de recursos, com a utilização do software CP Optimizer®, para resolver os problemas de agendamento;

- Realizar um estudo de caso referente à utilização da técnica de balanceamento de recursos em diferentes projetos, visando identificar diferentes benefícios e possíveis pontos de melhoria;
- Propor aplicação dos princípios *Lean* em planejamento de obras verticais;
- Elaborar uma pesquisa comparativa entre projetos semelhantes para ratificar os resultados e desenvolver novas técnicas;
- Acompanhar o estudo desde o “*kick-off*” do projeto até sua entrega final e comparar os seus resultados;
- Analisar uma amostra de empreendimentos executados através de índices construtivos e compará-los a nova amostra após o incremento das rotinas e da técnica de balanceamento de recursos.

REFERÊNCIAS

- ABIDO, M. A.; ELAZOUNI, A. 2011. “**Multiobjective evolutionary finance-based scheduling: Entire projects’ portfolio.**” J. Comput. Civ. Eng. 25 (1): 85–97. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000070](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000070).
- ALGHAZI, A.; ELAZOUNI, A., SELIM, S.. 2013. “**Improved genetic algorithm for finance-based scheduling.**” J. Comput. Civ. Eng. 27 (4): 379–394. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000227](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000227).
- ALGHAZI, A.; SELIM, S. Z.; ELAZOUNI A.. 2012. “**Performance of shuffled frog-leaping algorithm in finance-based scheduling.**” J. Comput. Civ. Eng. 26 (3): 396–408. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000157](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000157).
- ALMEIDA, J.. **Técnicas de Planejamento e Controle**. Rio Grande: Petrobras, 2009.
- AURELIANO F. D’S.; COSTA, A. A. F; JÚNIOR, I. F.; RODRIGUES, R. A.. **Application of lean manufacturing in construction management**. 29th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2019), June 24-28, 2019, Limerick, Ireland: Elsevier, 2019.
- AMORIM, L.. **Construção civil vive crise sem precedentes no Brasil**. Revista Exame, São Paulo: 2015. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/a-crise-e-a-crise-da-construcao/>> Acesso dia 03/01/2017.
- ARAÚJO, F. C.; SOUZA, L. A. B.. **Simulação Computacional do Processo de Produção de Pasta Diamantada**. Campos dos Goitacazes: IFF. 2010. 60 f. Monografia (Engenheiro de Controle e Automação Industrial), Instituto Federal Fluminense. Campos dos Goitacazes, 2010.
- ARTIGUES, C.; LEUS, R.; NOBIBON, F. T.. 2013. “**Robust optimization for resource-constrained project scheduling with uncertain activity durations.**” Flexible Serv. Manuf. J. 25 (1–2): 175–205. <https://doi.org/10.1007/s10696-012-9147-2>.
- ASSOCIATION FOR PROJECT MANAGEMENT. **Project Management: Body of Knowledge**. Miles Dixon (Ed.). 4. ed. London, 2000.
- ASSUMPCÃO, J. F. P.. **Planejamento de Obras - Conceito e Técnicas. Apostila do Curso de Especialização em Gerenciamento da Construção Civil**. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 1990.
- BALLESTÍN, F. 2007. “**When it is worthwhile to work with the stochastic RCPSP?**” J. Scheduling 10 (3): 153–166. <https://doi.org/10.1007/s10951-007-0012-1>.
- BETTEMIR, Ö. H.; SONMEZ, R.. 2015. “**Hybrid genetic algorithm with simulated annealing for resource-constrained project scheduling.**” J. Manage. Eng. 31 (5): 04014082. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000323](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000323).

- BIANCO, L.; CARAMIA, M.. 2012. “**An exact algorithm to minimize the makespan in project scheduling with scarce resources and generalized precedence relations.**” *Eur. J. Oper. Res.* 219 (1): 73–85. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.12.019>.
- BIANCO, L.; CARAMIA, M.; GIORDANI, S.. 2016. “**Resource levelling in project scheduling with generalized precedence relationships and variable execution intensities.**” *OR Spectr.* 38 (2): 405–425. <https://doi.org/10.1007/s00291-016-0435-1>.
- BLAZEWICZ, J.; LENSTRA, J. K.; KAN, A. R.. 1983. “**Scheduling subject to resource constraints: Classification and complexity.**” *Discrete Appl. Math.* 5 (1): 11–24.
- BOULEIMEN, K. L. E. I. N.; LECOCQ, H. O. U. S. N. I.. 2003. “**A new efficient simulated annealing algorithm for the resource-constrained project scheduling problem and its multiple mode version.**” *Eur. J. Oper. Res.* 149 (2): 268–281. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00761-0](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00761-0).
- BRUNI, M. E.; PUGLIESE, L. D. P.; BERARDI, P.; GUERRIERO, F.. 2017. “**An adjustable robust optimization model for the resource-constrained project scheduling problem with uncertain activity durations.**” *Omega* 71 (Sep): 66–84. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.09.009>.
- CARDOSO, R. S.. **Orçamento de Obras Em Foco: Um novo olhar sobre a engenharia de Custos.** 2ª Edição. São Paulo. PINI, 2011.
- CHIAVENATO, I.. **Introdução à teoria geral da administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações.** Idalberto Chiavenato - 7. ed. rev. e atual. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2003 - 6ª reimpressão.
- CAMPESTRINI, T. F.; GARRIDO, M. C.; MENDES JR, R.; SCHEER, S.; GREINTAS, M. C. D. **Entendendo BIM.** 1. Ed. Curitiba: UFPR, 2015.
- COSTA, J. D.. **Aplicação na Construção Civil de Técnicas e Ferramentas de Planejamento e Controle, Baseados no Conceito da Construção Enxuta.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2016, 68 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- DAMCI, A., ARDITI, D.; POLAT, G.. **Multiresource leveling in line-of-balance scheduling.** *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(9), 1108–16, 2013.
- DAVENPORT, T. H.; HARRIS J. G.. **Competing on Analytics: The New Science of Winning (Updated With a New Introduction).** Boston, MA, Harvard Business Review Press, 2017.
- DE AZEVEDO, G. H. I.; PESSOA, A. A.; SUBRAMANIAN, A.. 2019. “**A satisfiability and workload-based exact method for the resource constrained project scheduling problem with generalized precedence constraints.**” *Eur. J. Oper. Res.* <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.07.056>.
- DE REYCK, B. 1998. “**A branch-and-bound procedure for the resourceconstrained**

project scheduling problem with generalized precedence relations.” Eur. J. Oper. Res. 111 (1): 152–174. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00305-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00305-6).

DIAS, P. R. V.. **Engenharia de Custos uma Metodologia e Orçamentação Para Obras Civis.** Dias. Paulo Roberto: São Paulo, 2011. 72

DO NASCIMENTO, F. A. M.; ALENCAR, L. H. (2019). **Análise da aplicação da técnica de linha de balanço – LOB – na construção de parques eólicos.** XXVI SIMPEP 06 a 08 nov. Bauru, São Paulo. Disponível em: < http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_16/anais_16.php >

EL-ABBASY, M. S., ELAZOUNI, A.; ZAYED, T.. 2017. “**Generic scheduling optimization model for multiple construction projects.**” J. Comput. Civ. Eng. 31 (4): 04017003. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000659](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000659).

EL-ABBASY, M. S.; ELAZOUNI, A.; ZAYED, T.. 2016. “**Moscopea: Multi-objective construction scheduling optimization using elitist non-dominated sorting genetic algorithm.**” Autom. Constr. 71 (2): 153–170. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.08.038>.

ELAZOUNI, A. 2009. “**Heuristic method for multi-project finance-based scheduling.**” Constr. Manage. Econ. 27 (2): 199–211. <https://doi.org/10.1080/01446190802673110>.

ELAZOUNI, A. M.; METWALLY, F. G.. 2005. “**Finance-based scheduling: Tool to maximize project profit using improved genetic algorithms.**” J. Constr. Eng. Manage. 131 (4): 400–412. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2005\)131:4\(400\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:4(400)).

ELAZOUNI, A., ALGHAZI, A.; SELIM, S. Z.. 2015. “**Finance-based scheduling using meta-heuristics: Discrete versus continuous optimization problems.**” J. Finance Prop. Manage. Constr. 20 (1): 85–104. <https://doi.org/10.1108/JFMPC-07-2014-0013>.

ELAZOUNI, A.; ABIDO, M. A.. 2014. “**Enhanced trade-off of construction projects: Finance-resource-profit.**” J. Constr. Eng. Manage. 140 (9): 04014043. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000880](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000880).

ELAZOUNI, A.; ABIDO, M.. 2011. “**Multiobjective evolutionary financebased scheduling: Individual projects within a portfolio.**” Autom. Constr. 20 (7): 755–766. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.03.010>.

ELAZOUNI, A.; GAB-ALLAH, A. A.. 2004. “**Finance-based scheduling of construction projects using integer programming.**” J. Constr. Eng. Manage. 130 (1): 15–24. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2004\)130:1\(15\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:1(15)).

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho, et al.; revisão técnica: Eduardo Toledo Santos. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Bookman, 2014.

FAHMY, A.; HASSAN, T. E BASSION, H.. **Improving RCPSp solutions quality with stacking justification application with particle swarm optimization.** Expert Systems with

Applications. Vol. 41, p.5870-5881, 2014.

FERRAZ, C.; TURBAY, B. DO V.; LOURES, E. R.; DESCHAMPS, F., GOUVEA, S. E. (2020). **Estratégia de sincronização com o cliente: uma abordagem sob a perspectiva do Lean Construction**. In XXVII SIMPEP 11 a 13 nov. Bauru, São Paulo. Disponível em: < http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_15/anais_15.php >

FORMOSO, C.T. *et al.* **Planejamento e Controle da Produção em Empresas de Construção**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001

FRANCO-DURAN, D. M.; DE LA GARZA, J. M.. 2020. “**Performance of resource-constrained scheduling heuristics.**” J. Constr. Eng. Manage. 146 (4): 04020026. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001804](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001804).

FREITAS FILHO, P.. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena**. 2ª Edição. Florianópolis: Visual Books, 2008.

FGV, FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. “**Tabela de Índice Nacional da Construção Civil**”. Disponível em: <https://portal.fgv.br/>. Acessado em 09/12/2021.

GAJPAL, Y.; ELAZOUNI, A.. 2015. “**Enhanced heuristic for finance-based scheduling of construction projects.**” Constr. Manage. Econ. 33 (7): 531–553. <https://doi.org/10.1080/01446193.2015.1063676>.

GATHER, T.; ZIMMERMANN, J.; BARTELS, J. H.. 2011. “**Exact methods for the resource levelling problem.**” J. Scheduling 14 (6): 557–569. <https://doi.org/10.1007/s10951-010-0207-8>.

GEHBAUER, F. *et al.*, **Planejamento e Gestão de Obras: Um resultado prático de cooperação técnica Brasil-Alemanha**. Curitiba: Editora – CEFET – PR, 2002.

GIL, A. C.. Como elaborar projetos de pesquisa. - 4. ed. - São Paulo : Atlas, 2002.

GOLDRATT. Critical Chain. Great Barrington, MA: North River Press, 1997.

GOMES, F. F. R.; DA SILVA, A. C. P.; ALENCAR, L. H.. **Utilização de conceitos Lean para melhoria de processos construtivos em edificações verticais**. In: Simpósio de Engenharia de Produção – XXVIII SIMPEP. 10 a 12 nov. Bauru, São Paulo. Disponível em: < https://simpep.feb.unesp.br/anais_simpep_todos.php?e=16 >

HARMELINK, D.J. (2001). **Linear Scheduling Model: Float Characteristics**. In: Journal of Construction Engineering and Management. Vol. 127. Nº 4. jul./Aug. 255-260. Disponível em: < [http://dx.doi.org.ez54.periodicos.capes.gov.br/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2001\)127:4\(255\)](http://dx.doi.org.ez54.periodicos.capes.gov.br/10.1061/(ASCE)0733-9364(2001)127:4(255)) >

HEINECK, L. F. M.. **Dados básicos para a programação de edifícios altos por linha de balanço**. In: Congresso Técnico – Científico de Engenharia Civil. Anais, Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.

HENRICH, G. TILLEY, P. KOSKELA, L.. (2005). **Context of Production Control in Construction**. In: Proceedings IGLC (13), jul. 189-198. Disponível em: http://www.iglc.net/conferences/2005/papers/session05/22_105_Henrich_Tilley_Koskela.pdf

ICHIHARA, J.. **Um Método de Solução Heurístico para a Programação de Edifícios Dotados de Múltiplos Pavimentos-Tipo**. Florianópolis: UFSC, 1998, 188 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

JACKSON, J.R.. **An extension of Johnson’s result on job lot scheduling**. Naval Research Logistics Quarterly, v. 3, n.m., p. 201-203, 1956.

JOHNSON, S. M.. **Optimal two and three stage production schedules with setup times included**. Naval Research Logistics Quarterly, v. 1, n. 1, p. 61–68, 1954.

KADRI, R. L.; BOCTOR, F. F.. 2018. **“An efficient genetic algorithm to solve the resource-constrained project scheduling problem with transfer times: The single mode case.”** Eur. J. Oper. Res. 265 (2): 454–462.

KOLISCH, R. 1996. **“Serial and parallel resource-constrained project scheduling methods revisited: Theory and computation.”** Eur. J. Oper. Res. 90 (2): 320–333. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00357-6](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00357-6).

KONG, F.; DOU, D. (2021). **Resource-Constrained Project Scheduling Problem under Multiple Time Constraints**. J. Constr. Eng. Manage., 2021, 147(2): 04020170. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001990](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001990)

KONG, F.; GUO, J.; LV, X. (2021). **Project Resource Input Optimization Problem with Combined Time Constraints Based on Node Network Diagram and Constraint Programming**. J. Construction Eng. Manage., 2021, 147(12): 04021163. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002192](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002192)

KOSKELA, L. (1992). **“Application of the new production philosophy to construction.”** In: Technical report no. 72, CIFE, Stanford University, Stanford, California, USA. Disponível em: < <http://www.leanconstruction.org/pdf/Koskela-TR72.pdf> >

KRAWCZYK FILHO, M.. (2003). **Diretrizes para programação de recursos em obras de curto prazo**. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia). Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/10123>>

KRETER, S.; SCHUTT, A.; STUCKEY, P. J.. 2017. **“Using constraint programming for solving RCPSP/max-cal.”** Constraints 22 (3): 432–462. <https://doi.org/10.1007/s10601-016-9266-6>.

KUMAR, M.; MITTAL, M. L.; SONI, G.; JOSHI, D.. 2019. **“A tabu search algorithm for simultaneous selection and scheduling of projects.”** In Harmony search and nature inspired optimization algorithms, 1111–1121. Singapore: Springer.

KUMAR, N.; VIDYARTHI, D. P.. 2016. “**A model for resource-constrained project scheduling using adaptive PSO.**” *Soft Comput.* 20 (4): 1565– 1580.

LABORIE, P.; ROGERIE, J.; SHAW, P.; VILÍM, P.. 2018. “**IBM ILOG CP optimizer for scheduling.**” *Constraints* 23 (2): 210–250. <https://doi.org/10.1007/s10601-018-9281-x>.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A.. **Metodologia científica.** 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LARSON, E. W.; GRAY, C. F.. **Project Management: The Managerial Process (7th Edition).** McGraw-Hill Education, New York, U.S.A, 2018.

LAURENT, A.; DEROUSSI, L.; GRANGEON, N.; NORRE, S.. 2017. “**A new extension of the RCPSP in a multi-site context: Mathematical model and metaheuristics.**” *Comput. Ind. Eng.* 112 (Oct): 634–644. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.07.028>.

LI, H.; DONG, X.. 2018. “**Multi-mode resource leveling in projects with mode-dependent generalized precedence relations.**” *Expert Syst. Appl.* 97 (May): 193–204. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.12.030>.

LIMMER, C. V.. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras.** Rio de Janeiro, 2010. 244 p.

LIU, J.; LIU, Y.; SHI, Y.; LI, J.. 2020. “**Solving resource-constrained project scheduling problem via genetic algorithm.**” *J. Comput. Civil Eng.* 34 (2): 04019055. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000874](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000874).

LIU, W.; ZHANG, J.; LIU, W. (2021). **Heuristic Methods for Finance-Based and Resource-Constrained Project Scheduling Problem.** *J. Constr. Eng. Manage.*, 2021, 147(11): 04021141. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002174](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002174)

MACCARTHY, B.L.; LIU, J.Y.. **Addressing the gap in scheduling research: a review of optimization and heuristic methods in production scheduling.** *International Journal of Production Research*, v. 31, n. 1, p. 59-79, 1993.

MAHDI, I.M.. **A new LSM approach for planning repetitive housing projects.** *International Journal of Project Management* v. 22 (2004) 339–346.

MALDONADO, J. C.; NAKAGAWA, E. Y.. **Gerência e Planejamento de Projeto.** São Paulo. 2002. 52 f. (Texto Digitado)

MAROTTA, A. A. B; SODRÉ, J. V. M. P.; CARVALHO, S. P.; SOEIRO, V. T. P.; VIEIRA, C.. (2018). **Estudo de caso: Problema de sequenciamento de projetos com restrições de recursos em uma empresa de confecção têxtil.** In XXV SIMPEP 07 a 09 nov. Bauru, São Paulo. Disponível em: < http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_15/anais_15.php >

MATTOS, A. D.. **Planejamento e Controle de Obras.** São Paulo: Editora Pini, 2010.

MAZIERO, L. T. P. **Aplicação do conceito do método da linha de balanço no planejamento de obras repetitivas. Um levantamento das decisões fundamentais para a sua aplicação.** 1990. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1990.

MELLO, P.B.S. (2009). **My World is a Square, so is my Critical Path!**. PMWorld (V). Vol. XI, mai. Disponível em: < <http://www.construcaoenxuta.com.br/> >

MENDES JÚNIOR, R.. **Linha de Balanço – LOB, Uma Filosofia de programação de obras.** Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, 1997. Disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/~mendesjr/lob/index.html>>. Acesso em: 06 mar. 2009.

MENDES JÚNIOR. R. (1999). **Programação da Produção na Construção de Edifícios de Múltiplos Pavimentos.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Disponível em: < <http://leanconstruction.wordpress.com/2008/09/04/linha-debalanco-o-que-e/>>

MOREIRA, D.A.. **Administração da Produção e Operações.** 2 ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MORILLO, D.; MORENO, L. E SERNA, F.. **A branch and bound hybrid algorithm with four deterministic heuristics for the resource constrained project scheduling problem (RCPSP).** DYNA, 82. 2015

MURITIBA, A. E. F.; RODRIGUES, C. D.; DA COSTA, F. A.. 2018. **“A pathrelinking algorithm for the multi-mode resource-constrained project scheduling problem.”** Comput. Oper. Res. 92 (Apr): 145–154. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2018.01.001>.

MYSZKOWSKI, P. B.; OLECH, Ł. P.; LASZCZYK, M.; SKOWROŃSKI, M. E.. 2018. **“Hybrid differential evolution and greedy algorithm (DEGR) for solving multi-skill resource-constrained project scheduling problem.”** Appl. Soft Comput. 62: 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.10.014>.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. (2003). **A indústria da construção na era da informação. Ambiente Construindo,** Porto Alegre. V. 3, n. 1, p. 69-81, jan./mar. 2003. ISSN 1415-8876 © 2003, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

NAVEEN, K; SUNIL, L; SANJAY, K; ABID, H.. **Facilitating Lean Manufacturing Systems Implementation: Role of Top Management.** International Journal of Advances in Management and Economics, v. 2, n. 3, p. 1-9, 2013.

NEMAT-LAFMEJANI, R.; DAVARI-ARDAKANI, H.; NAJAFZAD, H. (2019). **“Multi-mode resource constrained project scheduling and contractor selection: Mathematical formulation and metaheuristic algorithms.”** Appl. Soft Comput. 81 (Aug): 105533. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105533>.

NUNES, J. M.; LONGO, O. C.; ALCOFORADO, L. F.; PINTO, G. O. (2020). **O setor da**

Construção Civil no Brasil e a atual crise econômica. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, e393997274, 2020 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7274>.

OGC, OFFICE OF GOVERNMENT COMMERCE (2009). **Managing successful projects with Prince2.** 4th. ed. London: The Stationery Office.

OHNO, T. Toyota Production System: **Beyond large-scale production.** 1. ed. USA: Productivity Press, 1988.

OLIVEIRA, A. N. S. *et al.* **Tecnologias Integradas aos Planos de Gestão em Projetos na Construção Civil – Um Estudo de Caso.** Revista Científica Vozes dos Vales, Minas Gerais, n. 09, p 1 – 35, maio 2016.

OLIVEIRA, D. de P. R.. **Planejamento Estratégico: Conceitos, Métodos e Práticas.** 23ª Edição, 342 f. São Paulo, 2007.

PAULA, G. B. de.. **Planejamento Estratégico, Tático e Operacional – O Guia completo para sua empresa garantir os melhores resultados!.** Santa Catarina: 2015. Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/planejamento-estrategico-tatico-e-operacional>> Acesso em: 02/01/2017

PELLERIN, R.; PERRIER, N.; BERTHAUT, F.. 2020. “A survey of hybrid metaheuristics for the resource-constrained project scheduling problem.” Eur. J. Oper. Res. 280 (2): 395–416. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.01.063>.

PICCHI, F. A.. **Lean Thinking (mentalidade enxuta): avaliação sistemática do potencial de aplicação no setor de construção.** Simpósio brasileiro de gestão da qualidade e organização do trabalho no ambiente construído. 2001

PINTO, A.. **Estudo da percepção dos profissionais de engenharia e arquitetura quanto à importância do gerenciamento de projetos para a construção civil.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal Fluminense, 2012.

PINTO, D. F.; DE ANDRADE, P. V. D; ALENCAR, L. H. (2019). **A importância da competência do gerente de projetos em Analytics: Uma revisão de literatura.** In XXVI SIMPEP 06 a 08 nov. Bauru, São Paulo. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_16/anais_16.php>

PMI, PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (Editor). **PMBOK (Project Management Body of Knowledge) Guia (Guide).** 6ª Ed. USA: PMI, 2017.

PRADO, R. L.. **Aplicação e acompanhamento da programação de obras em edifícios de múltiplos pavimentos utilizando a técnica de linha de balanço.** 2002, 167p., Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Aplicação e controle da técnica da Linha de Balanço no planejamento de obra vertical

RENÉ, A.Y; Harmelink, D.J. (2001). **Comparison of Linear Scheduling Model (LSM) and**

Critical Path Method (CPM). In: Journal of Construction Engineering and Management. 374-381. Disponível em:
<[<http://dx.doi.org.ez54.periodicos.capes.gov.br/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2001\)127:5\(374\)>](http://dx.doi.org.ez54.periodicos.capes.gov.br/10.1061/(ASCE)0733-9364(2001)127:5(374))>

SANTOS, A.. **Por onde iniciar na implantação das modernas práticas de engenharia de produção da construção?.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ENTAC 9, 2002, Foz de Iguaçu. Anais...Foz do Iguaçu, 2002.

SANTOS, A.. **A Importância do Planejamento nas Empresas de Micro, Pequeno e Médio Portes.** Rio de Janeiro: UCAM, 2010, 37 f. Monografia (Pós-Graduação em Gestão Empresarial) – Colegiado de Pós-Graduação em Gestão Empresarial, Universidade Cândido Mendes. 2010.

SANTOS, A. L. P. *et al.* **Viabilidade da Aplicação de Planejamento e Orçamento Operacional.** Foz do Iguaçu: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 2002.

SANTOS, M. P.. **Pesquisa operacional.** Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2003.

SILVA, E. M.. **Vocabulário Lean Manufacturing.** Artigo. Disponível em:
<<https://www.linkedin.com/pulse/vocabul%C3%A1rio-lean-manufacturing-edson-miranda-da-silva/>>. 2016

SILVA, K. dos S.; CAMPOS, R. T; NÁDIA, J. M. F. (2019). **A redução de desperdícios pelo rearranjo físico e pelo balanceamento da linha de produção: um estudo de caso.** In XXVI SIMPEP 06 a 08 nov. Bauru, São Paulo. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_16/anais_16.php>

SLACK, N.; CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R.. **Administração da produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SINDUSCON, SINDICATO DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Valores da Tabela salarial 2021/2022.** SINDUSCON-PE – Disponível em: <http://www.sindusconpe.com.br>. Acessado em: 09/12/2021.

SPALEK, S.. **Data analytics in project management.** Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2019.

STAMM, H.. **Simulação Industrial: Uma avaliação de sua utilização no sudeste e sul do Brasil.** Florianópolis: UFSC, 1998, 86 f. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

SU, Y; LUCKO, G.. **Linear scheduling with multiple crews based on line-of-balance and productivity scheduling method with singularity functions.** Automation in Construction, Vol.70, C, pp.38-50, 2016.

SUMNER, L.; BARNES, M. (2008). **Os problemas em cronogramas decorrentes das falhas no CPM**. Revista MundoPM, Ed. 22. Curitiba. Ago/Set. Disponível em: <<http://www.mundopm.com.br/downloaded22.shtml>>

TANG, Y.; SUN, Q.; LIU, R.; WANG, F. **Resource Leveling Based on Line of Balance and Constraint Programming**. Computer_Aided Civil and Infrastructure Engineering, Vol.33(10), pp.864-884, 2018.

TERZONI. **Consultoria e Escola de Negócios. Melhoria contínua em processos: o que é e como aplicar**. 14 fev. 2018. Disponível em: <<https://lean.blog.br/melhoria-continua-o-que-e-e-como-aplicar/>>. Acesso em: 26 fev. 2019.

VANHOUCKE, M., COELHO, J.. 2021. **An analysis of network and resource indicators for resource-constrained project scheduling problem instances**. Computers & Operations Research 132 (2021) 105260. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105260>.

VARGAS, B. H.. **Aplicabilidade do método da linha de balanço em obras industriais: estudo de caso para a obra industrial**. Rio Grande do Sul: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2009. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil – Departamento de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2009.

VARGAS, R. V.. **Gerenciamento de Projetos**. 3a Ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2003.

WANG, X.; LEUS, R.; CREEMERS, S.; CHEN, Q.; MAO, N.. 2018. “**A CTMDP based exact method for RCPSP with uncertain activity durations and rework**.” In Proc., Operations Research Proceedings 2017, 559–565. Cham, Switzerland: Springer.

MORRIS, P. W. G.; PINTO, J. K.. **The Wiley guide to managing projects**. John Wiley & Sons, Inc. 2004, Hoboken, New Jersey, USA.

XIAO, J.; WU, Z.; HONG, X. X.; TANG, J. C.; TANG, Y.. 2016. “**Integration of electromagnetism with multi-objective evolutionary algorithms for RCPSP**.” Eur. J. Oper. Res. 251 (1): 22–35. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.10.059>.

YEGANEH, F. T.; ZEGORDI, S. H.. 2020. “**A multi-objective optimization approach to project scheduling with resiliency criteria under uncertain activity duration**.” Ann. Oper. Res. 285 (1–2): 161–196. <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03375-z>.

ZAMANI, R. 2013. “**A competitive magnet-based genetic algorithm for solving the resource-constrained project scheduling problem**.” Eur. J. Oper. Res. 229 (2): 552–559.

ZHAN, J. 1992. “**Calendarization of time planning in MPM networks**.” Z. für Oper. Res. 36 (5): 423–438.

ANEXO A – PLANILHA DE ORÇAMENTO

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD. ORÇADA	PREÇO UNIT (INCC)	VALOR TOTAL (INCC)
001	PROJETOS				
001.003	PROJETO - ESTRUTURAL	VB	1,00	17.717,89	17.717,89
001.004	PROJETO - FUNDAÇÃO	VB	1,00	4.788,62	4.788,62
001.005	PROJETO - IMPERMEABILIZAÇÃO	VB	1,00	1.197,15	1.197,15
001.006	PROJETO - INSTALAÇÃO CLIMATIZAÇÃO	VB	1,00	598,58	598,58
001.007	PROJETO - INSTALAÇÃO CONTRA INCÊNDIO	VB	1,00	718,29	718,29
001.009	PROJETO - INSTALAÇÃO HIDRO-SANITÁRIA	VB	1,00	2.244,66	2.244,66
001.010	PROJETO - TELEFONE APROVADO PELA TELEMAR	VB	1,00	2.244,66	2.244,66
001.011	PROJETO - FACHADA	VB	1,00	1.197,15	1.197,15
001.012	PROJETO - SEGURANÇA CFTV E ALARME	VB	1,00	359,15	359,15
001.016	PROJETO - ELÉTRICO	VB	1,00	2.244,66	2.244,66
001.018	PROJETO - SPDA	VB	1,00	2.244,66	2.244,66
001.023	PROJETO - SUBESTAÇÃO PROVISÓRIA	VB	1,00	179,57	179,57
001.024	PROJETO - SUBESTAÇÃO DEFINITIVA	VB	1,00	281,57	281,57
001.025	PROJETO - ESQUADRIA	VB	1,00	359,15	359,15
001.055	PROJETO - ALVENARIA	VB	1,00	861,95	861,95
001.056	PROJETO DE ARQUITETURA	VB	1,00	35.675,21	35.675,21
001.057	PROJETO PAISAGISMO	VB	1,00	12.182,25	12.182,25
002	ESTUDOS				
002.002	CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO POR ROMPIMENTO DE CORPO DE PROVA	UN	2.728,00	2,56	6.988,89
002.007	SONDAGENS E ESTUDOS GEOTÉCNICOS	M	168,15	8,62	1.449,37
002.009	LAUDOS DE VISTORIA DE OBRAS CIRCUINVIZINHAS	VB	1,00	239,43	239,43
002.011	PROVA DE CARGA - PDA / ESTÁTICA	VB	1,00	6.225,20	6.225,20
002.017	ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA	UN	5,00	107,74	538,72
002.019	PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRA (TERCEIRIZADO)	MÊS	30,00	359,15	10.774,39
003	TAXAS: HABITE-SE E EMOLUMENTOS				
003.001	DESPESAS DIVERSAS: ART'S	UN	1,00	302,06	302,06
003.002	HABITE-SE	UN	61,00	66,42	4.051,65
003.003	TAXA - LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ÁGUA E LUZ	VB	1,00	229,85	229,85
003.004	TAXA - LIGAÇÃO DEFINITIVA DE ÁGUA E LUZ	VB	1,00	718,29	718,29
004	SERVIÇOS PRELIMINARES				
004.001	BANCADA DE LOCAÇÃO DA OBRA - TÁBUA E COM BARROTÉS A CADA METRO.	M	242,00	6,10	1.475,79
004.002	CONSTRUÇÃO PROVISÓRIAS (CANTEIRO)	M²	50,00	81,64	4.082,18
004.003	CONSTRUÇÃO PROVISÓRIAS (CANTEIRO)	M²	35,00	81,64	2.857,52
004.004	CONSTRUÇÃO PROVISÓRIAS (CANTEIRO)	M²	56,00	81,64	4.572,04
004.017	SUBESTAÇÃO PROVISÓRIA - ALIMENTAÇÃO DA OBRA.	VB	1,00	3.352,03	3.352,03

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD. ORÇADA	PREÇO UNIT (INCC)	VALOR TOTAL (INCC)
004.018	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	VB	1,00	1.197,15	1.197,15
004.021	MOBILIÁRIO DA OBRA	VB	1,00	598,58	598,58
004.022	EQUIPAMENTOS DE ESCRITÓRIO	VB	1,00	1.556,30	1.556,30
004.023	PORTÃO DE CORRER EM CHAPA DE ZINCO 2 X 5	UN	1,00	478,86	478,86
004.024	ACIONAMENTO AUTOMÁTICO PARA PORTÃO PEDESTRE	UN	1,00	120,16	120,16
004.025	MOTOR / ACIONAMENTO AUTOMÁTICO P/ PORTÃO DE AUTOS	UN	1,00	287,32	287,32
004.027	PINTURA MURAL - LOGOTIPO EMPRESA (3X PERÍMETRO DE MURO)	M	381,60	6,94	2.649,64
004.050	LIGAÇÃO - PROVISÓRIA DE LUZ E FORÇA PARA OBRA (INSTALAÇÃO MÍNIMA)	UN	1,00	163,03	163,03
004.053	LOCAÇÃO - EIXOS (X, Y), - TRANSFERÊNCIAS NAS LAJES.	UN	34,00	28,73	976,88
004.054	TAPUME - CHAPA GALVANIZADA, PINTADA COM ESMALTE SINTÉTICO	M²	279,84	15,61	4.367,88
004.055	MANUTENÇÃO DE TAPUME - CHAPA GALVANIZADA, PINTADA COM ESMALTE SINTÉTICO	M²	279,84	5,99	1.675,06
004.058	LIGAÇÃO - PROVISÓRIA DE ÁGUA PARA OBRA E INSTALAÇÃO SANITÁRIA PROVISSÓRIA, PEQUENAS OBRAS (INSTALAÇÃO MÍNIMA) NO CANTEIRO	UN	1,00	448,16	448,16
004.059	LIGAÇÃO - PROVISÓRIA DE ÁGUA PARA OBRA E INSTALAÇÃO SANITÁRIA PROVISSÓRIA, PEQUENAS OBRAS (INSTALAÇÃO MÍNIMA) NO PAVIMENTO	UN	1,00	409,86	409,86
004.060	LIGAÇÃO - PROVISÓRIA DE LUZ E FORÇA PARA OBRA (INSTALAÇÃO MÍNIMA)	UN	1,00	163,03	163,03
004.061	LOCAÇÃO - EXECUÇÃO DE GABARITOS	M²	1.275,00	0,68	870,03
004.062	PLACA DE OBRA (TERCEIRIZADA)	M²	12,00	21,55	258,59
004.063	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS DE LUZ E FORÇA	VB	1,00	6.141,40	6.141,40
004.064	LOCAÇÃO DE ALOJAMENTO	MÊS	30,00	239,43	7.182,93
005	MOVIMENTO DE TERRA				
005.001	ESCAVAÇÃO - MANUAL DE VALA, SOLO DE 1ª CATEGORIA, EXCETO ROCHA, ATÉ 2,00 M	M³	250,32	4,66	1.167,52
005.009	ESCAVAÇÃO - MECANIZADA DE VALA ESCORADA, SOLO DE QUALQUER CATEGORIA, EXECETO ROCHA, 2,00 M A 4,00M.	M³	2.271,03	1,68	3.806,28
005.013	REMOÇÃO - MANUAL DE ENTULHOS COM TRANSPORTE MECANIZADO.	M³	610,86	7,36	4.494,53
005.016	REATERRO - MANUAL DE VALA	M³	380,39	4,19	1.593,85
005.017	ATERRO	M³	280,20	3,83	1.073,42
005.018	REMOÇÃO MECANIZADA	M³	2.271,03	1,29	2.936,28

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD. ORÇADA	PREÇO UNIT (INCC)	VALOR TOTAL (INCC)
006	FUNDAÇÃO				
006.002	ALVENARIA - EMBASAMENTO DE 20 CM C/ TIJOLO CERÂMICO DE 08 FUROS DE 9 X 19 X19 CM.	M²	60,00	8,61	516,88
006.003	CONCRETO - MAGRO USINADO, INCLUSIVE TRANSPORTE E ADENSAMENTO.	M³	40,61	51,90	2.107,62
006.007	FÔRMA - PLASTIFICADA 18 MM - FABRICAÇÃO E APLICAÇÃO	M²	1.180,59	13,53	15.976,49
006.010	ARMADURA - CA 50/60 - FUNDAÇÃO, MATERIAL E MÃO DE OBRA	KG	59.382,38	1,04	61.848,20
006.013	CONCRETO - FUNDAÇÃO USINADO, FCK 40 MPA, COM EMPREGO DE METACALIM, C/ TRANSPORTE HORIZONTAL, LANÇAMENTO E ADESAMENTO.	M³	618,50	84,60	52.325,42
006.014	REBAIXAMENTO DE LENÇOL FREÁTICO	UN	205,00	40,70	8.344,17
006.023	ENCABEÇAMENTO DAS ESTACAS	UN	95,00	55,07	5.231,57
006.024	CORTINA EM BROCA DE CONCRETO ARMADO 20 CM E PROF 3 M - MATERIAL	M	130,00	67,59	8.786,88
006.025	CORTINA EM BROCA DE CONCRETO ARMADO 20 CM E PROF 3 M - M.O.	M	130,00	72,79	9.462,31
006.026	ESTAQUEAMENTO (PERFERIA)	M	1.048,64	39,74	41.676,24
006.027	ARRASAMENTO DE ESTACA COM REMOÇÃO	M	460,62	9,58	4.411,47
006.028	ESTAQUEAMENTO - CRAVAÇÃO ESTACA PRÉ-MOLDADA 400	M	2.880,00	9,10	26.203,32
006.029	ESTAQUEAMENTO CRAVAÇÃO ESTACA PRÉ-MOLDADA	M	4.845,66	8,95	43.391,51
006.033	ESTACA PRÉ-MOLDADA T&A	M	4.982,62	35,76	178.161,62
006.034	GUINDASTE - ARRASAMENTO DAS ESTACAS COM + DE 7,00 M QUE NÃO DESCERAM	VB	1,00	3.471,75	3.471,75
007	ESTRUTURA				
007.005	FÔRMA - PLASTIFICADA 18 MM - FABRICAÇÃO (COM PROJETO TECNOFORMA)	M²	2.729,00	18,01	49.155,81
007.009	FÔRMA - PILARES - APLICAÇÃO C/ REPOSIÇÃO PLASTIFICADA, E= 18MM, INCLUINDO MÃO DE OBRA SEGURANÇA.	M²	7.476,00	2,87	21.479,83
007.012	FÔRMA - VIGAS - APLICAÇÃO C/ REPOSIÇÃO PLASTIFICADA, E= 18MM, INCLUINDO MÃO DE OBRA SEGURANÇA.	M²	11.215,00	3,98	44.601,47
007.015	FÔRMA - LAJES MACIÇAS - APLICAÇÃO C/ REPOSIÇÃO PLASTIFICADA, E= 18MM, INCLUINDO MÃO DE OBRA SEGURANÇA.	M²	799,00	3,86	3.081,93
007.020	FÔRMA - LAJE ATEX, MONTAGEM, DESFORMA C/ ALUGUEL DE CABAÇAS + REPOSIÇÃO, ESCORAMENTO METÁLICO, INCLUSIVE MÃO DE OBRA DE SEGURANÇA.	M²	13.260,00	6,32	83.784,40
007.021	ARMADURA - CA 50/60 - ESTRUTURA, MATERIAL E MÃO DE OBRA.	KG	370.000,00	0,99	365.874,39
007.026	CONCRETO - ESTRUTURAL USINADO, FCK= 40 MPA, SLUMP 6+-2, BRITA 19 E 25 BOMBEAVÉL.	M³	3.700,00	71,51	264.590,08

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD. ORÇADA	PREÇO UNIT (INCC)	VALOR TOTAL (INCC)
008	ALVENARIA/FECHAMENTO				
008.001	ALVENARIA - PERIFERIA - ELEVAÇÃO COM BLOCO CERÂMICO FURADO, DIMENSÕES: 12X19X19, C/ MARCAÇÃO, TUBULAÇÃO ELÉTRICA, AMARRAÇÃO, VERGA E CONTRAVERGA EMPREGANDO ARGAMASSA PRONTA, ESPESSURAS DAS JUNTAS: 12MM.	M²	4.290,27	7,51	32.213,72
008.003	ALVENARIA - INTERNA - ELEVAÇÃO COM BLOCO CERÂMICO FURADO, DIMENSÕES: 9X19X19, EMPREGANDO ARGAMASSA PRONTA, C/ VERGA E CONTRA VERGA, MARCAÇÃO, AMARRAÇÃO, APERTO COM ESPUMA, COM MESTRA SUPERIOR, ESPESSURAS DAS JUNTAS: 12MM.	M²	821,42	7,01	5.754,66
008.004	APERTO DE ALVENARIA - INTERNA, COM ESPUMA.	M	328,57	0,42	138,46
008.005	APERTO DE ALVENARIA - EXTERNA, COM ARGAMASSA PRONTA.	M	1.716,10	0,48	829,99
008.015	FUROS EM CONCRETO PARA PASSAGEM DE TUBULAÇÃO	UN	1.000,00	2,39	2.394,31
008.016	ALVENARIA EM BLOCO DE GESSO	M²	8.517,00	11,84	100.819,69
009	IMPERMEABILIZAÇÃO/ISOLAMENTO				
009.002	IMPERMEABILIZAÇÃO - RESERVATÓRIO. INFERIOR (C/ ARGAMASSA POLIMÉRICA C/ TELA)	M²	387,60	2,63	1.020,84
009.003	IMPERMEABILIZAÇÃO - COBERTA C/ MANTA ARDOZIADA C/ ISOLAMENTO TÉRMICO C/ ASFALTO QUENTE	M²	513,46	10,53	5.409,28
009.004	IMPERMEABILIZAÇÃO - LAJES DESCOBERTAS, ANTES DA MANTA 4,00MM C/ ASFALTO QUENTE C/ MANTA DE 4.00 MM + BIDIM	M²	1.050,82	6,94	7.296,37
009.006	IMPERMEABILIZAÇÃO - RESERVATÓRIO SUPERIOR C/ ARGAMASSA TERMOPLÁSTICA COM BAIXO MODO DE ELASTICIDADE, COM TELA DE POLIÉSTER (VEDALASTIC, TECNOLASTIC)	M²	195,68	7,42	1.452,41
009.008	IMPERMEABILIZAÇÃO - PISO WC'S C/ ARGAMASSA POLIMÉRICA C/ TELA	M²	1.507,95	2,63	3.971,55
009.019	IMPERMEABILIZAÇÃO POÇO DE ELEVADOR (C/ ARGAMASSA POLIMÉRICA S/ TELA)	M²	84,00	2,63	221,23
009.020	IMPERMEABILIZAÇÃO - JARDINEIRAS, ANTES DA MANTA 4,00MM C/ ASFALTO QUENTE C/ MANTA DE 4.00 MM + BIDIM	M²	156,18	6,23	972,25
009.022	PROTEÇÃO - MECÂNICA DE SUPERFÍCIE, COM ARGAMASSA PRONTA, SUJEITA A TRÂNSITO OU CAMADA INTERMEDIÁRIA ENTRE A IMPERMEABILIZAÇÃO E O REVESTIMENTO FINAL, EMPREGANDO-SE ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA MÉDIA SEM PENEIRAR NO TRAÇO 1:7, ESPESSURAS MÉDIA 03	M²	3.300,55	1,46	4.828,45

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD. ORÇADA	PREÇO UNIT (INCC)	VALOR TOTAL (INCC)
009.024	REGULARIZAÇÃO - IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES SEGUINDO CAIMENTO DE 5%, EM DIREÇÃO AOS RALOS.	M²	4.982,89	4,00	19.912,14
009.025	REGULARIZAÇÃO - WC'S, COM CANTONEIRA METÁLICA	M	1.507,95	2,02	3.050,87
009.026	IMPERMEABILIZAÇÃO - VARANDAS C/ MAÇARICO MANTA ASFÁLTICA 3.00MM, COM VÉU DE POLIÉSTER	M²	585,60	3,71	2.173,27
009.027	IMPERMEABILIZAÇÃO - BOX WC'S C/ ARGAMASSA POLIMÉRICA C/ TELA	M²	2.091,00	1,08	2.252,93
010	REVESTIMENTO DE PISO				
010.001	CONTRAPISO - ARGAMASSA PRONTA, NO TRAÇO DE 1:5 (CIMENTO/AREIA), ESPESSURA DE 3,5 CM.	M²	9.640,94	4,24	40.834,52
010.011	CERÂMICA - PISO - INDUSTRIAL 31 X 31 CM, TIPO "A", - APLICAÇÃO	M²	6.257,19	2,45	15.356,19
010.012	CERÂMICA - PISO - INDUSTRIAL 31 X 31 CM, TIPO "A". - REJUNTE E LIMPEZA	M²	6.257,19	0,65	4.075,01
010.034	RODAPÉ CERÂMICA - PISO - INDUSTRIAL 31X31 - APLICAÇÃO	M	2.147,89	1,28	2.746,21
010.035	RODAPÉ CERÂMICA - PISO - INDUSTRIAL 31X31 - REJUNTE E LIMPEZA	M	2.147,89	0,60	1.295,96
010.042	PEDRA PAVER - MATERIAL, APLICAÇÃO E LIMPEZA	M²	190,80	9,97	1.901,80
010.056	COBOGRAMA	M²	99,00	8,55	846,69
010.057	GRANILITE - DEGRAU + RESPINGADOR (CIMENTADO, GRANILITE E POLIMENTO)	M	580,00	4,94	2.866,28
010.058	GRANILITE - PATAMAR (COM TODOS OS INSUMOS)	M²	223,64	6,21	1.389,53
010.059	RODAPÉ DE CERÂMICA 31X31	M	2.147,89	0,62	1.342,25
010.060	PISO EM CONCRETO POLIDO 35 MPA COM 8 CM DE ESPESSURA SOBRE SOLO COMPACTADO	M³	1.877,49	15,22	28.567,58
010.061	PISO EM CONCRETO POLIDO 35 MPA COM 6 CM DE ESPESSURA SOBRE LAJE ARMADA	M²	2.223,23	7,01	15.591,36
010.062	CERÂMICA AMARALINA ALPE 41X41	M²	6.257,19	3,52	22.038,00
011	REVESTIMENTO DE PAREDE				
011.001	CHAPISCO - INTERNO ESTRUTURA, COM ARGAMASSA PRONTA NA COLHER	M²	4.486,00	1,15	5.177,10
011.002	CHAPISCO - INTERNO ALVENARIA COM ARGAMASSA PRONTA, NA COLHER	M²	4.893,31	1,05	5.143,37
011.004	EMBOÇO - INTERNO, CONSIDERANDO CAPEAÇOS, COM ARGAMASSA PRONTA.	M²	5.727,76	3,63	20.790,47
011.005	GESSO - PASTA (TERCEIRIZADO)	M²	7.584,75	2,04	15.436,20
011.012	CERÂMICA - PAREDE - INDUSTRIAL - APLICAÇÃO	M²	3.479,72	2,44	8.473,16
011.013	CERÂMICA - PAREDE - INDUSTRIAL - REJUNTE E LIMPEZA	M²	9.338,72	0,65	6.081,86

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD. ORÇADA	PREÇO UNIT (INCC)	VALOR TOTAL (INCC)
011.042	CERÂMICA INDUSTRIAL 10 X 10CM ELIZABETH CRISTAL BRANCO FACHADA - MATERIAL	M²	1.159,48	3,78	4.386,32
011.046	CERÂMICA - PAREDE DE GESSO- INDUSTRIAL TIPO ""A"" - APLICAÇÃO	M²	5.859,00	4,56	26.723,83
011.047	CERÂMICA FORMA ALPE 25X41	M²	8.179,24	3,79	31.020,47
012	REVESTIMENTO DE TETO				
012.001	TRATAMENTO - CONCRETO APARENTE	M²	6.105,74	0,86	5.262,85
012.002	FORRO - JUNTA DE DILATAÇÃO DE GESSO NO TETO	M	1.296,40	1,46	1.887,22
012.003	FORRO - PLACA DE GESSO	M²	9.635,10	2,97	28.606,07
012.012	TRATAMENTO DO FORRO (RETIRADA DAS REBARBAS, PREGOS, ETC)	M²	9.635,10	0,15	1.407,23
013	REVESTIMENTO EXTERNO				
013.001	CHAPISCO - EXTERNO, COM ARGAMASSA PRONTA, MAIS TRATAMENTO E LIMPEZA.	M²	6.889,10	1,79	12.321,49
013.002	EMBOÇO EXTERNO - (FABRICADO EM OBRA)	M²	6.889,10	5,34	36.783,04
013.006	CERÂMICA - FACHADA - INDUSTRIAL 10 X 10 CM, TIPO "A" - APLICAÇÃO	M²	6.588,20	5,27	34.734,76
013.031	CERÂMICA INDUSTRIAL 10 X 10CM ELIZABETH CRISTAL BRANCO FACHADA - MATERIAL	M²	6.588,20	3,78	24.923,22
013.032	VEDAÇÃO COM SILICONE DE CAIXILHOS DA FACHADA	M	2.456,67	1,59	3.905,67
013.033	JUNTA DE DILATAÇÃO - EXTERNA, CORDÃO DE APOIO (TARUCEU)	M	2.666,70	2,18	5.810,26
014	ESQUADRIAS				
014.003	JANELA DE CORRER 4 FOLHAS, PARA VIDRO DE 4 MM VERDE	M²	1.172,00	58,90	69.030,81
014.004	M'AR-AX 01 FOLHA - C/ PEITORIL, PARA VIDRO DE 4 MM VERDE	M²	146,56	43,58	6.386,56
014.006	GRADIL - AIR SPLIT	M²	384,00	51,24	19.675,48
014.010	CONTRAMARCO DE ALUMÍNIO - MATERIAL	M²	1.897,94	3,37	6.393,77
014.011	CONTRAMARCO - APLICAÇÃO.	M²	1.897,94	4,00	7.588,91
014.012	PORTA DE CORRER 02 FOLHAS, C/ TRAVESSA PARA VIDRO DE 6MM VERDE.	M²	15,61	48,54	757,63
014.013	PORTA DE CORRER 06 FOLHAS, C/ TRAVESSA PARA VIDRO DE 6MM VERDE. VARANDA	M²	594,00	99,12	58.879,89
014.015	BOCA DE LOBO - MÓDULOS, PARA VIDRO LISO DE 04 MM VERDE.	M²	21,69	46,16	1.001,16
014.055	PORTA CORTA FOGO P60 2,10M(ALTURA)X0,80M(LARGURA)X0,05M(ESPESSURA) COM TRÊS DOBRADIÇAS	UN	96,00	47,89	4.597,07

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD. ORÇADA	PREÇO UNIT (INCC)	VALOR TOTAL (INCC)
014.056	PORTA CORTA FOGO P60 2,10M(ALTURA)X0,90M(LARGURA)X0,05M(ESPESSURA) COM TRÊS DOBRADIÇAS	UN	5,00	47,89	239,43
014.058	GRADE DE PORTA - CORTA FOGO - MATERIAL E APLICAÇÃO	UN	101,00	27,30	2.757,77
014.059	FECHADURA PAPAIZ EXTERNA REF. 357 MA 271 LINHA MIRAMAR DISTÂNCIA DE BROCA 55MM COM MAÇANETA E ROSETA	PÇ	120,00	13,90	1.668,45
014.060	FECHADURA PAPAIZ INTERNA REF. 4400 MA 271 LINHA MIRAMAR DISTÂNCIA DE BROCA 40MM COM MAÇANETA E ROSET	PÇ	335,00	12,78	4.282,38
014.061	FECHADURA PAPAIZ 5400 WC MA 270 - 40MM EM ZAMAC C/ MAÇANETA E ROSETA EM ALUMÍNIO ANODIZADO ACABAME	UN	363,00	5,61	2.038,12
014.064	CORRIMÃO EM FERRO - GALVANIZADO, ASSENTADO NA PAREDE	M	181,05	10,53	1.907,35
014.065	CORRIMÃO EM FERRO - GALVANIZADO, ASSENTADO NO PISO	M	181,05	18,44	3.337,87
014.066	PORTÃO DE CORRER - COM GRADINEZE	M²	24,00	95,77	2.298,54
014.071	PORTA PRONTA (COM ASSENTAMENTO)	UN	818,00	58,66	47.984,35
014.072	GRADE TELADA	M²	14,49	29,93	433,67
015	VIDROS				
015.005	VIDRO 10MM CRISTAL VERDE TEMPERADO INSTALADO C/FERRAGENS CROMADAS FIXO	M²	30,04	58,66	1.762,16
015.009	VIDRO 6MM CRISTAL VERDE LISO	M²	1.689,40	10,54	17.813,94
015.013	VIDRO 4MM CRISTAL VERDE LISO	M²	65,50	7,18	470,48
015.014	VIDRO 4MM CRISTAL VERDE JATEADO	M²	146,56	9,58	1.403,64
016	INSTALAÇÕES				
016.001	ELÉTRICA - PASSAGENS ESTRUTURA	VB	1,00	559,42	559,42
016.002	ELÉTRICA - CAIXAS/QUADROS ELÉTRICOS APTOS	VB	1,00	1.433,51	1.433,51
016.003	ELÉTRICA - CAIXAS/QUADROS ELÉTRICOS ÁREA COMUM	VB	1,00	364,42	364,42
016.004	ELÉTRICA - TUBULAÇÃO DE TETO APTOS	VB	1,00	3.861,40	3.861,40
016.005	ELÉTRICA - TUBULAÇÃO DE TETO ÁREA COMUM	VB	1,00	1.123,62	1.123,62
016.006	ELÉTRICA - FIAÇÃO APTOS	VB	1,00	22.009,68	22.009,68
016.007	ELÉTRICA - FIAÇÃO ÁREA COMUM	VB	1,00	6.416,79	6.416,79
016.008	ELÉTRICA - DISJUNTORES / ACESSÓRIOS QUADROS APTOS	VB	1,00	2.605,95	2.605,95
016.009	ELÉTRICA - DISJUNTORES / ACESSÓRIOS QUADROS ÁREA COMUM	VB	1,00	759,20	759,20
016.010	ELÉTRICA - ACABAMENTOS ELÉTRICOS APTOS	VB	1,00	11.118,48	11.118,48
016.011	ELÉTRICA - ACABAMENTOS ELÉTRICOS ÁREA COMUM	VB	1,00	637,73	637,73
016.012	ELÉTRICA - LUMINÁRIAS ÁREA COMUM	VB	1,00	8.199,40	8.199,40
016.013	ELÉTRICA - SUBESTAÇÃO	VB	1,00	13.771,93	13.771,93
016.014	ELÉTRICA - MEDIÇÃO	VB	1,00	7.075,37	7.075,37

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD. ORÇADA	PREÇO UNIT (INCC)	VALOR TOTAL (INCC)
016.015	ELÉTRICA - ESQUEMA VERTICAL (FIXAÇÃO E CONDUTORES)	VB	1,00	22.434,46	22.434,46
016.016	SPDA / SINALIZAÇÃO	VB	1,00	1.366,57	1.366,57
016.017	QUADRO DE CONECTIVIDADE APTOS	VB	1,00	2.241,99	2.241,99
016.018	TELEFONE - CAIXAS DE TELEFONE/INTERFONE APTOS	VB	1,00	279,71	279,71
016.019	TELEFONE - TUBULAÇÃO DE TETO TELEFONE/INTERFONE APTOS	VB	1,00	1.503,44	1.503,44
016.020	TELEFONE - FIAÇÃO TELEFONE/INTERFONE APTOS	VB	1,00	664,31	664,31
016.021	TELEFONE - TELEFONE/INTERFONE ÁREA COMUM	VB	1,00	971,78	971,78
016.022	TELEFONE - ESQUEMA VERTICAL TELEFONE INSTALADO	VB	1,00	1.572,30	1.572,30
016.023	ANTENA - CAIXAS APTOS	VB	1,00	244,75	244,75
016.025	ANTENA - TUBULAÇÃO DE TETO APTOS	VB	1,00	1.615,33	1.615,33
016.026	ANTENA - FIAÇÃO APTOS	VB	1,00	1.503,44	1.503,44
016.027	ANTENA - ÁREA COMUM	VB	1,00	698,47	698,47
016.028	ANTENA - ESQUEMA VERTICAL DE ANTENA INSTALADO	VB	1,00	1.776,12	1.776,12
016.029	INFRA-ESTRUTURA ÁREA COMUM CFTV	VB	1,00	1.700,62	1.700,62
016.030	CENTRAL DE INTERFONE INSTALADA	VB	1,00	1.281,14	1.281,14
016.031	CENTRAL DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA / LUMINÁRIAS INSTALADAS	VB	1,00	1.273,04	1.273,04
016.032	GRUPO GERADOR INSTALADO	VB	1,00	11.559,35	11.559,35
016.033	HIDRAÚLICA - SUPLEMENTOS	VB	1,00	2.901,99	2.901,99
016.034	HIDRÁULICA - DRENOS ALVENARIA AR-SPLIT	VB	1,00	804,17	804,17
016.035	HIDRÁULICA - COLUNAS DE ESGOTO / VENTILAÇÃO	VB	1,00	3.557,99	3.557,99
016.036	HIDRÁULICA - COLUNAS DE AP	VB	1,00	7.797,22	7.797,22
016.037	HIDRÁULICA - RAMAL AÉREO DE ESGOTO APTOS	VB	1,00	13.633,35	13.633,35
016.038	HIDRAÚLICA - BARRILETE AF APTOS	VB	1,00	4.399,68	4.399,68
016.039	HIDRAÚLICA - BARRILETE AQ APTOS	VB	1,00	9.767,72	9.767,72
016.040	HIDRAÚLICA - RAMAIS AF APTOS (PEX, MISTURADORES, REGISTROS E COIFAS)	VB	1,00	14.581,78	14.581,78
016.041	HIDRAÚLICA - LOUÇAS / CUBA DE AÇO INOX	VB	1,00	25.174,55	25.174,55
016.042	HIDRAÚLICA - METAIS / ACESSÓRIOS	VB	1,00	22.772,31	22.772,31
016.043	HIDRAÚLICA - COLUNAS DE RECALQUE	VB	1,00	3.925,23	3.925,23
016.044	HIDRAÚLICA - COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO DE AF/AQ (PRES./VRP E REGISTROS)	VB	1,00	13.790,77	13.790,77
016.045	HIDRAÚLICA - RAMAIS ESGOTO ÁREA COMUM	VB	1,00	728,83	728,83
016.046	HIDRAÚLICA - RAMAIS AP ÁREA COMUM	VB	1,00	1.665,75	1.665,75
016.047	HIDRAÚLICA - COLETORES DE ESGOTO	VB	1,00	6.717,23	6.717,23
016.048	HIDRAÚLICA - COLETORES DE AP	VB	1,00	2.333,76	2.333,76
016.049	HIDRAÚLICA - BOMBAS DE RECALQUE INSTALADAS	VB	1,00	1.601,42	1.601,42
016.050	HIDRAÚLICA - BOMBAS DO POÇO DE ÁGUAS SERVIDAS INSTALADAS	VB	1,00	727,92	727,92
016.053	HIDRAÚLICA - BARRILETE SUPERIOR	VB	1,00	4.230,62	4.230,62

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD. ORÇADA	PREÇO UNIT (INCC)	VALOR TOTAL (INCC)
016.054	HIDRAÚLICA - BARRILETE INFERIOR	VB	1,00	1.700,62	1.700,62
016.055	INCÊNDIO - COLUNA DE COMBATE À INCÊNDIO (TUBOS, CONEXÕES, REGISTROS E CAIXAS)	VB	1,00	3.797,18	3.797,18
016.056	INCÊNDIO - REDE EXTERNA DE COMBATE À INCÊNDIO	VB	1,00	4.592,34	4.592,34
016.057	INCÊNDIO - BOMBA DE PRESSURIZAÇÃO PARA COMBATE À INCÊNDIO INSTALADA	VB	1,00	465,87	465,87
016.058	INCÊNDIO - EXTINTORES / ACESSÓRIOS	VB	1,00	2.880,07	2.880,07
016.059	EXAUSTORES / KIT CHAMINÉ	VB	1,00	6.533,80	6.533,80
016.061	GÁS - (PONTOS, CAIXAS PRUMADAS)	UN	122,00	55,07	6.718,43
016.062	INFRA-ESTRUTURA AIR SPLIT - DUTOS / ELÉTRICA	UN	244,00	95,77	23.368,46
016.063	ELEVADOR PANORÂMICO	UN	68,00	1.633,40	111.071,05
016.064	ELEVADORES (PARADA)	UN	34,00	1.361,16	46.279,60
016.065	PORTÃO ELETRÔNICO	VB	1,00	359,15	359,15
016.066	CARENAGEM EM FIBRA P/ SHAFT BALCÃO	UN	484,00	8,62	4.171,84
016.067	CARENAGEM EM FIBRA P/ SHAFT BACIA SANITÁRIA	UN	362,00	5,51	1.993,50
016.068	FECHAMENTO SHAFT FIBERGLASS - MINI	UN	300,00	26,34	7.901,22
016.069	FECHAMENTO SHAFT FIBERGLASS	UN	120,00	29,59	3.551,24
016.074	DESTINO FINAL DE ESGOTOS	VB	1,00	24.831,86	24.831,86
016.075	MEDIÇÃO REMOTA DE GÁS	UN	61,00	114,93	7.010,54
016.076	MEDIÇÃO REMOTA DE ÁGUA	UN	61,00	91,46	5.579,22
016.077	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE CLIMATIZAÇÃO	VB	1,00	4.453,42	4.453,42
016.078	MÃO DE OBRA DE INSTALAÇÕES	VB	1,00	101.884,80	101.884,80
017	PINTURA				
017.003	CAIAÇÃO - 2 DEMÃOS	M²	1.890,00	0,55	1.040,81
017.009	MASSA PVA- 2 DEMÃOS	M²	28.640,85	0,68	19.612,46
017.012	TINTA PVA SEM MASSA, 2 DEMÃOS	M²	28.640,85	1,51	43.270,86
017.016	ZARCÃO - 2 DEMÃOS	M²	1.294,00	0,97	1.251,69
017.017	ESMALTE SOBRE ESQUADRIA DE FERRO - 2 DEMÃOS	M²	1.294,00	1,42	1.834,16
017.038	TEXTURA ACRÍLICA NO ROLO	M²	9.201,34	2,87	26.437,02
017.039	PINTURA ESMALTE DE IDENTIFICAÇÕES DE TUBULAÇÃO	VB	1,00	783,94	783,94
017.041	PINTURA DE IDENTIFICAÇÃO DE GARAGENS	UN	184,00	6,40	1.178,48
017.045	PINTURA PVA EM VIGAS E PILARES SOB VIDRO	M²	300,90	1,84	554,74
017.046	TEXTURA ACRÍLICA DOMUS (FACHADA)	M²	452,87	2,87	1.301,17
018	DIVERSOS				
018.009	CONCERTO IMÓVEL VIZINHO	VB	1,00	3.352,03	3.352,03
018.012	ESCADA DE MARINHEIRO EM BARRA E FERRO COM PINTURA	UN	2,00	150,84	301,68
018.032	PAISAGISMO / AJARDINAMENTO, COM PREPARO DO SOLO	M²	717,14	11,53	8.267,62
018.033	OBRA DE ARTE / NOME DO PRÉDIO	VB	1,00	1.005,61	1.005,61
018.035	CANALETA EM CONCRETO COM GRELHA METÁLICA	M	37,00	28,73	1.063,07
018.037	INSPEÇÃO METÁLICA EM RESERVATÓRIO INCLUSIVE CAIXILHO	UN	6,00	43,10	258,59

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD. ORÇADA	PREÇO UNIT (INCC)	VALOR TOTAL (INCC)
018.039	MOLDURA EM GRANITO CINZA IMACULADA PORTA ELEVADOR HALL SOCIAL - MATERIAL E APLICAÇÃO	M²	34,00	22,99	781,50
018.040	CONSTRUÇÃO POÇO DE ÁGUAS SERVIDAS	UN	1,00	119,72	119,72
018.053	TAMPA PREMOLDADA CONCRETO	UN	20,00	16,76	335,20
018.054	CAIXA PREMOLDADA CONCRETO PARA DRENAGEM	UN	20,00	11,97	239,43
018.055	GRANITO - BALCÃO - CINZA IMACULADA, LARGURA 55 CM, COM RESPALDO E TESTEIRA H= 8CM.	M	574,85	36,83	21.171,30
018.057	DIVIBOX EM GRANITO	M	390,00	7,44	2.902,19
018.059	LAJE SUPORTE PARA SPIT'S	M²	336,00	22,75	7.642,63
018.060	MURO EXTERNO (COM 3M DE ALTURA)	M	70,00	90,03	6.301,82
018.064	FECHAMENTO DE SHAFT ELÉTRICO	UN	34,00	198,25	6.740,46
019	SEGURANÇA DO TRABALHO				
019.001	BANDEJA - PROTEÇÃO - FIXA EM CHAPA GALVANIZADA, C/ LARGURA 2,50 M	M	293,70	14,84	4.357,08
019.002	BANDEJA - PROTEÇÃO - MÓVEL EM CHAPA ZINCADA, C/ LARGURA 2,60 M	M²	462,80	17,62	8.155,52
019.003	CANCELA E PROTEÇÃO PARA ELEVADORES	UN	68,00	57,46	3.907,51
019.005	TÉCNICO DE SEGURANÇA	MÊS	24,00	281,68	6.760,40
019.006	GUARDA CORPO PROVISÓRIO EM TELA FACHADA	M²	888,89	5,75	5.107,87
019.007	GUARDA CORPO PROVISÓRIO EM CHAPA DE ZINCO	M2	192,78	10,24	1.974,62
019.010	EQUIPAMENTO DE SEGURANÇA / PROTEÇÃO INDIVIDUAL	MÊS	24,00	553,09	13.274,05
019.016	TELA DE NYLON DE PROTEÇÃO DE FACHADA	M²	13.399,96	0,38	5.133,38
019.017	MOVIMENTAÇÃO DE TELA DE NYLON DE PROTEÇÃO FACHADA	UN	4,00	47,89	191,54
019.019	EXAMES MÉDICOS / SESI / PCMSO / PCMAT	MÊS	24,00	119,72	2.873,17
019.020	PROTEÇÕES COLETIVAS (RAMPAS, ACESSOS, ESCADAS, ETC)	VB	1,00	143,66	143,66
019.022	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	MÊS	24,00	342,34	8.216,23
020	CONTRATAÇÃO DE PESSOAL				
020.003	ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO	MÊS	24,00	1.248,84	29.972,12
020.007	ESTAGIÁRIO DE ENGENHARIA CIVIL - 8HS	MÊS	24,00	229,85	5.516,49
020.010	MESTRE DE OBRAS	MÊS	25,00	1.579,95	39.498,80
020.011	CONTRA MESTRE	MÊS	12,00	988,43	11.861,20
020.016	ENCARREGADO DE FERREIRO / ARMAÇÃO	MÊS	12,00	231,27	2.775,20
020.024	GUINCHEIRO	MÊS	22,00	370,03	8.140,57
020.025	AUXILIAR DE ALMOXARIFE	MÊS	24,00	280,24	6.725,75
020.026	ALMOXARIFE	MÊS	24,00	187,44	4.498,47
020.030	OPERADOR DE GRUA	MÊS	15,00	379,28	5.689,17
020.031	ASCENSORISTA	MÊS	24,00	370,03	8.880,63
020.032	SINALEIRO	MÊS	15,00	283,90	4.258,54
020.033	TÉCNICO DE EDIFICAÇÕES	MÊS	24,00	666,05	15.985,12
020.034	AJUDANTE DE ELETRICISTA	MÊS	24,00	494,91	11.877,86

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD. ORÇADA	PREÇO UNIT (INCC)	VALOR TOTAL (INCC)
020.036	BONIFICAÇÃO DA EQUIPE	VB	1,00	51.055,77	51.055,77
020.037	COORDENADOR	MÊS	30,00	740,05	22.201,57
020.038	CONTROLLER	MÊS	24,00	66,60	1.598,52
020.039	AUXILIAR DE LOGISTICA	MÊS	24,00	94,84	2.276,13
020.040	ENCARREGADO DE ESTRUTURA	MÊS	12,00	1.221,09	14.653,03
020.041	ENCARREGADO DE ACABAMENTO	MÊS	12,00	1.221,09	14.653,03
020.042	AUXILIAR DE ARQUITETURA	MÊS	15,00	185,01	2.775,20
021	AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS				
021.001	ALUGUEL DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS PEQUENO PORTE	MÊS	24,00	95,77	2.298,54
021.002	AQUISIÇÃO DE MÁQUINAS E FERRAMENTAS	VB	1,00	5.506,91	5.506,91
021.003	MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	MÊS	24,00	95,77	2.298,54
021.004	MONTAGEM / DESMONTAGEM DE EQUIPAMENTOS - GRUA	VB	1,00	2.154,88	2.154,88
021.005	MONTAGEM / DESMONTAGEM DE EQUIPAMENTOS - GUINCHO DE CARGA	VB	1,00	1.292,93	1.292,93
021.006	MONTAGEM / DESMONTAGEM DE EQUIPAMENTOS - GUINCHO DE PASSAGEIROS	VB	1,00	1.316,87	1.316,87
021.007	MONTAGEM / DESMONTAGEM DE EQUIPAMENTOS - BETONEIRA	VB	1,00	47,89	47,89
021.008	MONTAGEM / DESMONTAGEM DE EQUIPAMENTOS - BALANÇA	VB	1,00	1.292,93	1.292,93
021.009	SISTEMA DE COMUNICAÇÃO FALA GUINCHEIRO	UN	1,00	359,15	359,15
021.012	ALUGUEL DE BALANÇA	MÊS	10,00	1.292,93	12.929,27
021.013	ALUGUEL DE GRUA	MÊS	12,00	1.077,44	12.929,27
021.014	COMPRA DE GUINCHO PASSAGEIRO E CARGA	MÊS	1,00	23.776,86	23.776,86
021.015	ALUGUEL DE BETONEIRA	MÊS	24,00	86,20	2.068,68
021.016	MANUTENÇÃO DE ELEVADORES DURANTE EXECUÇÃO DE OBRA (R\$ 26,00 P/PARADA X QUANTIDADE X MÊS)	MÊS	15,00	919,41	13.791,22
021.017	MANUTENÇÃO DE GUINCHOS DURANTE EXECUÇÃO DE OBRA	MÊS	30,00	203,52	6.105,49
021.018	MISTURADOR DE ARGAMASSA - ALUGUEL	MÊS	15,00	119,72	1.795,73
021.019	ALUGUEL DE GRUA	MÊS	15,00	1.316,87	19.753,05
021.020	COMPRA DE GUINCHO (CARGA)	UN	1,00	13.309,13	13.309,13
021.021	CENTRAL DE EMERGÊNCIA	VB	1,00	359,15	359,15
021.022	GUINCHO CREMALHEIRA	UN	1,00	35.914,64	35.914,64
022	MANUTENÇÃO, SUPORTE E DIVERSOS				
022.002	COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES	MÊS	25,00	107,74	2.693,60
022.003	CONSUMO DE ÁGUA/ENERGIA	MÊS	25,00	1.221,10	30.527,44
022.004	CORREIOS / CÓPIAS	MÊS	25,00	35,91	897,87
022.007	DESPESAS TRIBUTÁRIAS	MÊS	25,00	718,29	17.957,32
022.008	MATERIAL DE EXPEDIENTE	MÊS	25,00	28,73	718,29
022.011	DESPESAS BANCÁRIAS	MÊS	25,00	119,72	2.992,89
022.012	REGISTRO DE LIVRO CONTÁBIL	MÊS	25,00	8,38	209,50
022.014	VIGILÂNCIA - EMPRESA TERCERIZADA	MÊS	25,00	1.053,50	26.337,40

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD. ORÇADA	PREÇO UNIT (INCC)	VALOR TOTAL (INCC)
022.015	SEGURANÇA ELETRÔNICA - EMPRESA TERCERIZADA	MÊS	25,00	47,89	1.197,15
022.016	MANUTENÇÃO RELÓGIO DE PONTO	MÊS	25,00	16,76	419,00
022.017	BANDA LARGA - INTERNET (LINK E CONTA TELEFONIA)	MÊS	25,00	62,73	1.568,27
022.018	ALUGUEL COMPUTADOR	MÊS	25,00	57,46	1.436,59
022.019	LIMPEZA GERAL DA OBRA	M²	19.048,00	0,58	11.082,45
022.020	LIMPEZA PERMANENTE SERVENTE - PRODUÇÃO	MÊS	24,00	319,65	7.671,48
022.021	TUBO DE QUEDA	M	90,00	43,10	3.878,78
022.022	CAÇAMBA ESTACIONÁRIA	UN	200,00	38,31	7.661,79
022.023	LIMPEZA DA FACHADA (TERCEIRIZADO)	M²	8.889,60	0,77	6.811,02
022.024	REPOSIÇÃO (DANOS A TERCEIROS)	VB	1,00	5.985,77	5.985,77
023	ASSISTÊNCIA TÉCNICA				
023.002	ASSISTÊNCIA TÉCNICA	VB	1,00	35.067,15	35.067,15
TOTAL GERAL (INCCx100)					3.797.231,98

Fonte: Construtora 2020.

Índice da Construção Civil (INCC/100). – Disponível em: <https://portal.fgv.br/>

ANEXO B - CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO

ITEM	DESCRIÇÃO	Unid.	Quantid. Orçada	Preço Unitário INCC	Valor Total INCC	Mão de Obra	Material	Serviço de terceiros	Despesas Indiretas	Material básico	Nº DIAS ACUMULADOS Nº DO MES			89
											28	31	30	
4	SERVIÇOS PRELIMINARES										2,85%	11,31%	22,08%	
4.00	004.001 BANCADA DE LOCAÇÃO DA OBRA - TABUA E COM BARROTES A CADA METRO.	M	242,00	6,10	1.475,79	394,94		822,36		258,49				
4.00	004.002 CONSTRUÇÃO PROVISÓRIAS (CANTEIRO)	M²	141,00	81,64	11.511,74	2.254,78		7.736,42		1.521,95				76,79%
4.00	004.017 SUBESTAÇÃO PROVISÓRIA - ALIMENTAÇÃO DA OBRA.	VB	1,00	3.352,03	3.352,03			3.352,03						36,00%
4.00	004.018 MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	VB	1,00	1.197,15	1.197,15			1.197,15						
4.00	004.021 MOBILIÁRIO DA OBRA	VB	1,00	598,58	598,58			598,58						
4.00	004.022 EQUIPAMENTOS DE ESCRITÓRIO	VB	1,00	1.556,30	1.556,30			1.556,30						
4.00	004.023 PORTÃO DE CORRER EM CHAPA DE ZINCO 2 X 5	UN	1,00	478,86	478,86			478,86						
4.00	004.024 ACONDIONAMENTO AUTOMÁTICO PARA PORTÃO PEDESTRE	UN	1,00	120,16	120,16			120,16						
4.00	004.025 MOTOR /ACIONAMENTO AUTOMÁTICO P/ PORTÃO DE AUTOS	UN	1,00	287,32	287,32			287,32						
4.00	004.027 PINTURA MURAL - LOGOTIPO EMPRESA (3X PERIMETRO DE MURO)	M	381,60	6,94	2.649,64			2.649,64						100,00%
4.00	004.050 LIGAÇÃO - PROVISÓRIA DE LUZE FORÇA PARA OBRA (INSTALAÇÃO MÍNIMA)	UN	1,00	326,06	326,06	161,70		164,36						100,00%
4.00	004.053 LOCAÇÃO - EIXOS (X,Y, ETC...), - TRANSFERÊNCIAS NAS LAJES.	UN	34,00	28,73	976,88			976,88						
4.00	004.054 TAPUME - CHAPA GALVANIZADA, PINTADA COM ESMALTE SINTÉTICO	M²	279,84	15,61	4.367,88	1.921,18		2.382,99		63,72				3,00%
4.00	004.055 MANUTENÇÃO DE TAPUME - CHAPA GALVANIZADA, PINTADA COM ESMALTE SINTÉTICO	M²	279,84	5,99	1.675,06			1.675,06						
4.00	004.058 LIGAÇÃO - PROVISÓRIA DE ÁGUA PARA OBRA E INSTALAÇÃO SANITÁRIA PROVISÓRIA, PEQUENAS OBRAS (INSTALAÇÃO MÍNIMA) NO CANTEIRO	UN	1,00	856,02	856,02	230,87		572,95		54,20				100,00%
4.00	004.061 LOCAÇÃO - EXECUÇÃO DE GABARITOS	M²	1.276,00	0,68	870,03	599,72		267,32		42,99				5,27%
4.00	004.062 PLACA DE OBRA (TERGEIRIZADA)	M²	12,00	21,55	258,59			258,59						100,00%
4.00	004.063 INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS DE LUZE FORÇA	VB	1,00	6.141,40	6.141,40			6.141,40						
4.00	004.064 LOCAÇÃO DE ALOJAMENTO	MES	30,00	239,43	7.182,93			7.182,93						
5	MOVIMENTO DE TERRA													
5.00	005.001 ESCAVAÇÃO - MANUAL DE VALA, SOLO DE 1ª CATEGORIA, EXCETO ROCHA, ATÉ 2,00M	M³	250,32	4,66	1.167,52	1.167,52								
5.00	005.009 SOLO DE QUALQUER CATEGORIA, EXCETO ROCHA, 2,00 M A 4,00M.	M³	2.271,03	1,68	3.806,26			3.806,26						
5.00	005.013 REMOÇÃO - MANUAL DE ENTULHOS COM TRANSPORTE MECANIZADO.	M³	610,86	7,36	4.494,53	4.146,38		348,16						
5.00	005.016 REATERRO - MANUAL DE VALA	M³	390,39	4,19	1.593,35	1.593,35								
5.00	005.017 A TERRO	M³	280,20	3,83	1.073,42			1.073,42						
5.00	005.018 REMOÇÃO MECANIZADA	M³	2.271,03	1,29	2.936,28			2.936,28						
6	FUNDAÇÃO													
6.00	006.002 ALVENARIA - EMBASAMENTO DE 20 CM C/TUOLO GERÂMICO DE 08 FUROS DE 9 X 19 X19 CM.	M³	60,00	8,61	516,88	233,27		179,30		104,31				
6.00	006.003 CONCRETO - MAGRO USNADO, INCLUSIVE TRANSPORTE E ADENSAMENTO.	M³	40,61	51,90	2.107,62	120,33		1.897,29						
6.00	006.007 FORMA - PLASTIFICADA 18 MM - FABRICAÇÃO E APLICAÇÃO (MOURA, DUBEUX)	M²	1.180,59	13,53	15.976,49	7.394,92		7.325,84		1.255,74				
6.00	006.010 ARMA DURA - CA 50/60 - FUNDAÇÃO, MATERIAL E MÃO DE OBRA	KG	59.382,38	1,04	61.848,20	13.554,32		46.222,76		2.071,12				
6.00	006.013 CONCRETO - FUNDAÇÃO USNADO FCK 40 MPA, COM EMPREGO DE METACALUM C/TRANSPORTE HORIZONTAL, LANÇAMENTO E ADESAMENTO.	M³	618,50	84,60	52.325,42	6.459,47		45.865,95						
6.00	006.014 REBAIXAMENTO DE LENÇOL FREÁTICO	UN	205,00	40,70	8.344,17			8.344,17						
6.00	006.023 ENCAIXAMENTO DAS ESTAGAS	UN	95,00	55,07	5.231,57			5.231,57						
6.00	006.024 CORTINA EM BROCA DE CONCRETO ARMADO 20 CM E PROF 3 M - MATERIAL	M	130,00	67,59	8.786,88			8.786,88						
6.00	006.025 CORTINA EM BROCA DE CONCRETO ARMADO 20 CM E PROF 3 M - M.O.	M	130,00	72,79	9.462,31			9.462,31						

6.00	006.026	ESTAQUEAMENTO (PERFERIA)	M	1.046,64	39,74	41.676,24	41.676,24	41.676,24	20,00		
6.00	006.027	ARRASAMENTO DE ESTACA COM REMOÇÃO	M	480,62	9,59	4.411,47	4.411,47	4.411,47	40,00		
6.00	006.028	ARRASAMENTO - CRAVAÇÃO ESTACA PRÉ-MOLDADA 400	M	2.880,00	9,10	26.203,32	26.203,32	26.203,32	20,00		
6.00	006.029	ARRASAMENTO CRAVAÇÃO ESTACA PRÉ-MOLDADA	M	4.845,66	8,95	43.391,51	43.391,51	43.391,51	20,00		
6.00	006.033	ESTACA PRÉ-MOLDADA T&A	M	4.882,62	35,76	173.161,62	173.161,62	173.161,62	20,00		
6.00	006.034	GUINDA STE - ARRASAMENTO DAS ESTACAS COM + DE 7,00 M QUE NÃO DESERAM	VB	1,00	3.471,75	3.471,75	3.471,75	3.471,75	20,00		
7		ESTRUTURA									
7.00	007.005	FORMA - PLASTIFICADA 18 MM - FABRICAÇÃO (COM PROJETO TECNIFORMA)	MP	2.729,00	18,01	49.155,81	9.189,34	37.645,61	180,00	2.320,86	
7.00	007.009	FORMA - PILARES - APLICAÇÃO C/ REPOSIÇÃO PLASTIFICADA, E= 18MM, INCLUINDO MÃO DE OBRA SEGURANÇA.	MP	7.476,00	2,87	21.479,83	18.688,58	166,36	340,00	2.644,89	
7.00	007.012	FORMA - VIGAS - APLICAÇÃO C/ REPOSIÇÃO PLASTIFICADA, E= 18MM, INCLUINDO MÃO DE OBRA SEGURANÇA.	MP	11.215,00	3,88	44.601,47	27.899,44	13.153,35	340,00	3.548,68	
7.00	007.015	FORMA - LAJES MACIAS - APLICAÇÃO C/ REPOSIÇÃO PLASTIFICADA, E= 18MM, INCLUINDO MÃO DE OBRA SEGURANÇA.	MP	799,00	3,86	3.081,93	1.992,02	932,06	340,00	157,85	
7.00	007.020	FORMA - LAJE ATEX - MONTAGEM, DESFORMA C/ ALUGUEL DE CABEÇAS + REPOSIÇÃO, ESCORAMENTO METÁLICO, INCLUSIVE MÃO DE OBRA DE SEGURANÇA.	MP	13.260,00	6,32	83.784,40	39.640,31	40.575,97	300,00	3.568,12	
7.00	007.021	ARMADURA - CA 50/60 - ESTRUTURA, MATERIAL E MÃO DE OBRA.	KG	370.000,00	0,99	365.874,39	30.704,62	320.169,77	340,00	15.062,93	
7.00	007.026	CONCRETO - ESTRUTURAL USINADO, FCK= 40 MPA, SLUMP 6+2, BRITA 19 E 25 BOMBEÁVEL.	MP	3.700,00	71,51	264.590,08	10.608,24	253.981,85	340,00		
8		ALVENARIA/FECHAMENTO									
8.00	008.001	ALVENARIA - PERIFERIA - ELEVAÇÃO COM BLOCO CERÂMICO FURADO, DIMENSÕES: 12X19X19, C/ MARCAÇÃO, TUBULAÇÃO ELÉTRICA, AMARRAÇÃO, VERGA E CONTRAVERGA EMPREGANDO ARGAMASSA PRONTA, ESPESURAS DAS JUNTAS: 12MM.	MP	4.290,27	7,51	32.213,72	11.147,10	9.075,36	220,00	11.991,26	
8.00	008.003	ALVENARIA - INTERNA - ELEVAÇÃO COM BLOCO CERÂMICO FURADO, DIMENSÕES: 9X19X19, EMPREGANDO ARGAMASSA PRONTA, C/ VERGA E CONTRAVERGA, MARCAÇÃO, AMARRAÇÃO, APERTO COM ESPUMA, COM MESTRA SUPERIOR, ESPESURAS DAS JUNTAS: 12MM.	MP	821,42	7,01	5.754,66	1.586,69	2.121,58	160,00	2.046,38	
8.00	008.004	APERTO DE ALVENARIA - INTERNA, COM ESPUMA.	M	328,57	0,42	138,46	94,20	44,25	160,00		
8.00	008.005	APERTO DE ALVENARIA - EXTERNA, COM ARGAMASSA PRONTA.	M	1.716,10	0,48	829,99	596,93	233,07	160,00		
8.00	008.015	FUROS EM CONCRETO PARA PASSAGEM DE TUBULAÇÃO	UN	1.000,00	2,39	2.394,31	2.394,31	2.394,31	160,00		
8.00	008.016	ALVENARIA EM BLOCO DE GESSO	MP	8.517,00	11,84	100.819,69	100.819,69	100.819,69	160,00		
9		IMPERMEABILIZAÇÃO/ISOLAMENTO									
9.00	009.002	IMPERMEABILIZAÇÃO - RESERVATÓRIO, INFERIOR C/ ARGAMASSA POLIMÉRICA C/ TELA	MP	387,60	2,63	1.020,84	1.020,84	1.020,84	20,00		
9.00	009.003	IMPERMEABILIZAÇÃO - COBERTA C/ MANTA ARDOZADA C/ ISOLAMENTO TÉRMICO C/ ASFALTO QUENTE	MP	513,46	10,53	5.409,28	5.409,28	5.409,28	40,00		
9.00	009.004	IMPERMEABILIZAÇÃO - LAJES DESCOBERTAS, ANTES DA MANTA 4.00MM C/ ASFALTO QUENTE C/ MANTA DE 4.00 MM + BÍDIM	MP	1.050,82	6,94	7.296,37	7.296,37	7.296,37	40,00		
9.00	009.006	IMPERMEABILIZAÇÃO - RESERVATÓRIO SUPERIOR C/ ARGAMASSA TERMOPLÁSTICA COM BAIXO MODO DE ELASTICIDADE, COM TELA DE POLIÉSTER (VEDALASTIC, TECNOLASTIC)	MP	195,68	7,42	1.452,41	1.452,41	1.452,41	20,00		
9.00	009.008	IMPERMEABILIZAÇÃO - PISO WC'S C/ ARGAMASSA POLIMÉRICA C/ TELA	MP	1.507,95	2,63	3.971,55	3.971,55	3.971,55	160,00		
9.00	009.019	IMPERMEABILIZAÇÃO POÇO DE ELEVAÇÃO (C/ ARGAMASSA POLIMÉRICA S/ TELA)	MP	84,00	2,63	221,23	221,23	221,23	60,00		

13,00	013.001	CHAPISCO - EXTERNO, COM ARGAMASSA PRONTA, MAIS TRATAMENTO E LIMPEZA.	M²	6.888,10	1,79	12.321,49	4.733,07	7.588,42	40,00
13,00	013.002	EMBOÇO EXTERNO - (FABRICAÇÃO EM OBRA)	M²	6.898,10	5,34	36.783,04	10.215,95	26.567,09	80,00
13,00	013.006	CERÂMICA - FACHADA - INDUSTRIAL 10 X 10 CM, TPO "A" - APLICAÇÃO	M²	6.986,20	5,27	34.734,76	29.190,98	5.543,78	60,00
13,00	013.031	CERÂMICA INDUSTRIAL 10 X 10CM ELIZABETH CRISTAL BRANCO FACHADA - MATERIAL	M²	6.986,20	3,76	24.923,22		24.923,22	60,00
13,00	013.032	VEDAÇÃO COM SILICONE DE CAXILHOS DA FACHADA	M	2.456,67	1,59	3.905,67	889,28	3.016,38	40,00
13,00	013.033	JUNTA DE DILATAÇÃO - EXTERNA - CORDÃO DE APOIO (TARUÇEU)	M	2.866,70	2,18	5.810,26	1.280,68	4.489,84	40,00
14		ESQUADRIAS							
14,00	014.003	JANELA DE CORRER 4 FOLHAS, PARA VIDRO DE 4 MM VERDE	M²	1.172,00	58,90	69.030,81	69.030,81		80,00
14,00	014.004	MAR-AX 01 FOLHA - C/ PEITORIL - PARA VDRRO DE 4 MM VERDE	M²	1.46,56	43,58	6.386,56		6.386,56	80,00
14,00	014.006	GRADIL - AIR SPLIT	M²	384,00	51,24	19.675,48		19.675,48	80,00
14,00	014.010	CONTRAMARCO DE ALUMINIO - MATERIAL	M²	1.897,94	3,37	6.393,77		6.393,77	180,00
14,00	014.011	PORTA DE CORRER 02 FOLHAS, C/ TRAVESSA PARA VDRRO DE 6MM VERDE	M²	1.897,94	4,00	7.591,96	5.381,36	1.688,15	180,00
14,00	014.012	PORTA DE CORRER 06 FOLHAS, C/ TRAVESSA PARA VDRRO DE 6MM VERDE - VARANDA	M²	15,61	48,54	757,63		757,63	20,00
14,00	014.013	BOCA DE LOBO - MÓDULOS, PARA VDRRO LISO DE 04 MM VERDE	M²	594,00	99,12	58.879,89		58.879,89	80,00
14,00	014.015	PORTA CORTA FOGO P60	M²	21,69	46,16	1.001,16		1.001,16	20,00
14,00	014.055	2.10M(ALTURA)X0.80M(LARGURA)X0.05M(ESPESURA) COM TRÊS DOBRADIÇAS	UN	96,00	47,88	4.597,07		4.597,07	80,00
14,00	014.056	2.10M(ALTURA)X0.90M(LARGURA)X0.05M(ESPESURA) COM TRÊS DOBRADIÇAS	UN	5,00	47,88	239,43		239,43	80,00
14,00	014.058	GRADE DE PORTA - CORTA FOGO - MATERIAL E APLICAÇÃO	UN	101,00	27,30	2.757,77	1.423,49	1.197,03	160,00
14,00	014.059	FECHADURA PAPAIZ EXTERNA REF. 357 MA 271 LINHA MIRAMAR DISTÂNCIA DE BROCA 55MM COM MACANETA E ROSETA	PÇ	120,00	13,90	1.668,45		1.668,45	100,00
14,00	014.060	FECHADURA PAPAIZ INTERNA REF. 4400 MA 271 LINHA MIRAMAR DISTÂNCIA DE BROCA 40MM COM MACANETA E ROSET	PÇ	335,00	12,78	4.282,38		4.282,38	100,00
14,00	014.061	FECHADURA PAPAIZ 5400 WC MA 270 - 40MM EM ZAMAC C/MACANETA E ROSETA EM ALUMINIO ANODIZADO ACABAME	UN	363,00	5,61	2.038,12		2.038,12	100,00
14,00	014.064	CORRIMÃO EM FERRO - GALVANIZADO, ASSENTADO NA PAREDE	M	181,05	10,53	1.907,35		1.907,35	40,00
14,00	014.065	CORRIMÃO EM FERRO - GALVANIZADO, ASSENTADO NO PISO	M	181,05	18,44	3.337,87		3.337,87	40,00
14,00	014.066	PORTÃO DE CORRER - COM GRADINEZE	M²	24,00	95,77	2.298,54		2.298,54	20,00
14,00	014.071	PORTA PRONTA (COM ASSENTAMENTO)	UN	815,00	59,66	47.984,35		47.984,35	100,00
14,00	014.072	GRADE TELADA	M²	14,48	29,83	433,67		433,67	20,00
15		VIDROS							
15,00	015.005	VIDRO 10MM CRISTAL VERDE TEMPERADO	M²	30,04	59,66	1.782,16		1.782,16	80,00
15,00	015.009	INSTALADO C/FERRAGENS CROMADAS FIXO	M²	1.689,40	10,54	17.813,94		17.813,94	80,00
15,00	015.013	VIDRO 6MM CRISTAL VERDE LISO	M²	66,50	7,78	470,48		470,48	80,00
15,00	015.014	VIDRO 4MM CRISTAL VERDE LISO	M²	146,58	9,58	1.403,64		1.403,64	80,00
16		INSTALAÇÕES							
16,00	016.001	ELETRICA - PASSAGENS ESTRUTURA	VB	1,00	559,42	559,42		559,42	220,00
16,00	016.002	ELETRICA - CAIXAS/QUADROS ELETRICOS APTOS	VB	1,00	1.433,51	1.433,51		1.433,51	220,00
16,00	016.003	ELETRICA - CAIXAS/QUADROS ELETRICOS AREA COMUM	VB	1,00	384,42	384,42		384,42	160,00
16,00	016.004	ELETRICA - TUBULAÇÃO DE TETO APTOS	VB	1,00	3.861,40	3.861,40		3.861,40	160,00
16,00	016.005	ELETRICA - TUBULAÇÃO DE TETO AREA COMUM	VB	1,00	1.123,62	1.123,62		1.123,62	60,00
16,00	016.006	ELETRICA - FAÇAO APTOS	VB	1,00	22.009,68	22.009,68		22.009,68	160,00
16,00	016.007	ELETRICA - FAÇAO AREA COMUM	VB	1,00	6.416,79	6.416,79		6.416,79	60,00
16,00	016.008	ELETRICA - DISJUNTORES / ACESSÓRIOS QUADROS APTOS	VB	1,00	2.605,95	2.605,95		2.605,95	80,00

16.00	016.009	ELETRICA - DISJUNTORES / ACESSÓRIOS QUADROS ÁREA COMUM	VB	1,00	759,20	759,20	759,20	759,20	759,20	20,00
16.00	016.010	ELETRICA - ACABAMENTOS ELÉTRICOS APTOS	VB	1,00	11.118,48	11.118,48	11.118,48	11.118,48	11.118,48	80,00
16.00	016.011	ELETRICA - ACABAMENTOS ELÉTRICOS ÁREA COMUM	VB	1,00	637,75	637,75	637,75	637,75	637,75	60,00
16.00	016.012	ELETRICA - LUMINARIAS ÁREA COMUM	VB	1,00	8.199,40	8.199,40	8.199,40	8.199,40	8.199,40	60,00
16.00	016.013	ELETRICA - SUBESTAÇÃO	VB	1,00	13.771,93	13.771,93	13.771,93	13.771,93	13.771,93	60,00
16.00	016.014	ELETRICA - MEDIÇÃO	VB	1,00	7.075,37	7.075,37	7.075,37	7.075,37	7.075,37	60,00
16.00	016.015	ELETRICA - ESQUEMA VERTICAL (FIXAÇÃO E CONDUTORES)	VB	1,00	22.434,46	22.434,46	22.434,46	22.434,46	22.434,46	60,00
16.00	016.016	SPDA / SINALIZAÇÃO	VB	1,00	1.366,57	1.366,57	1.366,57	1.366,57	1.366,57	220,00
16.00	016.017	QUADRO DE CONECTIVIDADE APTOS	VB	1,00	2.241,99	2.241,99	2.241,99	2.241,99	2.241,99	140,00
16.00	016.018	TELEFONE - CAIXAS DE TELEFONE/INTERFONE APTOS	VB	1,00	279,71	279,71	279,71	279,71	279,71	220,00
16.00	016.019	TELEFONE - TUBULAÇÃO DE TETO	VB	1,00	1.503,44	1.503,44	1.503,44	1.503,44	1.503,44	160,00
16.00	016.020	TELEFONE - FAIXA TELEFONE/INTERFONE APTOS	VB	1,00	664,31	664,31	664,31	664,31	664,31	160,00
16.00	016.021	TELEFONE - TELEFONE/INTERFONE ÁREA COMUM	VB	1,00	971,78	971,78	971,78	971,78	971,78	60,00
16.00	016.022	INSTALADO	VB	1,00	1.572,30	1.572,30	1.572,30	1.572,30	1.572,30	60,00
16.00	016.023	ANTENA - CAIXAS APTOS	VB	1,00	244,75	244,75	244,75	244,75	244,75	220,00
16.00	016.025	ANTENA - TUBULAÇÃO DE TETO APTOS	VB	1,00	1.615,33	1.615,33	1.615,33	1.615,33	1.615,33	160,00
16.00	016.026	ANTENA - FAIXA APTOS	VB	1,00	1.503,44	1.503,44	1.503,44	1.503,44	1.503,44	160,00
16.00	016.027	ANTENA - ÁREA COMUM	VB	1,00	698,47	698,47	698,47	698,47	698,47	60,00
16.00	016.028	ANTENA - ESQUEMA VERTICAL DE ANTENA INSTALADO	VB	1,00	1.776,12	1.776,12	1.776,12	1.776,12	1.776,12	60,00
16.00	016.029	INFRA-ESTRUTURA ÁREA COMUM CFTV	VB	1,00	1.700,62	1.700,62	1.700,62	1.700,62	1.700,62	60,00
16.00	016.030	CENTRAL DE INTERFONE INSTALADA	VB	1,00	1.281,14	1.281,14	1.281,14	1.281,14	1.281,14	20,00
16.00	016.031	CENTRAL DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA / LUMINARIAS INSTALADAS	VB	1,00	1.273,04	1.273,04	1.273,04	1.273,04	1.273,04	40,00
16.00	016.032	GRUPO GERADOR INSTALADO	VB	1,00	11.569,35	11.569,35	11.569,35	11.569,35	11.569,35	40,00
16.00	016.033	HIDRAULICA - SUPLEMENTOS	VB	1,00	2.901,99	2.901,99	2.901,99	2.901,99	2.901,99	140,00
16.00	016.034	HIDRAULICA - DRENOS ALVARIAS AR-SPLIT	VB	1,00	804,17	804,17	804,17	804,17	804,17	140,00
16.00	016.035	HIDRAULICA - COLUNAS DE ESGOTO / VENTILAÇÃO	VB	1,00	3.557,99	3.557,99	3.557,99	3.557,99	3.557,99	160,00
16.00	016.036	HIDRAULICA - COLUNAS DE AP	VB	1,00	7.797,22	7.797,22	7.797,22	7.797,22	7.797,22	160,00
16.00	016.037	HIDRAULICA - RAMAL AÉREO DE ESGOTO APTOS	VB	1,00	13.633,35	13.633,35	13.633,35	13.633,35	13.633,35	160,00
16.00	016.038	HIDRAULICA - BARRILETE AF APTOS	VB	1,00	4.390,68	4.390,68	4.390,68	4.390,68	4.390,68	160,00
16.00	016.039	HIDRAULICA - BARRILETE AQ APTOS	VB	1,00	9.767,72	9.767,72	9.767,72	9.767,72	9.767,72	160,00
16.00	016.040	MISTURADORES, REGISTROS E COFAS	VB	1,00	14.581,78	14.581,78	14.581,78	14.581,78	14.581,78	220,00
16.00	016.041	HIDRAULICA - RAMAIS AF APTOS (PEX)	VB	1,00	25.174,55	25.174,55	25.174,55	25.174,55	25.174,55	180,00
16.00	016.042	HIDRAULICA - LOUCAS / CUBA DE AÇO INOX	VB	1,00	22.772,31	22.772,31	22.772,31	22.772,31	22.772,31	80,00
16.00	016.043	HIDRAULICA - METAIS / ACESSÓRIOS	VB	1,00	3.925,23	3.925,23	3.925,23	3.925,23	3.925,23	60,00
16.00	016.044	HIDRAULICA - COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO DE AF/AQ (PRES./R/P E REGISTROS)	VB	1,00	13.790,77	13.790,77	13.790,77	13.790,77	13.790,77	60,00
16.00	016.045	HIDRAULICA - RAMAIS ESGOTO ÁREA COMUM	VB	1,00	728,83	728,83	728,83	728,83	728,83	60,00
16.00	016.046	HIDRAULICA - RAMAIS AP ÁREA COMUM	VB	1,00	1.665,75	1.665,75	1.665,75	1.665,75	1.665,75	60,00
16.00	016.047	HIDRAULICA - COLETORES DE ESGOTO	VB	1,00	6.717,23	6.717,23	6.717,23	6.717,23	6.717,23	60,00
16.00	016.048	HIDRAULICA - COLETORES DE AP	VB	1,00	2.333,76	2.333,76	2.333,76	2.333,76	2.333,76	60,00
16.00	016.049	HIDRAULICA - BOMBAS DE RECALQUE INSTALADAS	VB	1,00	1.601,42	1.601,42	1.601,42	1.601,42	1.601,42	20,00
16.00	016.050	HIDRAULICA - BOMBAS DO POÇO DE ÁGUAS SERVIDAS INSTALADAS	VB	1,00	727,92	727,92	727,92	727,92	727,92	20,00
16.00	016.053	HIDRAULICA - BARRILETE SUPERIOR	VB	1,00	4.230,82	4.230,82	4.230,82	4.230,82	4.230,82	60,00
16.00	016.054	HIDRAULICA - BARRILETE INFERIOR	VB	1,00	1.700,62	1.700,62	1.700,62	1.700,62	1.700,62	60,00
16.00	016.055	INCÊNDIO - COLUNA DE COMBATE À INCÊNDIO (TUBOS, CONEXÕES, REGISTROS E CAIXAS)	VB	1,00	3.797,18	3.797,18	3.797,18	3.797,18	3.797,18	160,00
16.00	016.056	INCÊNDIO - REDE EXTERNA DE COMBATE À INCÊNDIO	VB	1,00	4.592,34	4.592,34	4.592,34	4.592,34	4.592,34	20,00
16.00	016.057	INCÊNDIO - BOMBA DE PRESSURIZAÇÃO PARA COMBATE À INCÊNDIO INSTALADA	VB	1,00	465,87	465,87	465,87	465,87	465,87	20,00
16.00	016.058	INCÊNDIO - EXTINTORES / ACESSÓRIOS	VB	1,00	2.880,07	2.880,07	2.880,07	2.880,07	2.880,07	20,00
16.00	016.059	EXAUSTORES / KIT CHAMINE	VB	1,00	6.533,90	6.533,90	6.533,90	6.533,90	6.533,90	100,00
16.00	016.061	GÁS - (PONTOS, CAIXAS PRUMADAS)	UN	122,00	55,07	55,07	55,07	55,07	55,07	6.718,43
16.00	016.062	INFRA-ESTRUTURA AIR SPLIT - DUTOS / ELETRICA	UN	244,00	95,77	95,77	95,77	95,77	95,77	23.368,46
16.00	016.063	ELEVADOR PANORÂMICO	UN	68,00	1.633,40	1.633,40	1.633,40	1.633,40	1.633,40	111.071,05
16.00	016.064	ELEVADORES (PARADA)	UN	34,00	1.361,16	1.361,16	1.361,16	1.361,16	1.361,16	46.279,60
16.00	016.065	PORTAO ELETRÔNICO	VB	1,00	359,15	359,15	359,15	359,15	359,15	20,00

16.00	016.066	CARENAGEM EM FIBRA P/ SHAFT BALCÃO	UN	484,00	8,62	4.171,84	4.171,84	4.171,84	20,00		
16.00	016.067	CARENAGEM EM FIBRA P/ SHAFT BACIA SANITÁRIA	UN	362,00	5,51	1.993,50	1.993,50	1.993,50	80,00		
16.00	016.068	FECHAMENTO SHAFT FIBERGLASS - MINI	UN	300,00	26,34	7.901,22	7.901,22	7.901,22	80,00		
16.00	016.069	FECHAMENTO SHAFT FIBERGLASS	UN	120,00	29,59	3.551,24	3.551,24	3.551,24	80,00		
16.00	016.074	DESTINO FINAL DE ESGOTOS	VB	1,00	24.831,86	24.831,86	24.831,86	24.831,86	60,00		
16.00	016.075	MEDICÃO REMOTA DE GÁS	UN	61,00	114,93	7.010,54	7.010,54	7.010,54	60,00		
16.00	016.076	MEDICÃO REMOTA DE ÁGUA	UN	61,00	91,46	5.579,22	5.579,22	5.579,22	60,00		
16.00	016.077	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE CLIMATIZAÇÃO	VB	1,00	4.453,42	4.453,42	4.453,42	4.453,42	20,00		
16.00	016.078	MAO DE OBRA DE INSTALAÇÕES	VB	1,00	101.884,80	101.884,80	101.884,80	101.884,80	240,00		
17.00	017.003	CAIACÃO - 2 DEMÃOS	MF	1.890,81	0,55	1.040,81	1.040,81	1.040,81	60,00		
17.00	017.009	MASSA PVA - 2 DEMÃOS	MF	28.640,85	0,68	19.612,46	19.612,46	19.612,46	100,00		
17.00	017.012	TINTA PVA SEMI MASSA, 2 DEMÃOS	MF	28.640,85	1,51	43.270,86	43.270,86	43.270,86	100,00		
17.00	017.016	ZARÇAO - 2 DEMÃOS	MF	1.294,00	0,97	1.251,69	1.251,69	1.251,69	60,00		
17.00	017.017	ESMALTE SOBRE ESQUADRA DE FERRO - 2 DEMÃOS	MF	1.294,00	1,42	1.834,16	1.834,16	1.834,16	60,00		
17.00	017.038	TEXTURA ACRILICA NO ROLO	MF	9.201,34	2,87	26.437,02	26.437,02	26.437,02	80,00		
17.00	017.039	PINTURA ESMALTE DE IDENTIFICAÇÕES DE TUBULAÇÃO	VB	1,00	783,94	783,94	783,94	783,94	60,00		
17.00	017.041	PINTURA DE IDENTIFICAÇÃO DE GARAGENS	UN	184,00	6,40	1.178,48	1.178,48	1.178,48	40,00		
17.00	017.045	PNTURA PVA EM VIGAS E PILARES SOB VIDRO	MF	300,90	1,84	554,74	554,74	554,74	40,00		
17.00	017.046	TEXTURA ACRILICA DOMUS (FACHADA)	MF	452,87	2,87	1.301,17	1.301,17	1.301,17	60,00		
18.00	018.009	CONCERTO MÓVEL VIZINHO	VB	1,00	3.352,03	3.352,03	3.352,03	3.352,03	120,00		
18.00	018.012	ESCADADA DE MARINHEIRO EM BARRA E FERRO COM PINTURA	UN	2,00	150,84	301,68	301,68	301,68	20,00		
18.00	018.032	PASAGISMO / AJARDINAMENTO, COM PREPARO DO SOLO	MF	717,14	11,55	8.267,62	8.267,62	8.267,62	40,00		
18.00	018.033	OBRA DE ARTE INOME DO PRÉDIO	VB	1,00	1.005,61	1.005,61	1.005,61	1.005,61	20,00		
18.00	018.035	CAVALETA EM CONCRETO COM GRELHA METÁLICA	M	37,00	28,73	1.063,07	1.063,07	1.063,07	80,00		
18.00	018.037	INSPECCÃO METÁLICA EM RESERVATORIO INCLUSIVE CAXILHO	UN	6,00	43,10	258,59	258,59	258,59	20,00		
18.00	018.039	MOLDURA EM GRANITO CINZA IMACULADA PORTA ELEVADOR HALL SOCIAL - MATERIAL E APLICAÇÃO	MF	34,00	22,98	781,50	781,50	781,50	20,00		
18.00	018.040	CONSTRUÇÃO POÇO DE ÁGUAS SERVIDAS	UN	1,00	119,72	119,72	119,72	119,72	20,00		
18.00	018.053	TAMPA PREMOLDADA CONCRETO	UN	20,00	16,76	335,20	335,20	335,20	80,00		
18.00	018.054	CAXA PREMOLDADA CONCRETO PARA DRENAGEM	UN	20,00	11,97	239,43	239,43	239,43	100,00		
18.00	018.055	GRANITO - BALCÃO - CINZA IMACULADA, LARGURA 55 CM, COM RESPALDO E TESTEIRA H= 8CM.	M	574,85	36,83	21.171,30	3.150,69	13.244,66	160,00		
18.00	018.057	DIVIBOX EM GRANITO	M	390,00	7,44	2.902,19	617,93	2.054,53	160,00		
18.00	018.059	LAJE SUPORTE PARA SPITS	MF	336,00	22,75	7.642,63	7.642,63	7.642,63	100,00		
18.00	018.060	MURO EXTERNO (COM 3M DE ALTURA)	M	70,00	90,03	6.301,22	6.301,22	6.301,22	60,00		
18.00	018.064	FECHAMENTO DE SHAFT ELÉTRICO	UN	34,00	198,25	6.740,46	6.740,46	6.740,46	20,00		
TOTAL GERAL											
					4.099.871,21	428.671,81	1.068.655,34	2.418.907,50	183.636,57	59,00%	4,48%
Total despesas diretas sem agregados - acumulado											
					31.710	53.048	31.710	53.048	145.201	1,13%	1,89%
Total despesas diretas sem agregados - acumulado %											
					19.478	21.186	19.478	21.186	45.727	1,84%	2,00%
total de despesas indiretas - acumulado											
					19.478	21.186	19.478	21.186	45.727	1,84%	2,00%
total de despesas indiretas - acumulado %											
					51.277	76.585	51.277	76.585	193.332	1,28%	1,91%
TOTAL											
					31.799	55.409	31.799	55.409	147.594	1,08%	1,67%
total geral de despesas diretas com agregados											
					31.799	55.409	31.799	55.409	147.594	1,08%	1,67%
% Prev. Acum.											
					1,08%	1,87%	1,08%	1,87%	4,99%	1,08%	1,87%
% Prev. Mês											
					1,08%	0,80%	1,08%	0,80%	3,12%	1,08%	0,80%

