

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**MATHEUS RODRIGUES CRUZ**

**APLICAÇÃO DA LINHA DE BALANÇO NA PROGRAMAÇÃO DE OBRAS DE UM  
EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR SITUADO NA CIDADE DE FLORIANÓPOLIS - SC**

**FLORIANÓPOLIS**

**2024**

**MATHEUS RODRIGUES CRUZ**

**APLICAÇÃO DA LINHA DE BALANÇO NA PROGRAMAÇÃO DE OBRAS DE UM  
EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR SITUADO NA CIDADE DE FLORIANÓPOLIS - SC**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Profa. Me. Juliana Bonacorso Dorneles

Coorientadora: Profa. Dra. Aline Souza Lopes Nardi

**FLORIANÓPOLIS  
2024**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Cruz, Matheus

**APLICAÇÃO DA LINHA DE BALANÇO NA PROGRAMAÇÃO DE OBRAS DE UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR SITUADO NA CIDADE DE FLORIANÓPOLIS - SC / Matheus Cruz; orientação de Juliana Dorneles; coorientação de Aline Nardi. - Florianópolis, SC, 2024.**

94 p.

**Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil. Inclui Referências.**

1. Programação de Obras. 2. Cronograma de Obras.
3. Linha de Balanço. I. Dorneles, Juliana. II. Nardi, Aline. III. Instituto Federal de Santa Catarina. IV. **APLICAÇÃO DA LINHA DE BALANÇO NA PROGRAMAÇÃO DE OBRAS DE UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR SITUADO NA CIDADE DE FLORIANÓPOLIS - SC.**

**APLICAÇÃO DA LINHA DE BALANÇO NA PROGRAMAÇÃO DE OBRAS DE UM  
EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR SITUADO NA CIDADE DE FLORIANÓPOLIS - SC**

**MATHEUS RODRIGUES CRUZ**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil em 2024 e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 22 de Agosto de 2024.

Banca Examinadora:

---

Prof. Juliana Bonacorso Dorneles, Mestre.  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

---

Prof. Aline Souza Lopes Nardi, Doutora.  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

---

Prof. João Alberto da Costa Ganzo Fernandez, Doutor.  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

---

Prof. Luciana Mota Beck, Doutora.  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por colocar em meu caminho todas as oportunidades que tive ao longo da vida. Aos meus pais e avós, que nunca mediram esforços para me preparar para que eu pudesse aproveitar essas oportunidades ao máximo. Ao meu tio, Engenheiro Fabrício, cuja trajetória profissional foi minha inspiração desde a infância para seguir esta carreira. À minha namorada Layra, que esteve ao meu lado em todos os momentos, sempre me apoiando incondicionalmente.

Aos amigos, que tornaram essa jornada mais leve e muito mais agradável. E, por fim, aos Engenheiros Jeferson Correia, Daiani Deters e Nathalia Cordeiro, que compartilharam comigo conhecimentos e oportunidades fundamentais para a minha formação como engenheiro.

Agradeço à minha orientadora, Juliana, e à minha coorientadora, Aline, pela ajuda e orientação durante a elaboração do trabalho.

“Pessoas ordinárias são capazes de feitos extraordinários.”

(Henrique Avancini).

## RESUMO

Devido à concorrência acirrada no mercado imobiliário, construtoras, administradoras e incorporadoras têm investido cada vez mais na gestão e no planejamento das obras, com o objetivo de reduzir custos e, assim, manter-se no mercado. Este trabalho aplica a técnica de Linha de Balanço (LB) na programação de obras de um edifício multifamiliar, localizado em Florianópolis-SC, composto por nove pavimentos, sendo cinco deles “pavimentos tipo”. A técnica, que se alinha aos princípios do *Lean Construction*, é conhecida por otimizar o planejamento de obras repetitivas, adotando um ritmo de produção constante (*takt-time*) e permitindo uma visualização clara do progresso das atividades. Para a implementação desta técnica, foi utilizado o software Prevision, que permitiu a criação da LB, histograma de mão de obra e curva S da obra planejada. A pesquisa iniciou-se com uma análise dos projetos e orçamentos, seguida pela definição da estratégia de execução, dos pacotes de trabalho, escolha dos índices de produtividade e o dimensionamento das equipes e prazos. Posteriormente, foram lançados esses dados no software, para geração da LB, histograma e curva S. Simultaneamente, trabalhou-se no balanceamento dos ritmos das atividades, quando necessário. Os resultados demonstraram que a utilização da LB, aliada a análise das ferramentas gráficas, como a curva S e histograma, contribui para geração de uma programação exequível, garantindo um fluxo constante de trabalho e melhor controle sobre os prazos e recursos.

**Palavras-chave:** Programação de Obras. Cronograma de Obras. Linha de Balanço.

## ABSTRACT

Due to the intense competition in the real estate market, construction companies, management firms, and developers have increasingly invested in project management and planning with the goal of reducing costs and thus staying competitive. This paper applies the Line of Balance (LoB) technique to the scheduling of a multifamily building project in Florianópolis, SC, consisting of nine floors, five of which are typical floors. The technique, which aligns with the principles of Lean Construction, is known for optimizing the planning of repetitive projects by adopting a constant production pace (takt-time) and providing a clear visualization of activity progress. For the implementation of this technique, Prevision software was used, allowing for the creation of the LoB, labor histogram, and S-curve of the planned project. The research began with an analysis of the project plans and budgets, followed by the definition of the execution strategy, work packages, selection of productivity indices, and team and schedule sizing. These data were then entered into the software to generate the LoB, histogram, and S-curve. Simultaneously, the pace of activities was balanced when necessary. The results demonstrated that the use of the LoB, combined with the analysis of graphical tools such as the S-curve and histogram, contributes to the creation of a feasible schedule, ensuring a constant workflow and better control over deadlines and resources.

**Keywords:** Construction Scheduling. Project Schedule. Line of Balance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Características de cada nível de planejamento.....	18
Figura 2 - Exemplo de Linha de balanço.....	21
Figura 3 - Fluxograma de desmembramento de uma EDT.....	22
Figura 4 - Exemplos de unidades básicas de repetição.....	23
Figura 5 - Ritmo na Linha de Balanço.....	25
Figura 6 - Balanceamento das atividades.....	26
Figura 7 - Balanceamento por meio do aumento do ritmo.....	27
Figura 8 - Balanceamento por alinhamento de topo ou base.....	27
Figura 9 - Diferentes padrões de ritmos de projetos evidenciados pela Curva S.....	29
Figura 10 - Diferentes padrões de ritmos de projetos evidenciados pela Curva S.....	29
Figura 11 - Curva S e Histograma.....	30
Figura 12 - Fachada do empreendimento.....	33
Figura 13 - Planta baixa do pavimento tipo.....	34
Figura 14 - Corte Arquitetônico.....	35
Figura 15 - Esquema de desenvolvimento do cronograma.....	36
Figura 16 - Corte destacando pavimentos técnicos.....	40
Figura 17 - Pacotes de trabalho utilizados.....	42
Figura 18 - Serviços do Pacote de Trabalho.....	43
Figura 19 - Exemplificação das dependências.....	43
Figura 20 - Dependências na LB.....	44
Figura 21 - Dependências entre serviços no pacote de trabalho “Imp. Manta Asfáltica”.....	44
Figura 22 - Trecho da planilha dos índices adotados.....	45
Figura 23 - Dimensionamento dos prazos e equipes da estrutura.....	47
Figura 24 - Dimensionamento de prazos e equipes da alvenaria.....	48
Figura 25 - Dimensionamento de prazos e equipes hidráulica.....	49
Figura 26 - Dimensionamento de prazos e equipes de shafts.....	50
Figura 27 - Orçamento do serviço de chapisco interno.....	50
Figura 28 - Dimensionamento de prazos e equipes de chapisco interno.....	51
Figura 29 - Dimensionamento de prazos e equipes de reboco interno.....	51
Figura 30 - Dimensionamento prazos e equipes forro de gesso.....	52
Figura 31 - Dimensionamento prazos e equipes pintura 1° fase.....	53
Figura 32 - Exemplo lançamento de histograma no software.....	54
Figura 33 - Dimensionamento prazos e equipes pintura 2° fase.....	55
Figura 34 - Dimensionamento prazos e equipes pintura 3° fase.....	55
Figura 35 - Dimensionamento de prazos e equipes de instalação das portas de madeira.....	56
Figura 36 - Dimensionamento de prazos e equipes de esquadrias de alumínio.....	57
Figura 37 - Dimensionamento de prazos e equipes de limpeza grossa.....	58
Figura 38 - Dimensionamento de prazos e equipes de impermeabilização com	

manta asfáltica.....	59
Figura 39 - Dimensionamento de prazos e equipes de Sanitários e acabamentos dos registros.....	60
Figura 40 - Dimensionamento de prazos e equipes de instalação de rodapés de poliestireno.....	61
Figura 41 - Dimensionamento de prazos e equipes de impermeabilização e aterro da cortina.....	62
Figura 42 - Planta baixa pavimento térreo.....	63
Figura 43 - Localização do elevador provisório de obras.....	64
Figura 44 - Definição da orientação das fachadas do empreendimento.....	65
Figura 45 - Cadastro de recursos e lotes no software.....	68
Figura 46 - Cadastro dos serviços no pacote de trabalho.....	69
Figura 47 - Configuração de dependências do pacote de trabalho.....	70
Figura 48 - Configuração de serviços do pacote de trabalho.....	71
Figura 49 - Configuração de equipes do pacote de trabalho.....	72
Figura 50 - Configuração de histograma do pacote de trabalho.....	72
Figura 51 - Página de vinculação do orçamento ao cronograma.....	74
Figura 52 - Atribuição do custo aterramento ao cronograma.....	75
Figura 53 - Curva S da primeira versão do cronograma.....	76
Figura 54 - Histograma da primeira versão do cronograma.....	77
Figura 55 - Histograma do pacote de trabalho de imp. manta asfáltica no lote "térreo".....	78
Figura 56 - Histograma do serviço "Impermeabilização Piscina" no pacote imp. manta asfáltica.....	79
Figura 57 - Histograma do serviço "Impermeabilização Piscina" ajustado.....	79
Figura 58 - Histograma da segunda versão do cronograma.....	80
Figura 59 - Histograma da versão final do cronograma.....	82
Figura 60 - Curva S da versão final do cronograma.....	83
Figura 61 - Trecho da planilha de avanço físico acumulado.....	84
Figura 62 - Tabela de Curvas S Padrões segundo Limmer.....	85
Figura 63 - Continuação Tabela de Curvas S Padrões segundo Limmer.....	86

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

EAP	Estrutura Analítica do Projeto
EDT	Estrutura de Decomposição de Trabalho
LB	Linha de Balanço
MAT	Materiais
MOE	Mão de Obra
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SPDA	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
TCPO	Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Justificativa.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Objetivo Geral.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3 Objetivos Específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Planejamento de Obras.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Sistema Toyota de Produção (STP).....</b>	<b>18</b>
<b>2.3 Lean Construction.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Linha de Balanço.....</b>	<b>20</b>
2.4.1 Identificação e Sequenciamento das Atividades.....	21
2.4.2 Unidade básica de repetição.....	22
2.4.3 Índices de Produtividade.....	23
2.4.4 Ritmo de Produção ( <i>takt time</i> ), Duração de Atividades e Dimensionamento das Equipes.....	24
2.4.5 Balanceamento das atividades e <i>Buffers</i> .....	25
<b>2.5 Ferramentas Gráficas de Análise do Planejamento.....</b>	<b>28</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1 Classificação do Trabalho.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2 Caracterização da Administradora.....</b>	<b>31</b>
<b>3.3 Caracterização do Empreendimento.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4 Desenvolvimento da Programação.....</b>	<b>36</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
<b>4.1 Análise dos Projetos e do Orçamento.....</b>	<b>39</b>
<b>4.2 Estratégia de Execução da Obra.....</b>	<b>41</b>
4.2.1 Definição da Unidade Básica de Repetição e Ritmo de Construção.....	41
4.2.2 Definição dos Pacotes de Trabalho e dos Serviços.....	42
4.2.3 Definição das dependências.....	43
<b>4.3 Índices de Produtividade, Dimensionamento das Equipes e Cálculo das Durações.....</b>	<b>45</b>
4.3.1 Pacotes de trabalho: Estrutura.....	46
4.3.2 Pacotes de Trabalho: Alvenaria.....	48
4.3.3 Pacotes de Trabalho: Elétrica.....	48
4.3.4 Pacotes de Trabalho: Hidráulica.....	49
4.3.5 Pacotes de Trabalho: Shaft.....	49
4.3.6 Pacotes de Trabalho: Chapisco e Reboco Interno.....	50
4.3.7 Pacotes de Trabalho: Forro de Gesso.....	51
4.3.8 Pacotes de Trabalho: Pintura.....	52
4.3.9 Pacotes de Trabalho: Portas de Madeira.....	55
4.3.10 Pacotes de Trabalho: Esquadrias de Alumínio.....	57
4.3.11 Pacotes de Trabalho: Limpeza Grossa.....	58
4.3.12 Pacotes de Trabalho: Impermeabilização Manta Asfáltica.....	58
4.3.13 Pacotes de Trabalho: Quadros Elétricos E Acabamentos Elétricos.....	59

4.3.14 Pacotes de Trabalho: Louças e Metais.....	59
4.3.15 Pacotes de Trabalho: Fechaduras e Rodapés.....	60
4.3.16 Pacotes de Trabalho: Impermeabilização e Aterro Da Cortina.....	61
4.3.17 Pacotes de Trabalho: Chapisco e Reboco de Fachadas.....	63
4.3.18 Pacotes de Trabalho: Limpeza de fachada.....	66
4.3.19 Pacotes de Trabalho com duração arbitrada.....	66
<b>4.4 Lançamento das informações no software Prevision.....</b>	<b>68</b>
4.4.1 Lançamento da Programação da obra.....	68
4.4.2 Lançamento do Orçamento.....	73
<b>4.5 Análise da Curva S, Relatórios e Ajustes no Cronograma.....</b>	<b>76</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>90</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A intensa concorrência no setor da construção civil impõe às empresas a necessidade de buscar a mitigação dos custos de produção como um meio essencial para manterem-se competitivas no mercado. Diante desse cenário, organizações têm direcionado seus esforços na aprimoração da gestão e do planejamento para seus empreendimentos (LOMBARD, 2014).

Nesse contexto, o *Lean Construction* (Construção Enxuta), um sistema fundamentado nos princípios do Sistema Toyota de Produção, destaca-se como uma abordagem eficaz para atender a essas demandas, industrializando o setor, implementando filosofias de gestão e buscando agregar valor de venda para o produto, assim como reduzir custos operacionais (AMARANTE, 2023).

Segundo Chibinski (2012), desde o início do *Lean Construction*, já se pensava em um modelo de programação que atendesse a metodologia. Nesse cenário, a técnica da Linha de Balanço revelou-se eficaz, especialmente por sua ênfase no ritmo constante de produção (*takt-time*). Além disso, sua natureza visual simplifica a gestão global da obra, outro princípio do *Lean Construction* (MENDES JR., 1999).

A Linha de Balanço, técnica utilizada na programação de projetos repetitivos, é um diagrama de espaço-tempo, onde o eixo das abscissas apresenta o tempo, o eixo das ordenadas a quantidade de unidades produzidas e a inclinação da reta o ritmo de produção (MATTOS, 2019).

Desta forma, softwares especializados em Linha de Balanço, como *Prevision*, desempenham um papel fundamental para a implementação da filosofia *Lean Construction*. Eles permitem que os gestores criem cronogramas detalhados, possibilita a simulação de diversos cenários de planejamento, além de fornecer uma compreensão clara do fluxo constante de atividades (CHAVES, 2022).

## 1.1 Justificativa

A natureza cada vez mais complexa dos empreendimentos demanda abordagens inovadoras para o planejamento (GEHBAUER *et. al*, 2002). Contudo, frequentemente, devido à complexidade envolvida, a programação de obras é subutilizada ou mesmo não utilizada (KOSKELA, 1992).

Isso ocorre, devido à relutância dos gestores em interromper as tarefas rotineiras para se dedicarem ao planejamento futuro (LIMMER, 1996). Essa resistência resulta, em uma gestão pautada no curto prazo, geralmente com metas definidas semanalmente (MENDES JR., 1999).

Mattos (2019), afirma que a subutilização do planejamento pode trazer consequências para a obra e para a empresa que a executa. Atividades mal ou não previstas podem gerar atrasos e erros, afetando diretamente a lucratividade do empreendimento e a imagem da organização.

Uma forma de planejar empreendimentos de múltiplos pavimentos de forma simples e eficiente é utilizar a técnica de Linha de Balanço, que permite por meio de um diagrama quantidade - tempo, definir ritmos de produção, equipes necessárias e balancear as atividades de forma otimizada (MENDES JR., 1999).

Em um cenário onde o planejamento ainda é considerado custoso e de importância secundária, o trabalho contribui para a difusão da abordagem *Lean*, focalizando especialmente na programação de obras por meio da técnica da Linha de Balanço com o uso de software específico. Além de incentivar a comunidade acadêmica de Engenharia Civil a buscar capacitação na área de ferramentas de gestão, tendo em vista o constante crescimento da Indústria da Construção Civil.

## **1.2 Objetivo Geral**

Este trabalho objetiva aplicar a técnica da Linha de Balanço na programação da obra de um empreendimento multifamiliar, cinco pavimentos tipos, localizado em Florianópolis - SC.

## **1.3 Objetivos Específicos**

- a) Analisar o orçamento e os projetos do empreendimento;
- b) Definir os pacotes de trabalho a serem utilizados;
- c) Definir os índices de produtividade a serem utilizados a partir das bibliografias estudadas e calcular as durações e equipes das atividades;
- d) Gerar a Linha de Balanço por meio de software específico;
- e) Analisar a Linha de Balanço por meio do histograma de mão de obra e Curva S de avanço físico.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico serão abordados os principais termos e temas que fundamentam a programação de obras com ênfase na Linha de Balanço.

### 2.1 Planejamento de Obras

Limmer (1996), define o planejamento como um processo que culmina na sequência de execução e nas diretrizes do projeto, estabelecendo objetivos e alinhando expectativas. Esclarecendo, como, quando e por quem será feito às atividades. Assim, o propósito principal do planejamento é auxiliar o gestor no controle das atividades, coordenação das atividades e, juntamente com o orçamento, domínio dos custos durante a execução (GEHBAUER *et. al*, 2002).

O planejamento de obras no setor da construção civil, quando utilizado, profissionaliza o processo, auxiliando na organização das etapas do empreendimento e na maior eficiência da gestão dos serviços em campo, bem como de todos os setores da empresa, como o compras, financeiro etc. Permitindo a toda equipe priorizar atividades importantes, e ainda, detectar falhas, caso exista, possibilitando a tomada de decisões em tempo hábil para mitigar os efeitos (MATTOS, 2019).

No planejamento há uma variação de níveis de detalhamento, pois nem sempre detalhar todas as atividades será benéfico para tomada de decisões. Portanto, em uma organização, cada setor utiliza de um nível de planejamento. Chibinski (2012), segrega o planejamento em três níveis, o planejamento de longo, médio e curto prazo.

**Figura 1 - Características de cada nível de planejamento.**

	NÍVEL DE DETALHAMENTO	HIERARQUIA	OBJETIVO
LONGO PRAZO	BAIXO	ESTRATÉGICO	MOSTRAR OS OBJETIVOS PRINCIPAIS, POR MEIO DE METAS GERAIS (MARCOS)
MÉDIO PRAZO	MÉDIO	TÁTICO	DEFINIR METAS, RECURSOS E PADRÕES TÉCNICOS DE EXECUÇÃO, PARA A REALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS
CURTO PRAZO	ALTO	OPERACIONAL	ESPECIFICAR OS MEIOS PARA EXECUÇÃO DAS METAS DO PLANEJAMENTO TÁTICO

Fonte: Adaptado de Chibinski (2024).

## 2.2 Sistema Toyota de Produção (STP)

O Sistema Toyota de Produção (STP) é uma filosofia organizacional pautada na maximização do lucro, garantido pela redução de desperdícios e padronização da produção. O método foi estruturado em 1950, após uma visita dos coordenadores da Toyota Motors à Ford Motors. Onde foi observado que o sistema fordista, pautado na alta escala de produção, seria insustentável no Japão, durante o período pós segunda guerra (CORREIA, 2017).

Shingo (1996), destaca alguns princípios que o STP utiliza para alcançar a diminuição dos custos e desperdícios, sendo eles: o *jidoka* (automação com toque humano) e *just in time*. No contexto do *jidoka*, a ênfase está em incentivar os operadores a terem autonomia para interromper a máquina, em caso de problemas no processo automatizado, possibilitando correção imediata.

A identificação dos problemas é auxiliada pelo *andon*, painel indicador que mostra qual das máquinas apresenta problemas. Dessa forma, todos os operários são responsáveis pela supervisão das máquinas e produtos.

O *Just in Time* é caracterizado pelos princípios da produção puxada e do *takt time*. A produção puxada consiste em produzir de acordo com a demanda estabelecida pelo mercado. Já o termo *takt time*, derivado da palavra alemã "*takt zeit*", que significa o ritmo de uma orquestra, refere-se à adoção de um ritmo cadenciado e contínuo na produção (AMARANTE, 2023).

Em suma, o SPT visa eliminar retrabalhos e ajustes, por meio do controle rigoroso de todo o processo, impedindo a perpetuação de qualquer problema durante a manufatura. Além de alinhar a produção com a demanda de mercado, evitando grandes estoques (SHINGO, 1996).

### 2.3 Lean Construction

O *Lean Construction* foi teorizado pela primeira vez em 1992 por Lauri Koskela em "*Application Of The New Production Philosophy To Construction*" e em suma é a aplicação dos métodos toyotistas na construção civil, utilizando dos mesmos princípios e objetivos (AMARANTES, 2023).

Arantes e Costa (2008) apresentam alguns princípios fundamentais do *Lean Construction*, destacando a redução de atividades que não agregam valor ao produto final, simplificação de processos, foco no controle global e a padronização dos processos, buscando a fluidez da produção.

A programação de obras com a visão *Lean Construction*, tem como objetivo abordar as imprevisibilidades por meio da gestão das interações entre as atividades, buscando um fluxo de trabalho constante, o *takt time*. Isso, por consequência, reduz a duração total do projeto, uma vez que as atividades são mais eficientemente sincronizadas (ARANTES E COSTA, 2008).

## 2.4 Linha de Balanço

A técnica foi desenvolvida em 1941, por George E. Fouch, para a empresa americana Goodyear Tire & Rubber Company. Posteriormente, utilizada também pela marinha norte-americana nos anos 50. Ampliando, futuramente, para a indústria manufatureira e construção civil (MATTOS, 2019).

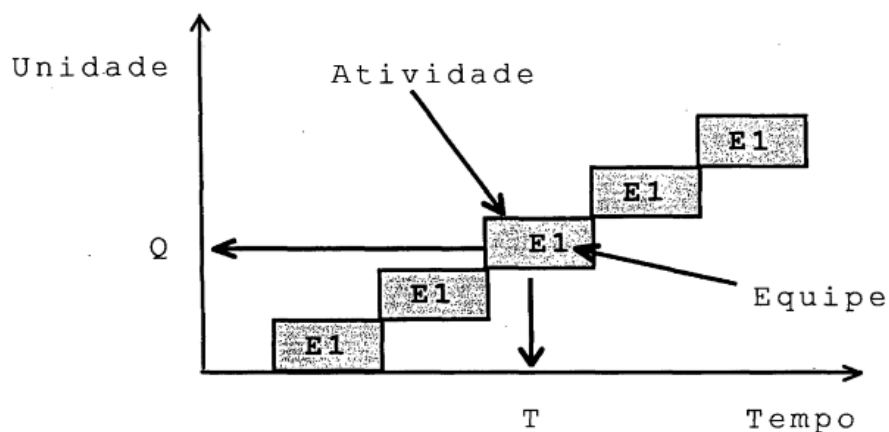
Essa técnica se mostrou eficiente no planejamento de construções com tarefas repetitivas, como loteamentos e edifícios de múltiplos pavimentos, justamente por esse apelo gráfico, facilitando o entendimento do cronograma, identificação do local em que estão ocorrendo os serviços, além de apontar quem são as equipes responsáveis (MENDES JR., 1999).

A utilização da Linha de Balanço como técnica de planejamento representa a adoção do Lean Construction na programação de obras, permitindo ao planejador considerar aspectos da filosofia, como a redução da variabilidade, o sincronismo das equipes e o fluxo constante nas atividades, antes mesmo da obra começar (DEPEXE *et. al*, 2006).

Depexe *et. al* (2006), ainda afirma que além de promover a clareza no processo produtivo, a Linha de Balanço, ao integrar esses princípios lean, não apenas facilita a gestão eficiente do tempo, mas também, por consequência, contribui para a criação de uma programação que otimiza recursos e assegura vantagens financeiras como o um fluxo de caixa mais estável.

A Linha de Balanço é a representação gráfica das atividades em um plano cartesiano, onde o tempo é representado no eixo das abscissas, o andamento para cada unidade do projeto no eixo das ordenadas e cada bloco representa um grupo de atividades, o chamado pacote de trabalho (LIMMER, 1996), conforme a figura 2.

Figura 2 - Exemplo de Linha de balanço



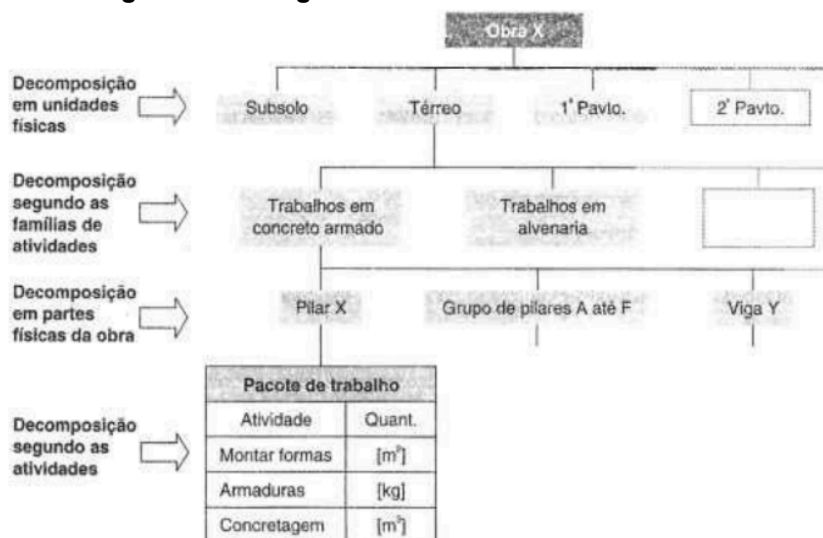
Fonte: Mendes Jr. (1999).

#### 2.4.1 Identificação e Sequenciamento das Atividades

A identificação e sequenciamento das atividades a serem planejadas é feita por meio da criação de uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP) e tem como propósito a divisão do projeto em pacotes de trabalho com tamanhos apropriados e de forma hierárquica (OLIVEIRA, 2023).

Para Gehbauer *et. al* (2002), a EAP, ou EDT (Estrutura de Decomposição de Trabalho), como o autor apresenta em sua bibliografia, segue alguns critérios para o desmembramento, segregando em desmembramento físico, decomposição das famílias de atividades, decomposição em partes físicas da obra e pacotes de trabalho, conforme figura 3.

Figura 3 - Fluxograma de desmembramento de uma EDT



Fonte: Gehbauer *et. al* (2002).

Oliveira (2023) ainda salienta que a EAP deve seguir as relações lógicas de precedência, impedindo interferências entre os serviços durante a execução. A Estrutura Analítica do Projeto ainda permite ao planejador obter um conhecimento detalhado de todos os componentes que serão executados. Portanto, a EAP pode ser considerada como a sequência lógica a ser percorrida pelo projeto, passo a passo, até a sua conclusão.

Como parâmetro para determinar o nível de detalhamento de uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP), pode-se adotar durações mínimas de 1 dia e máximas de 10 dias, o que significa que se uma atividade tiver uma duração inferior a um dia, ela deve ser agrupada com outras atividades, enquanto, se à atividade tiver uma duração superior a dez dias, pode ser subdividida em atividades menores (MATTOS, 2019).

#### 2.4.2 Unidade básica de repetição

Avila e Jungles (2013), afirmam que para programar utilizando a Linha de Balanço é necessário anteriormente definir a unidade básica de repetição, dela será definido os ritmos a serem alcançados. Na figura 4, alguns exemplos de unidades básicas de repetição comumente adotados.

**Figura 4 - Exemplos de unidades básicas de repetição**

Empreendimento	Unidade Base de Construção
a) Conjuntos residenciais horizontais, tipo casas populares.	→ A casa tipo
b) Blocos de apartamentos que apresentem plantas idênticas.	→ O edifício isolado
c) Edifício constituído por andares múltiplos onde haja a adequada caracterização do pavimento tipo.	→ O pavimento tipo
d) Construção de rodovias e dutovias.	→ Quilômetro de obra realizada

Fonte: Avila e Jungles (2013).

### 2.4.3 Índices de Produtividade

As durações das atividades são calculadas em função do número de horas totais de mão de obra, ou seja Hora-homem total, do número de equipes, das horas disponíveis para conclusão do serviço e do índice de produtividade adotado (AVILA; JUNGLES, 2013).

Segundo Mattos (2019), a produtividade indica a capacidade de produção de um indivíduo, em um tempo e atividade específica. Gehbauer *et. al* (2002), acrescenta que os índices, o inverso da produtividade, representam unidades mais usuais no cálculo do tempo gasto em atividades.

Diversas são as formas de obtenção dos índices de produtividade, registros sistemáticos durante a obra, estimativas oferecidas por planejadores e gestores com experiência e a mais comumente utilizada, os bancos de dados especializados.

Limmer (1996), afirma que a utilização de um banco de dados confiável é crucial para determinação de prazos exequíveis. Contudo, é importante salientar que toda duração será apenas uma estimativa, independente do índice ou da técnica utilizada. Isso reforça a importância da retroalimentação do planejamento (MATTOS, 2019).

O efeito aprendizagem gera ganhos de produtividade e pode ser observado em empreendimentos com a presença de serviços repetitivos. Salientando que o grau de dificuldade, composição da equipe e o entrosamento da

equipe, influenciam diretamente o quanto o efeito irá beneficiar o ganho de produção (GEHBAUER *et.al*, 2002).

#### 2.4.4 Ritmo de Produção (*takt time*), Duração de Atividades e Dimensionamento das Equipes

A definição de um ritmo de produção é um elemento chave para a programação de obras. A partir desse parâmetro, calcula-se a quantidade de equipes necessárias para garantir que cada atividade seja concluída de forma constante e dentro do prazo estipulado (LIMMER, 1996).

É imprescindível a definição prévia do tempo total de construção para o cálculo do ritmo de produção das unidades de repetição, para posterior dimensionamento das equipes (AVILA E JUNGLES, 2013).

Para o cálculo do ritmo é necessário dividir a duração total (DT) pelo número de repetições (N) menos 1 (DEPEXE *et. al*, 2006), conforme apresentado na Equação 1 .

$$Ritmo = \frac{DT}{N-1} \quad (1)$$

Então adota-se o ritmo calculado como a duração para execução de uma unidade de repetição. Então calcula-se as equipes necessárias para cada atividade seguindo a formulação apresentada na Equação 2

$$Tamanho da Equipe = \frac{Hora\ homem\ necessária\ para\ a\ atividade}{Duração \times Jornada\ de\ trabalho} \quad (2)$$

Durante a execução do planejamento é comum o planejador fazer ajustes no número de equipes para execução de cada serviço buscando atingir o ritmo

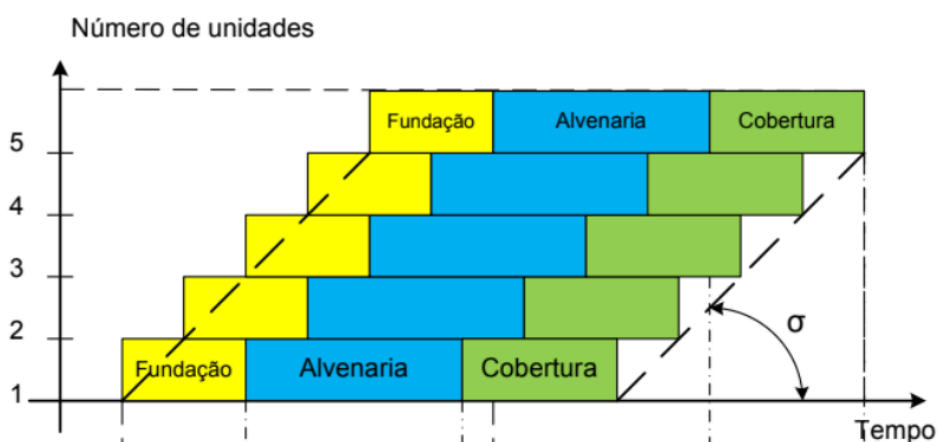
desejado. De acordo com Limmer (1996), esse manejo é chamado de jogo de “efeito e prazo” e é utilizado na definição da duração das atividades, ao passo que a duração é inversamente proporcional ao tamanho da equipe.

As atividades nem sempre seguirão o *takt time*, alguns serão múltiplos ou divisores do ciclo recorrente. Tal fato será observado com frequência em pavimentos térreos, áticos e garagens, que comumente possuem quantidades diferentes de serviços em relação às unidades básicas de repetição (AMARANTES, 2023).

Amarantes (2023) ainda afirma que apesar do *takt time* ser um princípio do Lean Construction, que deve ser buscado durante o planejamento, o programador não deve obrigar que os ciclos fiquem iguais.

O ritmo ( $\sigma$ ) pode ser observado após a plotagem da Linha de Balanço por meio da inclinação das retas, conforme figura 5. Ao passo que, quanto maior a inclinação da reta, mais acelerada a atividade está (MATTOS, 2019).

**Figura 5 - Ritmo na Linha de Balanço**



Fonte: Avila e Jungles (2013).

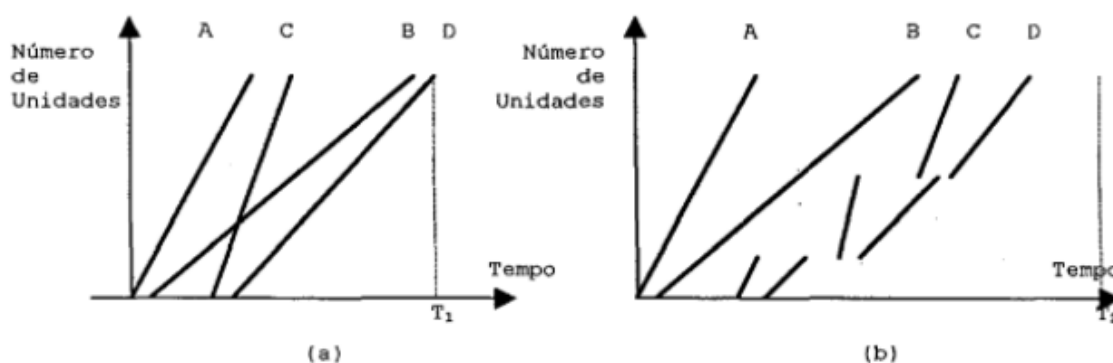
#### 2.4.5 Balanceamento das atividades e *Buffers*

No canteiro nem sempre as atividades de uma mesma unidade básica de repetição possuirão o mesmo ritmo de produção, e muitas vezes pelas relações de precedência, uma atividade pode atrasar ou impedir que outra aconteça. Tal fato é consequência do desbalanceamento natural das atividades, observado na Linha de Balanço, quando por diferença de inclinação (ritmo), as retas tendem a se cruzar (MENDES JR., 1999).

Para sanar o problema, as atividades devem ser balanceadas, utilizando intervalos entre as atividades (*buffer*) ou até mesmo a aceleração (aumento do ritmo), de alguma atividade específica. Essa aceleração é feita com o aumento do número de equipes responsáveis por aquela atividade (MENDES JR., 1999; LIMMER, 1996).

Na figura 6, observa-se que a atividade C intersecciona a atividade B, tal fato na prática não pode ser feito, pelas relações de precedência. Uma solução seria seccionar a atividade C, contudo, essa solução resultaria em ociosidade da equipe C em dois momentos, o que não é interessante (MENDES JR., 1999).

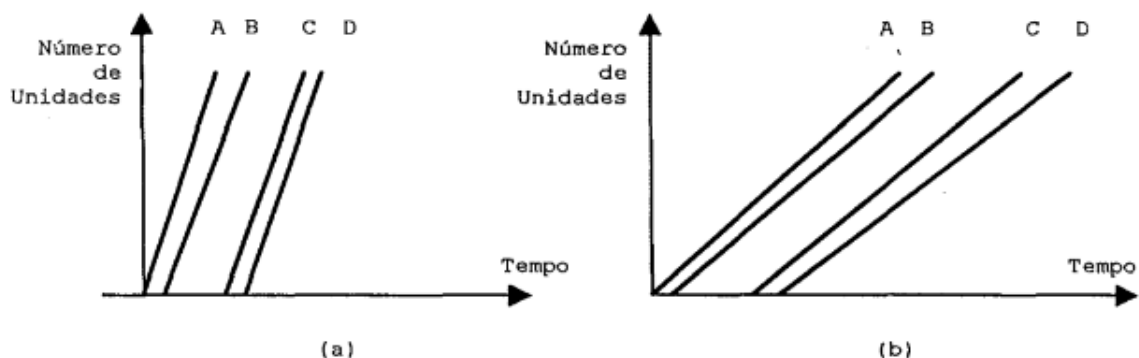
**Figura 6 - Balanceamento das atividades**



Fonte: Mendes Jr. (1999).

Na figura 7, observa-se as atividades já balanceadas. Em "a", o ritmo da atividade B e D foram aumentados para que as atividades não se cruzassem, essa escolha resultaria em um menor tempo de projeto. Em "b" a figura também está balanceada, entretanto foi adotada uma estratégia diferente, as atividades A, C e D tiveram seus ritmos retardados, assim também resultando em um balanceamento satisfatório, garantindo a paralelidade das atividades. Vale salientar que nem sempre o menor tempo será o correto, isso pode depender de fatores como disponibilidade de recursos humanos, financeiros ou técnicos (MENDES Jr., 1999).

**Figura 7 - Balanceamento por meio do aumento do ritmo**



Fonte: Mendes Jr. (1999).

Uma maneira alternativa de balancear as atividades sem modificar os ritmos adotados inicialmente, é alinhá-las pelo topo ou pela base. Se o ritmo da atividade for menor que o da atividade predecessora, é possível alinhar as atividades pela base. No entanto, se o ritmo da atividade for maior que o da predecessora, elas devem ser alinhadas pelo topo, assegurando que não se cruzem (MATTOS, 2019), conforme figura 8.

**Figura 8 - Balanceamento por alinhamento de topo ou base**



Fonte: Bedin (2017).

## 2.5 Ferramentas Gráficas de Análise do Planejamento

A aplicação de ferramentas gráficas na análise da relação entre Planejamento e Orçamento é recomendada sempre que possível. Dentre essas ferramentas, destacam-se os Histogramas e as curvas S (MATTOS, 2019).

Os histogramas fornecem uma representação visual simples da distribuição de recursos ou mão de obra ao longo do tempo de projeto. Já na Curva S, os recursos são visualizados de maneira acumulada. Em ambos os casos o gráfico segue à disposição: recursos no eixo y e tempo representado no eixo x (LIMMER, 1996).

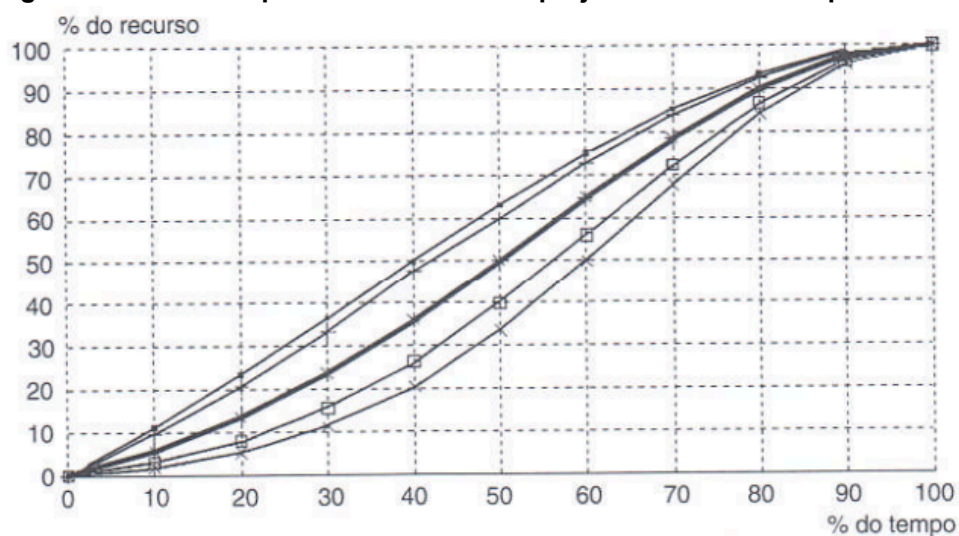
A curva S indica o ritmo de uso de recursos ou desembolsos necessários para conclusão da obra, além de permitir a comparação entre o planejado versus o realizado, sendo uma ferramenta de controle para que o planejamento gere um fluxo de caixa adequado (PRADO, 2002).

Salienta-se que, apesar do termo "Curva S padrão", cada projeto possui sua própria curva S, uma vez que existem distintos ritmos de execução. Contudo, existem padrões. Limmer (1996) apresenta alguns ritmos de produção, os quais:

- A. 40% do projeto previsto será completado em 50% do tempo.
- B. 50% do projeto previsto será completado em 50% do tempo.
- C. 60% do projeto previsto será completado em 50% do tempo.
- D. 50% do projeto previsto será completado em 40% do tempo.
- E. 50% do projeto previsto será completado em 60% do tempo.

Que geram as seguintes curvas S:

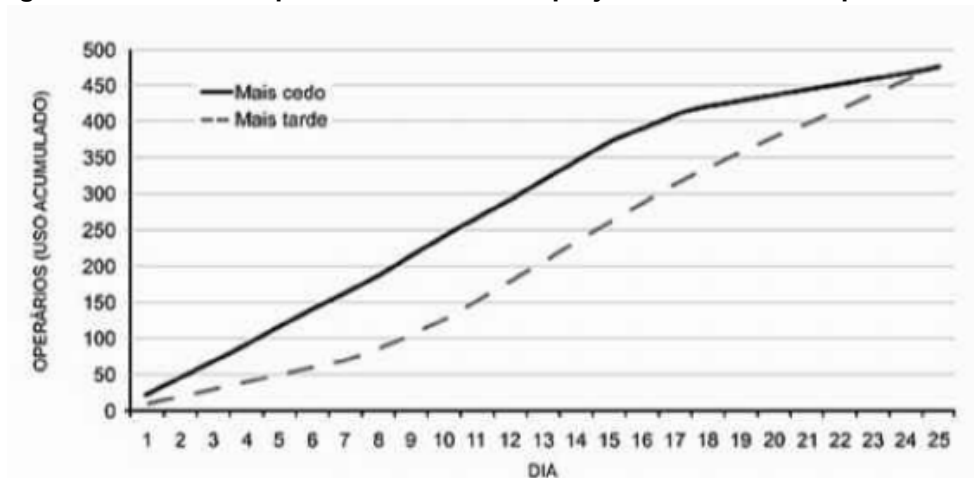
**Figura 9 - Diferentes padrões de ritmos de projetos evidenciados pela Curva S**



Fonte: Limmer (1996).

Por vezes a curva S apresenta o formato de “banana”, isso ocorre por consequência de um adiantamento dos serviços (cronograma mais cedo) ou postergação dos serviços (cronograma mais tarde). Ambas formas trazem vantagens e desvantagens, o cronograma mais cedo resulta em um desembolso maior no começo da obra, exigindo um fluxo de caixa alto, contudo, dessa forma se mantém as folgas do cronograma. Já o cronograma mais tarde mantém o desembolso de recursos mais para o futuro, e em consequência ao postergar as atividades se abstém das folgas, podendo, caso alguma atividade atrase, atrasar a entrega final do projeto (MATTOS, 2010).

**Figura 10 - Diferentes padrões de ritmos de projetos evidenciados pela Curva S**



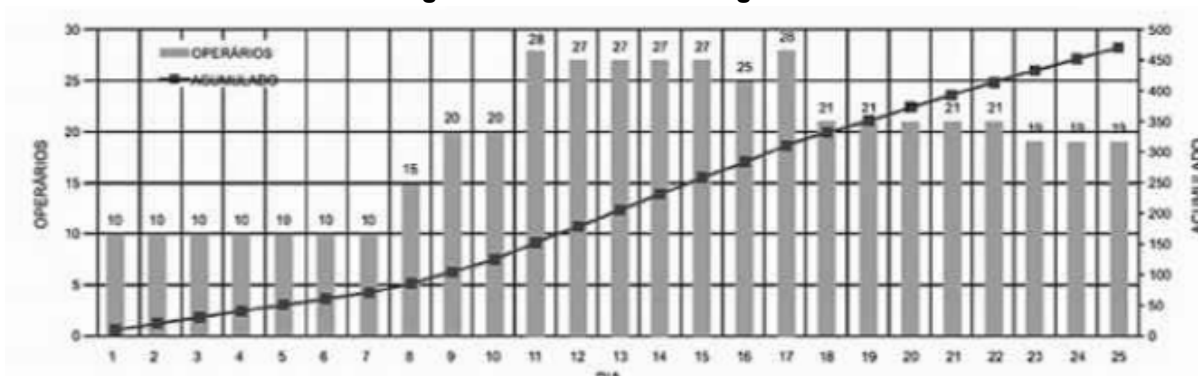
Fonte: Mattos (2010).

Mattos afirma que a variação dos recursos durante o projeto causa uma dificuldade gerencial, e para solucionar é necessário fazer o nivelamento dos recursos. Segundo o autor:

O procedimento básico do nivelamento é intuitivo e direto — consiste em 'deslizar' as atividades não críticas dentro de seu limite de folga e buscar a condição de melhor uniformidade da quantidade de recursos requeridos em cada instante. Se lembrarmos que as atividades críticas não têm folga, fica lógico entender que o processo de nivelamento de recursos se apoia nas não críticas, que podem ocorrer a qualquer tempo dentro das limitações da folga disponível. Sendo assim, é possível atenuar os picos de recursos simplesmente "jogando" com as folgas. (MATTOS, 2010, p.240).

Para essa análise de uso de recursos normalmente é usado o histograma. Na figura 11, Mattos mostra o histograma e a curva S plotados no mesmo gráfico, salientando que normalmente o meio do projeto exige um número maior de recursos, portanto, ao nivelar os recursos é necessário analisar também a curva S, buscando um equilíbrio de nivelamento de recurso e ritmo de produção.

**Figura 11 - Curva S e Histograma**



Fonte: Mattos (2010).

### **3 METODOLOGIA**

No presente capítulo serão apresentados a classificação do trabalho, a apresentação da empresa e do empreendimento, além dos métodos utilizados na produção da programação da obra.

#### **3.1 Classificação do Trabalho**

A classificação de pesquisa aplicada, enquanto sua natureza, é a mais apropriada para o presente trabalho. Segundo Zanella (2006), a pesquisa científica aplicada gera soluções a alguma problemática. Essa definição alinha-se com o propósito deste trabalho, que é efetivamente entregar um produto: uma programação coerente física e financeiramente da obra apresentada.

#### **3.2 Caracterização da Administradora**

Durante toda a redação do trabalho a administradora que forneceu as informações será chamada pelo nome genérico “Administradora N”. Serão retiradas as logomarcas dos arquivos disponibilizados, assim como os selos dos projetos, respeitando assim o sigilo das informações da empresa.

A Administradora N, que contribuiu com dados para o presente trabalho, foi fundada em 2012. Atualmente com porte médio e atuante em Florianópolis, Santa Catarina, gerencia sete empreendimentos em construção e dois em etapa de projetos, além do histórico de 10 empreendimentos entregues. Seu sistema de negócios é pautado na administração de obras a preço de custo, ou seja, Sociedade de Propósito Específico (SPE).

A administradora possui na parte técnica do seu organograma um setor de compras, um setor de planejamento e um setor de gestão de projetos, além de um setor de obras com um técnico em edificações em cada obra.

Por se tratar de uma administradora de obras, todos os serviços são terceirizados, incluindo execução, projetos, orçamentos, planejamentos, gestão técnica etc.

A gestão e fiscalização técnica das obras são feitas por uma empresa de engenharia especializada, na qual o autor trabalha como assistente de engenharia. Seu organograma sucinto é composto por dois engenheiros, um assistente de engenharia e um estagiário de engenharia. Fundada em 2014, fez a gestão de todos os empreendimentos lançados pela administradora, trabalhando quase exclusivamente para ela.

Quanto à execução, é contratada uma empreiteira de mão, por meio de empreitada global, onde todos os serviços são realizados por ela ou por empresas subcontratadas.

Já o planejamento das obras é feito por uma empresa terceirizada, especializada em Linha de Balanço, e supervisionado pelo setor de planejamento da administradora. No caso da programação de obras não existe uma empresa fixa que atenda todas as obras da administradora.

### **3.3 Caracterização do Empreendimento**

O empreendimento foco deste trabalho é uma obra situada no centro de Florianópolis-SC, com as seguintes características:

- 1 Torre;
- 8 Pavimentos (sendo Térreo, Mezanino, 5 Pavimentos Tipo e Ático) e 1 subsolo;
- Átrio
- 72 unidades residenciais;
- Área construída de 6.880,06 metros quadrados.

A figura 12 expõe a fachada do empreendimento, onde é possível observar algumas das características listadas anteriormente.

**Figura 12 - Fachada do empreendimento.**



Fonte: Administradora N (2024).

A Figura 13 apresenta a planta baixa do pavimento tipo, mostrando a disposição dos apartamentos e o átrio. Embora o átrio seja um diferencial arquitetônico, ele também é um aspecto relevante para o cronograma da obra, pois adiciona três fachadas às quatro convencionais, dentre outros serviços.

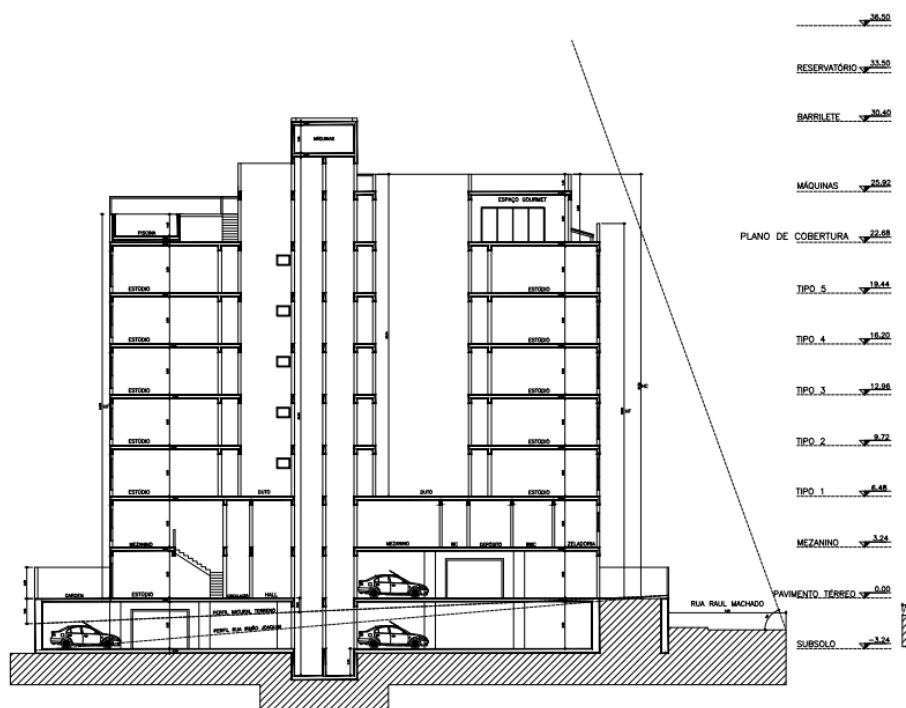
Figura 13 - Planta baixa do pavimento tipo



Fonte: Administradora N (2024).

Na figura 14, observa-se o corte arquitetônico, onde é possível identificar a dualidade de composição do pavimento térreo, que apresenta garagem em um setor e lofts em outro, além de apresentar os níveis arquitetônicos e seus respectivos pavimentos.

**Figura 14 - Corte Arquitetônico**

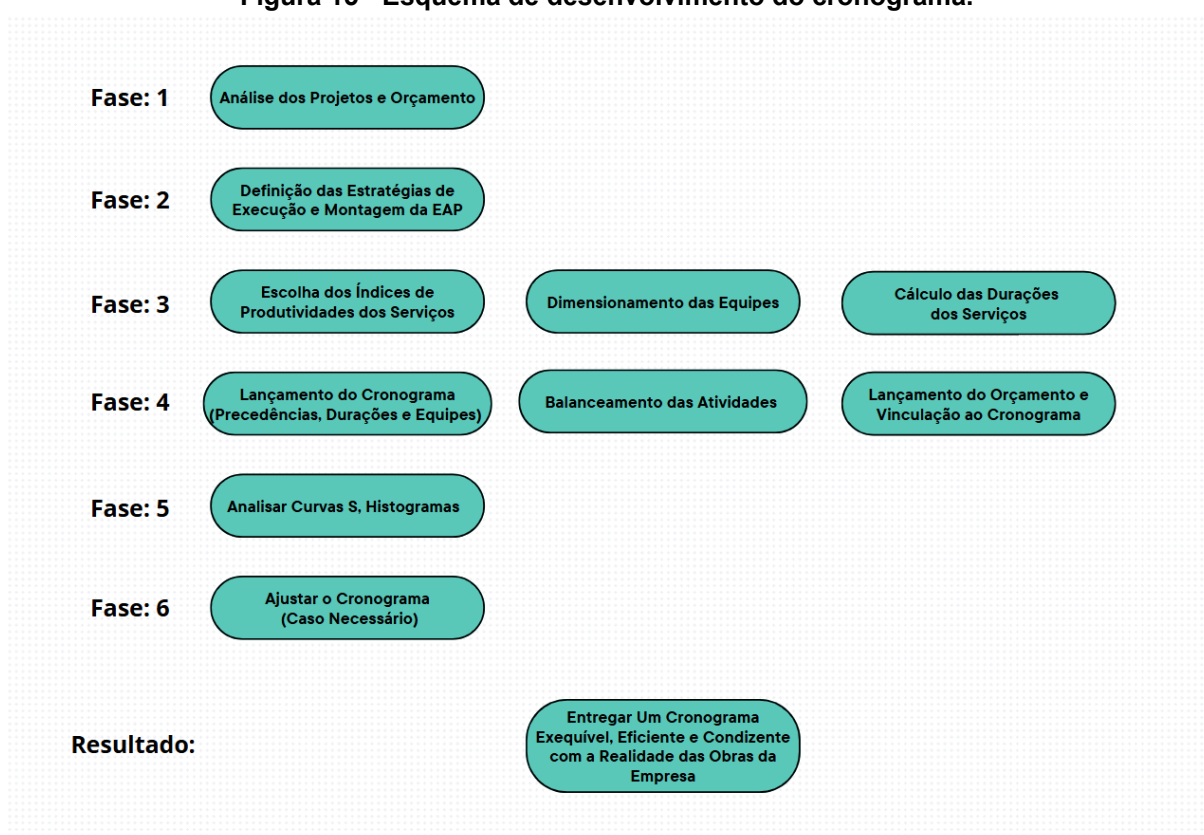


Fonte: Administradora N (2024).

### 3.4 Desenvolvimento da Programação

O trabalho será desenvolvido em seis etapas, passando desde a análise dos projetos até a vinculação do orçamento com o cronograma, e posteriormente, analisando as soluções gráficas geradas por este relacionamento, para assegurar a exequibilidade da programação da obra. A figura 15, expõe as etapas de forma esquemática.

Figura 15 - Esquema de desenvolvimento do cronograma.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Fase 1: O planejamento de obras começa com a análise de todas as informações disponíveis, assim o planejador se ambienta com os projetos enquanto analisa e escolhe possíveis caminhos para a execução da obra (LIMMER,1996). Além do projeto, nesta fase o autor também analisa o orçamento fornecido pela administradora, buscando verificar os serviços abordados, a coerência dos quantitativos apresentados.

Fase 2: Definir a “estratégia de ataque” para executar a obra, a montagem da EAP do projeto, levando em consideração algumas particularidades da obra, da empresa e da equipe de mão de obra. Durante essa fase, será segmentado o Orçamento da Obra em pacotes de trabalho de forma estratégica, agregando os serviços em grupos que façam sentido na estratégia de ataque definida, para facilitar as próximas etapas.

Fase 3: Trabalhar simultaneamente três atividades, as escolhas dos índices de produtividade, o dimensionamento das equipes e o cálculo das durações. Tudo de forma dinâmica a convergir com a estratégia de execução da obra e as especificidades projetuais. Não foram fornecidas para o trabalho as composições de custo unitário utilizadas no orçamento, portanto durante a escolha dos Índices de produtividade, foram utilizadas duas bibliografias principais, a SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e a TCPO 13 (Tabela de Composições de Preços para Orçamentos), escolhendo a composição que melhor se adequa ao projeto do trabalho. Caso não sejam encontradas composições adequadas nas bibliografias disponíveis, serão utilizados os índices fornecidos pela empresa e por seus fornecedores.

Fase 4: Lançar todas as informações dos pacotes de trabalho no software Prevision e, simultaneamente, ajustar os ritmos dos pacotes de trabalho quando necessário, para evitar conflitos entre as atividades. Posteriormente lançar o Orçamento da Obra e vincular com o planejamento.

Fase 5: Utilizar das soluções gráficas, curva S física e histograma de funcionários, geradas pelo software e comparar com as curva S padrão 50% de avanço em 60% do tempo, apresentada por Limmer (1996), para analisar a exequibilidade do cronograma frente às necessidades da administradora.

Fase 6: Caso a análise gráfica apresente alguma inconsistência, será ajustado o cronograma e gerado novos gráficos para uma nova análise.

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados e discussões do trabalho. Dividido em cinco tópicos, apresenta as estratégias de execução da obra. Passando pelos pacotes de trabalho mais importantes utilizados na programação, assim como os índices de produtividade, relações de precedências, equipes adotadas, lançamento de informações no software, geração da Linha de Balanço e os resultados.

### 4.1 Análise dos Projetos e do Orçamento

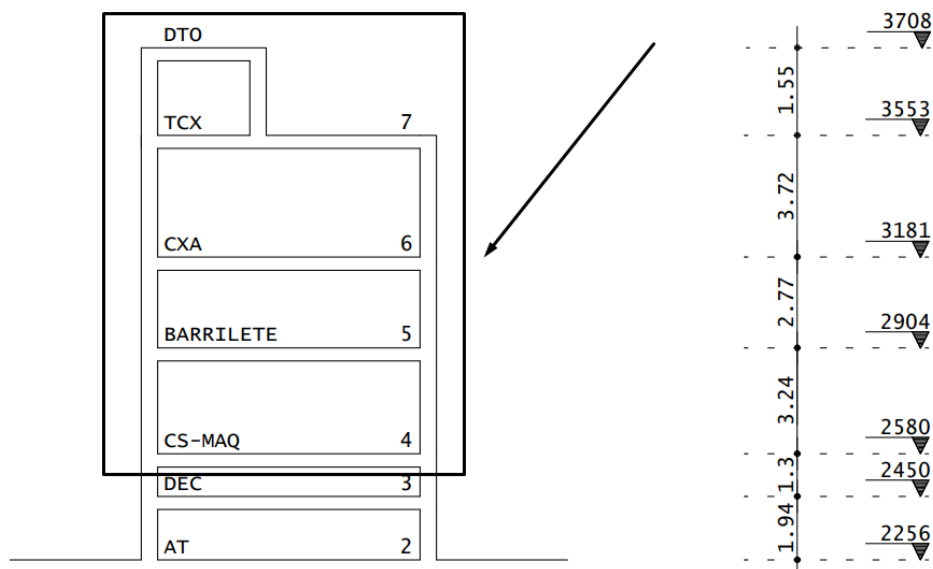
A primeira análise foi do projeto arquitetônico, buscando entender um pouco mais sobre as características construtivas que foram adotadas, assim como algumas peculiaridades arquitetônicas, como por exemplo a presença de 3 fachadas no átrio do empreendimento. Esses detalhes foram importantes durante a definição dos pacotes de trabalho e a montagem das relações de precedência.

Analisando os arquivos do orçamento da obra notou-se que haviam apenas os orçamentos de material (MAT) e de mão de obra (MOE), não incluindo nesses arquivos as composições orçamentárias utilizadas. Portanto, buscou-se composições de custos nas bibliografias renomadas, a fim de coletar os índices de produtividade.

Notou-se que o orçamento da obra agrupa os pavimentos “casa de máquinas”, “barrilete”, “caixa d’água/tampa”, atribuindo a nomenclatura “pavimentos técnicos”. Portanto, a programação da obra seguirá esse padrão imposto pelo orçamento.

O orçamento não faz isso no pacote de trabalho “estrutura”, por isso na linha de balanço ele é o único que aparece nos lotes “casa de máquinas”, “barrilete” e “caixa d’água”. Os demais pacotes de trabalho referente aos pavimentos técnicos foram dispostos no lote “casa de máquinas”.

**Figura 16 - Corte destacando pavimentos técnicos.**



Fonte: Adaptado de Administradora N (2024).

Posteriormente, o orçamento da obra foi revisado para verificar se havia a ausência de algum item macro que pudesse comprometer a programação. Foi constatada a falta de alguns serviços essenciais, como o chapisco, reboco e pintura das fachadas dos átrios, o reboco do teto da garagem do subsolo e a parede de contenção do subsolo. Esses itens precisaram ser incluídos para garantir a precisão do cronograma.

Foi observado que no orçamento as instalações são apresentadas em verbas, impossibilitando verificar as quantidades de serviços, esse fato influenciou diretamente a forma em que as durações desses serviços foram abordadas na programação da obra.

Nos projetos complementares não são descritas as quantidades, porém, havia um documento com esse quantitativo disponibilizado pela empresa responsável pelos projetos. Contudo, nesse documento havia uma quantidade total de materiais, sem distinção por pavimento ou apartamento, tornando a utilização desses dados no planejamento algo que geraria mais problemas do que soluções.

Durante a programação da obra todos os projetos foram consultados, ao decorrer dos próximos tópicos serão apresentados os problemas encontrados e as soluções adotadas para cada pacote de trabalho.

## 4.2 Estratégia de Execução da Obra

O processo de montar a estratégia de execução da obra passa por algumas etapas, iniciando pela definição da unidade de repetição, definição do ritmo de construção, definição dos pacotes de trabalho e dos serviços atribuídos a cada pacote.

### 4.2.1 Definição da Unidade Básica de Repetição e Ritmo de Construção

A Unidade Básica de Repetição escolhida foi o pavimento, por ser um nível de detalhamento satisfatório para o projeto trabalhado, e que não traz demasiada complexidade à futura gestão da obra. Em seguida, seria calculado o tempo de duração (*takt-time*), para execução dessa unidade básica de repetição.

Contudo, o *taket-time* da obra trabalhada foi imposto pela administradora. A empresa exigiu para essa obra em específico a concretagem de um pavimento por mês (pilares, vigas e lajes). Portanto, o ritmo de construção será adequado a essa necessidade da empresa. As demais atividades seguirão o mesmo ritmo, para que fiquem balanceadas na Linha de Balanço.

Para a disposição das unidades de repetição no gráfico da Linha de Balanço foi utilizada uma estratégia bem difundida entre os planejadores que trabalham com a Linha de Balanço. Foram adotados como Lotes, além dos pavimentos, outros locais onde acontecem altos volumes de serviço. Assim, ao observar o gráfico gerado pelo Previson, lê-se um total de 19 Lotes (unidades de repetição):

- Fachadas átrios (norte, leste, oeste)
- Fachadas externas (norte, sul, leste, oeste)
- Reservatório
- Barrilete
- Casa de máquinas
- Ático
- Tipos (5 unidades)
- Mezanino
- Térreo

- Subsolo/Fundações

#### 4.2.2 Definição dos Pacotes de Trabalho e dos Serviços

A definição da estratégia de execução da obra começou pela organização dos serviços apresentados no orçamento em pacotes de trabalhos, unindo ou separando os serviços de forma estratégica, de acordo com a necessidade da obra trabalhada. Na figura 17, observa-se a lista dos pacotes de trabalho utilizados para a montagem da programação desta obra.

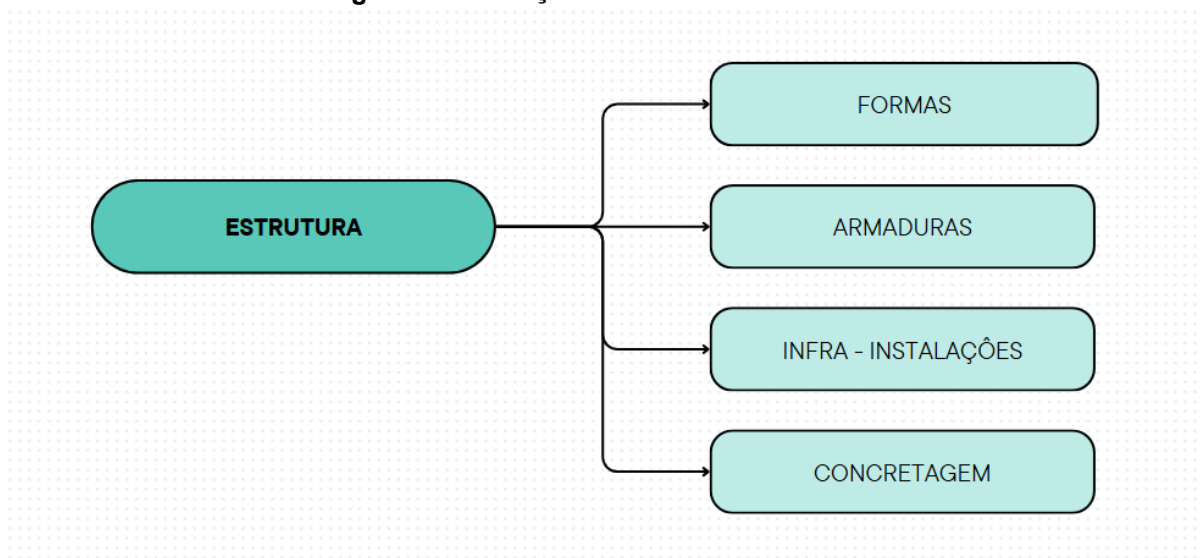
**Figura 17 - Pacotes de trabalho utilizados.**

Gastos Gerais	Contrapiso	Imp. Manta Asfáltica
Inst Provisórias	Imp. Argamassada	Piso Concreto Alisado
Estaca Raiz	Azulejo	Chapisco Fachada
Blocos De Coroamento	Fios E Cabos	Reboco Fachada
Vigas Baldrame	Forro De Gesso	Imp. Esquadrias Fachadas
Drenagem	Pintura 1º Fase	Pintura Fachada
Cortina	Granitos	Limpeza Fachada
Estrutura	Porcelanatos	Cobertura
Desforma	Esq Alum	Qdr. Medidores
Alvenaria	Pintura 2º Fase	Entrada De Energia
Contramarcos	Qdr./Acab. Elétricos	Instalações Gerais Teto Subsolo
Chapisco	Louças E Metais	Inst. Bombas
Ele-Cxs	Limpeza Grossa	Serralheria Geral
Hidráulica	Porta Pronta	Pavimentação Externa
Glp	Rodapés E Fechaduras	Instalação De Elevadores
Ar Condicionado	Pintura 3º Fase	Ex.Churrasqueira
Shafts	Limpeza Fina	Paisagismo E Mobiliário
Encunhamento	Imp. Cortina	Spda- Anel Superior
Reboco Interno	Aterro Cortina	Eq.Piscina

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Para execução do pacote de trabalho “Estrutura” serão executados os seguintes serviços: Execução das fôrmas, armaduras, infraestrutura das instalações e concretagem, conforme figura 18.

**Figura 18 - Serviços do Pacote de Trabalho.**



Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.2.3 Definição das dependências

Posteriormente, atribuiu-se às relações de precedência entre os pacotes para formar uma EAP. Salientando também que no gráfico de linha de balanço pode-se observar as precedências analisando a cronologia da execução das atividades.

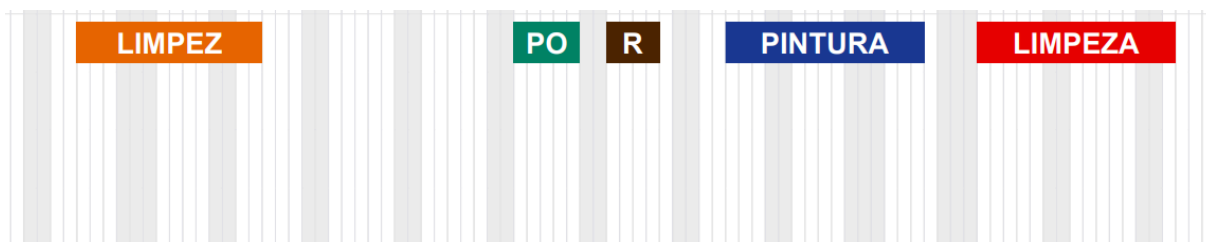
A transposição das informações da Linha de Balanço para tabelas é um desperdício das vantagens do método LB. Contudo, para exemplificar as relações entre as atividades foi montada a figura 19. Comparando a figura 19 com a 20, é possível perceber as precedências das atividades, salientando que a atividade tem como predecessora ela mesma no lote anterior.

**Figura 19 - Exemplificação das dependências.**

Atividades	Dependências	
	Predecessoras	Sucessoras
Limpeza Grossa	-	Porta Pronta
Porta Pronta	Limpeza Grossa	Rodapés
Rodapés	Porta Pronta	Pintura 3º Fase
Pintura 3º Fase	Rodapés	Limpeza Fina
Limpeza Fina	Pintura 3º Fase	-

Fonte: Elaboração Própria (2024).

**Figura 20 - Dependências na LB.**



Fonte: Elaboração Própria (2024).

Foram utilizadas dependências entre pacotes de trabalho de lotes diferentes, como no caso dos granitos (pingadeiras das janelas), alocados nos pavimentos, que tem atribuída com dependência a impermeabilização do requadro da esquadria que estão alocadas nos lotes das fachadas.

Bem como, utilizou-se dependências entre os serviços dentro dos pacotes de trabalho, como exemplificado na figura 21, onde a impermeabilização dos terraços dos lofts (ID-1) acontece simultaneamente com a impermeabilização da garagem (ID-3), utilizando a dependência de II (Início-Início). Também foi utilizado a dependências apenas entre as impermeabilizações e suas respectivas proteções mecânicas (Início-Término).

**Figura 21 - Dependências entre serviços no pacote de trabalho “Imp. Manta Asfáltica”.**

ID	Serviço	Pred.	Suc.	Início	Fim	Duração	Realizado
1	Impermeabilização com Manta Asfáltica...	-	2	14/01/2026	21/01/2026	6	0%
2	Proteção mecânica Floreiras e Loft's	1	-	22/01/2026	02/02/2026	8	0%
3	Impermeabilização com Manta Asfáltica Garagem	-	4	14/01/2026	23/01/2026	8	0%
4	Proteção Mecânica Garagem	3	-	26/01/2026	02/02/2026	6	0%

Fonte: Elaboração Própria (2024).

### 4.3 Índices de Produtividade, Dimensionamento das Equipes e Cálculo das Durações

Para o cálculo das durações foram utilizados índices de produtividade das bibliografias SINAPI, TCPO 13 e também produtividades observadas nas obras da empresa, escolhendo as composições com características compatíveis com os serviços da obra trabalhada. Quanto à formulação, utilizou-se a apresentada no capítulo 2.

Foram utilizadas prioritariamente composições retiradas das bibliografias citadas anteriormente, contudo, alguns serviços não são contemplados pelas mesmas. Nesses casos foram adotadas produtividades, observadas nas obras da empresa. Foram consultados, por meio de conversas informais, os encarregados responsáveis pelos serviços de elétrica, hidráulica e de instalação de portas prontas para confirmação desses índices observados nas obras.

O dimensionamento das equipes e cálculo das durações foram feitos simultaneamente, com o auxílio de planilha eletrônica. De posse do quantitativo, índice de produtividade e definição de equipe calculou-se a duração da execução de cada serviço. Analisando a melhor definição de equipe e duração.

Assim, adequando a realidade da obra, diminuindo ou facilitando os futuros balanceamentos de atividades. Na figura 22, um trecho da planilha onde estão compilados os índices utilizados durante os cálculos das equipes e durações.

**Figura 22 - Trecho da planilha dos índices adotados.**

PACOTE DE TRABALHO	RUP		BANCO		PRODUTIVIDADE		CONSIDERAÇÕES (FATORES)
	ÍNDICE	UNID	CÓD	FONTE	ÍNDICE	UNID	
Tapume Com Chapa Metálica. Af_05/2018	0,7948	H.h/m²	9845	SINAPI	11,08	m²/dia	Servente:0,26 Incluso Escavação para Pontaleta Metálico e Concretagem para Fixação no Solo.
Abrigo Provisório De Madeira	6,7	H.h/m²	p53	TCPO13	1,2	m²/dia	Servente 15H/M²
<b>INFRA ESTRUTURA</b>							
Execução De Estaca Tipo Raiz Em Solo - 200Mm	0,2313	H.maq/m	102645	SINAPI	34,59	m/dia	Estaca Raiz, Diâmetro De 20 Cm, Sem Presença De Rocha (Exclusive Mobilização E Desmobilização). Af_03/2020_Pa
Execução De Estaca Tipo Raiz Em Rocha - 200 Mm	0,4445	H.maq/m	102649	SINAPI	18	m/dia	Estaca Raiz, Diâmetro De 20 Cm, Perfurada Em Rocha (Exclusive Mobilização E Desmobilização). Af_03/2020_Pa
Execução De Estaca Tipo Raiz Em Solo - 310 Mm	0,2934	H.maq/m	102646	SINAPI	27,27	m/dia	Estaca Raiz, Diâmetro De 31 Cm, Sem Presença De Rocha (Exclusive Mobilização E Desmobilização). Af_03/2020_Pa
Execução De Estaca Tipo Raiz Em Rocha - 310 Mm	0,5598	H.maq/m	102650	SINAPI	14,3	m/dia	Estaca Raiz, Diâmetro De 31 Cm, Perfurada Em Rocha (Exclusive Mobilização E Desmobilização). Af_03/2020_Pa
Execução De Estaca Tipo Raiz Em Solo - 400 Mm	0,3694	H.maq/m	102647	SINAPI	21,66	m/dia	Estaca Raiz, Diâmetro De 40 Cm, Sem Presença De Rocha (Exclusive Mobilização E Desmobilização). Af_03/2020_Pa

Fonte: Elaboração própria (2024).

Nos subtópicos abaixo serão apresentadas as decisões tomadas durante o dimensionamento das equipes, durações, definição das dependências e outros

aspectos relevantes durante a montagem do cronograma. Saliendo que serão apresentados apenas os pacotes de trabalho que tiveram decisões relevantes.

#### 4.3.1 Pacotes de trabalho: Estrutura

A figura 23 apresenta os cálculos referentes a cada pavimento. Observa-se que, na obra estudada, o primeiro pavimento tipo inclui vigas de transição, resultando em uma duração de 25 dias, enquanto os demais pavimentos tipo têm uma duração de 22 dias.

No entanto, ao lançar o pacote de trabalho referente aos pavimentos tipo, foram considerados 25 dias para todos, com o objetivo de padronizar a linha de balanço. Essa padronização trouxe segurança à programação da obra, criando uma margem de 3 dias para possíveis atrasos.

Figura 23 - Dimensionamento dos prazos e equipes da estrutura.

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra				
	Código	Descrição	Unidade de	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	Hh NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)	
Supraestrutura	<b>05.002</b>	<b>SUPRAESTRUTURA - TETO SUBSOLO (TÉRREO)</b>						<b>Duração</b>	<b>31</b>
	05.002.001.001	MOE - Execução de supraestrutura (formas pilares)	m2	401,0000	2,56	1.026,56	16,00	8,00	
	05.002.001.002	MOE - Execução de supraestrutura (formas vigas)	m2	705,2000	2,56	1.805,31	16,00	13,00	
	05.002.001.003	MOE - Execução de supraestrutura (formas lajes)	m2	6,8000	2,16	14,67	16,00	1,00	
	05.002.001.004	MOE - Execução de supraestrutura (formas escadas)	m2	12,5000	2,77	34,63	16,00	1,00	
	05.002.001.006	Fornecimento de Lajes Trelçadas TR12 com cerâmica H12 / Térreo (adaptado)	m2	1259,3000	0,81	1.020,03	16,00	8,00	
	05.002.002.001	MOE - Execução de supraestrutura (armaduras)	kg	15.216,0000	0,13	1.978,08	8,00	29,00	
	05.002.003.001	MOE - Execução de supraestrutura (concretagem)	m3	282,2500	0,22	63,22	8,00	1,00	
	<b>05.003</b>	<b>SUPRAESTRUTURA - TETO TÉRREO (MEZANINO)</b>						<b>Duração</b>	<b>26</b>
	05.003.001.001	MOE - Execução de supraestrutura (formas pilares)	m2	314,4000	2,56	804,86	16,00	6,00	
	05.003.001.002	MOE - Execução de supraestrutura (formas vigas)	m2	671,4000	2,56	1.718,78	16,00	13,00	
	05.003.001.003	MOE - Execução de supraestrutura (formas lajes)	m2	197,4000	2,16	425,99	16,00	4,00	
	05.003.001.004	MOE - Execução de supraestrutura (formas escadas)	m2	12,5000	2,77	34,63	16,00	1,00	
	05.003.001.006	Fornecimento de Lajes Trelçadas TR12 com cerâmica H12 / Mezanino (adaptado)	m2	264,2000	0,81	214,00	16,00	2,00	
	05.003.002.001	MOE - Execução de supraestrutura (armaduras)	kg	19.341,0000	0,08	1.547,28	8,00	21,98	
	05.003.003.001	MOE - Execução de supraestrutura (concretagem)	m3	173,0100	0,22	38,75	8,00	1,00	
	<b>05.004</b>	<b>SUPRAESTRUTURA - TETO MEZANINO (TIPO 1)</b>						<b>Duração</b>	<b>25</b>
	05.004.001.001	MOE - Execução de supraestrutura (formas pilares)	m2	334,4000	2,56	856,06	16,00	7,00	
	05.004.001.002	MOE - Execução de supraestrutura (formas vigas)	m2	615,8000	2,56	1.576,45	16,00	12,00	
	05.004.001.003	MOE - Execução de supraestrutura (formas lajes)	m2	13,7000	2,16	29,56	16,00	1,00	
	05.004.001.004	MOE - Execução de supraestrutura (formas escadas)	m2	12,5000	2,77	34,63	16,00	1,00	
	05.004.001.006	Fornecimento de Lajes Trelçadas TR12 com cerâmica H12 / Tipo e Atico	m2	694,6700	0,81	562,68	16,00	4,00	
	05.004.002.001	MOE - Execução de supraestrutura (armaduras)	kg	15.908,0000	0,08	1.272,64	6,00	25,00	
	05.004.003.001	MOE - Execução de supraestrutura (concretagem)	m3	178,3300	0,22	39,95	8,00	1,00	
	<b>05.005</b>	<b>SUPRAESTRUTURA - TETO (TIPO 4x)</b>						<b>Duração</b>	<b>22</b>
	05.005.001.001	MOE - Execução de supraestrutura (formas pilares)	m2	326,1000	2,56	834,82	16,00	6,00	
	05.005.001.002	MOE - Execução de supraestrutura (formas vigas)	m2	518,3000	2,56	1.326,85	16,00	10,00	
	05.005.001.003	MOE - Execução de supraestrutura (formas lajes)	m2	9,6000	2,16	20,72	16,00	1,00	
	05.005.001.004	MOE - Execução de supraestrutura (formas escadas)	m2	12,5000	2,77	34,63	16,00	1,00	
	-	Lajes Trelçadas TR8 com cerâmica H8 / Tipo e Atico (adaptado)	m2	528,4100	0,81	428,01	16,00	4,00	
	05.005.002.001	MOE - Execução de supraestrutura (armaduras)	kg	9.327,0000	0,08	746,16	4,00	22,00	
	05.005.003.001	MOE - Execução de supraestrutura (concretagem)	m3	151,4300	0,22	33,92	8,00	1,00	
	<b>05.009</b>	<b>SUPRAESTRUTURA - TETO TIPO 5 (ÁTICO) + DECK PISCINA</b>						<b>Duração</b>	<b>23</b>
	05.009.001.001	MOE - Execução de supraestrutura (formas pilares)	m2	326,1000	2,56	834,82	16,00	6,00	
	05.009.001.002	MOE - Execução de supraestrutura (formas vigas)	m2	617,9000	2,56	1.581,82	16,00	12,00	
	05.009.001.003	MOE - Execução de supraestrutura (formas escadas)	m2	12,5000	2,77	34,63	16,00	1,00	
	05.009.001.004	Fornecimento de Lajes Trelçadas TR8 com cerâmica H8 / Tipo e Atico	m2	694,6700	0,81	562,68	16,00	4,00	
	05.009.002.001	MOE - Execução de supraestrutura (armaduras)	kg	7.605,0000	0,08	6.160,05	4,00	176,00	
	05.009.003.001	MOE - Execução de supraestrutura (concretagem)	m3	158,6300	0,22	-	-	2,00	
	<b>05.010</b>	<b>SUPRAESTRUTURA - TETO ÁTICO (Casa de máquina)</b>						<b>Duração</b>	<b>16</b>
	05.010.001.001	MOE - Execução de supraestrutura (formas pilares)	m2	113,5000	2,56	290,56	12,00	3,00	
	05.010.001.002	MOE - Execução de supraestrutura (formas vigas)	m2	221,7000	2,56	567,55	12,00	6,00	
	05.010.001.003	MOE - Execução de supraestrutura (formas lajes)	m2	61,0000	2,16	131,64	12,00	2,00	
	05.010.001.005	Fornecimento de Lajes Trelçadas TR12 com cerâmica H12 / Tipo e Atico (ADAPTADO)	m2	530,5600	0,81	429,75	12,00	5,00	
	05.010.002.001	MOE - Execução de supraestrutura (armaduras)	kg	4.741,0000	0,08	379,28	3,00	15,00	
	05.010.003.001	MOE - Execução de supraestrutura (concretagem)	m3	47,6000	0,22	10,66	8,00	1,00	
	<b>05.011</b>	<b>SUPRAESTRUTURA - TETO CASA DE MÁQUINAS (Barrilete)</b>						<b>Duração</b>	<b>16</b>
05.011.001.001	MOE - Execução de supraestrutura (formas pilares)	m2	49,4000	2,56	126,46	9,00	2,00		
05.011.001.002	MOE - Execução de supraestrutura (formas vigas)	m2	358,7000	2,56	918,27	9,00	12,00		
05.011.001.003	MOE - Execução de supraestrutura (formas lajes)	m2	7,5000	2,16	16,19	9,00	1,00		
05.011.001.004	MOE - Execução de supraestrutura (formas escadas)	m2	12,5000	2,77	34,63	9,00	1,00		
05.011.002.001	MOE - Execução de supraestrutura (armaduras)	kg	2.617,0000	0,08	209,36	3,00	8,00		
05.011.003.001	MOE - Execução de supraestrutura (concretagem)	m3	48,5000	0,22	10,86	8,00	1,00		
<b>05.012</b>	<b>SUPRAESTRUTURA - TETO BARRILETE   RESERVATÓRIO</b>						<b>Duração</b>	<b>11</b>	
05.012.001.001	MOE - Execução de supraestrutura (formas pilares)	m2	79,3000	2,56	203,01	9,00	3,00		
05.012.001.002	MOE - Execução de supraestrutura (formas vigas)	m2	192,0000	2,56	491,52	9,00	7,00		
05.012.001.003	MOE - Execução de supraestrutura (formas lajes)	m2	16,9000	2,16	36,47	9,00	1,00		
05.012.002.001	MOE - Execução de supraestrutura (armaduras)	kg	3.222,0000	0,08	257,76	3,00	10,00		
05.012.003.001	MOE - Execução de supraestrutura (concretagem)	m3	29,7000	0,22	6,65	8,00	1,00		

Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.3.2 Pacotes de Trabalho: Alvenaria

As alvenarias dos pavimentos técnicos são contabilizadas juntas no orçamento, por isso foram colocadas todas no Lote “Casa de Máquinas” (no Prevision), respeitando as precedências de desforma do Barrilete e caixa d’água.

**Figura 24 - Dimensionamento de prazos e equipes da alvenaria.**

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
Alvenaria	<b>06.001</b>	<b>ALVENARIAS E VEDAÇÕES - SUBSOLO</b>						
	06.001.001.001	MOE - Execução de alvenaria em blocos cerâmicos (geral)	m2	207,06	0,59	122,17	2,00	7,00
	06.001.001.002	MOE - Execução de alvenaria em blocos de concreto (geral)	m2					
	<b>06.002</b>	<b>ALVENARIAS E VEDAÇÕES - TERREO</b>						
	06.002.001.001	MOE - Execução de alvenaria em blocos cerâmicos (geral)	m2	1.276,35	0,59	753,05	5,00	18,00
	06.002.001.002	MOE - Execução de alvenaria em blocos de concreto (geral)	m2					
	<b>06.003</b>	<b>ALVENARIAS E VEDAÇÕES - MEZANINO</b>						
	06.003.001.001	MOE - Execução de alvenaria em blocos cerâmicos (geral)	m2	1.181,87	0,59	697,30	5,00	16,00
	06.003.001.002	MOE - Execução de alvenaria em blocos de concreto (geral)	m2					
	<b>06.004</b>	<b>ALVENARIAS E VEDAÇÕES - TIPO 5x</b>						
	06.004.001.001	MOE - Execução de alvenaria em blocos cerâmicos (geral)	m2	1.608,88	0,59	949,24	5,00	22,00
	06.004.001.002	MOE - Execução de alvenaria em blocos de concreto (geral)	m2					
	<b>06.009</b>	<b>ALVENARIAS E VEDAÇÕES - ÁTICO + DECK PISCINA</b>						
	06.009.001.001	MOE - Execução de alvenaria em blocos cerâmicos (geral)	m2	765,15	0,59	451,44	4,00	13,00
06.009.001.002	MOE - Execução de alvenaria em blocos de concreto (geral)	m2						
<b>06.010</b>	<b>ALVENARIAS E VEDAÇÕES - PAVTOS TÉCNICOS</b>							
06.010.001.001	MOE - Execução de alvenaria em blocos cerâmicos (geral)	m2	383,28	0,59	226,14	2,00	13,00	
06.010.001.002	MOE - Execução de alvenaria em blocos de concreto (geral)	m2						

Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.3.3 Pacotes de Trabalho: Elétrica

As instalações elétricas não possuem um fluxo constante entre os pavimentos, a adoção dessa estratégia é devido ao modelo de contratação da mão de obra. A equipe de instalações elétricas atende todas as obras da empresa, portanto não seria viável manter a equipe muito tempo em uma obra só, isso geraria atraso nas outras obras ou a necessidade de aumento da equipe, trazendo custos desnecessários, por isso a adoção dessa estratégia.

Nas instalações em geral foram utilizados prazos observados em obras da empresa e confirmados com a empresa que realizará os serviços na obra do presente trabalho, buscando trazer mais fidelidade para o cronograma. Como as obras seguem um padrão de pontos elétricos e tamanho de cômodos, utilizar dados das outras obras e dados oferecidos pela própria mão de obra trazem mais segurança à programação, já que esses profissionais estão trabalhando com obras muito parecidas desde a primeira obra da empresa.

#### 4.3.4 Pacotes de Trabalho: Hidráulica

Os shafts deverão ser fechados 5 dias antes do fim das atividades de hidráulica. Assim são executadas as prumadas e, posteriormente, fechado os shafts, liberando a execução das tubulações das paredes dos shafts.

Quando as durações das instalações hidrosanitárias, conforme já foi apresentado, foi definida baseada em conversas informais com a empresa que executará essas instalações na obra e o engenheiro responsável pela execução.

**Figura 25 - Dimensionamento de prazos e equipes hidráulica.**

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
HIDRAULICA	-	SUBSOLO						20,00
	-	TERREO						20,00
	-	MEZANINO						20,00
	-	TIPO (5X)						20,00
	-	ÁTICO						20,00
	-	PAVTO TÉCNICOS						20,00

Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.3.5 Pacotes de Trabalho: Shaft

No orçamento os shafts são contabilizados em unidades, para o cálculo duração, foi considerado shafts de medida padrão (1,1m x 3,0m) para contabilizar a área de alvenaria.

Figura 26 - Dimensionamento de prazos e equipes de shafts.

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H,h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
Shafts	06.001.003	<b>MOCHETAS / SHAFTS - SUBSOLO</b>						
	06.001.003.001	MOE - Execução de mochetas	m <sup>2</sup>	3,3000	0,59	1,95	1,00	1,00
	06.002.003	<b>MOCHETAS / SHAFTS - TÉRREO</b>						
	adaptado	MOE - Execução de mochetas	m <sup>2</sup>	52,8000	0,59	31,15	2,00	2,00
	06.003.003	<b>MOCHETAS / SHAFTS - MEZANINO</b>						
	06.003.003.001	MOE - Execução de mochetas	m <sup>2</sup>	46,2000	0,59	27,26	2,00	2,00
	06.004.003	<b>MOCHETAS - TIPO (5x)</b>						
	06.004.003.001	MOE - Execução de mochetas	m <sup>2</sup>	132,0000	0,59	77,88	2,00	5,00
	06.009.003	<b>MOCHETAS - ÁTICO</b>						
	06.009.003.001	MOE - Execução de mochetas	m <sup>2</sup>	26,4000	0,59	15,58	2,00	1,00
06.010.003	<b>MOCHETAS - PAVTOS TÉCNICOS</b>							
06.010.003.001	MOE - Execução de mochetas	m <sup>2</sup>	3,3000	0,59	1,95	1,00	1,00	

Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.3.6 Pacotes de Trabalho: Chapisco e Reboco Interno

Observando o orçamento e os projetos foram notadas algumas disparidades no quantitativo de chapisco e reboco de teto. No subsolo, por exemplo, não foi considerado todo o chapisco/reboco do teto, por isso foi quantificado, a partir dos projetos, para não gerar incongruências no cronograma. Salientando que o objetivo do trabalho não é refazer ou corrigir o orçamento da obra.

Contudo, quando a ausência de dados atrapalhou a elaboração do cronograma, foi quantificado o serviço. Na figura 27, observa-se o orçamento da obra, mostrando 10,58 m<sup>2</sup> de chapisco de teto no Subsolo, já na figura 28, o pacote de trabalho quantificado, a título de comparação.

Foi utilizada dependência entre os serviços no pacote, no caso do chapisco executou-se primeiramente os tetos e posteriormente as paredes, quando ao reboco além da dependência com o chapisco também foi utilizado a dependência entre o reboco de teto e de parede. Quanto ao índice de produtividade, foram utilizadas composições de reboco tipo massa única.

Figura 27 - Orçamento do serviço de chapisco interno.

Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada
11.001.001	<b>CHAPISCO INTERNO / PAREDES E TETOS - SUBSOLO</b>		
11.001.001.001	MOE - Execução de chapisco interno - paredes	m <sup>2</sup>	990,9800
11.001.001.002	MOE - Execução de chapisco interno - tetos	m <sup>2</sup>	10,5800

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Figura 28 - Dimensionamento de prazos e equipes de chapisco interno.

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
CHAPISCO	<b>11.001.001</b>	<b>CHAPISCO INTERNO / PAREDES E TETOS - SUBSOLO</b>						
	11.001.001.001	MOE - Execução de chapisco interno - paredes	m2	990,9800	0,10	<b>99,10</b>	4,00	<b>3,00</b>
	11.001.001.002	MOE - Execução de chapisco interno - tetos	m2	1104,9000	0,25	<b>276,23</b>	4,00	<b>8,00</b>
	<b>11.002.001</b>	<b>CHAPISCO INTERNO / PAREDES E TETOS - TÉRREO</b>						
	11.002.001.001	MOE - Execução de chapisco interno - paredes	m2	1280,3400	0,10	<b>128,03</b>	4,00	<b>4,00</b>
	11.002.001.002	MOE - Execução de chapisco interno - tetos	m2	641,5600	0,25	<b>160,39</b>	4,00	<b>5,00</b>
	<b>11.003.001</b>	<b>CHAPISCO INTERNO / PAREDES E TETOS - MEZANINO</b>						
	11.003.001.001	MOE - Execução de chapisco interno - paredes	m2	1626,7900	0,10	<b>162,68</b>	4,00	<b>5,00</b>
	11.003.001.002	MOE - Execução de chapisco interno - tetos	m2	97,8900	0,25	<b>24,47</b>	4,00	<b>1,00</b>
	<b>11.004.001</b>	<b>CHAPISCO INTERNO / PAREDES E TETOS - TIPO (5x)</b>						
	11.004.001.001	MOE - Execução de chapisco interno - paredes	m2	1937,6000	0,10	<b>193,76</b>	4,00	<b>6,00</b>
	11.004.001.002	MOE - Execução de chapisco interno - tetos	m2	376,6100	0,25	<b>94,15</b>	4,00	<b>3,00</b>
	<b>11.009.001</b>	<b>CHAPISCO INTERNO / PAREDES E TETOS - ÁTICO</b>						
	11.009.001.001	MOE - Execução de chapisco interno - paredes	m2	459,9600	0,10	<b>46,00</b>	2,00	<b>3,00</b>
	11.009.001.002	MOE - Execução de chapisco interno - tetos	m2	136,6716	0,25	<b>34,17</b>	2,00	<b>2,00</b>
	<b>11.010.001</b>	<b>CHAPISCO INTERNO / PAREDES E TETOS - PAVTOS TÉCNICOS</b>						
11.010.001.001	MOE - Execução de chapisco interno - paredes	m2	207,4600	0,10	<b>20,75</b>	1,00	<b>3,00</b>	
11.010.001.002	MOE - Execução de chapisco interno - tetos	m2	30,5992	0,25	<b>7,65</b>	1,00	<b>1,00</b>	

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Figura 29 - Dimensionamento de prazos e equipes de reboco interno.

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
TALISCAMENTO REBOCO INTERNO	<b>11.001.002</b>	<b>REBOCO INTERNO / PAREDES E TETOS - SUBSOLO</b>						
	11.001.002.001	MOE - Execução de reboco interno - paredes	m2	990,9800	0,47	<b>465,76</b>	5,00	<b>11,00</b>
	11.001.002.002	MOE - Execução de reboco interno - tetos	m2	1104,9000	0,79	<b>872,87</b>	5,00	<b>20,00</b>
	<b>11.002.002</b>	<b>REBOCO INTERNO / PAREDES E TETOS - TÉRREO</b>						
	11.002.002.001	MOE - Execução de reboco interno - paredes	m2	1280,3400	0,47	<b>601,76</b>	5,00	<b>14,00</b>
	11.002.002.002	MOE - Execução de reboco interno - tetos	m2	641,5600	0,79	<b>506,83</b>	5,00	<b>11,52</b>
	<b>11.003.002</b>	<b>REBOCO INTERNO / PAREDES E TETOS - MEZANINO</b>						
	11.003.002.001	MOE - Execução de reboco interno - paredes	m2	1626,7900	0,47	<b>764,59</b>	5,00	<b>18,00</b>
	11.003.002.002	MOE - Execução de reboco interno - tetos	m2	97,8900	0,79	<b>77,33</b>	5,00	<b>2,00</b>
	<b>11.004.002</b>	<b>REBOCO INTERNO / PAREDES E TETOS - TIPO (5x)</b>						
	11.004.002.001	MOE - Execução de reboco interno - paredes	m2	1937,6000	0,47	<b>910,67</b>	6,00	<b>18,00</b>
	11.004.002.002	MOE - Execução de reboco interno - tetos	m2	376,6100	0,79	<b>297,52</b>	6,00	<b>6,00</b>
	<b>11.009.002</b>	<b>REBOCO INTERNO / PAREDES E TETOS - ÁTICO</b>						
	11.009.002.001	MOE - Execução de reboco interno - paredes	m2	459,9600	0,47	<b>216,18</b>	3,00	<b>9,00</b>
	11.009.002.002	MOE - Execução de reboco interno - tetos	m2	136,6716	0,79	<b>107,97</b>	3,00	<b>5,00</b>
	<b>11.010.002</b>	<b>REBOCO INTERNO / PAREDES E TETOS - PAVTOS TÉCNICOS</b>						
11.010.002.001	MOE - Execução de reboco interno - paredes	m2	207,4600	0,47	<b>97,51</b>	1,00	<b>12,00</b>	
11.010.002.002	MOE - Execução de reboco interno - tetos	m2	30,5992	0,79	<b>24,17</b>	1,00	<b>3,00</b>	

Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.3.7 Pacotes de Trabalho: Forro de Gesso

Foi utilizada a cobertura como predecessora para evitar problemas em caso de chuvas. Durante o lançamento do pacote de trabalho foi observado no gráfico da Linha de Balanço que o primeiro dimensionamento não estava congruente

com as outras atividades. Para balancear foi diminuída a equipe, reduzindo o ritmo do serviço.

**Figura 30 - Dimensionamento prazos e equipes forro de gesso.**

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
<b>FORRO DE GESSO</b>	<b>15.001.001</b>	<b>FORROS E NEGATIVOS GESSO - SUBSOLO</b>						
	15.001.001.001	Execução de forro gesso liso comum	m2	10,5100	0,91	9,59	1,00	1,09
	<b>15.002.001</b>	<b>FORROS E NEGATIVOS GESSO - TÉRREO</b>						
	15.002.001.001	Execução de forro gesso liso comum	m2	113,2900	0,91	103,35	2,00	5,87
	<b>15.003.001</b>	<b>FORROS E NEGATIVOS GESSO - MEZANINO</b>						
	15.003.001.001	Forro de Gesso Acartonado	m2	18,0000	0,55	9,82	1,00	1,12
	15.003.001.002	Execução de forro gesso liso comum	m2	300,7000	0,91	274,33	4,00	7,79
	<b>15.004.001</b>	<b>FORROS E NEGATIVOS GESSO - TIPO 5x</b>						
	15.004.001.001	Execução de forro gesso liso comum	m2	570,9000	0,91	520,83	4,00	14,80
	<b>15.009.001</b>	<b>FORROS E NEGATIVOS GESSO - ÁTICO</b>						
	15.009.001.001	Execução de forro gesso liso comum	m2	189,8800	0,91	173,23	3,00	6,56

Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.3.8 Pacotes de Trabalho: Pintura

Devido a complexidade em lançar a grande quantidade de serviços do pacote de trabalho “pintura primeira fase”, optou-se por lançar a atividade com histograma geral do pacote, não separando em um histograma para cada serviço. Salientando que o Prevision oferece as duas opções de lançamento de histograma, histograma por serviço ou histograma geral do pacote.

As durações foram calculadas em planilha eletrônica, para cada serviço com seu devido índice e com equipe padrão, conforme apresentado na figura 31. Posteriormente, foi lançado no Prevision a quantidade de equipes e a quantidade total de serviços do pacote “pintura 1º fase” para cada pavimento, em seguida o próprio software calculou a produtividade do pacote de trabalho para alcançar aqueles parâmetros definidos.

Figura 31 - Dimensionamento prazos e equipes pintura 1º fase.

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade de	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
<b>PINTURA 1º FASE</b>	<b>17.004.001</b>	<b>PINTURAS INTERNAS FASE 1 - TIPO 5x</b>					<b>Total</b>	<b>16,78</b>
	17.004.001.001	MOE - Execução de pinturas internas (selador +)	m2	84,9400	0,07	<b>5,66</b>	7,00	<b>0,09</b>
		MOE - Execução de pinturas internas (+ textura +)	m2		0,15	<b>13,09</b>	7,00	<b>0,21</b>
		MOE - Execução de pinturas internas (+ 1ª demão tinta)	m2		0,16	<b>13,85</b>	7,00	<b>0,22</b>
	17.004.001.002	MOE - Execução de pinturas internas (fundo preparador +)	m2	570,9000	0,09	<b>52,92</b>	7,00	<b>1,00</b>
		MOE - Execução de pinturas internas (+ massa corrida 2 demãos +)	m2		0,74	<b>423,55</b>	7,00	<b>6,88</b>
		MOE - Execução de pinturas internas (+ 1ª demão tinta)	m2		0,23	<b>129,59</b>	7,00	<b>2,10</b>
	17.004.001.003	MOE - Execução de pinturas internas (selador +)	m2	1.251,4500	0,07	<b>58,85</b>	7,00	<b>0,96</b>
		MOE - Execução de pinturas internas (+ massa corrida 2 demãos +)	m2		0,15	<b>136,17</b>	7,00	<b>2,21</b>
		MOE - Execução de pinturas internas (+ 1ª demão tinta)	m2		0,16	<b>144,12</b>	7,00	<b>2,34</b>
	17.004.001.004	MOE - Execução de pinturas internas (selador +)	m2	146,8800	0,09	<b>13,62</b>	7,00	<b>0,22</b>
		MOE - Execução de pinturas internas (+ 1ª demão tinta)	m2		0,23	<b>33,34</b>	7,00	<b>0,54</b>

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Salientando que o software utiliza os dados da quantidade de equipe e duração para traçar os gráficos de curva S, não dependendo do índice diretamente. Portanto, utilizar um índice geral calculado, não trará problemas para o trabalho, já que as informações que serão utilizadas, foram inseridas no software após calculadas em planilha eletrônica.

A figura 32 apresenta em vermelho as informações lançadas e em azul a produtividade média de todas as atividades do pacote de trabalho pintura, calculadas pelo software.

**Figura 32 - Exemplo lançamento de histograma no software.**

Dados do histograma a nível de serviço.  
 Ao seleccionar essa opção, os dados de histograma estarão dentro do serviço

Dados do histograma a nível de pacote

DEPENDÊNCIAS      SERVIÇOS      EQUIPE BÁSICA      **HISTOGRAMA**

Recursos	Quantidade	Quantidade de equipe básica	Quantidade total
Pintor	1	7.00	7.00

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Apesar da falsa impressão de complexidade da técnica utilizada acima, ela simplificou enormemente o lançamento desse pacote de trabalho, já que não foi necessário lançar todos os serviços, enfatizando que o próprio software oferece as duas opções de lançamento, tanto com detalhamento a nível de serviço, quanto no nível de pacote.

Para a segunda e terceira fase de pintura foram utilizadas menos equipes por se tratar de uma quantidade menor de serviços, conforme a figura 33 e 34.

Figura 33 - Dimensionamento prazos e equipes pintura 2º fase.

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
PINTURA 2º FASE	<b>17.001.002</b>	<b>PINTURAS INTERNAS FASE 2 - SUBSOLO</b>						
	17.001.002.001	MOE - Execução de pinturas internas (2ª demão tinta)	m2	1.018,9400	0,16	<b>166,19</b>	3,00	<b>7,00</b>
	<b>17.002.002</b>	<b>PINTURAS INTERNAS FASE 2 - TÉRREO</b>						
	17.002.002.001	MOE - Execução de pinturas internas (2ª demão tinta)	m2	1.257,3200	0,16	<b>205,07</b>	3,00	<b>8,00</b>
	<b>17.003.002</b>	<b>PINTURAS INTERNAS FASE 2 - MEZANINO</b>						
	17.003.002.001	MOE - Execução de pinturas internas (2ª demão tinta)	m2	1.851,7200	0,16	<b>302,02</b>	3,00	<b>12,00</b>
	<b>17.004.002</b>	<b>PINTURAS INTERNAS FASE 2 - TIPO 5x</b>						
	17.004.002.001	MOE - Execução de pinturas internas (2ª demão tinta)	m2	2.054,1700	0,16	<b>335,04</b>	3,00	<b>13,00</b>
	<b>17.009.002</b>	<b>PINTURAS INTERNAS FASE 2 - ÁTICO</b>						
17.009.002.001	MOE - Execução de pinturas internas (2ª demão tinta)	m2	782,7100	0,16	<b>127,66</b>	2,00	<b>8,00</b>	
<b>17.010.002</b>	<b>PINTURAS INTERNAS FASE 2 - PAVTOS TÉCNICOS</b>							
17.010.002.001	MOE - Execução de pinturas internas (2ª demão tinta)	m2	374,5900	0,16	<b>61,10</b>	2,00	<b>4,00</b>	

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Figura 34 - Dimensionamento prazos e equipes pintura 3º fase.

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
PINTURA 3º FASE	<b>17.001.003</b>	<b>PINTURAS INTERNAS FASE 3 - SUBSOLO</b>						
	17.001.003.001	MOE - Execução de pinturas internas (3ª demão tinta)	m2	10,5100	0,16	<b>1,71</b>	3,00	<b>1,00</b>
	<b>17.002.003</b>	<b>PINTURAS INTERNAS FASE 3 - TÉRREO</b>						
	17.002.003.001	MOE - Execução de pinturas internas (3ª demão tinta)	m2	730,2800	0,16	<b>119,11</b>	3,00	<b>5,00</b>
	<b>17.003.003</b>	<b>PINTURAS INTERNAS FASE 3 - MEZANINO</b>						
	17.003.003.001	MOE - Execução de pinturas internas (3ª demão tinta)	m2	1.202,3400	0,16	<b>196,10</b>	3,00	<b>8,00</b>
<b>17.004.003</b>	<b>PINTURAS INTERNAS FASE 3 - TIPO 5x</b>							
17.004.003.001	MOE - Execução de pinturas internas (3ª demão tinta)	m2	1.822,3500	0,16	<b>297,23</b>	3,00	<b>12,00</b>	
<b>17.009.003</b>	<b>PINTURAS INTERNAS FASE 3 - ÁTICO</b>							
17.009.003.001	MOE - Execução de pinturas internas (3ª demão tinta)	m2	553,9300	0,16	<b>90,35</b>	3,00	<b>4,00</b>	

Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.3.9 Pacotes de Trabalho: Portas de Madeira

Na instalação das portas de madeira (kit porta pronta) foi utilizado como predecessora a Limpeza grossa. Essa decisão foi tomada baseada na experiência do autor em outra obra da empresa, onde foram instalados os kit porta pronta e depois executada a limpeza grossa do apartamento, isso resultou em forras, portas e batentes estufados devido ao excesso de água utilizado pela equipe de limpeza.

Outra medida adotada como predecessora foi a instalação das esquadrias de alumínio. Essa ação tem como objetivo evitar que as portas de madeira batam e se danifiquem devido à ação dos ventos.

Os índices foram retirados da SINAPI, contudo o índice de instalação de portas de correr de madeira é inexistente na bibliografia, recorreu-se a consulta com gerente da empresa responsável pela instalação das portas, ele forneceu o índice médio de 10 portas por dia, esse índice exclui a instalação das fechaduras.

A duração total calculada para os pavimentos tipos era de 3 dias, adotou-se 5 dias, um arredondamento para gerar segurança. Essa decisão foi pautada na experiência do autor, nas obras observadas, esporadicamente houve necessidade de regularizar o requadro antes da instalação da porta, isso afetou a produtividade da instalação.

Para conseguir adicionar essa folga no Prevision utilizou-se uma produtividade menor do que a real, para que fosse mantida a duração determinada de 5 dias, não alterando a equipe, que será necessária para composição correta do histograma de funcionários.

**Figura 35 - Dimensionamento de prazos e equipes de instalação das portas de madeira.**

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade de	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
KIT PORTA PRONTA	18.002.005	KITS PORTA PRONTA - TERREO					<b>Total:</b>	<b>1,12</b>
	18.002.005.001	Porta Madeira Abrir / Semi-Oca / 60x210 cm	un	6,0000	0,46	<b>2,76</b>	1,00	<b>0,31</b>
	18.002.005.003	Porta Madeira Abrir / Semi-Oca / 80x210 cm	un	1,0000	0,56	<b>0,56</b>	1,00	<b>0,06</b>
	18.002.005.004	Porta Madeira Abrir / Maciça / 80x210 cm	un	7,0000	0,56	<b>3,89</b>	1,00	<b>0,44</b>
	18.002.005.002	Porta Madeira Correr / Semi-Oca / 70x210 cm	un	2,0000	0,88	<b>1,76</b>	1,00	<b>0,20</b>
	18.002.005.005	Porta Madeira Correr / Semi-Oca / 90x210 cm	un	1,0000	0,88	<b>0,88</b>	1,00	<b>0,10</b>
	18.003.004	KITS PORTA PRONTA - MEZANINO					<b>Total:</b>	<b>0,75</b>
	18.003.004.001	Porta Madeira Abrir / Semi-Oca / 60x210 cm	un	1,0000	0,46	<b>0,46</b>	1,00	<b>0,05</b>
	18.003.004.002	Porta Madeira Abrir / Semi-Oca / 70x210 cm	un	6,0000	0,51	<b>3,05</b>	1,00	<b>0,35</b>
	18.003.004.004	Porta Madeira Abrir / Semi-Oca / 80x210 cm	un	4,0000	0,56	<b>2,22</b>	1,00	<b>0,25</b>
	18.003.004.003	Porta Madeira Correr / Semi-Oca / 70x210 cm	un	1,0000	0,88	<b>0,88</b>	1,00	<b>0,10</b>
	18.004.004	KITS PORTA PRONTA - TIPO (5X)					<b>Total:</b>	<b>3,17</b>
	18.004.004.001	Porta Madeira Abrir / Semi-Oca / 60x210 cm	un	3,0000	0,46	<b>1,38</b>	1,00	<b>0,16</b>
	18.004.004.002	Porta Madeira Abrir / Semi-Oca / 70x210 cm	un	10,0000	0,51	<b>5,08</b>	1,00	<b>0,58</b>
	18.004.004.004	Porta Madeira Abrir / Semi-Oca / 80x210 cm	un	13,0000	0,56	<b>7,22</b>	1,00	<b>0,82</b>
	18.004.004.005	Porta Madeira Abrir / Maciça / 80x210 cm	un	13,0000	0,56	<b>7,22</b>	1,00	<b>0,82</b>
	18.004.004.003	Porta Madeira Correr / Semi-Oca / 70x210 cm	un	8,0000	0,88	<b>7,04</b>	1,00	<b>0,80</b>
	18.009.004	KITS PORTA PRONTA - ATICO					<b>Total:</b>	<b>2,00</b>
	18.009.004.001	Porta Madeira Abrir / Semi-Oca / 60x210 cm	un	3,0000	0,46	<b>1,38</b>	1,00	<b>1,00</b>
	18.009.004.002	Porta Madeira Abrir / Semi-Oca / 90x210 cm	un	2,0000	0,69	<b>1,37</b>	1,00	<b>1,00</b>

Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.3.10 Pacotes de Trabalho: Esquadrias de Alumínio

Optou-se por instalar as esquadrias andar por andar ao contrário do comum que é instalar por fachada, isso para liberar a limpeza grossa dos apartamentos e conseqüentemente as portas de madeira. Durante a programação foi sempre priorizado serviços que liberam outros serviços, ou seja, caminho crítico.

Ao executar todas as janelas de uma fachada liberaríamos o serviço limpeza de fachada, contudo, instalando por andar libera-se a limpeza grossa, instalação de portas, além de garantir a estanqueidade da obra deixando-a mais limpa.

Quanto a duração, adotou-se a padronização para todos os pavimentos com 5 dias, assim temos espaço para solucionar eventuais problemas. Essa decisão padroniza a linha de balanço e também admite uma folga para o pacote de trabalho. A importância da folga se apresenta no fato da instalação ser feita por equipes de empresa terceirizadas, assim a instalação por vezes depende da disponibilidade de equipes do fornecedor. A figura 36, apresenta o cálculo da duração do pacote de trabalho.

**Figura 36 - Dimensionamento de prazos e equipes de esquadrias de alumínio.**

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
JANELAS E PJS	Quantificado	<b>ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO TÉRREO</b>						
		Janelas e Portas Janelas	m2	39,3750	0,66	<b>25,79</b>	1,00	<b>3,00</b>
		<b>ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO MEZANINO</b>						
		Janelas e Portas Janelas	m2	34,6800	0,66	<b>22,72</b>	1,00	<b>3,00</b>
		<b>ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO TIPO (5X)</b>						
		Janelas e Portas Janelas	m2	111,4050	0,66	<b>72,97</b>	2,00	<b>5,00</b>
		<b>ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO ÁTICO</b>						
		Janelas e Portas Janelas	m2	39,9450	0,66	<b>26,16</b>	1,00	<b>3,00</b>

Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.3.11 Pacotes de Trabalho: Limpeza Grossa

Adotou-se *buffer* de 5 dias entre o pacote Porcelanatos e a Limpeza grossa para garantir a cura do rejunte.

**Figura 37 - Dimensionamento de prazos e equipes de limpeza grossa.**

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
LIMPEZA GROSSA	23.001.002	LIMPEZA GROSSA - SUBSOLO						
	23.001.002.001	Execução de Limpeza Grossa de Obra	m2	1.188,8900	0,49	586,12	6,00	12,00
	23.002.001	LIMPEZA GROSSA - TÉRREO						
	23.002.002.001	Execução de Limpeza Grossa de Obra	m2	1.204,5200	0,49	593,83	6,00	12,00
	23.003.001	LIMPEZA GROSSA - MEZANINO						
	23.003.002.001	Execução de Limpeza Grossa de Obra	m2	690,4600	0,49	340,40	4,00	10,00
	23.004.001	LIMPEZA GROSSA - TIPO (5X)						
	23.004.002.001	Execução de Limpeza Grossa de Obra	m2	690,4600	0,49	340,40	4,00	10,00
	23.009.001	LIMPEZA GROSSA - ÁTICO						
	23.009.002.001	Execução de Limpeza Grossa de Obra	m2	675,8300	0,49	333,18	4,00	10,00
	23.010.001	LIMPEZA GROSSA - PAVTOS TÉCNICOS						
	23.010.002.001	Execução de Limpeza Grossa de Obra	m2	97,8900	0,49	48,26	2,00	3,00

Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.3.12 Pacotes de Trabalho: Impermeabilização Manta Asfáltica

Foi necessário quantificar as impermeabilizações com manta asfáltica nos terraços dos lofts (pavimento térreo), que não estavam contempladas no orçamento.

Utilizou-se as precedências em nível de serviço dentro do pacote de forma estratégica para ganhar tempo. Seguindo a seguinte estratégia: os serviços acontecem simultaneamente (na garagem e nos lofts/floreiras), isso pois a impermeabilização da garagem e proteção mecânica da garagem não dependiam da impermeabilização e proteção mecânica dos lofts e floreiras, assim mitigou o prazo de execução. Não havendo problema de recursos humanos, pois o serviço de manta é uma empresa terceirizada que executa, podendo até mesmo contratar mais de uma empresa para execução do serviço.

Os pavimentos técnicos utilizarão manta aluminizada, logo não precisarão de proteção mecânica.

Figura 38 - Dimensionamento de prazos e equipes de impermeabilização com manta asfáltica.

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade de	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
IMP. MANTA ASFÁLTICA	12.002.005	IMP. FLOREIRAS - TÉRREO						
	12.002.005.001	Execução de impermeabilização com manta asfáltica anti-raiz 4mm - FLOREIRAS	m2	50,2200	0,93	46,83	3,00	1,77
	Quantificado	Execução de proteção Mecânica	m2	50,2200	1,14	57,15	3,00	2,16
	12.002.002	IMP. GARAGENS - TERREO						
	12.002.002.001	Execução de impermeabilização com manta asfáltica 4mm - GARAGENS	m2	682,9100	0,93	636,75	10,00	7,24
	Quantificado	Proteção Mecânica Garagens	m2	682,9100	1,14	777,15	15,00	5,89
		IMP. TERRAÇO LOFT's - TÉRREO						
	Quantificado	Execução de manta asfáltica terraço dos Lofts	m2	140,5000	0,93	131,00	3,00	4,96
	Quantificado	Execução de proteção Mecânica Terraço dos Lofts	m2	140,5000	1,14	159,89	3,00	6,06
	12.003.002	IMP. ÁREAS EXTERNAS E DESCOBERTAS - MEZANINO						
	12.003.002.001	Execução de impermeabilização com manta asfáltica 4mm - TERRAÇO/EXTERNO	m2	153,4500	0,93	143,08	4,00	5,00
		Execução de proteção Mecânica	m2	153,4500	1,14	174,63	4,00	5,00
	12.003.003	IMP. FLOREIRAS - MEZANINO						
	12.003.003.001	Execução de impermeabilização com manta asfáltica anti-raiz 4mm - FLOREIRAS	m2	19,6000	0,93	18,28	3,00	1,00
		Execução de proteção Mecânica	m2	19,6000	1,14	22,30	3,00	1,00
	12.009.002	IMP. ÁREAS EXTERNAS E DESCOBERTAS - ATICO						
	12.009.002.001	Execução de impermeabilização com manta asfáltica 4mm - TERRAÇO/EXTERNO	m2	244,8000	0,93	228,25	6,00	5,00
		Execução de proteção Mecânica	m2	244,8000	1,14	278,58	6,00	6,00
	12.009.003	IMP. PISCINAS - ATICO						
	12.009.003.001	Execução de impermeabilização com manta asfáltica 4mm - PISCINAS	m2	117,7300	0,93	109,77	3,00	5,00
12.010.001	IMP. ÁREAS EXTERNAS E DESCOBERTAS - PAVTOS TÉCNICOS							
12.010.001.001	Execução de impermeabilização com manta asfáltica aluminizada 3mm - LAJES DESCOBERTAS / CALHAS	m2	40,0800	0,93	37,37	2,00	3,00	

Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.3.13 Pacotes de Trabalho: Quadros Elétricos E Acabamentos Elétricos

Para esse pacote de trabalho foi consultado a empresa que executará o serviço, que estipulou 10 dias para a execução de um pavimento tipo. Por se tratar de uma estimativa, adotou-se uma adição de 5 dias a duração, totalizando 15 dias para execução do serviço.

#### 4.3.14 Pacotes de Trabalho: Louças e Metais

A duração das louças foi calculada de acordo com índice SINAPI, já para duração da instalação dos metais foi estipulado o acréscimo de um dia na duração das louças, compondo assim o pacote de louças e metais. Salientando que metais referem-se apenas aos acabamentos de registros, por isso o acréscimo de apenas um dia para esse serviço.

**Figura 39 - Dimensionamento de prazos e equipes de Sanitários e acabamentos dos registros.**

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
SANITÁRIOS E ACABAMENTOS REGISTROS	<b>21.001.001</b>	<b>LOUÇAS - TÉRREO</b>						
	21.001.001.001	MOE - Instalação de louças sanitárias	un	7,0000	0,50	<b>3,48</b>	1,00	<b>1,00</b>
	21.001.002.001	MOE - Instalação de metais sanitários	un	14,0000	-	-	-	<b>1,00</b>
	<b>21.002.001</b>	<b>LOUÇAS - MEZANINO</b>						
	21.002.001.001	MOE - Instalação de louças sanitárias	un	7,0000	0,50	<b>3,48</b>	1,00	<b>1,00</b>
	21.002.002.001	MOE - Instalação de metais sanitários	un	7,0000	-	-	-	<b>1,00</b>
	<b>21.003.001</b>	<b>LOUÇAS - TIPO 5x</b>						
	21.003.001.001	MOE - Instalação de louças sanitárias	un	21,0000	0,50	<b>10,43</b>	1,00	<b>2,00</b>
	21.003.002.001	MOE - Instalação de metais sanitários	un	52,0000	-	-	-	<b>1,00</b>

Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.3.15 Pacotes de Trabalho: Fechaduras e Rodapés

Para definir a duração da instalação das fechaduras, consultou-se novamente o gerente da empresa responsável pelo serviço. Nas bibliografias, não há referências específicas sobre a instalação de fechaduras que excluam o furo na porta. No entanto, como o kit porta pronta já vem com os furos necessários, a produtividade de instalação das fechaduras é muito superior à encontrada nas bibliografias. Para os rodapés, utilizou-se a composição da SINAPI.

A mesma empresa responsável pela instalação das portas também realiza a instalação dos rodapés e fechaduras. No entanto, esses serviços são deixados para o final, pois fechaduras e rodapés não são prioritários e não liberam outras atividades.

Além disso, a instalação prematura desses itens pode causar danos, como manchas resultantes do contato com produtos de limpeza de obra e arranhões na pintura das paredes devido a batidas. Por esses motivos, optou-se por separar a instalação das fechaduras e rodapés da instalação das portas.

**Figura 40 - Dimensionamento de prazos e equipes de instalação de rodapés de poliestireno.**

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra			
	Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)
RODAPÉS POLIESTIRENO RODAPÉS	<b>18.002.006</b>	<b>FERRAGENS - TÉRREO</b>					<b>TOTAL:</b>	<b>0,57</b>
	18.002.006.001	Fechadura Padrão (c/ chave) + Dobradiça / Portas Semiocas	un	7,0000	0,29	<b>2,05</b>	1,00	<b>0,23</b>
	18.002.006.002	Fechadura Biométrica + Puxador 80 cm + Dobradiça / Portas Maciças	un	7,0000	0,29	<b>2,05</b>	1,00	<b>0,23</b>
	18.002.006.003	Puxador 80 cm + Fechadura / Portas Correr	un	3,0000	0,29	<b>0,88</b>	1,00	<b>0,10</b>
	<b>18.003.005</b>	<b>FERRAGENS - MEZANINO</b>					<b>TOTAL:</b>	<b>0,40</b>
	18.003.005.001	Fechadura Padrão (c/ chave) + Dobradiça / Portas Semiocas	un	11,0000	0,29	<b>3,23</b>	1,00	<b>0,37</b>
	18.003.005.002	Puxador 80 cm + Fechadura / Portas Correr	un	1,0000	0,29	<b>0,29</b>	1,00	<b>0,03</b>
	<b>18.004.005</b>	<b>FERRAGENS - TIPO (5x)</b>					<b>TOTAL:</b>	<b>1,57</b>
	18.004.005.001	Fechadura Padrão (c/ chave) + Dobradiça / Portas Semiocas	un	26,0000	0,29	<b>7,63</b>	1,00	<b>0,87</b>
	18.004.005.002	Fechadura Biométrica + Puxador 80 cm + Dobradiça / Portas Maciças	un	13,0000	0,29	<b>3,81</b>	1,00	<b>0,43</b>
	18.004.005.003	Puxador 80 cm + Fechadura / Portas Correr	un	8,0000	0,29	<b>2,35</b>	1,00	<b>0,27</b>
	<b>18.009.005</b>	<b>FERRAGENS - ÁTICO</b>					<b>TOTAL:</b>	<b>0,17</b>
	18.009.005.001	Fechadura Padrão (c/ chave) + Dobradiça / Portas Semiocas	un	5,0000	0,29	<b>1,47</b>	1,00	<b>0,17</b>
	<b>18.002.004</b>	<b>RODAPÉS POLIESTIRENO - TÉRREO</b>						
	18.002.004.001	Rodapé de poliestireno reto liso branco h=15 cm	m	252,6900	0,103	<b>26,03</b>	2,00	<b>2,00</b>
	<b>18.003.003</b>	<b>RODAPÉS POLIESTIRENO - MEZANINO</b>						
	18.003.003.001	Rodapé de poliestireno reto liso branco h=15 cm	m	184,9300	0,103	<b>19,05</b>	2,00	<b>2,00</b>
	<b>18.004.003</b>	<b>RODAPÉS POLIESTIRENO - TIPO 5X</b>						
18.004.003.001	Rodapé de poliestireno reto liso branco h=15 cm	m	523,5800	0,103	<b>53,93</b>	2,00	<b>4,00</b>	
<b>18.009.003</b>	<b>RODAPÉS POLIESTIRENO - ÁTICO</b>							
18.009.003.001	Rodapé de poliestireno reto liso branco h=15 cm	m	127,0300	0,103	<b>13,08</b>	2,00	<b>1,00</b>	

Fonte: Elaboração Própria (2024).

#### 4.3.16 Pacotes de Trabalho: Impermeabilização e Aterro Da Cortina

A impermeabilização foi calculada a partir dos quantitativos do orçamento e índices SINAPI. Já o aterro foi necessário calcular o volume, para isso foi utilizado a aba quantitativos da planilha eletrônica do trabalho. O quantitativo levou em consideração o comprimento da cortina, profundidade da vala (altura da cortina) e também a largura da vala, que foi arbitrada em 3 metros. Salientando que a vala tem formato triangular pois o talude deixado tem o ângulo de 45 graus.

Para o reaterro foi adotada a utilização da miniescavadeira, pois a utilização de uma máquina maior seria inviável pelas restrições físicas do local de trabalho, essa dificuldade também foi a motivação da adoção de uma folga de 5 dias para esse serviço, logo no planejamento contará com 10 dias de duração.

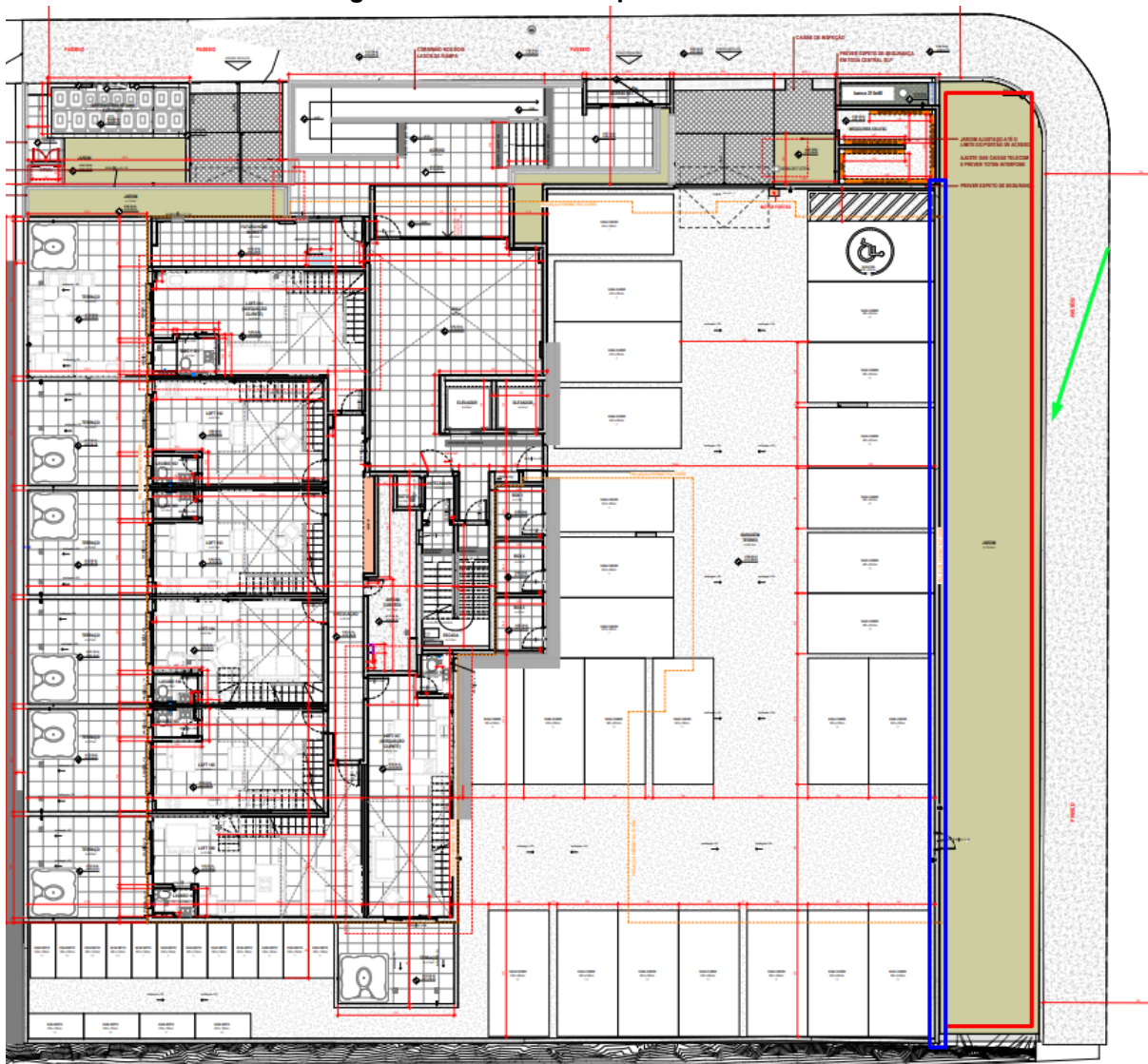
**Figura 41 - Dimensionamento de prazos e equipes de impermeabilização e aterro da cortina.**

PACOTE DE TRABALHO	Orçamento fornecido pela construtora				Cálculo para o Planejamento da Obra				
	Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	H.h NECESSÁRIA	QUANTIDADE DE EQUIPES	PRAZO NECESSÁRIO (DIAS)	
IMP CORTINA	12.001.004	<b>IMP. CORTINA - SUBSOLO</b>							
	12.001.004.001	MOE - Execução de impermeabilização com tinta asfáltica	m2	373,6400	0,42	157,68	4,00	5,00	
REATERRO	-	<b>REATERRO CORTINA LESTE - SUBSOLO</b>						<b>Total:</b>	<b>10,00</b>
	QUANTIFICADO	MOE - Execução de Reaterro com Mini Escavadeira	m3	214,6410	0,18	38,94	1,00	5,00	
		Folga arbitrada pelo autor de 5 dias, devido a dificuldade de locomoção da máquina no local de trabalho						5,00	

Fonte: Elaboração Própria (2024).

A figura 42, apresenta o pavimento térreo. Em vermelho a área a ser aterrada, em azul a cortina do empreendimento e em verde o muro do vizinho. Entre o muro do vizinho e a cortina do empreendimento há um espaço de 3,5 metros de largura.

Figura 42 - Planta baixa pavimento térreo.



Fonte: Adaptado de Administradora N (2024).

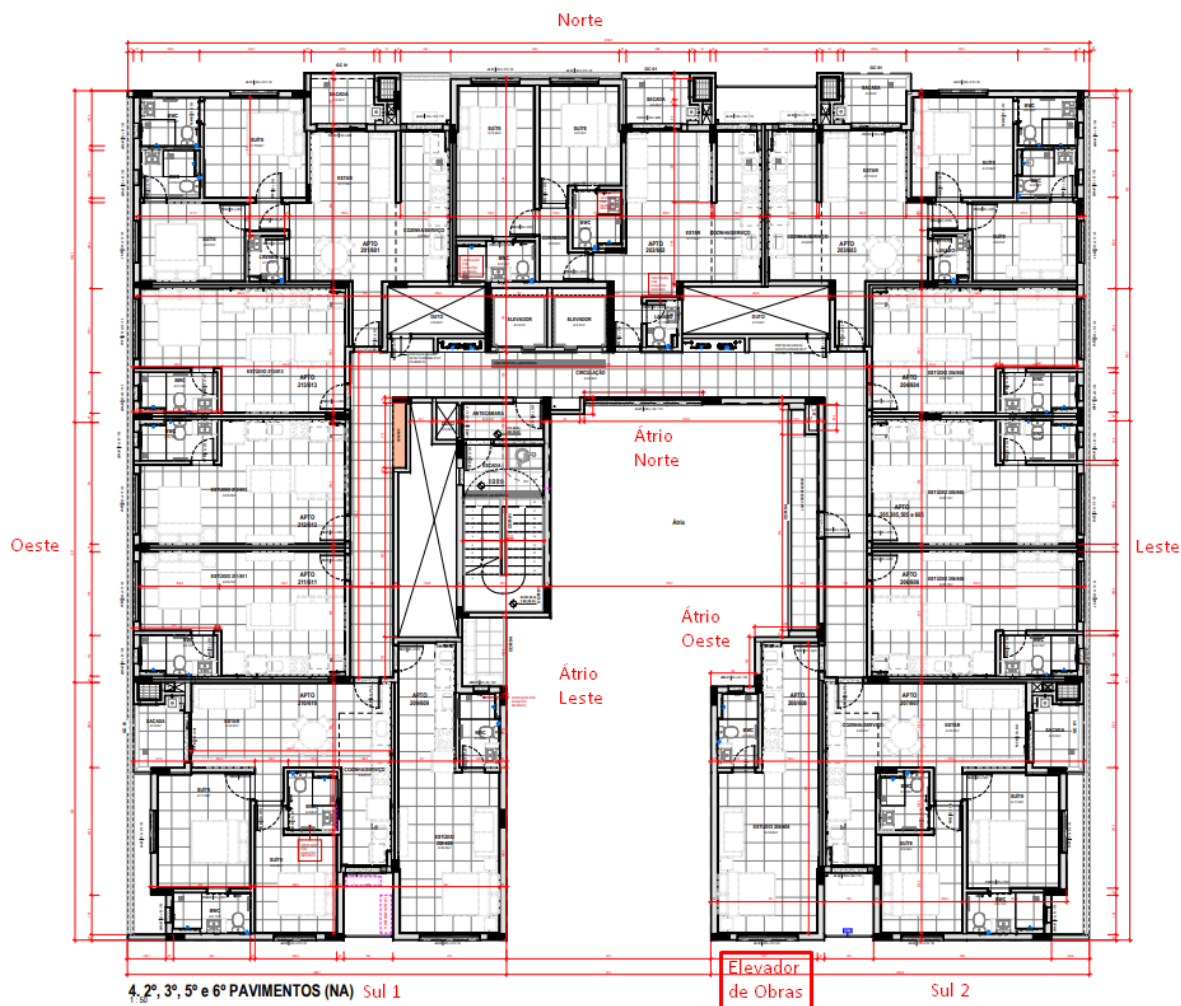
#### 4.3.17 Pacotes de Trabalho: Chapisco e Reboco de Fachadas

Última fachada a ser rebocada será a fachada sul, onde estará o elevador provisório de obras, conforme figura 43, isso pois para rebocar será necessário desmontá-lo e quanto mais tempo ele estiver na obra, mais produtividade tem-se na movimentação vertical de materiais.

A primeira fachada a ser executada será a que liberará a execução dos telhados, ou seja, a fachada leste, isso liberará serviços como forro de gesso. Portanto a ordem de execução será fachada leste, norte, oeste, sul 1, átrios e sul 2



Figura 44 - Definição da orientação das fachadas do empreendimento.



Fonte: Adaptado de Administradora N (2024).

Foi utilizada a seguinte estratégia quanto à disposição das equipes na obra: foram empregados dois balancins por fachada, cada um com dois pedreiros, nas fachadas leste, norte e oeste. Nas fachadas sul e nos átrios, foi utilizado um balancim com dois pedreiros em cada.

Portanto, foram quatro pedreiros por fachada até a conclusão da fachada oeste. A partir desse ponto, as equipes foram divididas. Dois pedreiros passaram a trabalhar na fachada sul 1, enquanto outros dois se concentraram nas fachadas dos átrios. Ao término dessas tarefas, a equipe que executou os átrios são liberados dessa obra. A fachada sul 2 será executada pela equipe da fachada sul 1 logo após sua conclusão.

#### 4.3.18 Pacotes de Trabalho: Limpeza de fachada

Para esse pacote de trabalho foi consultada a empresa especializada em Limpeza de Obras que atenderá esse empreendimento. A empresa estipulou para essa obra, em específico, o prazo de 7 dias por fachada. Contudo, por se tratar de uma estimativa fornecida por uma empresa terceira, para a programação foi adotado 10 dias para cada fachada.

A decisão de padronizar os prazos, mesmo as fachadas tendo tamanhos diferentes, para garantir a padronização e a repetitividade, tentando assim mitigar os riscos de atraso, já que não foi utilizado um índice baseado em bibliografia. Não foi fornecido pela empresa a quantidade de funcionários para execução desse serviço, para não criar inconsistências no histograma foi ponderado pelo autor 4 funcionários. A ponderação foi feita baseada na observação de outra obra da empresa com o mesmo porte da utilizada no trabalho.

#### 4.3.19 Pacotes de Trabalho com duração arbitrada

Como limitação deste trabalho, alguns pacotes de trabalho não tiveram suas durações calculadas com base em índices das referências bibliográficas, nem em conversas com os executores do serviço. Optou-se também por não medir a produtividade na obra, devido à restrição de prazo e à divergência ao escopo do trabalho.

No entanto, para evitar a incompletude do cronograma físico e físico-financeiro, foram estabelecidos prazos máximos para a execução desses serviços. Destaca-se que os serviços para os quais foram arbitradas as durações não se enquadram como atividades de grande porte dentro da obra, de modo que a estimativa de duração não representa um problema significativo. Esses serviços são realizados por empresas terceirizadas.

Nessas situações, as durações foram determinadas com base na experiência do autor e em consultas realizadas com gestores de obras de similar porte. Abaixo discorrem-se esses pacotes.

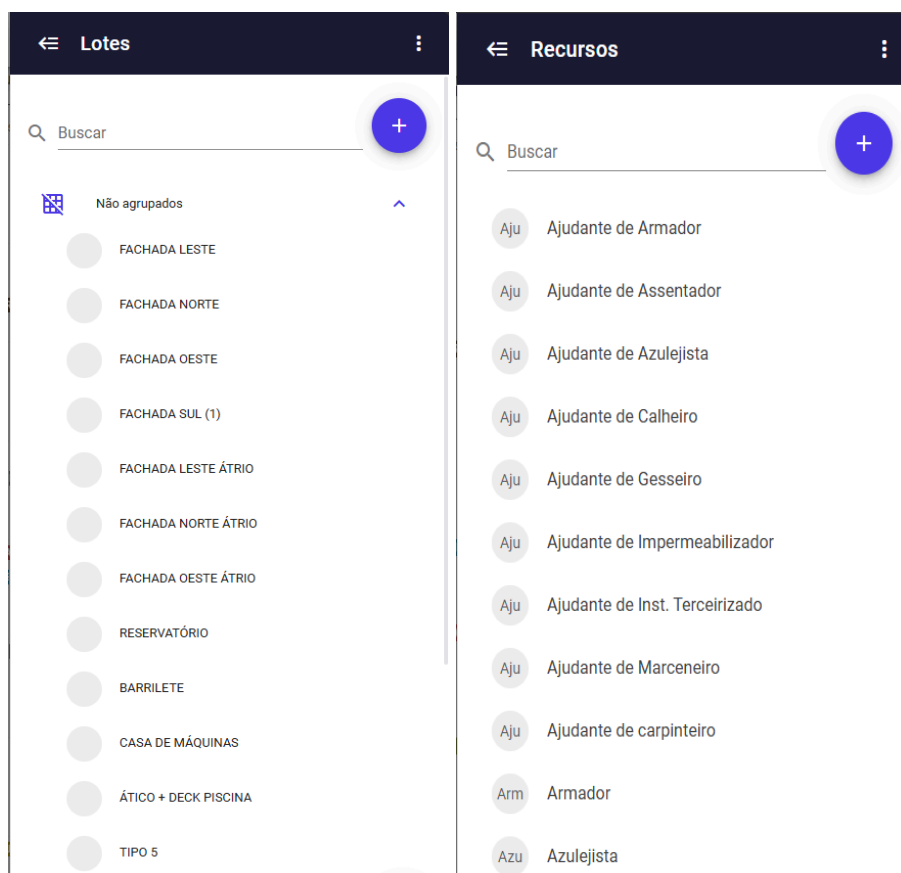
1. Drenagem
2. Equipamentos Piscina
3. Entrada de Energia e Quadros de Medidores
4. Instalações Gerais do Teto do Subsolo
5. Corrimãos de madeira e alumínio (Apenas instalação)
6. Exaustor das Churrasqueiras
7. Instalação dos Elevadores
8. Instalações das Bombas de Recalque
9. Pavimentação Externa
10. Serralheria Geral
11. Paisagismo e Mobiliário

## 4.4 Lançamento das informações no software Prevision

### 4.4.1 Lançamento da Programação da obra

Para começar a Linha de Balanço no software Prevision, primeiramente lançou-se os Lotes, que correspondem ao eixo y do gráfico da Linha de Balanço, posteriormente, lança-se os recursos de mão de obra, conforme figura 45.

**Figura 45 - Cadastro de recursos e lotes no software.**



Fonte: Elaboração própria (2024).

Em seguida, foram lançados os pacotes de trabalho, atribuindo-se os serviços que os compunham e as relações de dependência entre eles. Salienta-se que, nesse momento, ainda não foram atribuídas as dependências entre os pacotes de trabalho. Ressalta-se que, posteriormente, foi possível adicionar ou retirar serviços dos pacotes de trabalho.

**Figura 46 - Cadastro dos serviços no pacote de trabalho.**

A imagem mostra a interface de usuário para criar um pacote de trabalho. No topo, há uma barra de navegação com um ícone de seta para trás, o título "Criar pacote" e o botão "SALVAR". Abaixo, há um campo "Posição na lista" com o valor "2" e um ícone de menu. O campo "Nome" contém o texto "ESTRUTURA". Há um ícone de pasta e o texto "Serviços" com o botão "ADICIONAR" ao lado. Abaixo disso, há um interruptor "Dependências automáticas" que está ligado. Uma lista de serviços é exibida com os seguintes itens: "02.01 - FORMAS", "02.02 - ARMADURAS", "02.03 - INFRA INSTALAÇÕES" e "02.04 - CONCRETAGEM". No rodapé, há um campo de texto "Escreva o nome do serviço" e dois botões: "SAIR" e "ADICIONAR".

Fonte: Elaboração própria (2024).

A partir desse momento, iniciou-se a montagem da linha de balanço propriamente dita. Os pacotes de trabalho foram lançados no gráfico, com as dependências definidas, histogramas ajustados e alocados em seus respectivos lotes.

O Prevision oferece duas abordagens para atribuição no histograma: ao nível de pacote e ao nível de serviço. No histograma ao nível de pacote, são atribuídos uma duração, uma equipe e uma produtividade para o pacote como um todo. Por outro lado, o histograma ao nível de serviço permite atribuir uma equipe e uma produtividade específicas para cada serviço individualmente dentro do pacote de trabalho.

A escolha entre trabalhar com o histograma a nível de pacote ou de serviço, foi tomada com base nas características de cada pacote de trabalho, conforme mencionado nos itens anteriores. Para a pintura na primeira fase, por exemplo, optou-se pelo histograma a nível de pacote, devido à grande quantidade de serviços, e ao fato de a equipe ser a mesma para todos eles, o que permitiu a realização dessa abordagem sem causar problemas ao relatório de histograma de funcionários.

Na figura 47, observa-se a página de lançamento dos pacotes de trabalho, onde, no pacote "Reboco Interno", o histograma foi lançado a nível de serviço. Primeiramente, definiram-se as dependências entre pacotes de trabalho, também conforme figura 47.

Em seguida, foram lançados os serviços, conforme mostrado na figura 48, atribuindo-se uma equipe básica para cada serviço, como ilustrado na figura 49. Posteriormente, lançou-se a produtividade (por dia) e definiu-se quantas equipes seriam utilizadas para executar o serviço, conforme figura 50. Após o salvamento, o pacote de trabalho foi considerado na LB.

**Figura 47 - Configuração de dependências do pacote de trabalho.**

**Editar atividade**

📦 ● 17 - REBOCO INTERNO

📍 TIPO 1

👤 Sem responsáveis cadastrados

📅 Início 14/10/2025      📅 Fim 12/11/2025      📅 Duração (dias úteis) 21,250706018518517

Dados do histograma a nível de serviço.  
Ao selecionar essa opção, os dados de histograma estarão **dentro do serviço**

Dados do histograma a nível de pacote

**DEPENDÊNCIAS**      SERVIÇOS      EQUIPE BÁSICA      HISTOGRAMA

🔗 Pacotes de trabalho predecessores

- REBOCO INTERNO  
MEZANINO  
Começar 1 dia após o fim
- ENCUNHAMENTO  
TIPO 1  
Começar 1 dia após o fim

CANCELAR      **SALVAR**


Fonte: Elaboração própria (2024).

**Figura 48 - Configuração de serviços do pacote de trabalho.**

### Editar atividade

 Sem responsáveis cadastrados

Início  
 14/10/2025

Fim  
 12/11/2025

Duração (dias úteis)  
 21,250706018518517

- Dados do histograma a nível de serviço.  
Ao selecionar essa opção, os dados de histograma estarão **dentro do serviço**
- Dados do histograma a nível de pacote

DEPENDÊNCIAS      **SERVIÇOS**      EQUIPE BÁSICA      HISTOGRAMA

 Lista de serviços ADICIONAR

Dependências automáticas 

ID	Serviço	Pred.	Suc.	Início	Fim	Duração	Realizado	Responsáveis	Ações
1	Reboco de Teto	-	2	14/10/2025	17/10/2025	3.35	0%	-	 
2	Reboco de Parede	1	-	20/10/2025	12/11/2025	17.25	0%	-	 

 Dependências entre serviços ADICIONAR

17.02 - Reboco de Parede começa 1 dia após o fim de 17.01 - Reboco de Teto

CANCELAR

**SALVAR**

Fonte: Elaboração própria (2024).

**Figura 49 - Configuração de equipes do pacote de trabalho.**

Editar atividade

TIPO 1

Sem responsáveis cadastrados

Início  
14/10/2025

Fim  
12/11/2025

Duração (dias úteis)  
21,250706018518517







- Dados do histograma a nível de serviço.  
Ao seleccionar essa opção, os dados de histograma estarão **dentro do serviço**
- Dados do histograma a nível de pacote

DEPENDÊNCIAS	SERVIÇOS	EQUIPE BÁSICA	HISTOGRAMA
<p> Equipe básica</p>			ADICIONAR
Serviço	Recursos (Quantidade)	Ações	
Reboco de Teto	Pedreiro (1), Servente (1)	 	
Reboco de Parede	Pedreiro (1), Servente (1)	 	
			CANCELAR <b>SALVAR</b>

Fonte: Elaboração própria (2024).

**Figura 50 - Configuração de histograma do pacote de trabalho.**

Editar atividade

DEPENDÊNCIAS	SERVIÇOS	EQUIPE BÁSICA	HISTOGRAMA			
<p> Cálculo histograma</p> <p>Qual é o cálculo realizado?</p>						
Serviço	Duração	Produtividade (por dia)	Unidade de medida	Quantidade a executar	Quantidade de equipe básica	Ações
Reboco de Teto	3.35	18.72	m <sup>2</sup>	376.61	6	 
Reboco de Parede	17.25	18.72	m <sup>2</sup>	1937.6	6	 
<p> Recursos alocados</p>						
Serviço	Recurso	Quantidade	Quantidade de equipe básica	Quantidade total		
Reboco de Teto	Pedreiro	1	6	6		
Reboco de Teto	Servente	1	6	6		
Reboco de Parede	Pedreiro	1	6	6		
Reboco de Parede	Servente	1	6	6		
				CANCELAR	<b>SALVAR</b>	

Fonte: Elaboração própria (2024).

#### 4.4.2 Lançamento do Orçamento

Foi necessário lançar dois orçamentos distintos, isso pois o orçamento da obra é dividido em MOE (mão de obra especializada) e MAT (materiais). Em seguida foi feita a apropriação de cada item de cada orçamento para seu respectivo pacote de trabalho do cronograma. Portanto, foram gerados dois cronogramas físico financeiro, um para mão de obra e outro para materiais. Essa tarefa apesar de simplória, é importante, pois dela será traçado o cronograma físico financeiro da obra.

A figura 51, apresenta o layout do software no momento das atribuições do orçamento de materiais ao cronograma. Destaca-se a simplicidade e eficiência do software, que de maneira intuitiva permite anexar o item do cronograma ao seu respectivo pacote de trabalho do orçamento, salientando que um item do orçamento pode ser atribuído para mais de um pacote de trabalho, ponderando-se uma porcentagem, caso necessário.

Figura 51 - Página de vinculação do orçamento ao cronograma.

### Vinculando orçamento ao cronograma

Faça a correspondência entre orçamento e planejamento

**MAT**  Itens desvinculados do cronograma  Itens com vínculos não somando 100%

Nível: 1

EAP	Descrição	Total (R\$)	Vínculo	Seleção
01	CANTEIRO DE OBRAS (DESPESAS ADMINISTRATIVAS - OBRA)	666.288,83	🔗	<input type="checkbox"/>
02	MOVIMENTAÇÕES DE TERRA	287.579,72	🔗	<input type="checkbox"/>
07	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, TELEFÔNICAS E SPDA	930.524,53	🔗	<input type="checkbox"/>
↳ 07.01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, TELEFÔNICAS E SPDA - SUBSOLO	56.565,71	🔗	<input type="checkbox"/>
↳ 07.01.02	FIOS E CABOS - SUBSOLO	39.721,99	🔗	<input checked="" type="checkbox"/>
↳ 07.01.03	MONTAGEM QUADROS ELÉTRICOS - SUBSOLO	1.519,80	🔗	<input type="checkbox"/>
↳ 07.01.04	INSTALAÇÃO ACABAMENTOS (INTERRUPTORES, TOMADAS, ESPELHOS) - SUBSOLO	552,68	🔗	<input type="checkbox"/>
↳ 07.01.05	INSTALAÇÃO LUMINÁRIAS (SPOTS, LUM. ÁREAS COMUNS, IL. EMERG., ALARME INC.) - SUBSOLO	2.773,61	🔗	<input type="checkbox"/>
↳ 07.02	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, TELEFÔNICAS E SPDA - TÉRREO	73.833,52	🔗	<input type="checkbox"/>
↳ 07.03	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, TELEFÔNICAS E SPDA - MEZANINO	25.419,37	🔗	<input type="checkbox"/>

Linha por página: 10 1-10 de 35

### Cronograma

Atividades com vínculos de orçamento incompletos ou inexistentes

FIOS E CABOS

Não agrupados

↳  SUBSOLO / FUNDAÇÕES

↳  TÉRREO

↳  MEZANINO

↳  TIPO 1

↳  TIPO 2

↳  TIPO 3

↳  TIPO 4

↳  TIPO 5

↳  ÁTICO + DECK PISCINA

↳  CASA DE MÁQUINAS

1-1 de 1

Fonte: Elaboração própria (2024).

No orçamento da obra, existem serviços que, por regra, são executados simultaneamente com outros e com durações extremamente curtas. Por isso, não é viável criar um pacote de trabalho específico para eles. Para apropriar o custo, esses serviços foram incluídos no pacote de trabalho que ocorreu durante o mesmo período.

Portanto, o item do orçamento referente ao aterramento do SPDA (Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas), que é realizado durante a execução dos blocos de coroamento, foi atribuído ao pacote de trabalho "blocos de coroamento", garantindo assim a precisão do cronograma físico-financeiro, conforme figura 52.

**Figura 52 - Atribuição do custo aterramento ao cronograma.**

Vinculando orçamento ao cronograma  
Faça a correspondência entre orçamento e planejamento

VOLTAR PONDEAR

MAT

Itens desvinculados do cronograma  Itens com vínculos não somando 100%

Nível: 1

EAP	Descrição	Total (R\$)	Vínculo	Seleção
01	CANTEIRO DE OBRAS (DESPESAS ADMINISTRATIVAS - OBRA)	666.288,83	bd	<input type="checkbox"/>
02	MOVIMENTAÇÕES DE TERRA	287.579,72	bd	<input type="checkbox"/>
07	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, TELEFÔNICAS E SPDA	930.524,53	bd	<input type="checkbox"/>
L 07.11	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, TELEFÔNICAS E SPDA - GERAL	442.005,22	bd	<input type="checkbox"/>
L 07.11.01	PRUMADAS - GERAL	14.427,59	bd	<input type="checkbox"/>
L 07.11.02	MONTAGEM QUADROS DE MEDIÇÃO - GERAL	34.641,62	bd	<input type="checkbox"/>
L 07.11.03	ENTRADA DE ENERGIA   MELHORIA DE REDE   PLACAS FOTOVOLTAICAS - GERAL	367.478,36	bd	<input type="checkbox"/>
L 07.11.04	SPDA (ATERRAMENTO) - GERAL	11.370,11	bd	<input checked="" type="checkbox"/>
L 07.11.05	SPDA (CONDUTORES VERTICAIS) - GERAL	947,21	bd	<input type="checkbox"/>
L 07.11.06	SPDA (ANEL SUPERIOR) - GERAL	13.140,33	bd	<input type="checkbox"/>
08	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	693.636,31	bd	<input type="checkbox"/>
10	INSTALAÇÕES CLIMATIZAÇÃO E EXAUSTÃO MECÂNICA	246.649,84	bd	<input type="checkbox"/>

Cronograma

Q Buscar

Atividades com vínculos de orçamento incompletos ou inexistentes

- INST PROVISÓRIAS
- ESTACA RAIZ
- BLOCOS DE COROAMENTO
  - Não agrupados
  - SUBSOLO / FUNDAÇÕES
- VIGAS BALDRAME
- CORTINA
- ESTRUTURA
- DESFORMA
- Alvenaria
- CONTRAMARCOS
- ELE-CKS

Fonte: Elaboração própria (2024).

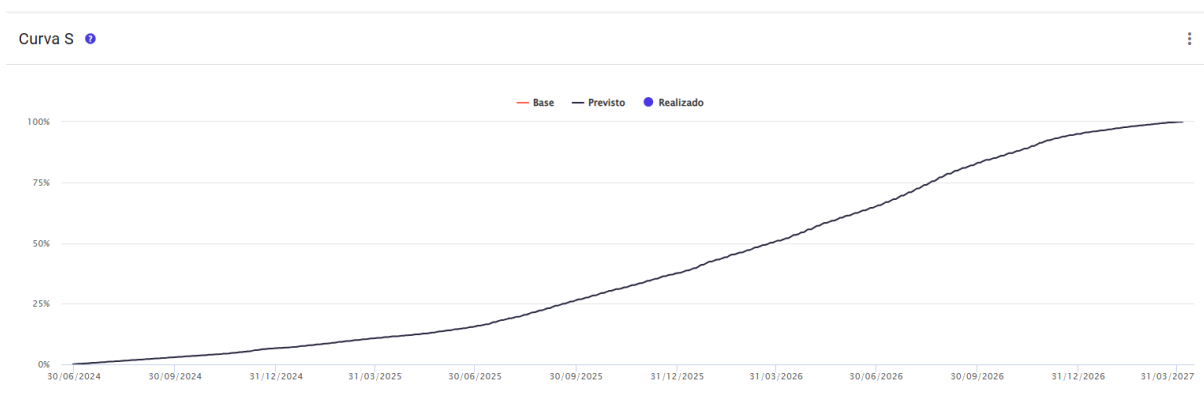
Será observada no cronograma físico-financeiro uma disparidade em relação à realidade do cronograma. Conforme discutido em tópicos anteriores, o orçamento da obra não incluía algumas atividades importantes e com custos significativos, como as realizadas nas fachadas do átrio. Como resultado, essas atividades ficaram sem atribuições de custo. É importante destacar que não faz parte do escopo do trabalho refazer ou corrigir o orçamento.

#### 4.5 Análise da Curva S, Relatórios e Ajustes no Cronograma

Ao longo deste tópico, foram discutidos os problemas identificados na Linha de Balanço a partir da análise da curva S física e do histograma, bem como as respectivas soluções propostas. Essa etapa possui importância significativa, pois é nela que se verifica a viabilidade do cronograma em relação à realidade da empresa.

Após a finalização do cronograma, foram gerados relatórios gráficos para análise. A figura 53 ilustra a curva S do avanço físico da obra, onde o eixo y representa a porcentagem concluída acumulada, e o eixo x, o tempo. Observa-se uma curvatura satisfatória. Segundo Mattos (2019), uma curva S com o formato de S representa um cronograma com uma boa distribuição das atividades.

**Figura 53 - Curva S da primeira versão do cronograma.**



Fonte: Elaboração própria (2024).

O segundo ponto de análise foi o histograma de funcionários, que revelou uma possível disparidade entre o número de pedreiros indicado no histograma e o planejado durante a elaboração do cronograma (detalhado no item 4.3, onde foram apresentados os cálculos de equipe e durações dos pacotes de trabalho). Para entender essa discrepância, foram investigadas as possíveis causas, como a proporção inadequada entre oficiais e ajudantes, a utilização de índices inadequados e o mau funcionamento do sistema.

Figura 54 - Histograma da primeira versão do cronograma.



Fonte: Elaboração própria (2024).

No pacote manta asfáltica foi contemplada a proteção mecânica, contudo notou-se a utilização de muitas equipes de pedreiros, ao investigar concluiu-se que foi utilizado uma composição que considerava cinco centímetros de proteção mecânica. Entretanto, a empresa adota em todas suas obras uma proteção mecânica de dois centímetros, por isso foi necessário alterar o índice utilizado anteriormente por um compatível. Salientando que o orçamento não apresenta a espessura adotada da proteção mecânica, por isso a adoção do padrão utilizado pela empresa.

Foi observado também no histograma uma equipe de impermeabilizadores muito superior a normalidade, isso também foi investigado. Tratou-se de um pequeno erro no sistema. Na figura 55, observa-se que foram utilizadas 13 equipes de impermeabilizadores no térreo, todavia ao abrir o detalhamento deste item (figura 56) observa-se que foram utilizadas apenas 3 equipes. O problema foi facilmente solucionado apenas clicando novamente em “confirmar”, conforme figura 57.

**Figura 55 - Histograma do pacote de trabalho de imp. manta asfáltica no lote “térreo”.**

Editar atividade

DEPENDÊNCIAS      SERVIÇOS      EQUIPE BÁSICA      HISTOGRAMA

📊 Cálculo histograma

🕒 Qual é o cálculo realizado?

Serviço	Duração	Produtividade (por dia)	Unidade de medida	Quantidade a executar	Quantidade de equipe básica	Ações
IMPERMEABILIZAÇÃO...	5	9.44	m <sup>2</sup>	244.8	5.19	🗑️ ✎
EXECUÇÃO DE...	6	19.1	m <sup>2</sup>	244.8	2.14	🗑️ ✎
IMPERMEABILIZAÇÃO...	5	9.46	-	117.73	13	🗑️ ✎

👤 Recursos alocados

Serviço	Recurso	Quantidade	Quantidade de equipe básica	Quantidade total
IMPERMEABILIZAÇÃO...	Impermeabilizador	1	5.19	5.19

CANCELAR      SALVAR








Fonte: Elaboração própria (2024).

**Figura 56 - Histograma do serviço "Impermeabilização Piscina" no pacote imp. manta asfáltica.**

Serviços Impermeabilização Piscina	Duração 5
Produtividade (por dia) 9,46	Unidade de medida
Quantidade a executar 117,73	Quantidade de equipe básica 2,4890063424947146

Fonte: Elaboração própria (2024).

**Figura 57 - Histograma do serviço "Impermeabilização Piscina" ajustado.**

Serviço	Duração	Produtividade (por dia)	Unidade de medida	Quantidade a executar	Quantidade de equipe básica	Ações
IMPERMEABILIZAÇÃO...	5	9.44	m <sup>2</sup>	244.8	5.19	 
EXECUÇÃO DE...	6	19.1	m <sup>2</sup>	244.8	2.14	 
IMPERMEABILIZAÇÃO...	5	9.46	m <sup>2</sup>	117.73	2.49 	 

Fonte: Elaboração própria (2024).

Após essas alterações foi gerado outro histograma de funcionários, apresentado na figura 58.

Figura 58 - Histograma da segunda versão do cronograma.

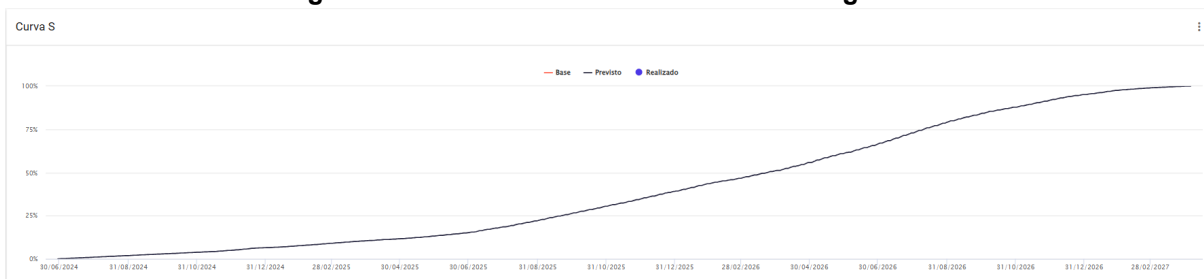


Fonte: Elaboração própria (2024).

Ao analisar o histograma da segunda versão e a Linha de Balanço referente a esse novo histograma, constatou-se que ainda não estava satisfatório. Durante essa segunda verificação, foram ajustadas as equipes de reboco interno e contrapiso, além de pintura da 3ª fase e limpeza fina. Essas modificações visaram balancear e otimizar a Linha de Balanço. Como resultado, foram gerados novamente as revisões finais do histograma de funcionários (figura 59), da curva S (figura 60) e do gráfico da Linha de Balanço (apêndice).

As análises e alterações discutidas neste tópico tiveram como principal objetivo otimizar a Linha de Balanço. Vale destacar que, durante a apresentação, não foram mostradas as versões da Linha de Balanço, pois não foram gerados PDFs dessas versões naquele momento, resultando na ausência de registros que demonstrem a situação antes das modificações. Tal ponto será uma limitação do presente trabalho.



**Figura 60 - Curva S da versão final do cronograma.**

Fonte: Elaboração própria (2024).

Ao analisar a curva S gerada neste trabalho (figura 60) deduziu-se, por experiência do autor, que o ritmo de avanço físico estava em torno de 50% de avanço em 60% do tempo de projeto. Portanto, para confirmar essa hipótese foi exportado do Prevision para planilha eletrônica os pontos referente à curva do trabalho.

A figura 61 expõe o trecho da planilha que confirma a hipótese apresentada, onde na data 25/06/2026, que representa 60% da duração total do projeto, havia 46,33% de avanço acumulado.

Figura 61 - Trecho da planilha de avanço físico acumulado.

<b>Tempo (%)</b>	<b>Duração</b>	<b>TCC</b>
	<b>2/14/2026</b>	45,19366305
	<b>2/15/2026</b>	45,19366305
	<b>2/16/2026</b>	45,32416098
	<b>2/17/2026</b>	45,45465891
	<b>2/18/2026</b>	45,58515684
	<b>2/19/2026</b>	45,71565477
	<b>2/20/2026</b>	45,84615270
	<b>2/21/2026</b>	45,84615270
	<b>2/22/2026</b>	45,84615270
	<b>2/23/2026</b>	45,99840028
	<b>2/24/2026</b>	46,17239752
<b>60,00%</b>	<b>2/25/2026</b>	<b>46,33009801</b>
	<b>2/26/2026</b>	46,50409525
	<b>2/27/2026</b>	46,67809249
	<b>2/28/2026</b>	46,67809249
	<b>3/1/2026</b>	46,67809249
	<b>3/2/2026</b>	46,84584200

Fonte: Elaboração própria (2024).

Conforme discutido na bibliografia do trabalho no item 2.5, existem alguns padrões de ritmo de execução, evidenciados por diferentes curvas S. As figuras 62 e 63, expõem as tabelas referentes as curvas S apresentadas por Limmer (1996).

Figura 62 - Tabela de Curvas S Padrões segundo Limmer.

t%/r%	40×50	50×60	50×50	50×40	60×50	D40×50	D50×60	D50×50	D50×40	D60×50
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,12	1,78	0,97	0,47	0,27	2,12	1,78	0,97	0,47	0,27
4	4,29	3,63	2,02	0,99	0,58	2,17	1,85	1,05	0,53	0,31
6	6,52	5,55	3,14	1,58	0,93	2,23	1,92	1,12	0,59	0,36
8	8,80	7,54	4,35	2,24	1,34	2,28	1,99	1,21	0,66	0,41
10	11,13	9,59	5,64	2,97	1,81	2,33	2,05	1,29	0,73	0,47
12	13,51	11,71	7,02	3,78	2,34	2,38	2,12	1,38	0,81	0,53
14	15,93	13,88	8,49	4,67	2,94	2,42	2,18	1,47	0,89	0,60
16	18,40	16,12	10,05	5,66	3,62	2,47	2,24	1,56	0,99	0,68
18	20,91	18,42	11,70	6,74	4,39	2,51	2,30	1,65	1,08	0,77
20	23,45	20,77	13,45	7,92	5,26	2,54	2,35	1,75	1,18	0,86
22	26,02	23,18	15,29	9,22	6,22	2,58	2,41	1,84	1,29	0,96
24	28,63	25,64	17,23	10,62	7,29	2,60	2,46	1,94	1,40	1,07
26	31,26	28,14	19,27	12,14	8,48	2,63	2,50	2,03	1,52	1,19
28	33,91	30,68	21,39	13,78	9,79	2,65	2,54	2,13	1,64	1,31
30	36,58	33,26	23,61	15,54	11,23	2,67	2,58	2,22	1,76	1,44
32	39,26	35,88	25,92	17,43	12,81	2,68	2,61	2,31	1,89	1,58
34	41,94	38,52	28,32	19,44	14,52	2,69	2,64	2,40	2,02	1,72
36	44,63	41,19	30,80	21,59	16,39	2,69	2,67	2,48	2,14	1,86
38	47,32	43,87	33,36	23,86	18,40	2,69	2,68	2,56	2,27	2,01

Fonte: Limmer (1996).

Figura 63 - Continuação Tabela de Curvas S Padrões segundo Limmer.

t%/r%	40×50	50×60	50×50	50×40	60×50	D40×50	D50×60	D50×50	D50×40	D60×50
40	50,00	46,57	35,99	26,26	20,57	2,68	2,70	2,63	2,40	2,17
42	52,67	49,27	38,69	28,78	22,89	2,67	2,70	2,70	2,52	2,32
44	55,31	51,97	41,44	31,42	25,36	2,65	2,70	2,76	2,64	2,47
46	57,94	54,66	44,26	34,17	27,98	2,62	2,69	2,81	2,76	2,62
48	60,53	57,34	47,11	37,04	30,75	2,59	2,68	2,85	2,86	2,77
50	63,09	60,00	50,00	40,00	33,67	2,56	2,66	2,89	2,96	2,91
52	65,60	62,63	52,92	43,05	36,71	2,52	2,63	2,92	3,05	3,05
54	68,07	65,23	55,85	46,18	39,88	2,47	2,60	2,93	3,13	3,17
56	70,49	67,78	58,78	49,38	43,16	2,42	2,55	2,93	3,19	3,28
58	72,85	70,29	61,71	52,62	46,54	2,36	2,50	2,93	3,25	3,38
60	75,14	72,73	64,61	55,90	50,00	2,29	2,45	2,91	3,28	3,46
62	77,36	75,12	67,49	59,20	53,52	2,22	2,38	2,88	3,30	3,52
64	79,51	77,43	70,32	62,50	57,08	2,15	2,31	2,83	3,30	3,56
66	81,57	79,67	73,09	65,79	60,67	2,07	2,24	2,77	3,28	3,58
68	83,55	81,82	75,80	69,03	64,25	1,98	2,15	2,70	3,25	3,58
70	85,44	83,87	78,42	72,22	67,80	1,89	2,06	2,62	3,19	3,55
72	87,23	85,83	80,94	75,33	71,29	1,79	1,96	2,52	3,11	3,49
74	88,92	87,69	83,35	78,35	74,70	1,69	1,86	2,41	3,01	3,41
76	90,50	89,43	85,65	81,24	78,00	1,58	1,74	2,29	2,89	3,30
78	91,98	91,06	87,81	83,99	81,16	1,47	1,63	2,16	2,75	3,16
80	93,34	92,57	89,82	86,58	84,16	1,36	1,51	2,01	2,59	3,00
82	94,58	93,95	91,68	88,98	86,97	1,24	1,38	1,86	2,41	2,81
84	95,70	95,19	93,37	91,19	89,56	1,12	1,25	1,69	2,21	2,59
86	96,70	96,30	94,89	93,19	91,90	1,00	1,11	1,52	1,99	2,35
88	97,56	97,27	96,22	94,95	93,99	0,87	0,97	1,33	1,76	2,08
90	98,30	98,10	97,36	96,47	95,79	0,74	0,83	1,14	1,52	1,80
92	98,91	98,78	98,30	97,72	97,28	0,61	0,68	0,94	1,26	1,50
94	99,39	99,31	99,04	98,71	98,46	0,47	0,53	0,74	0,99	1,18
96	99,73	99,69	99,57	99,43	99,31	0,34	0,38	0,53	0,71	0,85
98	99,93	99,92	99,89	99,86	99,83	0,20	0,23	0,32	0,43	0,51
100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,07	0,08	0,11	0,14	0,17

Fonte: Limmer (1996).

Ainda para confirmar a hipótese levantada pelo autor, foram lançados juntamente com os pontos da obra trabalhada, os pontos referentes a curva 50% de avanço em 60% do tempo, apresentada por Limmer na sexta coluna das tabelas anteriores.

Optou-se por lançar os avanços acumulados dessa tabela a cada 10% de avanço do tempo, logo foram lançados os dados de avanço da curva 50/60 referentes a 10%, 20%, 30% do tempo, até que chegasse em 100% do tempo. Essa escolha foi para otimizar o tempo de lançamento da tabela apresentada por Limmer para a planilha eletrônica.

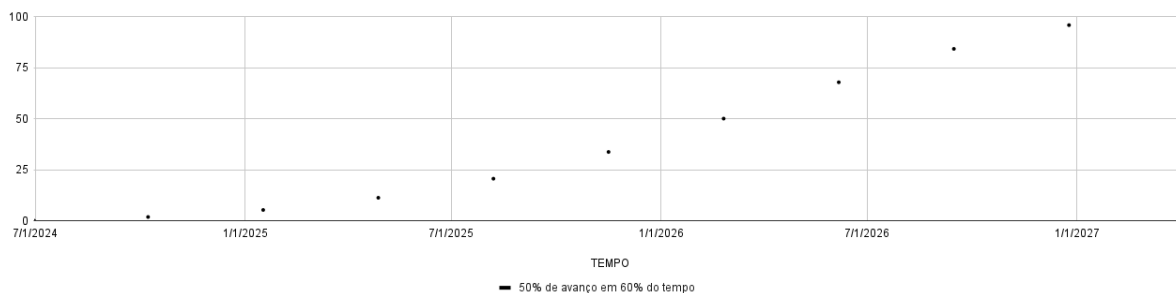
**Figura 64 - Trecho da planilha demonstrando o avanço físico e do tempo.**

Tempo (%)	Linha	Duração	TCC	Curva S Padrão	50% de avanço em 60% do tempo
	600	<b>2/19/2026</b>	45,71565477	71,72158731	
	601	<b>2/20/2026</b>	45,84615270	71,92196390	
	602	<b>2/21/2026</b>	45,84615270	72,12147256	
	603	<b>2/22/2026</b>	45,84615270	72,32010918	
	604	<b>2/23/2026</b>	45,99840028	72,51786982	
	605	<b>2/24/2026</b>	46,17239752	72,71475060	
<b>60,00%</b>	606	<b>2/25/2026</b>	46,33009801	72,91074782	50,00000000
	607	<b>2/26/2026</b>	46,50409525	73,10585786	
	608	<b>2/27/2026</b>	46,67809249	73,30007724	
	609	<b>2/28/2026</b>	46,67809249	73,49340258	

Fonte: Elaboração própria (2024).

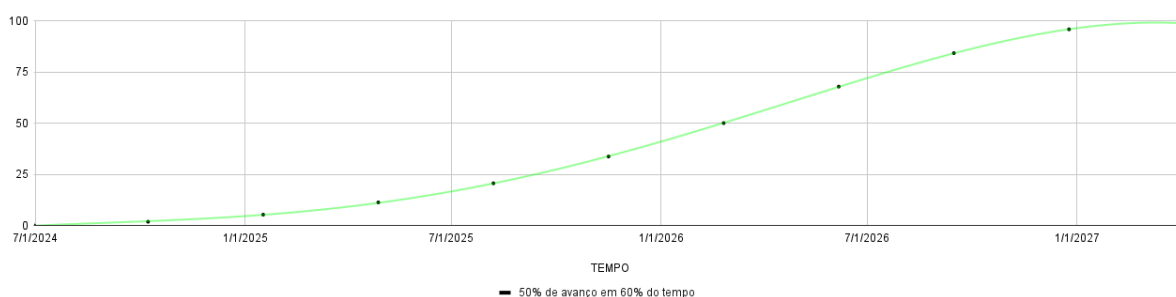
Ao gerar o gráfico com esses dados notou-se que devido ao espaçamento entre os pontos gerados pelos dados transcritos da tabela do Limmer, foi necessário utilizar a linha de tendência polinomial para gerar a curva. A figura 65 apresenta os pontos lançados no gráfico, já a figura 66 apresenta os pontos já com a linha de tendência.

**Figura 65 - Gráfico com os pontos gerados pela tabela do Limmer.**



Fonte: Elaboração própria (2024).

**Figura 66 - Gráfico com a linha de tendência gerada.**



Fonte: Elaboração própria (2024).

Por fim, gerou-se um gráfico contendo a curva S padrão (50% de avanço em 50% do tempo), a curva S que representa 50% do avanço em 60% do tempo (apresentada por Limmer) e a curva S gerada pelo presente trabalho (figura 67). Concluiu-se, portanto, que a programação resultante do trabalho segue o ritmo de 50% de avanço em 60% do tempo, e apresenta um ritmo satisfatório, mantendo um equilíbrio adequado, distribuindo bem as atividades ao longo do prazo da obra, e possivelmente não gerando problemas em relação a velocidade de desembolsos financeiros.

Figura 67 - Comparativo entre as Curvas S.



Fonte: Elaboração própria (2024).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho, que era aplicar a técnica da Linha de Balanço na programação de obras, foi alcançado. Como resultado, desenvolveu-se um cronograma alinhado com a realidade observada nas demais obras da administradora e uma curva S de avanço físico satisfatória, evidenciando uma distribuição adequada das atividades ao longo do tempo. O planejamento final apresentou um prazo de 698 dias trabalhados e 1.011 dias corridos.

A utilização do software permitiu a análise do resultado de cada alteração do cronograma na curva S e no histograma de forma dinâmica e rápida, o que permitiu buscar uma programação equilibrada. Durante o desenvolvimento do trabalho, o planejamento foi constantemente ajustado com uma perspectiva prática, levando em consideração as experiências observadas no dia a dia da gestão de obras. A correta definição dos serviços, dependências coerentes e escolha de índices adequados, foi essencial para geração de um cronograma coerente.

Ao analisar a curva S gerada pelo cronograma com as curvas S padrão, confirmou-se que a distribuição das atividades está adequada. Tal fato resulta em uma possível satisfatória distribuição dos desembolsos financeiros necessários para financiar a obra. Por se tratar de uma administradora de obras que trabalha com o regime de obras a preço de custo, uma boa distribuição dos custos ao longo do tempo de obra, é fundamental para a empresa conseguir concorrer com outras administradoras.

Para trabalhos futuros, sugere-se a revisão e adequação do orçamento da obra, corrigindo inconsistências e adicionando serviços faltantes, para então gerar um cronograma físico-financeiro que esteja em plena conformidade com o cronograma físico da obra. Outra abordagem, seria apresentar as discrepâncias entre o orçamento original da administradora e o orçamento revisado, contribuindo para uma análise mais aprofundada da viabilidade e eficiência do planejamento de obras.

## REFERÊNCIAS

- AMARANTE, A. **Linha de Balanço Dominando e Aplicando a Programação da Construção Enxuta**. Editora CRV. Curitiba, 2023.
- ARANTES, P; DA COSTA, J. **Primeiro Fórum Internacional de Gestão da Construção – GESCON 2008: Gestão do Processo do Empreendimento de Construção**. Editadas pela Secção de Construções Civas. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.
- AVILA, A. V.; JUNGLES, A. E. **Gestão do Controle e Planejamento de Empreendimentos**. Florianópolis: Autores, 2013.
- BEDIN, Y. M. **Método da Linha de Balanço Automatizado por Ferramenta Computacional: estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- CHAVES, C. M. E. **Aplicação Automatizada do *Lean Construction* por Ferramenta Computacional**. Trabalho de Conclusão de Curso. Pontifícia Universidade Católica, Goiânia, 2022.
- CHIBINSKI, M. **Modelo de Planejamento Baseado no Conceito do Last Planner como Apoio À Implementação da Lean Construction em Obras de Edificações**. Tese de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- CORREIA, J. V. **Contextualização dos Princípios da Construção Enxuta: Aplicação da Filosofia Enxuta do Sistema Toyota de Produção na Indústria na Construção Civil em Exemplos Práticos**. Cadernos de Graduação. Ciências exatas e tecnologia; vol.4 n.3; p.29-38. Aracaju, 2018.
- DEPEXE, M.; DORNELES, J.; KEMMER, J.; SILVEIRA, J.P; SANTOS, D.; HEINECK, L.F. **Aprendizado da Técnica de programação da Linha De Balanço por Meio de Jogos Didáticos**. Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído (ENTAC). Florianópolis, 2006.
- GEHBAUER, F; EGGENSBERGER, M; ALBERT, M. E; NEWTON, S. A. **Planejamento e Gestão de obras. Um Resultado Prático da Cooperação Técnica Brasil – Alemanha**. 2ª edição. Curitiba: CEFET – PR. 2002.
- KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Stanford, 1992. Technical Report #72. Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Stanford University.
- LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamento e Controle de Projetos e Obras**. Editora de Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro, 1996.

LOMBARD, R. B. **Planejamento e Controle de Obras Utilizando os Conceitos do Lean Construction - Estudo de Caso Hotel das Nações**. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Brasília, 2014.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. 2º edição. Oficina de Textos. São Paulo: 2019.

MENDES JUNIOR, R. **Programação da Produção na Construção de Edifícios de Múltiplos Pavimentos**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

OLIVEIRA, V. S. **Elaboração de Cronograma Físico e Orçamento Para Execução de Empreendimento Residencial Multifamiliar com 16 Unidades**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

PRADO, R. L. **Aplicação e Acompanhamento da Programação de Obras em Edifícios de Múltiplos Pavimentos Utilizando a Técnica da Linha de Balanço**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Editora Bookman. Porto Alegre, 1996.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia da Pesquisa**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

## APÊNDICE

