

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**CENTRO TECNOLÓGICO**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PLANEJAMENTO DE OBRA: ESTUDO DE CASO EM UMA  
EDIFICAÇÃO INDUSTRIAL PARA SUPERMERCADO**

ACADÊMICA: BRUNA KOCH

ORIENTADORA: FERNANDA FERNANDES MARCHIORI, Dra.

FLORIANÓPOLIS

2019

Bruna Koch

**PLANEJAMENTO DE OBRA: ESTUDO DE CASO EM UMA  
EDIFICAÇÃO INDUSTRIAL PARA SUPERMERCADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do diploma de graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Fernanda Fernandes Marchiori,  
Dra.

FLORIANÓPOLIS

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Koch, Bruna  
Planejamento de obra: estudo de caso em uma edificação  
industrial para supermercado. / Bruna Koch ; orientador,  
Fernanda Fernandes Marchiori, 2019.  
97 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,  
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Planejamento de obras  
industriais. . 3. Controle de obras.. 4. Obra Não  
Repetitiva. . 5. Método da Linha de Balanceamento.. I.  
Marchiori, Fernanda Fernandes. II. Universidade Federal de  
Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Bruna Koch

**Título:** planejamento de obra: estudo de caso em uma edificação industrial para supermercado.

Este trabalho foi julgado adequado para a obtenção do diploma de graduação em Engenharia Civil junto à Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 22 de novembro de 2019.

---

Professora Luciana Rohde, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Professora Fernanda Fernandes Marchiori, Dr.  
Orientadora

---

Professor Ricardo Juan José Oviedo Haito, Dr.  
Banca Examinadora

---

Engenheiro Leonardo de Aguiar Corrêa  
Banca Examinadora

Em memória do meu avó Aldori  
Lazaro Reitz, exemplo de bondade.

Aos meus pais José e Adriana  
Koch, que me ensinaram a não  
temer desafios, pela criação moral e  
intelectual.

A minha irmã Kamilly, minha fonte  
de inspiração.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, que está sempre a me proteger, pela vida, pela saúde do corpo e da mente, e que, durante a graduação, me deu forças quando houve desânimo, fé para prosseguir minha jornada e sabedoria nos momentos difíceis.

Ao meu Pai, José Koch, que me mostrou o valor da educação e da disciplina, que é minha referência inspiradora, um grande mestre cujo tenho orgulho em trabalhar ao lado, um homem dedicado e humilde.

À minha mãe, Adriana Koch, que sempre teve fé nos momentos de incerteza, agradeço pela preocupação diária com meu bem-estar, pelo esforço dedicado à minha formação e pelo seu amor, presença e agrado.

À minha irmã Kamilly Koch, pela admiração que temos uma pela outra e por seu incentivo na concretização de meus sonhos.

À Universidade Federal de Santa Catarina, academia pioneira na minha formação profissional, pela estrutura de ensino e pela oportunidade de aprendizado.

A todos os professores da instituição que durante minha graduação contribuíram para minha formação como engenheira civil, pelos conhecimentos transmitidos.

À professora orientadora Fernanda Marchiori, por sua dedicação, por estar sempre disposta e paciente comigo na orientação e correção dos textos, suas críticas foram valiosas para a elaboração deste trabalho. Sou grata por sua disponibilidade e pelo papel fundamental na reta final da minha graduação, suas contribuições me deram segurança.

À rede Koch Supermercados que abriram as portas para mim e para a utilização de suas obras como instrumento de estudo.

Aos meus colegas de trabalho, pela compreensão e tolerância com as minhas responsabilidades da faculdade.

Ao meu namorado, José Paulo Pozzobon, que me motivou na elaboração deste trabalho, pelo companheirismo, pelos momentos intensos de felicidade e pelo carinho e

dedicação recebidos diariamente. Obrigada pela constante paciência nos momentos de ansiedade e por acreditar em mim mais do que eu mesma.

À amiga Ana Carolina Morais, que me ensina a ter fé, por sempre ser minha incentivadora e comemorar todas as minhas conquistas.

À Victoria Escobar, amiga de todas as horas, pelo apoio incondicional e ajuda na formatação dos presentes textos.

Aos amigos do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSC, em especial Arthur Voos Costenaro e Victória Schmidt Farias, que estiveram juntos comigo durante a graduação com muito companheirismo nos diversos momentos de árduo estudo, pelo respeito e cumplicidade.

A todos os demais amigos, que quando precisei sempre estiveram presentes, pelos momentos de alegria e pela companhia em dias difíceis, pelo apoio, solidariedade e compreensão durante esta etapa da minha vida, pessoas que fizeram com que a caminhada até aqui fosse ainda mais bonita.

A todos que contribuíram direta e indiretamente à execução deste trabalho.

*“Mas os que esperam no Senhor renovarão suas forças, subirão com asas como águias; correrão e não se cansarão; caminharão, e não se fadigarão”.*

*- Isaias 40:31*



## RESUMO

Apesar do avanço tecnológico dos dias atuais, a construção civil ainda é um setor que apresenta uma pequena aplicação dos recursos tecnológicos computacionais disponíveis. Além disso, os métodos frequentemente utilizados para a programação e controle de obras são informais e pouco eficientes. Na indústria seriada, a utilização de técnicas de planejamento da produção vem sendo utilizadas desde meados do século XX, o que é um dos fatores-chave para a sua maior eficiência quando comparada com a construção civil. O presente trabalho tem por objetivo apresentar a aplicação do Método da linha de balanceamento em uma obra industrial para supermercado e posteriormente demonstrar o impacto que a programação, ou a falta dela, pode gerar. O método de pesquisa adotado foi o estudo de caso onde foi realizado um comparativo entre o planejamento elaborado numa plataforma computacional a partir do uso do método Linha de Balanceamento, e o planejamento já realizado pela empresa. Como resultado, foi possível verificar a necessidade de melhoria no processo de planejamento para que sejam obtidos resultados mais satisfatórios. Conclui-se que devem ser levadas em consideração as informações adquiridas neste estudo para viabilizar a incorporação de um processo de planejamento na cultura da empresa, visto que ele pode proporcionar a otimização e redução de custo e prazo em futuros empreendimentos.

Palavras chave: Obra Não-Repetitiva. Método da Linha de Balanceamento. Planejamento de obras industriais. Gestão de projetos. Construção Civil. Controle de obras.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico Valor adicionado Bruto da Construção Civil.....	17
Figura 2 – Etapas para elaboração da rede de planejamento.....	23
Figura 3 - EAP ramificada.....	24
Figura 4 - EAP analítica.....	24
Figura 5 - Fatores que afetam as durações.....	26
Figura 6 - Relação entre duração e equipe.....	27
Figura 7 – Quadro de sequenciação das atividades referentes a concretagem de blocos de fundação.....	28
Figura 8 - Dependência entre as atividades.....	29
Figura 9 - Ligação TI sem defasagem.....	29
Figura 10 - Ligação TI com defasagem.....	30
Figura 11 - Ligação II.....	30
Figura 12 - Ligação TT.....	31
Figura 13 - Relação IT.....	31
Figura 14 - Cronograma de barras.....	33
Figura 15 - Quadro de vantagens e desvantagens do cronograma PERT/CPM.....	37
Figura 16 - Representação PERT/CPM.....	38
Figura 17 - Gráfico de Gantt x Linha de Balanceamento.....	40
Figura 18 - Inclinação (Ritmo) da LDB.....	40
Figura 19 - Balanceamento das atividades.....	41
Figura 20 – Fluxograma das etapas do estudo.....	46

Figura 21 - Organograma da empresa.....	48
Figura 22 - Tabela de controle de compras.....	50
Figura 23 - Reunião com os prestadores de serviço.....	51
Figura 24 - Planta térrea.....	53
Figura 25 - Fachada do empreendimento.....	54
Figura 26 - Divisão da unidade básica de repetição.....	57
Figura 27 - Planilha com o controle das notas fiscais e o levantamento das atividades.....	58
Figura 28 – Estrutura analítica de projeto.....	59
Figura 29 – Quadro de precedências e durações.....	61
Figura 30 – Tela para o cadastro de projeto.....	62
Figura 31 – Tela para o lançamento do calendário.....	63
Figura 32 - Lista de serviços cadastrada.....	64
Figura 33 – Tela para lançamento de atividades para a criação da LOB.....	64
Figura 34 - Tela de visualização da LDB.....	65
Figura 35 - interface do aplicativo de medição.....	66
Figura 36 – Concretagem do último pano de piso.....	67
Figura 37 – Curvas de Serviço.....	68
Figura 38 - Curva de Serviço base.....	70
Figura 39 - Gráfico de avanço físico.....	71
Figura 40 - Gráfico de evolução mensal.....	72
Figura 41- Evolução detalhada de maio.....	73

Figura 42 - Evolução detalhada de junho.....	73
Figura 43 - Evolução detalhada de julho.....	74
Figura 44 - Evolução detalhada de agosto.....	75
Figura 45 - Evolução detalhada de setembro.....	75
Figura 46 – Evolução das atividades.....	76
Figura 47 - Evolução final das atividades. ....	77
Figura 48 - Gráfico de ocorrências. ....	78
Figura 49 – Dados de faturamento e lucro esperado da rede por ano.....	80
Figura 51 – Inauguração do empreendimento. ....	85

## LISTA DE FÓRMULAS

Equação 1 - Duração probabilística das atividades.....	35
Equação 2 - Desvio padrão.....	35
Equação 3 - Variância.....	36
Equação 4 - Duração total do projeto.....	42
Equação 5 - Tempo base.....	42
Equação 6 - Tempo restante.....	42
Equação 7 - Ritmo de construção.....	43
Equação 8 - Duração da atividade.....	43
Equação 9 - Duração da atividade.....	43
Equação 10 - Duração por jornada de trabalho.....	44
Equação 11 - Número de equipes.....	44
Equação 12 - Duração total da atividade repetida.....	44

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CPM – Critical Path Method (Método do Caminho Crítico)

EAP – Estrutura Analítica de Projeto

FIESC – Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina

II – Início Início

IT – Início Término

LDB – Linha de Balanceamento

PERT - Program Evaluation and Review Technique (Técnica de Avaliação e Revisão de Programas)

Tc – Tempo mais cedo

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

TCPO – Tabela de Composições de Preços para Orçamentos

TI – Término Início

TT- Término

Tt – Tempo mais tarde

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1.	JUSTIFICATIVA .....	17
1.1.	OBJETIVOS .....	19
1.1.1.	<i>Geral</i> .....	19
1.1.2.	<i>Específicos</i> .....	19
1.2.	DELIMITAÇÕES .....	19
1.3.	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	20
<b>2.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>21</b>
2.1.	INTRODUÇÃO AO PLANEJAMENTO DE PROJETOS .....	21
2.1.1.	<i>Programação De Obras (Roteiro)</i> .....	22
2.1.1.1.	<i>Identificação da estrutura analítica de projeto (E.A.P.)</i> .....	23
2.1.1.2.	<i>Definição das durações</i> .....	25
2.1.1.3.	<i>Definição das precedências</i> .....	27
2.1.1.4.	<i>Montagem do diagrama de rede</i> .....	32
2.2.	MÉTODOS TRADICIONAIS DE PROGRAMAÇÃO E CONTROLE .....	32
2.2.1.	<i>Diagrama de barras</i> .....	33
2.2.2.	<i>Redes PERT/CPM</i> .....	34
2.2.2.1.	<i>Diferenças entre PERT e CPM</i> .....	35
2.2.2.2.	<i>Vantagens e desvantagens dos métodos PERT e CPM</i> .....	36
2.2.3.	<i>Método das Flechas</i> .....	37
2.3.	MÉTODO DA LINHA DE BALANÇAMENTO .....	38
<b>3.</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>45</b>
3.1.	FLUXOGRAMA DAS ETAPAS .....	46
3.2.	DESCRIÇÃO DA EMPRESA FOCO DO ESTUDO DE CASO .....	47
3.2.1.	<i>Planejamento e gerenciamento</i> .....	50
3.3.	DESCRIÇÃO DOS EMPRENDIMENTOS .....	52
3.4.	DESCRIÇÃO DA OBRA EM ESTUDO .....	54
3.5.	PROPOSTA DE PLANEJAMENTO ATRAVÉS DE LINHA DE BALANCEAMENTO 55	
3.6.	DETERMINAÇÃO DA UNIDADE BÁSICA DE REPETIÇÃO .....	57
3.7.	CRIAÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO .....	58
3.8.	DEFINIÇÃO DAS DURAÇÕES E PRECEDÊNCIAS .....	60

3.9.	LANÇAMENTO DOS DADOS PARA A PLATAFORMA DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS "PREVISION" .....	62
3.9.1.	<i>Cadastro de usuário e de projeto</i> .....	62
3.9.2.	<i>Calendário global</i> .....	63
3.9.3.	<i>Cadastro das unidades básicas de repetição e atividades</i> .....	63
3.9.4.	<i>Construção da Linha de Balanceamento</i> .....	64
3.10.	ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO .....	66
<b>4.</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>69</b>
4.1.	ACOMPANHAMENTO DO CRONOGRAMA .....	69
4.2.	ANÁLISE DO NÃO CUMPRIMENTO DO PRAZO .....	72
4.2.1.	<i>Evolução mensal</i> .....	72
4.2.2.	<i>Evolução das atividades</i> .....	76
4.3.	ANÁLISE FINANCEIRA.....	80
4.4.	RECOMENDAÇÕES PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA DA EMPRESA .....	81
4.5.	RECOMENDAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA.....	82
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>84</b>
5.1.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	86
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>87</b>
	<b>APÊNDICE A – PLANTA TÉRREA</b> .....	<b>91</b>
	<b>APÊNDICE B – CRONOGRAMA INICIAL BASE</b> .....	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE C – CRONOGRAMA REALIZADO</b> .....	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE D – LISTA DE EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES</b> .....	<b>97</b>
	<b>APÊNDICE E – PRINCIPAIS FATORES PARA O NÃO CUMPRIMENTO DO PRAZO</b> .....	<b>98</b>

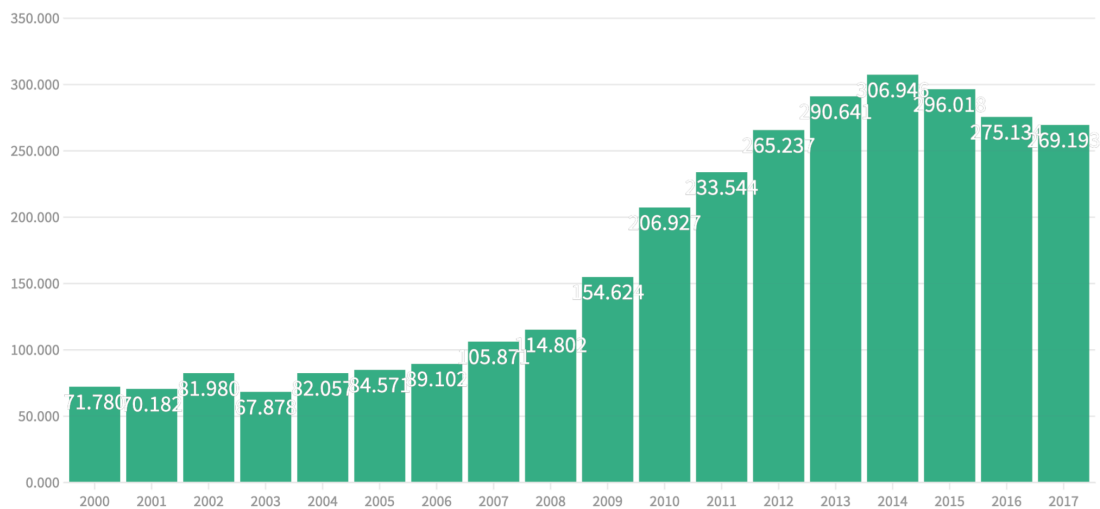


## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. JUSTIFICATIVA

O mercado de construção civil se encontra em crise desde o ano de 2014. Como ilustrado na Figura 1, o Valor Adicionado Bruto da Construção Civil que passou de R\$ 71 bilhões em 2000 para R\$ 306 bilhões em 2014 e apresenta uma queda de 12,2% até o ano de 2017. (FIESC, 2018).

Figura 1 – Gráfico Valor adicionado Bruto da Construção Civil.



Fonte: Banco de dados FIESC, 2018.

Neste cenário é de fundamental importância que as empresas aumentem a eficiência nos seus processos produtivos e o seu controle sobre a produção. Ao invés disso, autores da área relatam muitas deficiências na forma como o planejamento e o controle da produção é desenvolvido em empresas de construção. De acordo com esses trabalhos, nas empresas de construção, em geral, o planejamento é entendido meramente como a tarefa de gerar um plano e não como um processo gerencial. (BERNARDES, 2001).

A deficiência do planejamento pode trazer consequências desastrosas para uma obra e, por extensão, para a empresa que a executa. Não são poucos os casos conhecidos de frustração de prazo, estouros de orçamento, atrasos injustificados, indisposição do construtor com seu cliente (contratante) e até mesmo litígios judiciais para recuperação de perdas e danos. A melhor maneira de minimizar esses impactos é produzir um

planejamento lógico e racional, pois assim se dispõe de um instrumento que se baseia em critérios técnicos, fácil de manusear e interpretar. (MATTOS, 2010).

Por outro lado, desde o início do ano de 2019, a indústria da construção mantém uma melhora gradativa, tendenciado ao otimismo no setor. A passos lentos os empresários da construção aumentam suas intenções de investimentos. E com cautela o nível de atividades, o lançamento de novos empreendimentos, a compra de matérias primas e a geração de empregos, que vêm crescendo. Dando assim mais dinamismos à economia nacional, conforme revelado pela Sondagem Indústria da Construção. (CBIC, 2019).

O cenário atual indica uma tendência de melhora, proporcionando um ambiente propício ao desenvolvimento de ferramentas de planejamento, que auxiliam na melhoria do desempenho global do empreendimento. Estas ferramentas baseavam-se inicialmente nos métodos utilizando as redes PERT/CPM, Gráfico de Gantt e no método da Linha de Balanceamento.

A linha de balanceamento é uma ferramenta usada para obras repetitivas. É uma técnica que se resume ao conceito de que as tarefas são realizadas inúmeras vezes ao longo de todas as unidades de repetição. (JUNQUEIRA, 2006). Muitos trabalhos nacionais têm sido feitos utilizando esta ferramenta, Formoso (1991), Heineck em 1998, Mendes Jr. (1999) e mais recentemente, Biotto (2012), Machado (2014), e Ries (2016). Contudo suas aplicações têm sido, em geral, aos conjuntos habitacionais ou pavimentos de edifícios residenciais multifamiliares ou comerciais. Pouco se tem visto na bibliografia com aplicação em obras industriais, Vargas, (2009), representa um dos poucos estudos nacionais que existem.

Diante desta lacuna e a partir dos problemas de planejamento evidenciados pela presente autora em seu estágio obrigatório, que se deu numa obra industrial, é que se propõe o presente trabalho de conclusão de curso, cujos objetivos são apresentados a seguir:

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Geral

Elaborar o planejamento de uma obra industrial para supermercado através dos conceitos do Método da linha de balanceamento com o intuito de avaliar o planejamento da obra em estudo.

### 1.1.2. Específicos

- a) Elaborar a programação da obra partindo da ideia do método da Linha de Balanceamento com o conceito de tempo e espaço;
- b) Elencar uma estrutura analítica de projeto levando-se em conta as características da obra industrial de supermercado;
- c) Definir uma unidade básica de repetição para um projeto de caráter industrial;
- d) Especificar a sequência lógica de execução e elencar as interrelações das atividades;
- e) Avaliar o andamento do projeto através de comparações entre o planejado e o realizado;
- f) Discutir a aplicação da linha de balanceamento para obras industriais de supermercado.

## 1.2. DELIMITAÇÕES

O trabalho se limita ao estudo da etapa construtiva, excluindo as atividades realizadas na etapa de definição dos projetos. Devido à falta de um histórico construtivo da empresa, os cálculos de duração, bem como a estrutura lógica de execução, foram feitos de forma empírica, através da opinião especializada dos engenheiros, operários e fornecedores envolvidos na prestação de serviços do empreendimento. Vale lembrar que não será realizado o orçamento do empreendimento, pois entende-se que esse não será uma restrição para o planejamento do empreendimento.

A ferramenta computacional automatizada utilizada para a estruturação do planejamento entrega a Linha de Balanceamento da obra, porém, como ainda está em desenvolvimento, o balanceamento comumente visto na literatura não ocorre, não é possível equilibrar a quantidade de serviço através da plataforma, ou seja, a ferramenta

ainda não permite estabelecer o número de pessoas na equipe a fim de uniformizar o ritmo de produção entre as atividades de cada unidade de repetição.

### 1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por 5 (cinco) capítulos.

Neste primeiro capítulo apresenta-se a contextualização, justificativas, os objetivos gerais e específicos, as limitações do estudo e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo será feita uma revisão bibliográfica abordando os conceitos de planejamento, algumas metodologias e o Método da Linha de Balanceamento. Seguindo com a apresentação da programação de obras e, ao final, é comentado sobre o uso de softwares para planejamento.

O terceiro capítulo é dedicado a apresentação do estudo de caso, contendo as características da empresa, da obra escolhida e a explicação do método de programação proposto pela autora, utilizando o Método da Linha de Balanceamento, automatizado através de um sistema computacional.

No quarto capítulo são abordados os resultados obtidos no estudo de caso, uma análise do planejamento e gerenciamento de obras utilizados pela empresa é feita através de um comparativo entre o cronograma final da obra e o que estava programado inicialmente, juntamente com os gráficos e quadros que permitem o melhor entendimento do conteúdo gerado.

Por fim, o quinto capítulo destina-se as conclusões e recomendações obtidas na realização deste estudo. Após esse capítulo, os apêndices do trabalho poderão ser encontrados.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. INTRODUÇÃO AO PLANEJAMENTO DE PROJETOS

De acordo com Oliveira (2007), decorrente da sua própria natureza, a atividade de planejamento é complexa, sendo um processo sucessivo de pensamento sobre o futuro, desenvolvido de acordo com estados desejados e a avaliação de cursos alternativos para que esses estados sejam alcançados, implicando constantemente em um processo decisório incorporado em contexto ambiental interdependente e incerto.

Um projeto é um empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto ou serviço único. Temporário significa que cada projeto tem um começo e um fim bem definidos. Único significa que o produto ou serviço produzido é de alguma forma diferente de todos os outros produtos ou serviços semelhantes. (PMI, 2017).

A carência e inadequação do planejamento no mundo da construção civil pode ser comumente constatado, principalmente em obras de pequeno e médio porte, executadas pelos próprios proprietários, profissionais autônomos ou empresas pequenas. (MATTOS, 2010). Assumpção (1988) *apud* Prado (2002), ressalta ainda que boa parte dessas empresas, quando possuem um sistema de planejamento, estes são rudimentares, elaborados de acordo com as experiências dos profissionais envolvidos.

De acordo com Gehbauer (2002), com a complexidade e competitividade da indústria da construção civil tornou-se necessário a elaboração de um planejamento para garantir a viabilidade de um empreendimento. Evitar imprevistos e imprevistos no canteiro de obras otimiza o processo de execução e possibilita uma melhor distribuição dos recursos existentes proporcionando, assim, uma redução de desperdícios. Portanto Limmer (1997) cita que é indispensável desenvolver e sustentar um plano de execução do projeto, para que seja cumprido seu escopo dentro do prazo, do custo e dos padrões de qualidade e risco anteriormente determinados, em paralelo às outras atividades de engenharia e gestão de suprimento.

Como relatado por Mattos (2010), o planejamento da obra é um dos principais aspectos do gerenciamento, que envolve também orçamento, compras, gestão de pessoas, comunicações. Deficiências no planejamento estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor e suas elevadas perdas. O mesmo autor ressalta os benefícios da

programação e controle: Pleno conhecimento da obra; Detecção de situações desfavoráveis; Agilidade de decisões; Relação com o orçamento; Otimização da alocação de recursos; Referência para acompanhamento; Padronização; Referência para metas; Documentação e rastreabilidade; Criação de dados históricos; Profissionalismo.

Logo, melhorar o planejamento é uma das mais eficientes medidas para corrigir a produtividade da gestão reduzindo atrasos. Concluindo as atividades na melhor sequência a ser executada, juntando mão de obra com as tarefas disponíveis, coordenando múltiplas atividades interdependentes etc. (BALLARD, 2000)

Considerando a capacidade limitada da memória humana, os gerentes de construção normalmente precisam de algum tipo de plano formal que possam expandir sua capacidade de entender situações complexas. O processo de planejamento antecipa e representa de forma esquemática um grupo de ações a serem executadas. No entanto, durante o processo de programação os planejadores precisam interpretar todas as informações disponíveis, desde os projetos arquitetônicos até as condições proporcionadas pelo local de execução. Essa representação consiste na visão do planejador do produto final, expressa em termos de seus principais componentes de construção. (FORMOSO 1991)

#### 2.1.1. Programação De Obras (Roteiro)

O planejamento é uma tarefa de grande complexidade que abrange diversas variáveis de acordo com o tamanho do empreendimento, quantidade de serviço, grau de incerteza e está constantemente submetido a restrições como tempo, espaço, custo e disponibilidade de recursos. O planejamento consiste na identificação da atividade em conjunto com a sua ordenação para que sejam executadas de maneira lógica, se tornando assim mais eficiente. (Tommelein e Ballard 1997, *apud* Akkari, 2003)

Para Mattos (2010), o planejamento é uma ferramenta vital para setor da construção civil. De certa forma a deficiência no planejamento pode ocasionar divergências em prazo e, e aumento de custo, ambos colocam em risco a saúde da empresa e o sucesso do empreendimento. O planejamento vem para garantir uma melhor gestão de informações e recursos, direcionando-os para serem mais bem aproveitados, através do conhecimento pleno do empreendimento. O acompanhamento das atividades

possibilita a comparação do andamento da obra e agiliza a tomada de decisões quando detectadas quaisquer eventualidades.

Diversos autores desenvolveram métodos de elaborar uma rede de planejamento para a construção civil. Por exemplo, Mattos (2010) e Limmer C.V. (1997) procedem da seguinte forma apresentada na Figura 2:

Figura 2 – Etapas para elaboração da rede de planejamento.

Comparativo de métodos para elaborar uma rede de planejamento			
Etapa	Limmer C.V. (1997)	Etapa	Mattos (2010)
1	Listar todas as atividades do projeto;	1	Identificando das atividades;
2	Estabelecer a ordem de execução das atividades, ou seja, a lógica da rede	2	Definição das durações;
3	Determinar a duração de cada atividade;	3	Definição da precedência;
4	Determinar os eventos iniciais e finais da rede;	4	Montagem do diagrama de rede;
5	Determinar as atividades que podem ser executadas em paralelo;	5	Identificação do caminho crítico;
6	Calcular as datas dos eventos iniciais e finais de cada atividade	6	Geração do cronograma e cálculo das folgas.

Fonte: Adaptado de Mattos (2010) e Limmer C.V. (1997).

De certa forma os roteiros para a elaboração de uma rede de planejamento seguem os mesmos passos, podendo haver divergências na ordem, nível de detalhamento ou nomenclatura, mas de modo geral o resultado final se mantém. Nos itens a seguir serão detalhadas as etapas onde a informação é trazida da prática e organizada para a elaboração destes cronogramas.

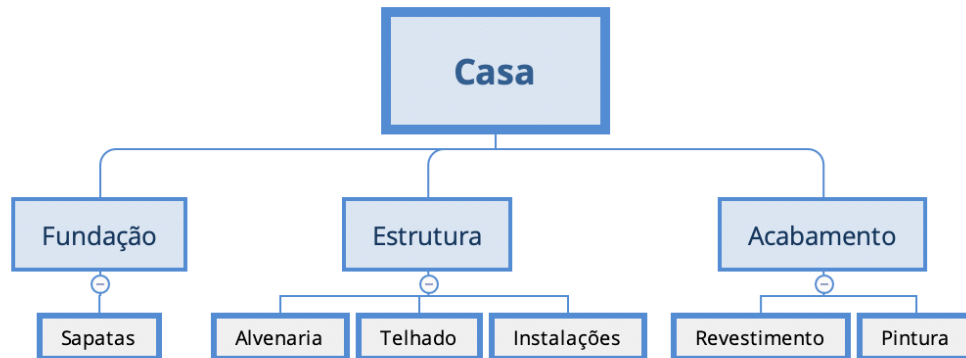
#### 2.1.1.1. Identificação da estrutura analítica de projeto (E.A.P.)

Avila e Jungles (2013), definem a Estrutura Analítica de Projeto como o ordenamento das atividades a serem desempenhadas segundo a ordem lógica e cronológica da execução. Mattos (2010) e Limmer (1997) acrescentam que a EAP é a decomposição das atividades do projeto em unidades menores, bem definidas, que servirão de base para atribuição das durações, sequenciamento e controle.

A decomposição das atividades gera uma estrutura hierarquizada que deve representar todo o escopo do projeto. Ao lembrar de uma árvore genealógica temos os avós em um nível, seus filhos em um nível abaixo e seus netos em um nível mais inferior. Na construção civil, o nível superior representa o projeto como um todo, abaixo a EAP

começa a ramificar de acordo com a necessidade de representação das atividades. Importante visualizar a Figura 3 neste momento. Cada nível seguinte refina os detalhes do nível imediatamente superior, portanto os pacotes de trabalho se tornam cada vez menores e mais definidos, sendo assim, atribuir durações e o controle da atividade fica mais minucioso. (MATTOS 2010)

Figura 3 - EAP ramificada.



Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.

Mattos (2010) ao mesmo tempo traz a EAP em formato analítico/sintético, este modelo é utilizado nos principais softwares e plataformas de planejamento, ele é, também, muito empregado em relatórios. A essência deste formato está na numeração lógica das atividades, as que estão no mesmo nível possuem o mesmo número de dígitos e são representadas com o mesmo alinhamento, os níveis seguintes são identificados em relação ao anterior e ganham um dígito a mais, como exemplificado na Figura 4 que segue:

Figura 4 - EAP analítica.

Atividade	
0	<b>Casa</b>
1	<b>1 Fundação</b>
2	1.1 Sapatas
3	<b>2 Estrutura</b>
4	2.1 Alvenaria
5	2.2 Telhado
6	2.3 Instalações
7	<b>3 Acabamento</b>
8	3.1 Revestimento
9	3.2 Pintura

Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.



Limmer (1997) aconselha que a decomposição da EAP não ultrapasse quatro níveis, mesmo que não exista uma restrição para o nível de detalhamento das atividades, pois a decomposição em vários níveis gera atividades muito específicas que acabam dificultando o controle futuramente. Avila e Jungles (2013) complementam que, o excesso de níveis fragmenta a informação e pode atrapalhar a compreensão do projeto tornando o acompanhamento mais complexo, sendo assim, é importante evitar a decomposição exagerada das atividades, buscando integrá-las em pacotes mais complexos.

O exagero de detalhamento ocasiona uma rede de planejamento muito extensa, que exige um controle mais minucioso e por consequência com custo mais elevado, em contra partida, as redes mais resumidas e menos particularizadas, que são mais baratas de controlar, correm o risco de serem pouco práticas e até desprezíveis. É necessário, portanto, manter um equilíbrio entre as durações das atividades, para que não exista uma divergência excessiva entre o nível de detalhamento. E para que seja viável o controle, da mesma forma, deve ser mantido um padrão de unidade de tempo, seja este em dias, semanas ou meses. (MATTOS 2010)

Mattos (2010) defende alguns benefícios da elaboração de uma EAP para o projeto, pois ela cria uma matriz de trabalho lógica e organizada, através do agrupamento das atividades comuns em pacotes de trabalho. O método traz diversas facilidades para o planejador, melhorando a verificação e a identificação ou introdução de atividades dentro do cronograma. Além disso auxilia no desenvolvimento do orçamento pois as atividades estão melhores definidas e a atribuição dos códigos ampara a classificação dos custos do empreendimento.

#### 2.1.1.2. Definição das durações

Para Mattos (2010) o passo seguinte na elaboração de um cronograma de planejamento é a definição das durações das atividades controladas. O autor explica duração como, “a quantidade de períodos de trabalho necessários para o desempenho integral da atividade”. As durações passam a ser a base numérica de tempo que será utilizada para a elaboração do cronograma, a partir daí são obtidos prazos importantes da obra. Por isso as durações possuem grande relevância, porque quando mal atribuídas

comprometem o planejamento. Portanto, além de planejar, é também necessário ter o controle do processo para que o cronograma seja ajustado regularmente de acordo com as discrepâncias encontradas.

Deve ser enfatizado que independentemente do nível crítico e a experiência do planejador, a duração não foge das estimativas e está sujeita à uma margem de erro, pois diversos fatores podem afetar no andamento de cada atividade. (MATTOS, 2010). Para que possam ser menores as margens de erro Gehbauer (2002) recomenda que o planejador tenha conhecimento da produtividade das equipes, já que as equipes mais experientes costumam executar as atividades mais rápido, enquanto nas atividades novas as equipes acabam necessitando de um período maior de aprendizagem. Na Figura 5 Mattos (2010) traz alguns fatores que podem influenciar nas durações e seus respectivos efeitos.

Figura 5 - Fatores que afetam as durações.

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

Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.

Portanto o tempo gasto nas atividades está diretamente relacionado com a produtividade dos operários. A produtividade indica a taxa de produção de uma pessoa, ou da equipe, em um determinado intervalo de tempo. Já o seu inverso mede quanto tempo é consumido para realizar uma unidade de serviço. (GEHBAUER, 2002)

Avila e Jungles (2013) classificam as fontes as seguir como as principais utilizadas para estimar-se o tempo consumido para a realização das atividades:

- Opinião de pessoas especializadas que possuem experiência em projetos semelhantes;

- Histórico de outros projetos desenvolvidos;
- Padrões e índices de produtividade previamente definidos com base, por exemplo, na TCPO;
- Medições em obras feita pela própria empresa.

Durante esta etapa o planejador pode seguir duas linhas de raciocínio apresentadas anteriormente, podendo definir a equipe (produtividade) que irá desempenhar determinado serviço e, a partir disso, calcular a duração estimada. Ou definir a duração para cumprir o prazo e dimensionar a equipe necessária para atender esta demanda. Ambas situações estão descritas na Figura 6:

Figura 6 - Relação entre duração e equipe.

Processo	Aplicação
Dimensionar a DURAÇÃO em função da equipe	Quando a quantidade de recursos é restrita e passa a ser determinante, como é o caso de quando se sabe de antemão que só haverá duas escavadeiras alocadas à escavação, ou que a equipe disponível para a alvenaria terá necessariamente 4 pedreiros.
Dimensionar a EQUIPE em função da duração	Quando a duração é imposta e a incógnita é a quantidade de recursos (equipe), como é o caso de obras com ciclos de produção predefinidos (Ex.: 5 dias de alvenaria por pavimento, 10 dias de pintura por casa etc), ou quando a duração é fixada por alguma condicionante externa (Ex.: desvio do rio não pode passar de 2 meses porque começa o período de cheia).

Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.

### 2.1.1.3. Definição das precedências

Recebe o nome de precedência as dependências entre as atividades que compõem o projeto para que exista uma sequência lógica na execução. A metodologia construtiva deve ser definida até que chegue a um plano de execução coerente e que respeite as particularidades de cada sistema construtivo, para que assim o cronograma elaborado passe a fazer sentido e seja praticável. (MATTOS, 2010) Nesse momento é identificada a interdependência entre as atividades, ou seja, qual serviço vem antes de qual durante a execução para que ela ocorra normalmente. (AVILA E JUNGLES, 2013).

Avila e Jungles (2013) e Mattos (2010) consideram o estabelecimento das interdependência entre as atividades essencial para o planejamento, pois ao entender que as atividades são dependentes são possíveis duas situações, ou a atividade é identificada como predecessora, aquela que deve obrigatoriamente estar concluída para que a seguinte possa começar, ou a atividade é sucessora a outra pois deve ser iniciada imediatamente após a conclusão dessa.

Mattos (2010) defende que, como para cada atividade o planejador deve identificar suas precedências, para auxiliar no raciocínio o autor sugere que seja pensado em termos de predecessoras ao tentar planejar, pois é intuitivo pensar em quais atividades que ela depende, ao invés de pensar em quais dependem dela. Outra ferramenta que auxilia é o quadro de sequenciação, importante visualizar a Figura 7, onde em forma de tabela são registradas as interdependências das atividades.

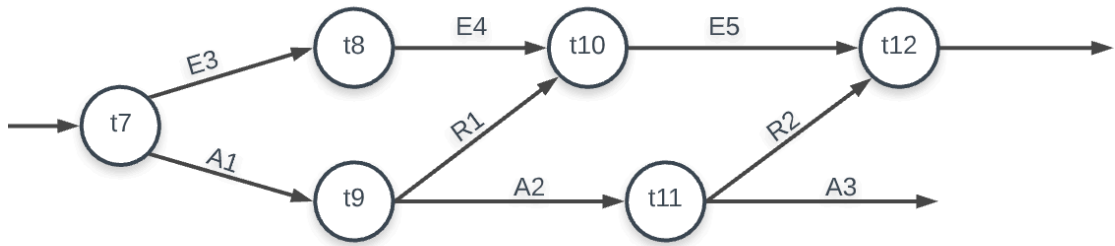
Figura 7 – Quadro de sequenciação das atividades referentes a concretagem de blocos de fundação

<b>Código</b>	<b>Atividade</b>	<b>Predecessora</b>
A	Locação da fundação	-
B	Escavação	A
C	Montagem das formas	B
D	Obtenção do aço	-
E	Preparação da armação	D
F	Colocação da armação	C,E
G	Mobilização da betoneira	-
H	Concretagem	F,G

Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.

Através da Figura 6 podemos evidenciar que nem toda atividade possui uma predecessora ou sucessora porque ela pode representar o final de uma cadeia de atividade ou o instante zero, sendo o início da cadeia, sem depender do término de nenhuma outra atividade. (MATTOS, 2010) A ocorrência de uma dupla dependência também pode estar presente, e ela informa que a atividade só poderá ser iniciada após o término de ambas as predecessoras, como pode ser observado na Figura 8. (AVILA E JUNGLES, 2013)

Figura 8 - Dependência entre as atividades.

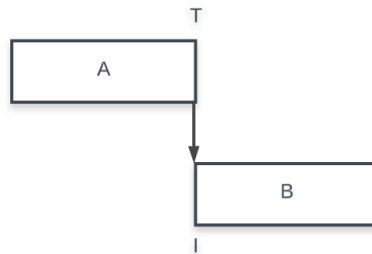


Fonte: Adaptado de Avila e Jungles, 2013.

Diversos autores como Mattos (2010), Mubarak (2010) ou Akkari (2013) demonstram quatro tipos básicos de relações de dependência entre as atividades, mesmo elas possuírem maior utilização nas redes PERT/CPM, essas diferentes formas de interdependências serão utilizadas para a estruturação das interrelações descritas no item 3.9.4 e estão detalhadas a seguir:

Término-Início (TI): esta é a relação mais comum entre as atividades, inúmeros planejadores optam por utilizar apenas ela. Esse tipo de ligação estabelece que, para uma atividade começar a sua anterior deve estar concluída. Visualizar a Figura 9. Dá-se como exemplo a instalação das portas que somente poderá ter início após a colocação das esquadrias.

Figura 9 - Ligação TI sem defasagem.

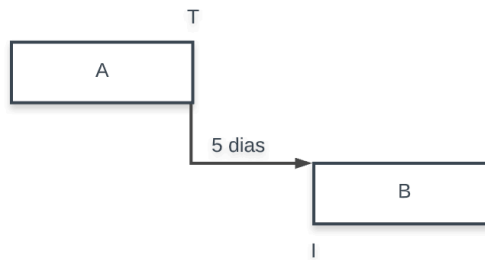


Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.

Entretanto em alguns casos particulares esta relação não representa fielmente a lógica construtiva, como, por exemplo, as atividades de concretagem e desforma, onde é

necessário aguardar a cura do concreto antes de executar a desforma. Como solução deve-se prever no cronograma um tempo de espera adequado entre as atividades. Esquemáticamente temos a ligação representada na Figura 10 abaixo:

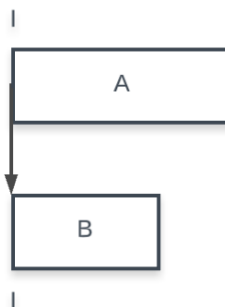
Figura 10 - Ligação TI com defasagem.



Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.

Início-Início (II): é uma relação comum e bastante utilizada. Nessa situação a atividade não exige que a sua predecessora seja completamente finalizada, portanto ela poderá ser iniciada após o início da anterior, causando uma sobreposição das atividades, conforme ilustrado na Figura 11. Como exemplo tem-se a instalação elétrica e a hidráulica, que podem ser iniciadas juntas. Ou a escavação para a fundação que não deverá começar enquanto a limpeza do terreno não se iniciar, neste caso se faz necessário um certo intervalo de tempo entre as atividades.

Figura 11 - Ligação II.

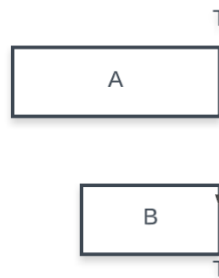


Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.

Término-Término (TT): Também é uma relação frequentemente encontrada, ela representa o caso onde a atividade seguinte somente poderá ser concluída após o término

da sua predecessora. Importante visualizar a Figura 12 neste momento. Por exemplo, o aterro das valas não pode ser concluído enquanto a tubulação não tenha sido instalada, ou o paisagismo que não pode ser finalizado enquanto o acesso não esteja pronto.

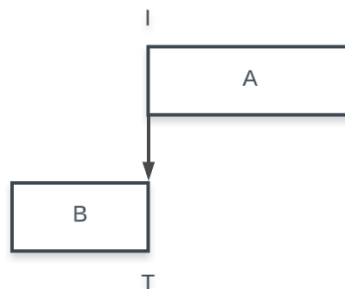
Figura 12 - Ligação TT.



Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.

Início-Término (IT): é uma relação raramente encontrada, quase inexistente em projetos de construção. Ela indica que a atividade pode ser finalizada apenas quando a anterior teve início, como representado na Figura 13 a seguir.

Figura 13 - Relação IT.



Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.

Mesmo que as atividades ocorram em locais diferentes é possível que seja criada uma interdependência entre elas, que acaba proporcionando uma cadeia de atividades completamente interligada, sendo assim qualquer alteração do andamento de uma atividade afeta toda a sequência construtiva. É importante ressaltar que a sequência lógica definida durante o planejamento tem influência sobre todo o cronograma, portanto uma

sequência incorreta poderá resultar em uma programação sem utilidade. (MATTOS, 2010).

#### 2.1.1.4. Montagem do diagrama de rede

A partir deste momento não são mais inseridos novos dados. apenas são transformadas as informações já existentes de duração e sequência em um diagrama. Segundo Mattos (2010), o diagrama de rede representa graficamente as atividades presentes no projeto levando em consideração a dependência entre elas. Como demonstrado anteriormente, existem diversas maneiras de representar um diagrama de rede. Os métodos mais comuns são o diagrama de flechas e o diagrama de blocos, apesar de possuírem características diferentes ambos geram o mesmo resultado pois seguem a mesma lógica.

Limmer C. V. (1997) defende que o cronograma de uma obra é utilizado para programar as atividades de forma lógica e, de acordo com o prazo de execução esperado para cada uma delas, para que o planejamento cumpra as condições previamente estabelecidas. A forma mais usual de apresentação dos cronogramas é conhecida como Cronograma de Gantt, mas como deixa a desejar na interdependência entre as atividades, as redes PERT e CPM são popularmente recomendadas na construção civil. Avila e Jungles (2013) ressaltam que através dos cronogramas é possível extrair informações além dos prazos de execução. Quando bem elaborado, o cronograma, consegue-se identificar datas de mobilização de equipes e equipamentos, necessidade de materiais ou serviços e até mesmo movimentações financeiras.

Nos tópicos anteriores foram descritos com mais detalhes os métodos comumente utilizados no setor da construção civil. Apesar de possuírem o mesmo objetivo eles podem apresentar vantagens diferentes e distintas maneiras de serem elaborados, cabe a cada planejador entender as necessidades do seu projeto e encaixá-lo em um método de programação que julgue adequado.

## 2.2. MÉTODOS TRADICIONAIS DE PROGRAMAÇÃO E CONTROLE

Um dos caminhos para melhorar o desempenho do setor é se utilizarem as técnicas de planejamento. Uma das alternativas está nos métodos de planejamento e



monitoramento das operações de um projeto. Uma das soluções vem da programação e do controle da obra, com a proposta de reduzir custos e tempo através da integração de diversas informações obtidas nas ferramentas existentes, que variam desde o Diagrama de Barras, redes probabilísticas como o PERT à Linha de Balanceamento. A seguir serão apresentados os métodos de programação e controle amplamente utilizados na indústria da construção civil.

### 2.2.1. Diagrama de barras

De acordo com Mattos (2010), o método foi desenvolvido pelo engenheiro norte-americano Henry Gantt, que introduziu o cronograma de barras como ferramenta de controle visando a produção fabril, sobretudo na construção de navios cargueiros no início do século XX, por essa razão foi batizado de Cronograma de Gantt.

Considerado o mais simples método de planejamento, o diagrama de barras apresenta de forma simples as atividades versus tempo. À esquerda, verticalmente, são listadas as atividades em ordem sequencial, quando possível, e à direita de cada atividade é plotado o período de tempo proposto para execução. Logo o comprimento da barra representa a duração da atividade, cujas datas de início e fim podem ser lidas nas subdivisões da escala de tempo. O nível de detalhe das escalas depende do nível do interesse do usuário. (CARR, 1974 e MATTOS, 2010). Na Figura 13 pode-se visualizar um exemplo do Cronograma de Gantt.

Figura 14 - Cronograma de barras

Atividades	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Construir fundações															
Construir paredes															
Instalar telhado															

Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.

Devido a sua facilidade de interpretação o cronograma de Gantt é muito utilizado. No entanto ele não possibilita a visualização da interdependência entre as atividades, e não leva em conta as folgas e não mostra o caminho crítico. Indica quando as operações

estão atrasadas em relação ao programa mas não indica o efeito deste atraso na conclusão do projeto ou das unidades do projeto (CARR, 1974 e MATTOS, 2010). A fim de suprir essas limitações, segundo Mattos (2010), “planejadores criaram uma versão aprimorada do cronograma de Gantt, na qual introduziram dados tirados da rede PERT/CPM”.

“O Diagrama de Barras é útil como um complemento de outras técnicas por razões de inteligibilidade ou como um plano preliminar de estimativa.” (STRADAL, 1982). Ele pode ser empregado durante a programação de demanda de mão de obra e de materiais, o que o torna fundamental na técnica de nivelamento de recurso.

Embora a baixa tecnologia do Diagrama de Barras, ele serve como ferramenta complementar de controle e programação agindo como um facilitador, que permite a flexibilidade na programação das tarefas e possibilita tanto a comunicação entre os membros da equipe quanto às alterações na programação. Controlar as tarefas de um projeto é uma responsabilidade desafiadora, sendo assim diversos métodos são explorados para que a programação seja feita da forma mais adequada para o planejador, para a equipe e para o tipo de projeto.

#### 2.2.2. Redes PERT/CPM

De acordo com Leite (2007) as redes CPM e PERT significaram um avanço em relação ao Diagrama de Barras. A segmentação do projeto em atividade com fixas durações e inter-relacionadas de forma sequencialmente lógica, permite superar o aspecto negativo dos diagramas de Gantt.

De acordo com Mattos (2010) no ano de 1957 os matemáticos Morgan Walker e James Kelley buscaram entender melhor a correlação entre tempo-custo para os projetos de engenharia. Eles sabiam que acelerar todas as atividades de um projeto não era a melhor maneira de reduzir o prazo de execução do mesmo. Foi então descoberto que ao acelerar determinadas atividades o projeto não sofria um aumento de custo significativo, essas atividades “certas” foram batizadas por Walker e Kelley como "cadeia principal" o que pouco depois seria imortalizado como "caminho crítico" e que seria a base do *Critical Path Method* (Método do Caminho Crítico), cuja sigla é CPM.

Também no ano de 1957 o Método das redes PERT (Program Evaluation and Review Technique - Técnica de Avaliação e Revisão de Programas) surgiu. Ele foi desenvolvido em uma parceria entre a Booz Allen & Hamilton (empresa de consultoria), a Marinha Americana e a Lockheed Aircraft Corporation. O intuito era planejar e controlar o Projeto Polaris, cujo escopo era o desenvolvimento de um míssil balístico essencial para os planos americanos naquela época de Guerra Fria. Inicialmente o Projeto Polaris foi estimado em sete anos, porém o PERT permitiu que a Marinha o executasse em apenas quatro anos. Como as atividades nunca haviam sido desempenhadas as durações foram determinadas de forma probabilísticas, atribuindo para cada atividade uma duração otimista, uma pessimista e uma mais provável. Foi no PERT que surgiu o termo 'caminho crítico' embora o CPM é que o tenha incorporado ao nome. (MATTOS, 2010).

#### 2.2.2.1. Diferenças entre PERT e CPM

Apesar de ser habitualmente confundida como uma técnica de programação única os métodos de planejamento PERT e CPM possuem diferenças essenciais em sua programação, a definição do tempo das atividades é a principal delas.

Para Mubarak (2010); Mattos (2010) e Ávila (2012), a técnica PERT faz uma interpretação dos dados de probabilística, baseada na distribuição de tempo para cada atividade, atribuindo uma duração otimista (a), uma pessimista (b) e uma mais provável (m) para cada uma. O método tem embasamentos estatísticos para calcular a o tempo esperado ( $t_e$ ), a variância e o desvio padrão para completar os eventos. Essas durações probabilísticas podem ser determinadas como sendo:

Equação 1 - Duração probabilística das atividades.

$$t = \frac{(a + 4m + b)}{6}$$

Fonte: Mattos, 2010.

Equação 2 - Desvio padrão.

$$\sigma = \frac{(b-a)}{6}$$

Fonte: Mattos, 2010.

Equação 3 - Variância.

$$V = \sigma^2$$

Fonte: Mattos, 2010.

Sobre a técnica CPM, Mubarak (2010); Mattos (2010) e Ávila (2012), afirmam que o CPM é um algoritmo matematicamente baseado para programar uma rede de atividades de um projeto. Para cada atividade é feita uma única determinação de prazo de duração, baseada em experiência anterior ou registro em arquivos. Este método possibilita a elaboração da rede com uma única determinação do prazo para cada atividade, por esse motivo o CPM é chamado de determinístico.

Ambas as técnicas trazem a proposta de simplificar o planejamento e criação de cronogramas de projetos grandes e complexos. Elas são utilizadas geralmente em projetos de construção civil, de pesquisa e até para desenvolvimento de produtos ou softwares, entre outros. Todos os projetos com atividades interdependentes podem utilizar estes métodos. As vantagens e desvantagens da aplicação serão tratadas no tópico a seguir.

#### 2.2.2.2. Vantagens e desvantagens dos métodos PERT e CPM

Mubarak (2010) ressalta que a tendência entre os gerentes de projetos é fixar as datas de execução das atividades, em vez de permitir que os softwares as calculem com base nos conceitos PERT/CPM. Por exemplo, quando um contrato é feito para a que a instalação da porta tenha início no dia 26 de abril, foi atribuída uma restrição a esta atividade para que se iniciasse nesta data específica. Esta prática retira o cronograma de sua vantagem mais importante: a lógica. A diferença é simples: a lógica é dinâmica. Restrições não são. O gerente de projetos deveria amarrar o início da instalação das portas com o término de outra atividade precedente, como a conclusão do *Drywall* e/ou a entrega das portas. Desta maneira poderíamos considerar a vantagem da técnica, pois com a lógica, tudo o que precisamos fazer é recalcular o cronograma

Ao imaginar o quão complexo seria descrever a metodologia e a conexão lógica, das atividades de um projeto extenso, apenas com palavras é possível perceber que a facilidade e simplicidade na interpretação e manuseio do cronograma é a grande

vantagem de representar a lógica do projeto sob a forma de um diagrama de rede. (MATTOS 2010)

Os pontos positivos e negativos da representação de uma rede sob a forma de cronograma PERT/CPM são mostrados na Figura 15:

Figura 15 - Quadro de vantagens e desvantagens do cronograma PERT/CPM

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sua apresentação é simples e de fácil assimilação.</li> <li>• Facilita o entendimento do significado da folga.</li> <li>• É a base para a alocação de recursos.</li> <li>• É a base para o cronograma físico-financeiro.</li> <li>• É ótima ferramenta de monitoramento e controle.</li> <li>• Serve para geração das programações periódicas e distribuição de tarefas aos responsáveis..</li> <li>• Serve para mostrar o progresso das atividades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não elimina o recálculo da rede para atualização do programa .</li> <li>• Fica difícil perceber como o atraso ou o adiantamento de uma atividade afeta a rede como um todo</li> </ul>

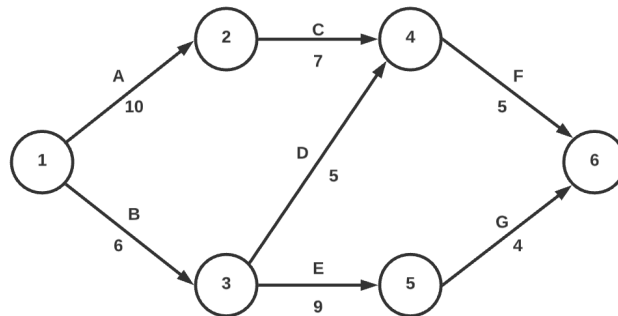
Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.

### 2.2.3. Método das Flechas

A representação do diagrama é normalmente representada pelo método das flechas, qual teve a sua origem nas duas técnicas citadas anteriormente, a PERT e a CPM. Com o passar do tempo, as duas técnicas vieram a ser utilizadas conjuntamente e foram denominadas de PERT-CPM (LIMMER, 1997).

As flechas são usadas para expressar as relações entre as operações e definir uma ou mais das seguintes situações. O diagrama de flechas é formado por um conjunto de setas e nós. As setas representam o tempo, já os nós representam o momento de início e fim das atividades, os quais são chamados de eventos. Os nós são numerados da esquerda para direita e de cima para baixo. O nome da atividade aparece em cima da seta e sua duração embaixo. A direção da seta caracteriza o sentido da atividade, conforme pode ser visto na Figura 16. (TUBINO, 2009)

Figura 16 - Representação PERT/CPM



Fonte – Adaptado de Turbino, 2009.

Para calcular o prazo total da rede, faz-se o cálculo do tempo total gasto até cada evento ser atingido. Por se tratar de uma sequência cronológica, as contas são feitas evento a evento. Deve-se lembrar que a duração total do projeto não é a soma da duração das atividades porque há simultaneidade entre algumas delas, É preciso, então, buscar quem está "governando" o prazo da rede, qual é o caminho que "controla" o tempo total do projeto, o "Caminho Crítico". (MATTOS, 2010).

Segundo Mattos (2010) as atividades que possuem uma margem de tempo são as chamadas não críticas, ela possuem uma folga, logo, podem ser atrasadas até certo tempo sem que acarrete num atraso do projeto. A data mais tarde que uma atividade pode ser executada é chamada de Tempo mais tarde (Tt), a primeira data em que uma atividade pode ser executada é chamada de Tempo mais cedo (Tc). Desta maneira a folga pode ser calculada como a diferença entre Tc e Tt. O caminho crítico é traçado através da identificação dos eventos críticos, ou seja, quando Tc é igual a Tt (MATTOS, 2010).

De acordo com Leite (2007) O cálculo das datas "mais cedo" e "mais tarde" das atividades, a determinação das suas folgas e a identificação daquelas que constituem o caminho crítico possibilita justamente que se acompanhe não só a realização de cada atividade, mas também a influência destas no andamento global da obra.

### 2.3. MÉTODO DA LINHA DE BALANÇEAMENTO

O método teve sua origem em 1941 e foi originalmente desenvolvido pela Goodyear Tire & Rubber Company, sob a orientação de George E. Fouch para programação de tarefas. Ela também foi aplicada pela Marinha dos estados Unidos

durante a Segunda Guerra Mundial, que utilizou esta ferramenta para a programação e controle de projetos repetitivos e não repetitivos. (MATTOS 2010; MENDES JR 1999; ICHIHARA 1997)

Junqueira (2006) relata que o Método LDB é um dos mais conhecidos para programação de projetos lineares. O uso na construção civil difundiu mais pela Europa, porém vários pesquisadores vêm procurando diversas formas de espalhar o uso pelos Estados Unidos, e, outros países estudando os seus conceitos juntamente com outras técnicas matemáticas ou computacionais, como simulação e sistemas baseado no conhecimento.

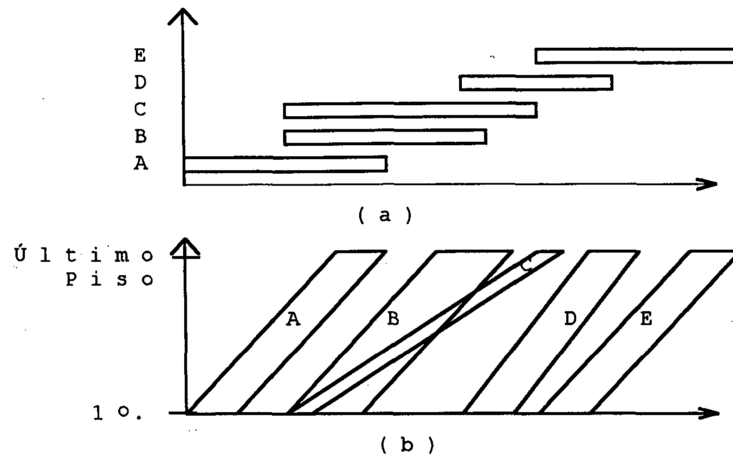
Estudo anteriores que tratam sobre a Linha de Balanceamento consideram o método como a principal ferramenta para construções repetitivas e alegam como não adequada para construções não-repetitivas. (e.g. Arditi *et al.* 2002). Segundo Avila e Jungles (2013), os projetos que se encaixam nesse grupo são conjuntos habitacionais, blocos idênticos de um condomínio, edifícios com pavimentos idênticos (pavimentos tipo), rodovias, dutovias, entre outros. Em contra partida, por exemplo na Finlândia a Linha de Balanceamento tem sido a principal ferramenta de programação para grandes construções. Os finlandeses estabelecem o uso do método tanto em projetos especiais, quanto em obras residência, ambos não-repetitivos. Os maiores benefícios foram alcançados nesses projetos especiais. (e.g. Kiiras 1989, Kankainen *et al.* 1993 apud Soini *et al.* 2004)

Junqueira (2006) defende que através da LDB é possível obter uma visão mais simples da execução das atividades, o que acaba contribuindo na melhoria da produtividade e qualidade dos canteiros de obra, com a vantagem de ser uma técnica gráfica (visual) que será um valioso aliado nas comunicações em obra. Mendes Junior (1997) acrescenta, “Um dos grandes benefícios da técnica de Linha de Balanceamento é que está fornece ritmos de produção e informações de duração em forma gráfica, o que facilita a interpretação”.

Segundo Mendes Jr (1997), a técnica da Linha de Balanceamento deriva de um gráfico de barra Gantt, porém acontece uma inversão dos eixos, ao invés de colocarmos as atividades ou fases da obra no eixo vertical, colocamos as unidades de repetição, como

ilustrado na Figura 17. As barras ainda representam as atividades, entretanto ela passa a ter uma inclinação que representará o ritmo com que avança pelas unidades de repetição.

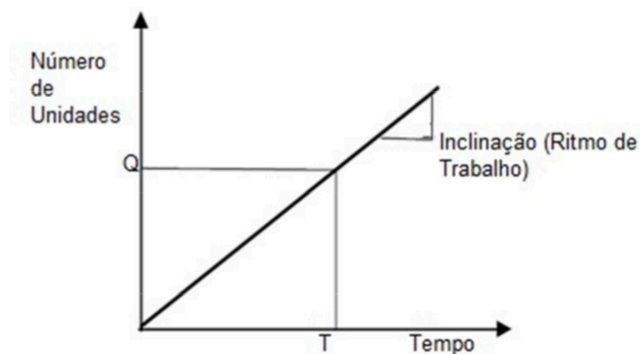
Figura 17 - Gráfico de Gantt x Linha de Balanceamento.



Fonte: Mendes Junior, 1999.

A técnica em questão considera os ritmos de produção como o principal parâmetro de planejamento. Ela é baseada na premissa de que as atividades serão executadas linearmente durante o projeto, mantendo a produtividade durante todo o andamento da obra. A Figura 18 ilustra o conceito de ritmo, onde a inclinação das linhas caracteriza a produtividade, dessa forma quanto mais íngreme for a reta maior será a produtividade (MATTOS, 2010).

Figura 18 - Inclinação (Ritmo) da LDB.

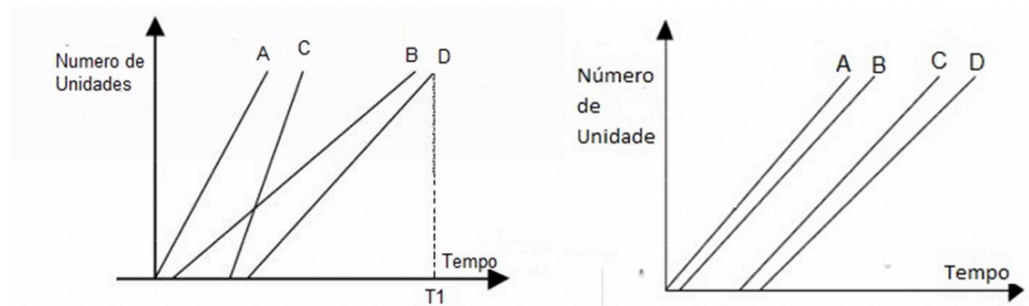


Fonte: Mendes Junior, 1999.



As atividades são mostradas num plano cartesiano, com unidades de repetição como, por exemplo, cômodos, apartamentos, pavimentos, trechos, bases, ou seja, módulos de produção localizadas no eixo das ordenadas e representadas em forma de barras. O eixo das abscissas apresenta a escala de tempo, durações, semanas, dias ou meses, definindo-se ritmos de trabalho iguais ou diferentes onde promove-se linhas balanceadas, como ilustrado na Figura 19. (LIMMER 1997; MENDES JR 1997)

Figura 19 - Balanceamento das atividades.



Fonte: Mendes Junior, 1999.

Segundo Mendes Junior (1999) *apud* Junqueira (2006), este balanceamento possibilita o entendimento de quando as atividades serão concluídas, permitindo uma programação mais assertiva dos recursos, com reaproveitamento de equipes e evitando interrupções de serviços, melhorando a produtividade. Com isso também é possível implantar a pacotização do trabalho, ou seja, definir melhor as tarefas agrupando as atividades em pacotes de serviço, o que facilita o gerenciamento e traz benefícios importantes para a execução. Ao modular a execução é proporcionada a especialização na execução das atividades além de diversos outros benefícios, como mais clareza nas tarefas, melhoria do ritmo de produção e maior garantia na conclusão.

Para a elaboração do método da Linha de Balanceamento é necessário a definição de alguns parâmetros (AVILA E JUNGLES, 2013):

Duração Total (DT): é o tempo total para a conclusão da obra, definido como prazo final e estabelecido em contrato. Sendo o TM o tempo de mobilização, TB o tempo base e TR o tempo restante, a duração total pode ser entendida como o somatório apresentado.

Equação 4 - Duração total do projeto.

$$DT = TM + TB + TR$$

Fonte: Avila e Jungles, 2013.

Tempo de Mobilização ( $T_M$ ): é compreendido como o tempo despendido para execução do canteiro de obras e das atividades prévias ao início das atividades propriamente ditas, ou seja, é o tempo entre a assinatura do contrato até o início efetivo da obra.

Tempo Base ( $T_B$ ): é a duração da execução de uma unidade básica de repetição, isto é, o somatório das durações das atividades presentes em uma unidade básica. Ao considerar  $t(s)$  o tempo de duração de uma atividade qualquer dentro da unidade básica o  $T_B$  pode ser calculado da seguinte forma:

Equação 5 - Tempo base.

$$TB = \sum_{s=A}^K t(s)$$

Fonte: Avila e Jungles, 2013.

Tempo Restante ( $T_R$ ): é o período entre a conclusão da primeira unidade básica de repetição até a data final do empreendimento, pode ser representado da forma abaixo:

Equação 6 - Tempo restante

$$T_R = DT - (T_B + T_M)$$

Fonte: Avila e Jungles, 2013.

Ritmo de Construção ( $\rho$ ): é o número de unidades básicas de repetição pelo tempo. Pode ser calculado através da razão entre o número de unidades básicas restantes após a conclusão da primeira e o tempo restante,  $T_R$ . Podemos expressá-lo conforme a Equação 7.

Equação 7 - Ritmo de construção.

$$\rho = \tan \alpha = \frac{N - 1}{TR}$$

Fonte: Avila e Jungles, 2013.

Duração das Atividades: o cálculo da duração de uma atividade isolada está representado na Equação 08, onde  $T0(s)$  é o total de horas necessárias para realizar a atividade,  $QS(s)$  é a quantidade de serviço daquela atividade e  $\pi(s)$  é a produtividade de uma equipe padrão. O cálculo é função do número total de horas necessárias para a sua conclusão, do número de equipes alocadas ao serviço e do tempo de jornada de trabalho.

Equação 8 - Duração da atividade

$$T0(s) = QS(s) \times \pi(s)$$

Fonte: Avila e Jungles, 2013.

Para expressar a duração de uma atividade em horas, o cálculo efetuado é a razão entre  $T0(s)$  e o número de equipes padrão destinadas para aquela atividade, como representado:

Equação 9 - Duração da atividade.

$$d(s) = \frac{(T0(s))}{N^{\circ}Eq(s)}$$

Fonte: Avila e Jungles, 2013.

Enfim, para o cálculo da duração de qualquer atividade deve-se calcular em conformidade com a jornada de trabalho, sendo assim, deverá transformada para semanas ou meses. Sua representação está demonstrada na Equação 10.

Equação 10 - Duração por jornada de trabalho.

$$T(s) = \frac{d(s)}{Hj} = \frac{T(s)}{N^{\circ}Eq(s) \times Hj}$$

Fonte: Avila e Jungles, 2013.

Número de Equipes: A quantidade de equipes para o cumprimento de uma determinada atividade é diretamente proporcional a duração da unidade básica e do ritmo dos respectivos serviços, como mostrado na Equação 11:

Equação 11 - Número de equipes.

$$N^{\circ}Eq(s) = d(s) \times \rho(s) \text{ ou } N^{\circ}Eq(s) = t(s) \times \rho(s)$$

Fonte: Avila e Jungles, 2013.

Duração Total da Atividade Repetitiva ( $d_T(s)$ ): é dependente do número de repetições da atividade, da sua duração e do número de equipes desprendidas para a sua execução. Quando mantido o ritmo da atividade em cada unidade de repetição essas variáveis se relacionam da seguinte forma:

Equação 12 - Duração total da atividade repetida.

$$dt(s) = \frac{(NR \times d(s))}{N^{\circ}Eq(s)} = \frac{(NR)}{\rho(s)}$$

Fonte: Avila e Jungles, 2013.

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

Este trabalho se caracteriza como um estudo de caso, uma vez que aplica métodos de controle desenvolvidos para construção civil, a fim de melhorar a eficiência construtiva e gerar um melhor conhecimento do andamento de uma obra específica, a qual é objeto do estudo de caso. De acordo com Yin (2010), o estudo de caso é uma das principais modalidades de pesquisa. Ele é caracterizado por ser uma investigação empírica que investiga um fenômeno em seu contexto real. O autor ainda classifica o estudo de caso quanto ao tipo, podendo ser: descritivo, exploratório ou explanatório. Pode existir uma variação na análise, onde o pesquisador pode optar por um caso único ou múltiplo.

Uma vez que o estudo fornece parâmetros para analisar e apresentar os dados coletados. Sendo assim, o mesmo é caracterizado por ser um caso de análise única com caráter explanatório, pois tenta vincular os fatores identificados para compreender as causas e efeitos registrados

A obra que trata o estudo foi escolhida primeiramente por que a empresa onde a autora estagiava permitiu o acesso as obras e aos dados que fossem necessários ao desenvolvimento da pesquisa, a seguir, buscou-se, dentre as obras em execução da empresa, uma que tivesse em execução e fosse finalizada dentro do período de desenvolvimento do presente TCC. A obra escolhida foi a construção de um supermercado localizado no município de Barra Velha – SC, onde a autora atua como estagiária.

Para a análise e elaboração da proposta do presente estudo foram realizadas observações assistemáticas, caracterizada pelo fato de o conhecimento ser obtido através de uma experiência casual, conforme indicado por Rudio (2011), sem que se tenha determinado de antemão quais os aspectos relevantes a serem observados e que meios utilizar para observá-los.

O desenvolvimento desta pesquisa deu-se em várias etapas, as quais estão descritas na Figura 19, desde a revisão da bibliografia reunida no tema e em assuntos afins, até o desenvolvimento e a proposta de um método de planejamento por meio dos

conceitos do Método de Linha de Balanceamento, tendo como ferramentas auxiliares a plataforma Prevision<sup>1</sup> para gerenciamento e acompanhamento de projetos e também planilhas no software Microsoft Excel.

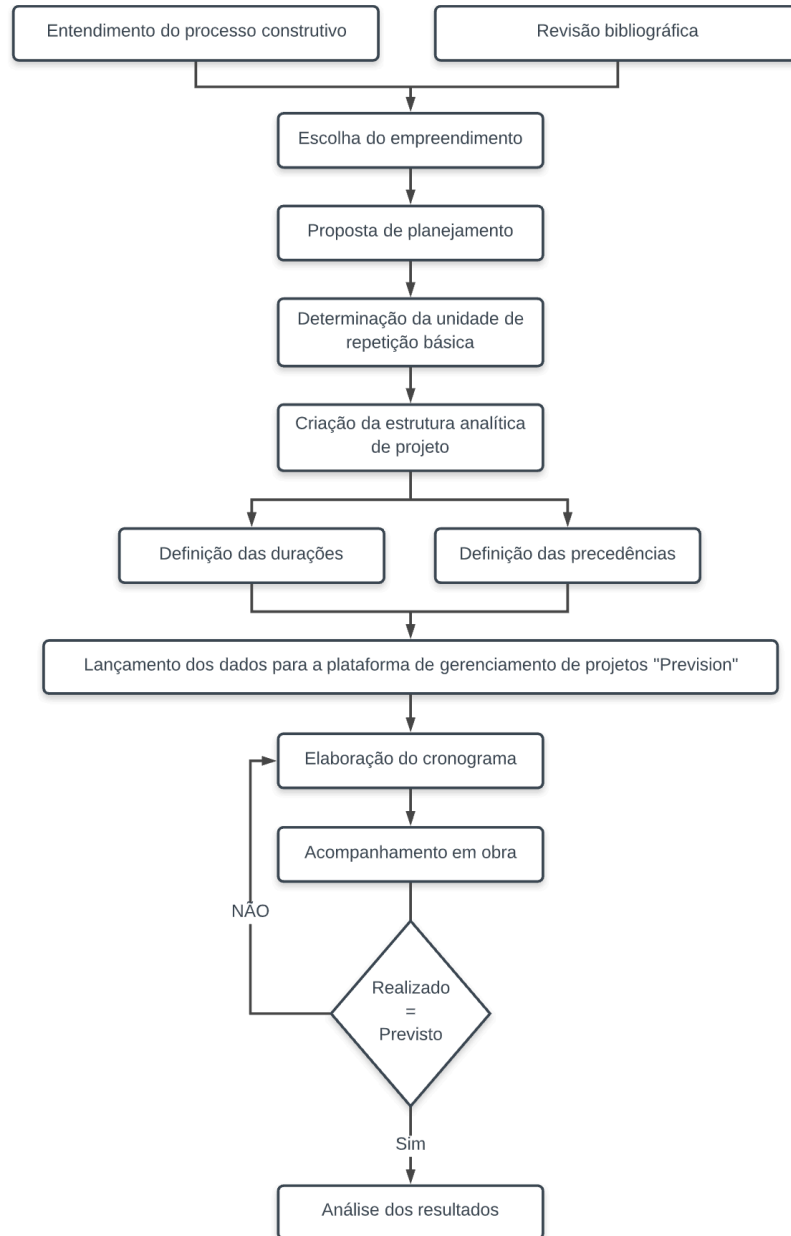
Apresenta-se, a seguir, a descrição da empresa, da obra, e dos procedimentos utilizados durante o desenvolvimento da pesquisa.

### 3.1. FLUXOGRAMA DAS ETAPAS

Figura 20 – Fluxograma das etapas do estudo.

---

<sup>1</sup> Plataforma especializada em planejamento e acompanhamento utilizada para a elaboração da linha de balanceamento e obtenção das análises gráficas.



Fonte: Autora, 2019.

### 3.2. DESCRIÇÃO DA EMPRESA FOCO DO ESTUDO DE CASO

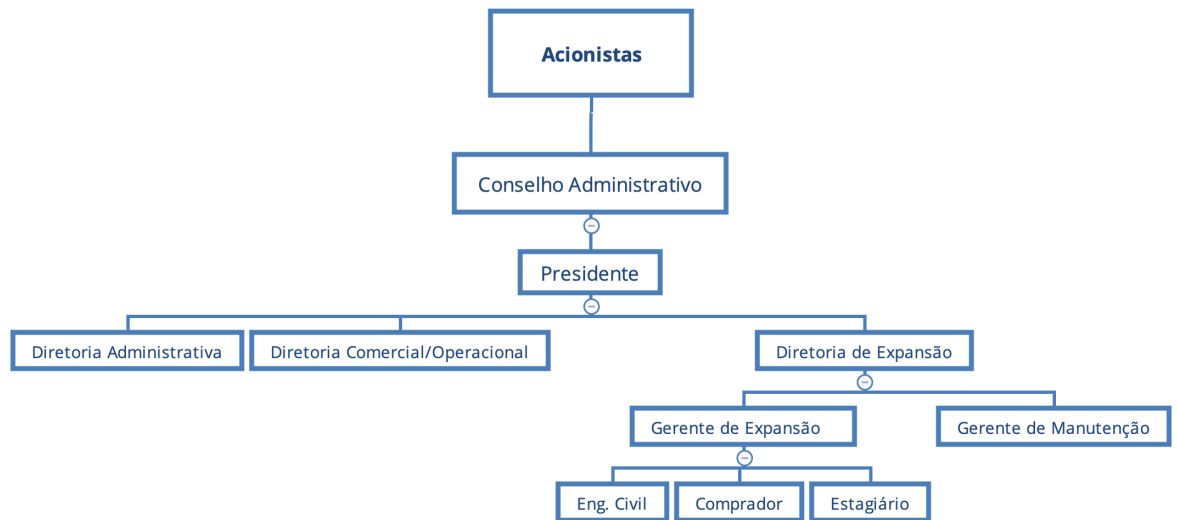
A empresa onde foi realizado o estudo de caso é uma rede de supermercados. Em seu portfólio a empresa possui vinte e sete (27) empreendimentos em funcionamento no litoral catarinense, um centro de distribuição localizado em Tijucas/SC e sua sede localizada no município de Itapema/SC. Além desses empreendimentos, existem outros cinco (5) em execução um planejamento para executar mais vinte (20) novas obras até o ano de 2022.

A empresa não possui um setor específico de engenharia quem faz esse papel é o setor de expansão da rede, que é responsável por definir e executar as obras, exceto naqueles empreendimentos onde um externo executa e aluga o estabelecimento para a rede. Sendo assim cabe ao setor a parte de elaboração e aprovação de projeto, questões técnicas e gerenciamento da obra, além de ser responsável pelas compras de materiais e contratação de prestadores de serviço.

A equipe conta com seis membros que trabalham em conjunto se dividindo entre as obras e o escritório, a Figura 21, mostra o organograma da empresa e aonde a equipe se encontra. Ela é composta por: dois engenheiros, sendo um deles o gerente de expansão, responsável pela definição de projetos e questões técnicas e outro direcionado para a execução e fiscalização das obras; um comprador, responsável pela compra de material e prestadores de serviço, bem como o pagamento e cobrança deles; um estagiário de engenharia que auxilia na parte de orçamento e planejamento dos projetos; um gestor imobiliário independente, responsável pela prospecção de nova áreas e também licenciamentos; um diretor de expansão, responsável também pela prospecção, definição do modelo de loja e investimento; Todas essas atividades são de alguma forma dependentes entre si, portanto toda a equipe trabalha de forma alinhada com o objetivo de evitar qualquer tipo de impedimento que possa atrapalhar o andamento dos projetos.

Figura 21 - Organograma da empresa.





Fonte: Adaptado dos arquivos da empresa, 2019.

Os novos empreendimentos são iniciados após o período de estudo de viabilidade realizado de acordo com os padrões da empresa, onde nele é decidido o modelo de supermercado que atende àquela região, que pode ser: varejo; varejo *express*; atacado. Quando definido o formato iniciam-se os projetos. A maioria deles são realizados externamente e passam apenas pela aprovação do setor de expansão, exceto o hidrossanitário, que é elaborado internamente pelo engenheiro. A etapa de execução pode ser administrada de duas formas, um investidor pode assumir a responsabilidade técnica, de execução e todas as contratações e compras do empreendimento ou a própria equipe de expansão assume a total responsabilidade.

A execução das obras acontecem de forma rápida, em torno de 4 meses para uma obra de 6.000m<sup>2</sup> com estrutura pré-moldada. A empresa foca em entregar em um curto prazo para que os empreendimentos estejam em funcionamento rapidamente. Os processos construtivos precisam atender a esta necessidade (em geral estrutura metálica com vedação em parede pré-moldada de concreto). A localização é de extrema importância, sendo relevante os grandes centros e regiões em desenvolvimento, o que é facilmente encontrado no litoral do estado de Santa Catarina. Quando possível são também construídas lojas ou espaços para alimentação junto ao supermercado, assim é criado um pequeno centro comercial, o que soma para região e favorece a geração de empregos.

### 3.2.1. Planejamento e gerenciamento

Embora a empresa não possua um planejamento formalizado das obras ou departamento específico de planejamento de obras, a etapa de execução conta com a atenção de todos da equipe de expansão, em especial do engenheiro que assume a responsabilidade da obra. O prazo dos empreendimentos são definidos de acordo com a experiência do engenheiro e histórico de obras da empresa, cabe ao engenheiro encarregado da obra garantir os prazos e controlar a execução.<sup>2</sup> Para registrar o andamento da obra são enviados relatórios semanais contendo os acontecimentos. De uma forma mais orgânica, o setor conta com um grupo em um aplicativo de mensagens online, para que possam ser tratadas questões de maior urgência.

As compras realizadas para a obra e as contratações dos prestadores de serviço são efetuadas pelo comprador e validadas com o diretor de expansão. O comprador detém o domínio desses serviços através de uma planilha no software Excel e mantém o controle deles através das atualizações realizadas no ato do contrato ou compra. O modelo utilizado pode ser conferido na Figura 22, ele acaba servindo como uma lista de tarefas para toda a equipe. Através dela é possível identificar os serviços que estão concluídos ou estão sendo realizados de acordo com as datas estipuladas nos contratos de prestadores de serviços ou entrega de materiais.

Grande parte dos contratos são fechados por quantidade de trabalho, os prestadores de serviço garantem a entrega e a qualidade da execução. Na contramão desse formato está a mão de obra, onde os operários são pagos por hora de trabalho, deixando espaço para uma execução menos produtiva, visto que, é mais rentável trabalhar fora do horário comercial ou nos finais de semana. O controle é feito pela própria empreiteira e não possui conferência por parte da empresa da quantidade trabalhada nem da produtividade, podendo agravar a situação rendimento ou até do orçamento esperado.

Figura 22 - Tabela de controle de compras.

---

<sup>2</sup> O controle é feito pelo custo e o prazo final deve ser obedecido pelos empreiteiros, não sendo feito um acompanhamento durante a execução periódico, por exemplo.

MATERIAL E SERVIÇOS	PENHA	PIÇARRAS	ITAJUBA
LAYOUT	PENDENTE	OK	OK
TOPOGRAFIA	OK	OK	OK
PROJETO ARQUITETÔNICO	OK	OK	OK
PROJETO ELÉTRICO	OK	OK	OK
PROJETO HIDROSANITÁRIO	OK	OK	OK
PROJETO BOMBEIRO	OK	OK	OK
PROJETO PISO	OK	OK	OK
ESTUDO IMPACTO VIZINHANÇA	NÃO SERÁ USADO	NÃO SERÁ USADO	NÃO SERÁ USADO
PROJETO AMBIENTAL	NÃO SERÁ USADO	NÃO SERÁ USADO	NÃO SERÁ USADO
PROJETO COMUNICAÇÃO VISUAL EXTERNA	PENDENTE	PENDENTE	PENDENTE
PROJETO COMUNICAÇÃO VISUAL INTERNA	PENDENTE	OK	OK
CONTRATAÇÃO EXTRUTURA METÁLICA E PRÉ MOLDADO	OK	OK	OK
TERRAPLANAGEM E ASFALTO	PENDENTE	PENDENTE	PENDENTE
HÉLICE CONTINUA	PENDENTE	PENDENTE	PENDENTE
DRENAGEM	PENDENTE	PENDENTE	PENDENTE
SEGURANÇA DA OBRA	PENDENTE	PENDENTE	PENDENTE
CONTRATAÇÃO DO PIPÍ MÓVEL	PENDENTE	PENDENTE	PENDENTE
ENTRADA PROVISÓRIA DE ELÉTRICA DA OBRA	OK	PENDENTE	PENDENTE
MÃO DE OBRA DO PISO	PENDENTE	PENDENTE	PENDENTE
CONCRETO E TELAS PARA O PISO	PENDENTE	PENDENTE	PENDENTE
REFRIGERAÇÃO , PORTA PALLETS , GÔNDOLAS E CHEKOUTS	PENDENTE	PENDENTE	PENDENTE
SEL CHEKOUTS	PENDENTE	NÃO SERÁ USADO	NÃO SERÁ USADO
AR CONDICIONADO CENTRAL	PENDENTE	PENDENTE	PENDENTE
CUBICULO SUBSTAÇÃO	PENDENTE	PENDENTE	PENDENTE

Fonte: arquivos da empresa, 2019.

Dois meses antes do término da obra, geralmente antes da execução do piso, é convocada A primeira reunião entre os prestadores de serviço e a equipe de expansão, a Figura 23, ilustra esse momento. A pauta consiste em definir a sequência de serviço que será realizada e os prazos de cada um deles, para que possa ser criado um alinhamento entre os serviços que restam ser realizados.

Figura 23 - Reunião com os prestadores de serviço.



Fonte: Autora, 2019.

Uma segunda reunião é realizada na obra após um mês da primeira reunião, neste segundo momento, além da equipe de expansão e dos prestadores de serviço, são envolvidos diversos outros setores da empresa. Como por exemplo o setor responsável por montar e abastecer a loja, como também o setor que é responsável por contratar o novo quadro de funcionários. Esta pauta tem como objetivo conferir os alinhamentos definidos na reunião anterior, fazer os ajustes necessários e programar os próximos passos. Neste dia é definida a data de inauguração do empreendimento dentro dos dois meses seguintes, no máximo. A partir daí a equipe de marketing prepara e lança a campanha de inauguração e, por isso, o prazo de conclusão precisa ser cumprido.

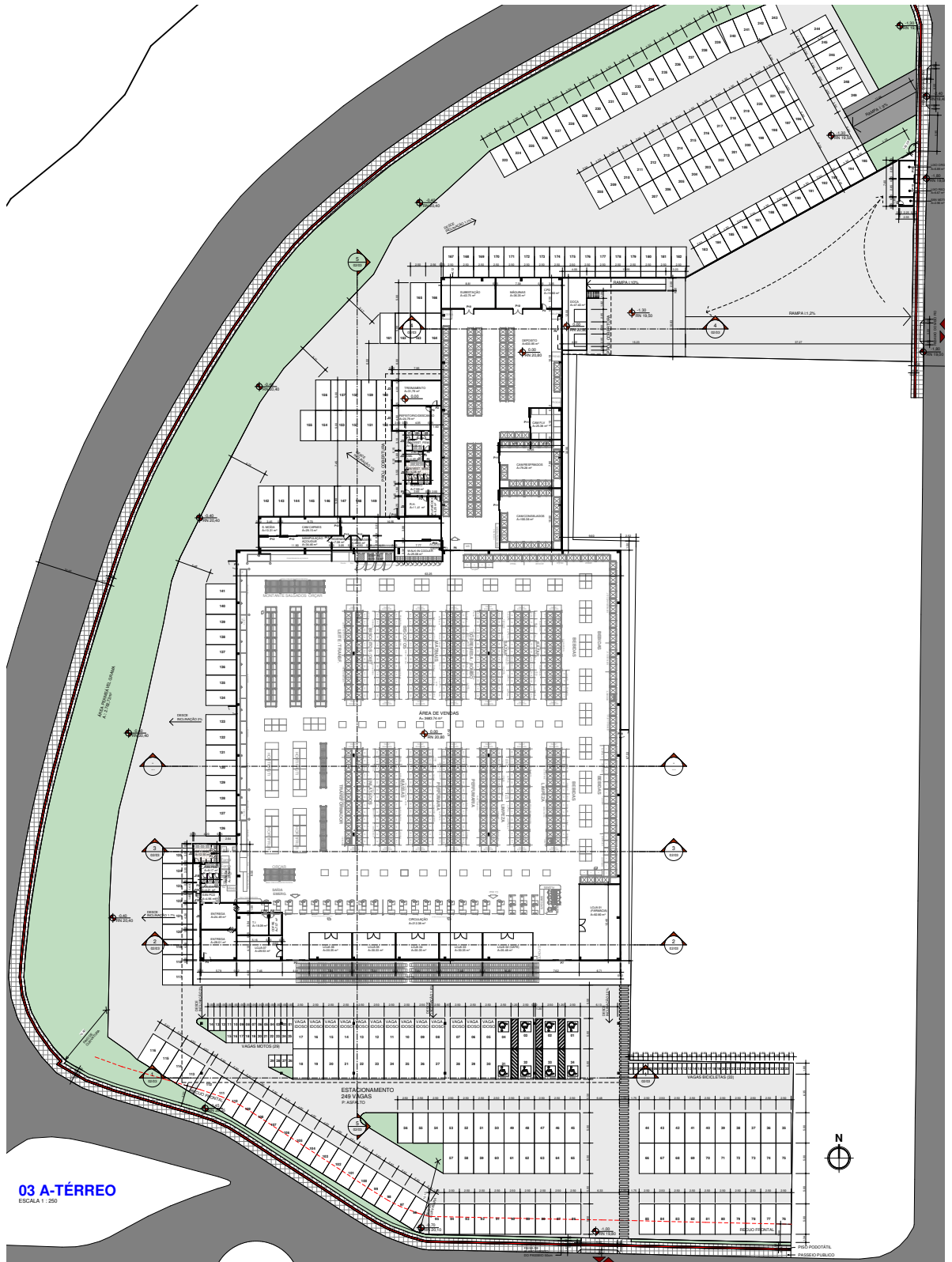
Os encontros seguintes acontecem de acordo com o andamento da execução. As visitas da equipe de expansão à obra acontecem com maior frequência, já que neste momento ela necessita de maior atenção.

Como é possível perceber o acompanhamento das tarefas é bastante empírico. Apesar de funcionar, este formato tende a gerar maiores tensões a medida em que pode vir a existir uma extensão do período de execução, o que é bastante comum quando não existe uma sequência de trabalho pré-definida para que possa ser controlada.

### 3.3. DESCRIÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS

Os empreendimentos são galpões preparados para a instalação de um supermercado, podendo seguir o modelo de varejo ou atacado, a partir deles todos os projetos complementares são realizados por empresas terceirizadas. A obra inclui área de venda, depósito, docas, setor administrativo, salas comerciais e estacionamento coberto. A área de venda possui em média 3000,00m<sup>2</sup>, os depósitos com câmaras frias, câmara de congelados e sala para controle de recebimento de mercadoria totalizam ficam com seus quase 700 m<sup>2</sup>. O empreendimento conta com vagas cobertas e com uma grande valorização do número delas. É possível observar, na Figura 24, um modelo de planta baixas desses empreendimentos.

Figura 24 - Planta térrea.



Fonte: Arquivos da empresa, 2019.

Da mesma forma que os projetos a execução também conta com diversos prestadores de serviço. Como vantagem as obras contam com um elevado número de mão de obra, por outro lado, coordenar mais de vinte equipes e fazer com que elas respeitem as suas sequências construtivas e limitações passa a ser um grande desafio para o engenheiro responsável pela execução.

### 3.4. DESCRIÇÃO DA OBRA EM ESTUDO

O estudo de caso descrito refere-se à construção de um supermercado do modelo atacado, ilustrado na Figura 25, localizado no município de Barra Velha–SC, no bairro Itajubá. A execução da obra é de responsabilidade do setor de expansão da rede de Supermercados, porém especificamente nesse empreendimento o imóvel e o investimento referente a ele pertencem à um investidor externo, cabendo à rede somente o investimento em equipamentos e outros itens descritos em contrato.

Figura 25 - Fachada do empreendimento.



Fonte: Arquivos da empresa, 2019.

O projeto conta com a área de venda, depósito, docas, setor administrativo, dois espaços para locação e estacionamento coberto que complementam o empreendimento. A área de venda possui 3160,00 m<sup>2</sup>, ela contempla todos os setores do atacado. O depósito

com câmaras frias, câmara de congelados e uma sala para controle de recebimento de mercadoria totalizam 750,00 m<sup>2</sup>. Nas docas são três vagas para descarga de caminhões, além da casa de máquinas, lixeiras, sanitário para motoristas e pátio de manobras, totalizando uma área total de 9898,00 m<sup>2</sup>. O setor administrativo é destinado para gestão e organização do atacado, nele estão dispostos: refeitório; sanitários, vestiários, fraldário, sala de entrega, sala de TI, sala de RH, sala de treinamento, DML, Almoxarifado e subestação de energia, totalizando 412,00 m<sup>2</sup>. São oferecidas duas salas comerciais, sendo um quiosque com 12,00 m<sup>2</sup> e outra destinada a farmácia com 64,88 m<sup>2</sup>. O empreendimento conta com 204 vagas, sendo 88 delas cobertas, que totalizam 4845,70 m<sup>2</sup>. Os projetos arquitetônicos estão disponíveis no Apêndice A.

Para a execução do projeto foram adotadas algumas medidas para seguir o padrão construtivo do grupo. A superestrutura e a vedação externa são feitas em concreto pré-moldado. A estrutura da cobertura é metálica e suas telhas são moldadas em loco, para esses serviços sempre é exigido uma mão de obra de ótima qualidade. Para as vedações internas são utilizados blocos pré-moldados com algumas situações de alvenaria estrutural. O piso do galpão é concretado e dimensionado para atender uma resistência à 2,5 Mpa, são feitas juntas de dilatação e seu acabamento é apenas o polimento. Já no estacionamento e na área de manobras de caminhões é feita a pavimentação asfáltica. As instalações em sua maioria são executadas por empresas parceiras e especializadas no serviço, as exceções são executadas por uma empresa especializada em construção civil, que fornece sua mão de obra há pelo menos 5 anos. O mesmo acontece com os acabamentos. Para limpeza e abastecimento da loja é utilizada mão de obra própria.

### 3.5. PROPOSTA DE PLANEJAMENTO ATRAVÉS DE LINHA DE BALANCEAMENTO

A competitividade no setor da construção civil e do mercado em que a empresa atua exige um investimento e atenção nas metodologias que permitam o domínio pleno da obra. Para Maximiano (2000):

O processo de planejamento é a ferramenta que as pessoas e organizações usam para administrar suas relações com o futuro, ele permite elevar o grau de controle sobre os sistemas internos e das relações com o ambiente. A organização que planeja procura antecipar-se às mudanças em seus sistemas internos e no ambiente, como forma de garantir sua sobrevivência e eficácia.

Devido ao sistema de planejamento e gerenciamento encontrado na empresa, com intenção de contribuir a autora propôs-se a elaborar um ambiente de informações para auxiliar na programação de serviços e recursos do empreendimento. Com base nos dados coletados durante o período de estágio, conversas com prestadores de serviços, colegas de trabalho e experiência de outros projetos já realizados foi proposta uma linha de balanceamento automatizada para acompanhar o andamento da execução. As etapas para o desenvolvimento da LDB serão detalhadas ao longo desse capítulo.

A plataforma de gerenciamento de projetos “Prevision” foi escolhida por se encaixar na necessidade atual da empresa e atender os requisitos de agilidade na operação, eficiência e previsibilidade. Nela é possível criar a linha de balanceamento com relação de dependência entre as atividades, o que proporciona uma gestão mais visual da obra. Por ser uma plataforma online com atualizações em tempo real passa a existir uma conexão entre o canteiro e o escritório, já que o controle pode ser feito através de medições em obra via aplicativo móvel.

Com a linha de Balanceamento criada a previsão do término da obra está prevista, a sua alteração vai depender das atualizações feitas de acordo com a relação entre a etapa atual da obra e o esperado pelos planejadores. A automatização e as dependências entre as atividades permitem a criação de simulações que podem ser manipuladas em minutos e revelam os impactos de cada cenário.

Através desta ferramenta pretende-se possibilitar para o planejador um ambiente de controle e gerenciamento do empreendimento, tornando as tomadas de decisões mais claras e seguras por meio de simulações conforme o cenário em que a obra se encontra ou simplesmente pelo andamento que a execução apresenta. Como o planejamento proposto pela autora não foi executado pela equipe ele passou a ter caráter de acompanhamento da programação com o intuito de identificar os principais fatores que ocasionaram a extensão da duração das atividades programadas e as consequências que eles geraram.

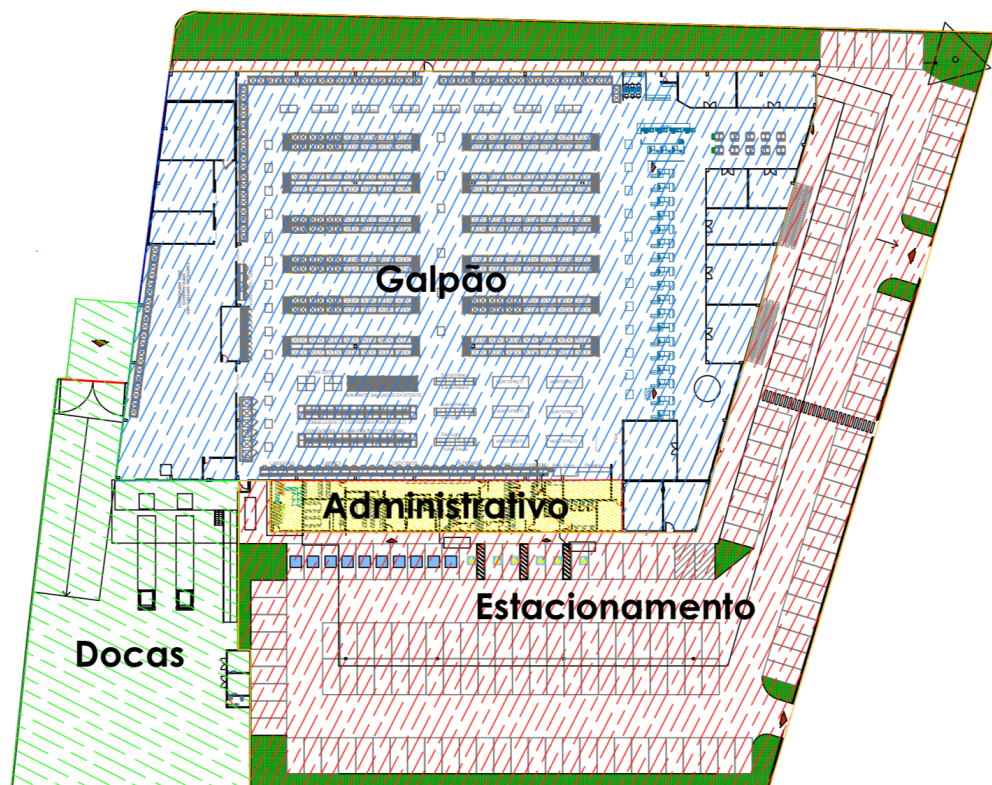


### 3.6. DETERMINAÇÃO DA UNIDADE BÁSICA DE REPETIÇÃO

Da mesma forma que Valente *et al.* (2014) implementou uma sequência de trabalho para a área comum de um edifício residencial, mesmo não apresentando uma interação entre as atividades, a unidade básica de repetição deste projeto será definida por regiões. O critério utilizado para a segmentação é baseado na complexidade de cada área, respeitando as características construtivas. Como exemplo, um fator determinante é a execução do piso, onde é necessário considerar os panos de concretagem, um outro fator seria a segmentação entre áreas externas e internas.

As unidades de repetições básicas podem ser melhor entendidas na Figura 26, que ilustra a divisão entre 4 áreas. São elas, estacionamento, galpão, administrativo e docas.

Figura 26 - Divisão da unidade básica de repetição.



Fonte: Adaptado arquivos da empresa, 2019.

Para proporcionar uma melhor gestão do planejamento através da LDB foi necessário criar uma unidade de repetição inicial que representa toda a área

posteriormente subdividida. Chamada de “Serviços Preliminares”, esta segmentação abrange todas as atividades que são realizadas antes de existir uma caracterização das unidades básicas de repetição, ou seja, quando o terreno destinado para o empreendimento ainda está sendo preparado.

### 3.7. CRIAÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO

Como a empresa não possui um planejamento das obras não foi possível obter um histórico das atividades que são realizadas durante a execução. Em contra partida o setor financeiro precisa lançar todas as notas fiscais referentes a cada novo empreendimento e descrevê-las, conforme ilustrado na Figura 27.

Figura 27 - Planilha com o controle das notas fiscais e o levantamento das atividades.

Descrição	Serviço	Faturar	Valor	Status
IPTU ATRASADO	Taxa	OSNY	R\$ 0,59	Pago
TAXA DE CONTRUÇÃO- TAFO	Aprovação do projeto na prefeitura	OSNY	R\$ 695,94	Pago
ISS DA OBRA	Taxa	OSNY	R\$ 1.060,11	Pago
ALUGUÉL ROÇADEIRAS	Limpeza do terreno	OSNY	R\$ 13,80	Pago
PROJETO PISO	Projeto do Piso	OSNY	R\$ 555,00	Pago
Topografia e plano altimétrico	Topografia	OSNY	R\$ 198,00	Pago
eNGENHARIA LTDA- PROJETO ELÉTRICO	Projeto Elétrico	EMPRESA	R\$ 480,00	Pago
FERROS	Contenções	MARIA	R\$ 296,52	Pago
MADEIRAS	Contenções	OSNY	R\$ 98,40	Pago
BLOCOS	Contenções	MARIA	R\$ 168,35	Pago
POSTE DE ENTRADA Provisoria	Contenções	MARIA	R\$ 50,26	Pago
Premoldados	Terraplanagem	MARIA	R\$ 6.000,00	Pago
asfalto	Terraplanagem	MARIA	R\$ 29,74	Pago
asfalto	Terraplanagem	MARIA	R\$ 2.878,28	Pago
asfalto	Terraplanagem	MARIA	R\$ 3.091,98	Pago
BLOCOS	Contenções	MARIA	R\$ 171,94	Agendado
TAXA MEIO AMBIENTE	Taxa	MARIA	R\$ 2,34	Agendado
MATERIAL ELÉTRICO	Instalações Elétricas	MARIA	R\$ 10,91	Agendado
FERROS	Contenções	MARIA	R\$ 317,16	Pago
CONCRETO-	Contenções	MARIA	R\$ 238,50	Pago
locação pipi móvel	Canteiro	MARIA	R\$ 5,79	Pago
SOLUÇÃO AMBIENTAL- CORUJAS	Ambiental	MARIA	R\$ 330,00	Pago
CONCRETO-	Contenções	MARIA	R\$ 79,50	Agendado
HEINING- BLOCOS	Contenções	MARIA	R\$ 171,94	Agendado
CONCRETO-	Contenções	MARIA	R\$ 159,00	Agendado
CONCRETO-	Contenções	MARIA	R\$ 254,40	Agendado
MÃO DE OBRA PREDIAL	Mão de Obra	OSNY	R\$ 536,17	Pago
FERRAGENS	Contenções	OSNY	R\$ 315,00	Pago
CONCRETO-	Contenções	MARIA	R\$ 95,40	Agendado
TRANSPORTES	Terraplanagem	OSNY	R\$ 301,50	Pago
TRANSPORTES	Terraplanagem	OSNY	R\$ 21,60	Pago
ESTRUTURAS METÁLICAS E PRÉ MOLDADOS	Supra Pré-Moldado	EMPRESA	R\$ 30.000,00	Pago
ESTRUTURAS METÁLICAS E PRÉ MOLDADOS	Blocos de Fundação	EMPRESA	R\$ 6.388,07	Agendado

Fonte: arquivos da empresa, 2019.

Uma vez que possuía o projeto arquitetônico e uma planilha para auxiliar no levantamento das atividades, a autora foi capaz de criar pacotes de serviço, por meio de conversas com os membros do setor e por experiência neste modelo de construção. Foi então elaborada a estrutura analítica de projeto representada na Figura 28.

Figura 28 – Estrutura analítica de projeto.

CÓDIGO	ITEM	SERVIÇO
<b>1</b>	<b>A</b>	<b>Infraestrutura</b>
1.001	A5	Limpeza do terreno
1.002	A10	Locação da obra
1.003	A15	Terraplanagem
<b>2</b>	<b>B</b>	<b>Supraestrutura</b>
1.004	B5	Locação da superestrutura
1.004	B10	Fundação
1.005	B15	Contenções
1.006	B20	Blocos de Fundação
2.003	B25	Supra Pré-Moldado
2.004	B30	Supra Metálica
2.005	B35	Piso
<b>3</b>	<b>C</b>	<b>Vedação</b>
3.001	C5	Muro de Fechamento
3.002	C10	Cobertura
3.003	C15	Alvenaria
3.004	C20	Reboco
<b>4</b>	<b>D</b>	<b>Instalações</b>
4.001	D5	Instalações pelo piso
4.002	D10	Instalação de Rufos
4.003	D15	Instalação de Calhas
4.004	D20	Instalações Hidrossanitárias
4.005	D25	Instalações Elétricas
4.006	D30	Sistema de Climatização
4.007	D35	Camâras frias
4.008	D40	Instalação Lógica
4.009	D45	Gás
4.010	D50	Porta pallets
4.011	D55	Sistema de sonorização
4.012	D60	Gôndolas Eletrofrío
4.013	D65	Check-outs
4.014	D70	Sistema de Segurança
<b>5</b>	<b>E</b>	<b>Acabamentos</b>
5.001	E5	Pintura
5.002	E10	Materiais de Segurança
5.003	E15	Esquadrias
5.004	E20	Vidros
5.005	E25	Pavimentação Asfáltica
<b>6</b>	<b>F</b>	<b>Acabamento Fino</b>
6.001	F5	Comunicação visual interna
6.002	F10	Móveis
6.003	F15	Revestimentos
6.004	F20	Pedras, bancadas
6.005	F25	Louças e metais
6.006	F30	Forro
6.007	F35	Sinalização
6.008	F40	Comunicação visual externa
<b>7</b>	<b>G</b>	<b>Serviços Complementares</b>
7.001	G5	Abastecimento linha seca
7.002	G10	Abastecimento Resfriado e Congelado
7.003	G15	Limpeza

Fonte: Autora.

### 3.8. DEFINIÇÃO DAS DURAÇÕES E PRECEDÊNCIAS

Da mesma forma que a empresa não possui um histórico de atividades, também não possui dados relativos que possam auxiliar no cálculo das durações ou na definição das precedências.

As frentes de trabalho são liberadas de acordo com a produtividade de cada equipe, o que pode ser muito variável devido a necessidade do cumprimento do prazo. A definição das durações foi baseada na experiência da equipe e na execução de outros projetos semelhantes no passado, assim como as precedências entre as atividades que seguem a lógica construtiva mais coerente entre as prioridades encontradas e a sequência de execução exigida.

Em ambos os casos o mestre de obras, os prestadores de serviço e os próprios funcionários que estão presentes na obra contribuíram para obter as informações. Para a definição das durações e precedência foi feita uma planilha no Excel, onde foram inseridas as atividades com suas informações. Esta relação pode ser encontrada na Figura 29:

Figura 29 – Quadro de precedências e durações.

CÓDIGO	ITEM	SERVIÇO	PREDECESSORA	Serviços preliminares	Estacionamento	Loja/ Galpão	ADM	Docas
<b>1</b>	<b>A</b>	<b>Infraestrutura</b>						
1.001	A5	Limpeza do terreno	-	10				
1.002	A10	Locação da obra	A5	2				
1.003	A15	Terraplanagem	A10	15				
<b>2</b>	<b>B</b>	<b>Supraestrutura</b>						
1.004	B5	Locação da superestrutura	A15	2				
1.004	B10	Fundação	B5	20				
1.005	B15	Contenções	A15	50				
1.006	B20	Blocos de Fundação	B5	25				
2.003	B25	Supra Pré-Moldado	B20		15	15		
2.004	B30	Supra Metálica	B25		10	10		
2.005	B35	Piso	D5			15	15	
<b>3</b>	<b>C</b>	<b>Vedação</b>						
3.001	C5	Muro de Fechamento	A15	100				
3.002	C10	Cobertura	B30		7	10		
3.003	C15	Alvenaria	A10			10	10	10
3.004	C20	Reboco	C15			10	10	10
<b>4</b>	<b>D</b>	<b>Instalações</b>						
4.001	D5	Instalações pelo piso	C10			5	5	
4.002	D10	Instalação de Rufos	C10		6	6		
4.003	D15	Instalação de Calhas	C10		5	5		
4.004	D20	Instalações Hidrossanitárias	C15		5	5	10	10
4.005	D25	Instalações Elétricas	C15		10	25	10	
4.006	D30	Sistema de Climatização	B35			15		
4.007	D35	Camâras frias	B35			20		
4.008	D40	Instalação Lógica	D25			15		
4.009	D45	Gás	C10			10		
4.010	D50	Porta pallets	C10			25		
4.011	D55	Sistema de sonorização	D50			10		
4.012	D60	Gôndolas Eletrofrio	D50			20		
4.013	D65	Check-outs	D25			10		
4.014	D70	Sistema de Segurança	D50			10	5	
<b>5</b>	<b>E</b>	<b>Acabamentos</b>						
5.001	E5	Pintura	C10					10
5.002	E10	Materiais de Segurança	E5			10	10	
5.003	E15	Esquadrias	E5			12	8	
5.004	E20	Vídeos	E15			15	5	
5.005	E25	Pavimentação Asfáltica	B30		10			10
<b>6</b>	<b>F</b>	<b>Acabamento Fino</b>						
6.001	F5	Comunicação visual interna	E5			20		
6.002	F10	Móveis	C10			15	10	
6.003	F15	Revestimentos	C20			10	10	
6.004	F20	Pedras, bancadas	F10			5	5	
6.005	F25	Louças e metais	F20			5	5	
6.006	F30	Forro	C10			5	7	
6.007	F35	Sinalização	E25		5			3
6.008	F40	Comunicação visual externa	E25		10			
<b>7</b>	<b>G</b>	<b>Serviços Complementares</b>						
7.001	G5	Abastecimento linha seca	D50			15		
7.002	G10	Abastecimento Resfriado e Congelado	D35			10		
7.003	G15	Limpeza	G5			10		3

Fonte: Autora.

### 3.9. LANÇAMENTO DOS DADOS PARA A PLATAFORMA DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS "PREVISION"

Após as etapas de levantamento de dados e definições das informações necessárias concluída o próximo passo é a elaboração da linha de Balanceamento através da plataforma “Prevision”, como proposto pela autora.

#### 3.9.1. Cadastro de usuário e de projeto

O acesso a plataforma é protegido e requer permissão através do cadastro do usuário, para que seja controlada a visualização do planejamento elaborado. Em seguida o usuário pode configurar seu perfil com as informações que julgar necessárias.

O próximo passo é a criação do um projeto que será executado, ele pode ser nomeado e caracterizado como na Figura 30.

Figura 30 – Tela para o cadastro de projeto.

**Editar projeto**  
Itajuba

Nome  
Itajuba

Área  
7,267 m<sup>2</sup>

Membros

Endereço  
Rua Irmãos Barbalho, 2502 - Itajubá II, Barra Velha - SC, 88390-000, Br

Map data ©2019

Fonte: Tela da plataforma Prevision, 2019.

### 3.9.2. Calendário global

Para dar início ao planejamento, inicialmente é feito o lançamento do período previsto para a execução do empreendimento, ver Figura 31. A plataforma permite a configuração dos dias considerados úteis, portanto o planejador pode definir os dias trabalhados. Na obra estudada foi definido os dias úteis de segunda-feira a sexta-feira, considerando os feriados, podendo sofrer alterações conforme o andamento.

Figura 31 – Tela para o lançamento do calendário.

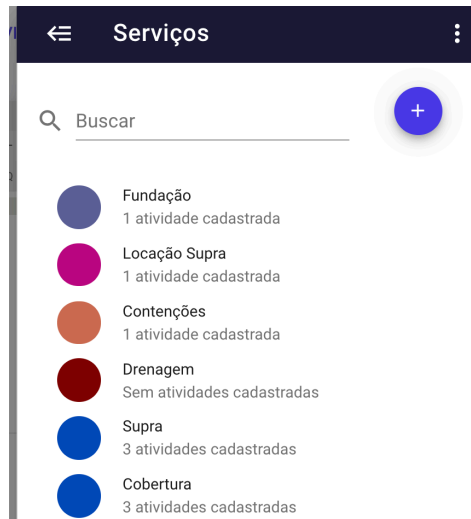


Fonte: Tela da plataforma Prevision, 2019.

### 3.9.3. Cadastro das unidades básicas de repetição e atividades

Para dar sequência a montagem do sistema adicionam-se as cinco unidades básicas de repetição. Na plataforma elas são denominadas “pavimentos”, porém como definido anteriormente teremos a sequência, serviços preliminares, estacionamento, galpão, administrativo e docas. Em seguida é feito o cadastramento das atividades que serão controladas de acordo com a Estrutura Analítica de Projeto. A lista final está parcialmente apresentada na Figura 32.

Figura 32 - Lista de serviços cadastrada

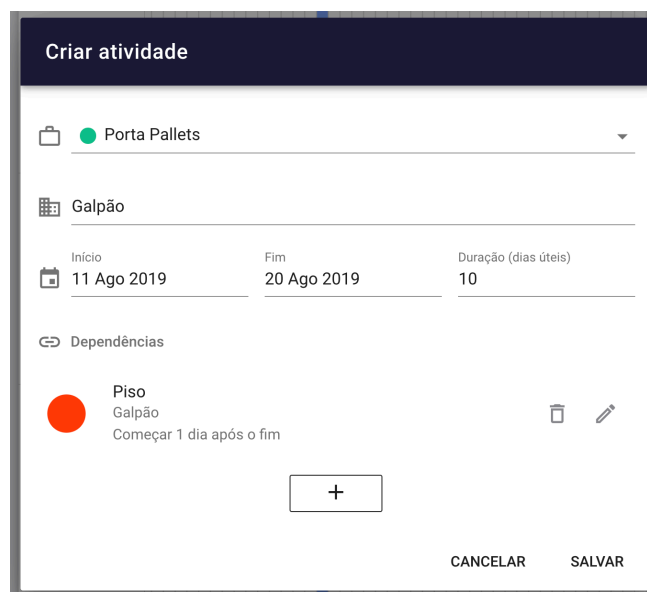


Fonte: Tela da plataforma Prevision, 2019.

#### 3.9.4. Construção da Linha de Balanceamento

O passo seguinte é finalmente a construção da Linha de Balanceamento, adicionando as atividades já cadastradas ao cronograma, como ilustrado na Figura 33, seguindo o que havia sido definido como duração e sequência lógica de execução do projeto. O cronograma construído pode ser visualizada no Apêndice B.

Figura 33 – Tela para lançamento de atividades para a criação da LOB.



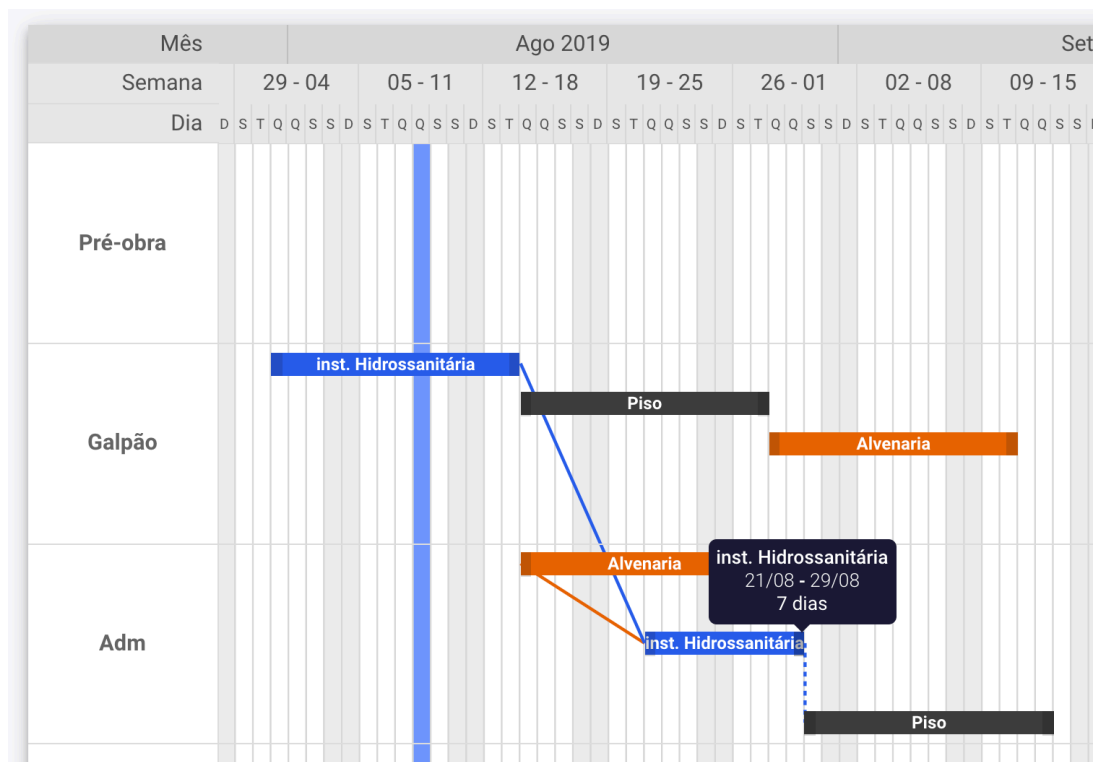
Fonte: Tela da plataforma Prevision, 2019.



Quando as atividades são adicionadas pode-se definir em quais unidades de repetição estarão presentes e suas predecessoras, inclusive podendo depender dela mesma em unidades de repetição diferentes. Também são definidas as datas de início e término de cada atividade, contudo a própria plataforma predetermina e altera automaticamente de acordo com as precedências escolhidas, respeitando a duração determinada.

Como podemos observar na Figura 34, a linha de Balanceamento gerada pela plataforma tem algumas diferenças em relação àquelas estudadas no capítulo anterior.

Figura 34 - Tela de visualização da LDB



Fonte: Tela da plataforma Prevision, 2019.

Nota-se pela pesquisa bibliográfica que os livros trazem a Linha de Balanceamento de forma mais simples, apenas com uma barra como forma de representação de cada atividade. Contudo a plataforma utilizada apresenta as atividades em forma de blocos e segmentadas de acordo com a sua unidade de repetição, dando mais agilidade para o programador. A tela do cronograma também disponibiliza as dependências entre as atividades, informa tempo de duração e data de execução delas (ver Figura 33).

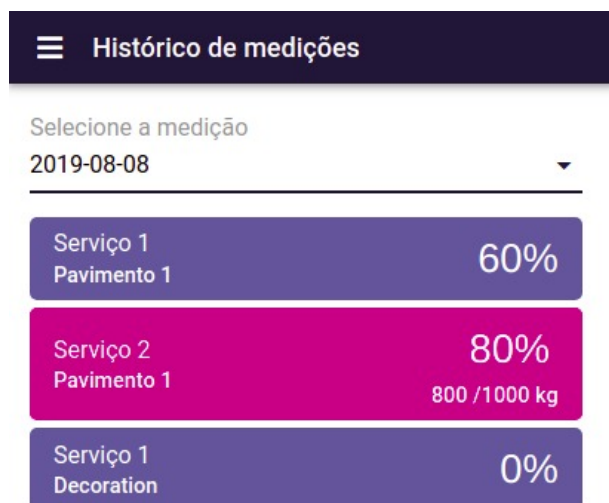
### 3.10. ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO

Conforme mencionado anteriormente, a empresa não adotou o método de programação proposto e sim, unicamente para elaboração deste estudo, no entanto a proposta de acompanhamento permaneceu para avaliar o planejamento e controle executados. Os levantamentos de dados e estruturação da proposta tiveram o início em fevereiro, portanto o cronograma desenvolvido abrangeu todo período da execução da obra, proporcionando o acompanhamento completo dos serviços.

Com todas as atividades a serem controladas definidas, a Linha de Balanceamento já automatizada e o cronograma da obra em mãos o próximo passo é o acompanhamento no canteiro da obra. Durante sete (7) meses a autora, com auxílio do engenheiro responsável pela execução do empreendimento, estava encarregada de fazer medições a fim de avaliar o andamento das atividades. Por meio de visitas ao local foi possível manter a atualização do andamento a cada, pelo menos, duas semanas.

A ferramenta utilizada é disponibilizada pela mesma plataforma utilizada na elaboração da LDB, um aplicativo com critério de porcentagem concluída por serviço foi desenvolvido para essa tarefa. A *interface* do aplicativo pode ser visualizada na Figura 35 a seguir:

Figura 35 - interface do aplicativo de medição.



Fonte: Tela da plataforma Prevision, 2019.

Desta forma o cronograma se mantém atualizado, permitindo que o planejador observe dados como dias de atraso e o índice de produtividade da obra, além do *status* de medição de cada atividade. A partir dessas informações o replanejamento fica mais fácil de ser realizado, possibilitando a simulação de cenários diversos, com a intenção de visualizar os impactos que cada desvio de programação ou mudança estratégica pode causar.

Além das medições o andamento da execução é registrado nos diários de obra, neles é possível obter informações mais detalhadas dos andamentos, trazendo as causas dos prolongamentos dos prazos e as soluções encontradas para cumprir o cronograma, e até mesmo com fotos da construção. Como exemplo conferir a Figura 36:

Figura 36 – Concretagem do último pano de piso.



Fonte: Autora.

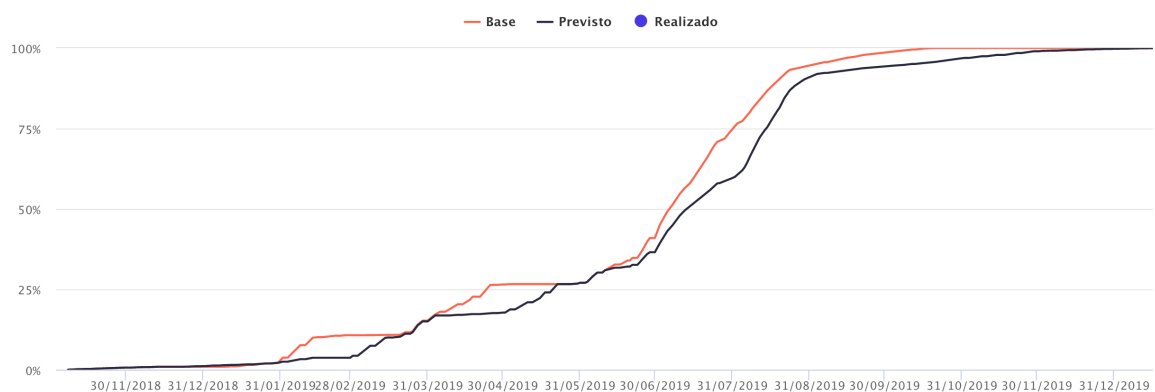
Estas ferramentas serão a base para todo o desenvolvimento desse estudo, os registros e acompanhamentos serão compostos de informações ricas para que a avaliação

no planejamento utilizado pela empresa possa ser realizada de forma justa e adequada. No capítulo a seguir as análises feitas ao longo da execução serão tratadas mais profundamente trazendo a discussão e os resultados do acompanhamento.

O cronograma elaborado inicialmente, como descrito no item 3.9.4, sofreu alterações ao longo da execução para que a sua atualização passasse a ser utilizada com o intuito de comparação com o cronograma real da obra. Esse cronograma pode ser visualizado no Apêndice C. De uma forma mais visual, esses cronogramas são traduzidos para uma curva de evolução de serviço, esta ferramenta permite o acompanhamento à medida que a obra avança na execução através das medições efetuadas.

Conforme as divergências de prazo surgem, o cronograma é adaptado de acordo com as necessidades de conclusão de cada etapa. Estas atualizações permitem a visualização do impacto gerado pelos imprevistos, dependendo da atividade que estava envolvida, se esta for crítica, resultará em atraso na conclusão do empreendimento. A análise é feita através da divergência entre a curva do cronograma base, laranja, e a nova curva prevista, preta. O deslocamento à direita da curva base indica um adiantamento na execução, já o deslocamento à esquerda aponta o atraso. A Figura 37 traz um exemplo do gráfico citado.

Figura 37 – Curvas de Serviço.



Fonte: Tela da plataforma Prevision, 2019.

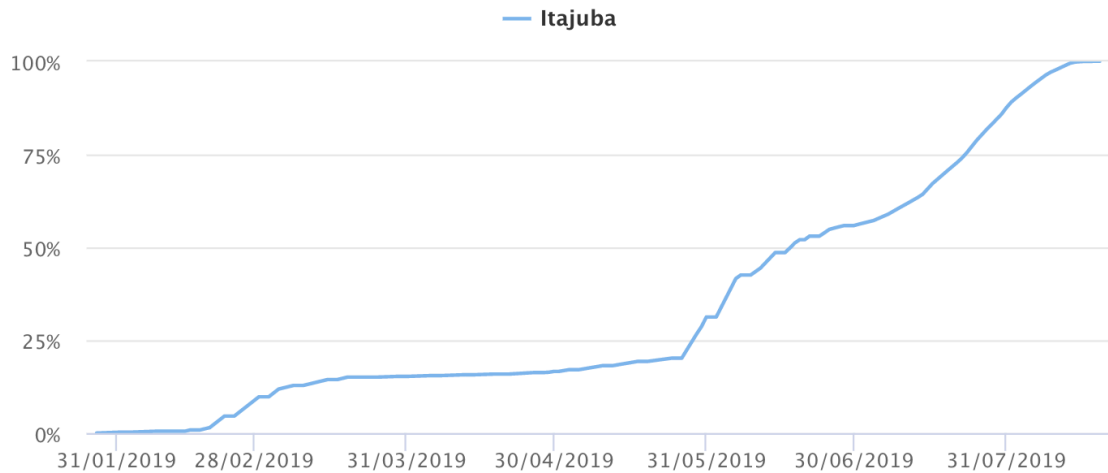
## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O presente capítulo tem como objetivo apresentar o diagnóstico do sistema de planejamento da empresa participante deste estudo de caso junto com uma proposta de programação através da Linha de Balanceamento. Inicialmente será feita uma comparação entre o esperado e o realizado. Em seguida será feita a exposição dos fatores para não cumprimento do prazo, bem como as deficiências encontradas, incluindo a identificação de fatores que facilitam ou dificultam a implementação do sistema. O capítulo é finalizado com uma análise do impacto financeiro que pode ser causada pela falta de práticas de programação e acompanhamento da obra.

### 4.1. ACOMPANHAMENTO DO CRONOGRAMA

No Capítulo 3.5 é proposta a elaboração de uma linha de balanceamento a partir dos dados de duração e precedência obtidos através de experiências dos engenheiros, mestre de obras e prestadores de serviços. Esta linha de balanceamento inicialmente definida passou a ser o cronograma base para o planejamento da obra em estudo. O cumprimento das atividades acumulado gera, através da plataforma Prevision, a Curva de Serviço base, que está ilustrada na Figura 38. Com a data de conclusão da obra prevista para o dia 19 de agosto de 2019, como apresentado no Apêndice B.

Figura 38 - Curva de Serviço base.

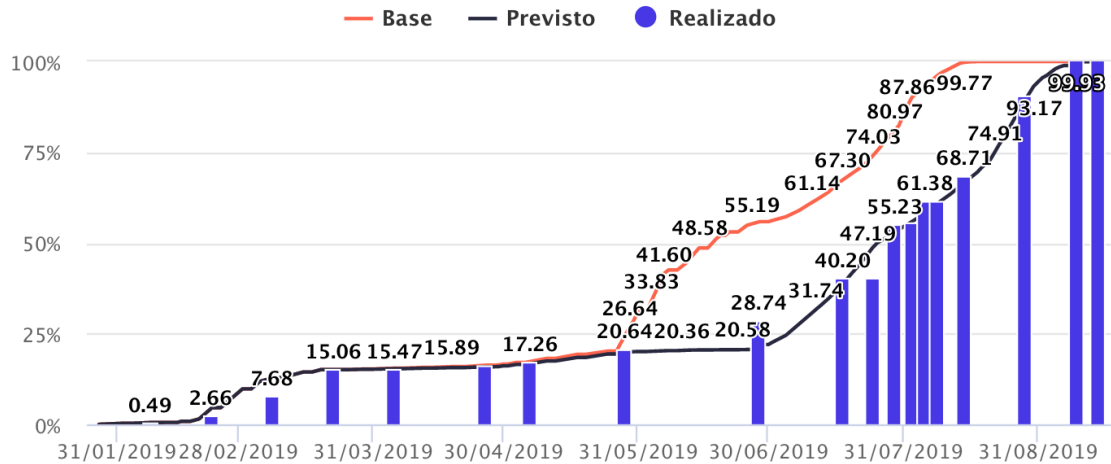


Fonte: Plataforma Prevision, 2019

Como descrito no Capítulo 3, a empresa do estudo em questão não possui a prática do uso de ferramentas que auxiliem no planejamento e no controle de execução das obras. Ela está, então, suscetível às consequências causadas pela confusão de informações e volume de serviço em suas execuções. Sendo assim a conclusão dos resultados obtidos poderá ser visualizada no Apêndice D com a Linha de Balanceamento gerada a partir das atualizações no cronograma. Como resultado do andamento da obra, é observado um atraso de 26 dias, que levou a entrega da obra para o dia 14 de setembro de 2019.

O gráfico de avanço físico, ou a Curva S de serviço também ilustra a divergência entre a base da programação e o que acontecia na prática. O resultado é gerado através de uma análise do avanço físico financeiro, onde o peso da realização das atividades condiz com a sua parcela de orçamento da obra. Os dados de orçamento utilizados foram disponibilizados pela empresa e organizados de acordo com as atividades pela autora, porém por motivos de sigilo comercial os valores não fazem parte deste estudo. Este resultado é apresentado na Figura 39.

Figura 39 - Gráfico de avanço físico.



Fonte: Plataforma Prevision, 2019

O gráfico acima auxilia na comparação de quão distante o cronograma base (curva laranja), que representa o avanço programado no início da execução, está do que foi realizado na obra. A curva preta é gerada a partir dos ajustes no cronograma, onde um novo prazo para o cumprimento das atividades é previsto. As barras roxas, são as medições realizadas em obra e representam o avanço real da execução.

A partir destes dados é possível observar o início suave característico da curva S onde a curva prevista acompanha a curva base. Porém no final do mês de maio o gráfico mostra as curvas se distanciando. A curva prevista ficou mais à direita da curva base, resultando em 28,74% e 55,19% no final de junho, o que representa apenas 52% da execução esperada, sinal que o cronograma tem alta concentração de atividades na etapa final do projeto, os motivos de tais divergências serão aprofundados nos itens a seguir.

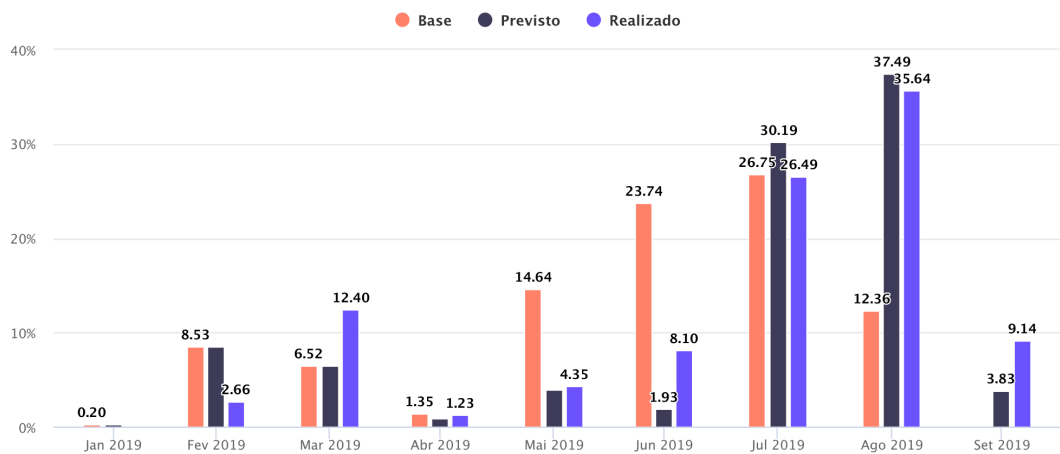
Nestas circunstâncias os desembolsos são concentrados na fase final, o que dificulta a captação de recursos por parte da empresa, visto que devido a expansão acelerada uma programação dos recursos financeiros precisa ser realizada e posteriormente controlada. O mesmo ocorre com a demanda de mão de obra, que cresce exponencialmente devido a necessidade de cumprimento de prazo, mas depende da disponibilidade de equipes dos prestadores de serviço.

## 4.2. ANÁLISE DO NÃO CUMPRIMENTO DO PRAZO

### 4.2.1. Evolução mensal

No tópico anterior, a análise do gráfico de avanço físico relata que a partir do mês de maio passa a existir uma divergência no que era esperado da execução. Através do gráfico de barras é reforçada essa observação. Veja a Figura 40:

Figura 40 - Gráfico de evolução mensal.



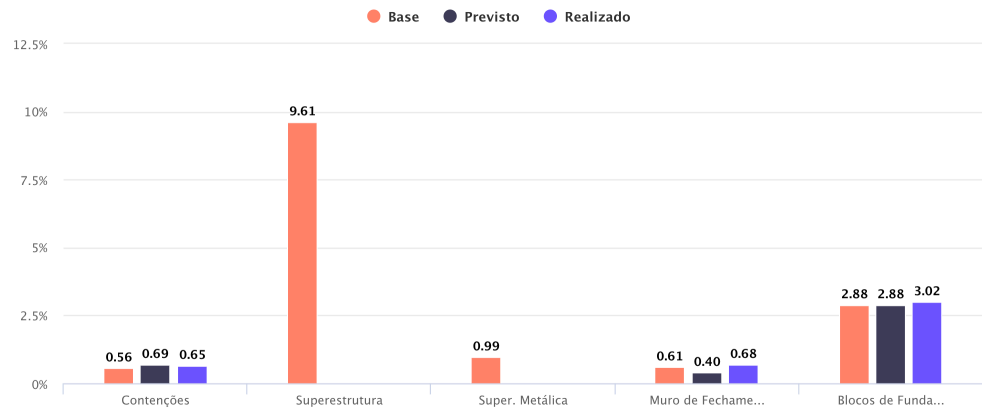
Fonte: Plataforma Prevision, 2019

O mês de maio realmente é o primeiro em que planejamento não atinge a meta da programação base, chegando apenas a 4,35% quando deveria chegar a 14,64%. No mês seguinte essa distância se torna ainda maior, ficando 15,65% atrás da base, o que significa apenas 34,1% do programado. A execução toma força a partir de julho, onde cumpre o volume de trabalho esperado para o mês porém não consegue recuperar o prejuízo dos meses anteriores, portanto o prazo da obra é alterado de agosto para o mês de setembro, deixando mais de 40% da obra para ser concluído nesses dois últimos meses.

Para entender os motivos das divergências constatadas, uma análise mais minuciosa precisou ser feita. Ao se fazer o diagnóstico das atividades feitas em cada mês, percebe-se que em maio desencadeia o atraso da obra. Examina-se a sua evolução no gráfico da Figura 41.



Figura 41- Evolução detalhada de maio.

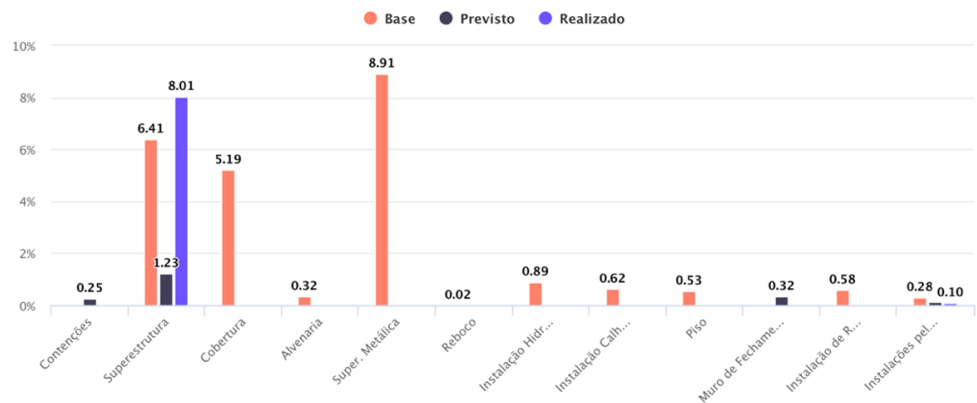


Fonte: Plataforma Prevision, 2019

De forma clara é possível identificar a atividade que não cumpriu a evolução esperada pelo cronograma base. A superestrutura não teve seu início no mês de maio, quando deveria estar representando 9,61% da evolução. Por consequência disso a superestrutura metálica também não atendeu ao esperado, pois é sucessora à superestrutura.

O atraso na superestrutura foi ocasionado primeiro pela prestadora de serviço que não cumpriu o prazo de entrada na obra, em seguida, quando havia uma equipe disponível ela foi realocada para a construção de outro supermercado, pois a empresa precisava priorizar aquela execução. Devido as mudanças citadas o mês de junho também foi comprometido, na Figura 42 que ilustra a o resultado da evolução.

Figura 42 - Evolução detalhada de junho.

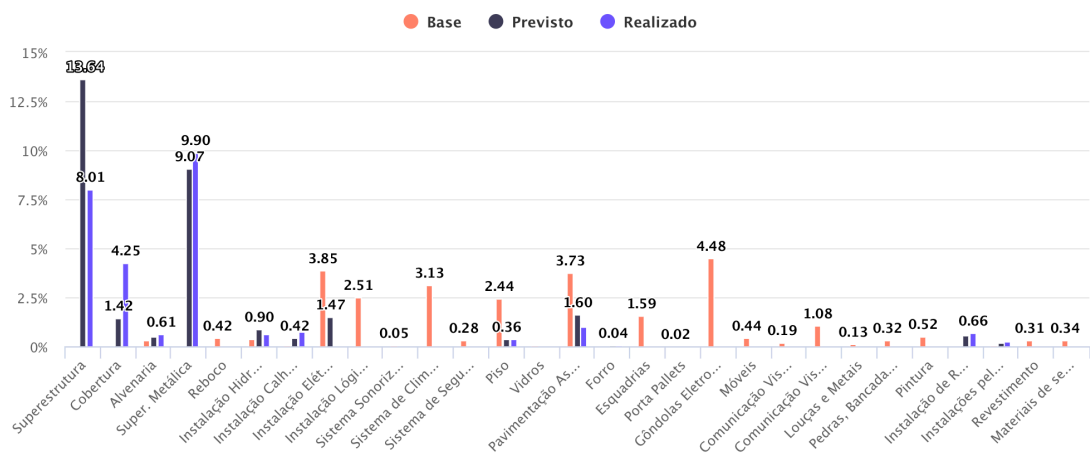


Fonte: Plataforma Prevision, 2019.

Como podemos perceber, o atraso na montagem da superestrutura somado com o atraso da superestrutura metálica desencadeou uma sucessão de atrasos, atividades como a cobertura e o piso foram diretamente influenciadas. A execução precisou ser melhor planejada para garantir frentes de trabalho bem como a qualidade da execução. Uma situação que pode ser exemplificada é a execução da cobertura que passou a ser realizada de acordo com os panos de concretagem do piso, para que o protegesse da chuva.

No mês de julho observa-se a retomada de algumas atividades que deixaram de cumprir o prazo programado. Na Figura 43, é possível observar a cobertura, que estava atrasada e ganha um bom avanço durante o mês. Em compensação a cadeia de precedência entre as atividades ainda mostra seus efeitos. Mais atividades aparecem com atrasos causados por atividades anteriores e em alguns casos reforçados pela própria execução, como é o caso da montagem das gôndolas, que fugiu do cronograma pelo atraso no piso e quando possuía frente de trabalho o prestador de serviço alegou falta de equipe para dar início na execução.

Figura 43 - Evolução detalhada de julho.

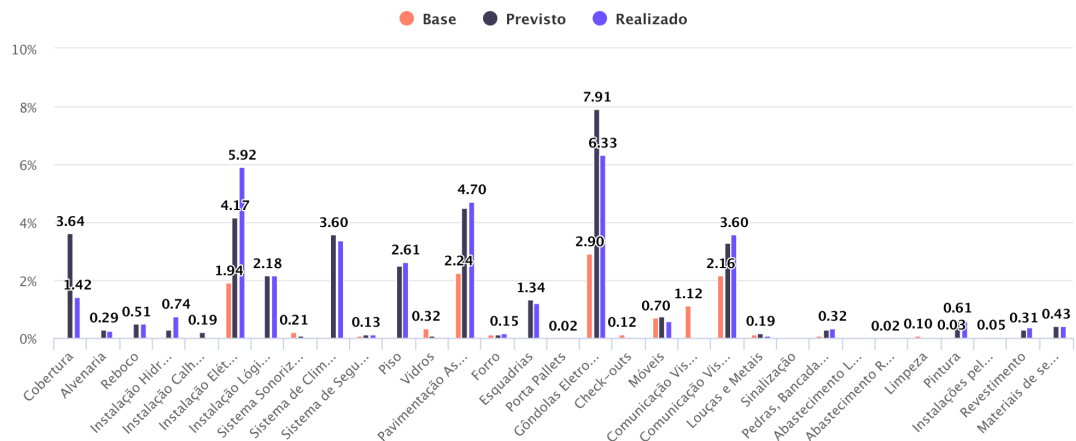


Fonte: Plataforma Prevision, 2019.

A conclusão da obra era prevista para o mês de agosto, sendo assim o volume de trabalho representava os acabamentos e detalhes finais da execução, voltando na Figura 44 é possível observar que a evolução do mês de agosto supera o programado em 23,28 pontos percentuais, o que representa um volume de trabalho 288,3% maior. Isso ocorre devido ao grande número de atividades acumulado na etapa final da obra, a Figura 39

ilustra este fato, inúmeras atividades que deveriam estar finalizadas são realizadas durante o mês de agosto.

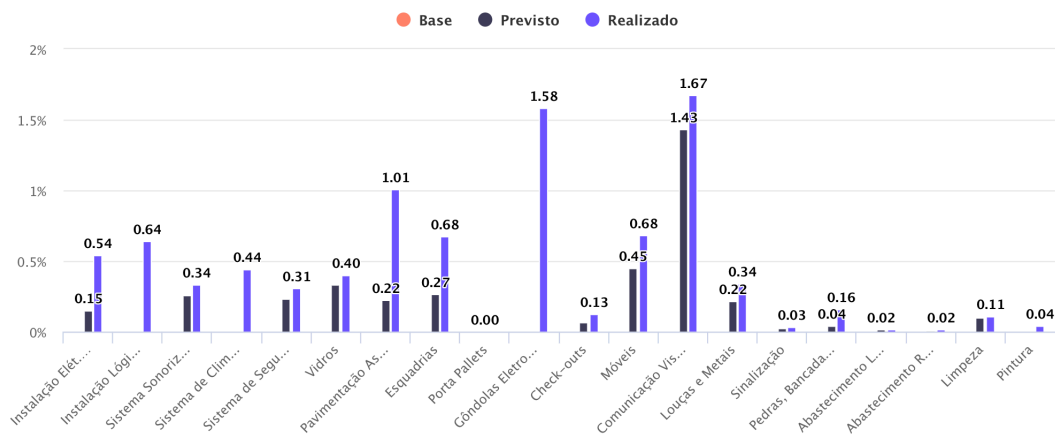
Figura 44 - Evolução detalhada de agosto.



Fonte: Plataforma Preview, 2019.

No mês de setembro foram realizadas todas as atividades que ainda estavam pendentes para a conclusão da obra, como já foi relatado anteriormente, com 26 dias de atraso. A Figura 45 a seguir traz a evolução de setembro onde os efeitos do atraso ainda são notados, com destaque para a atividade de montagem das gôndolas que deveria ter sido feita anteriormente e antecede diversas atividades, como o abastecimento, a comunicação visual interna, instalações de segurança entre outras.

Figura 45 - Evolução detalhada de setembro.



Fonte: Plataforma Preview, 2019.

A análise da evolução mensal ilustra o avanço das atividades ao longo de toda a execução. Ela traz visualmente o impacto causado pelo atraso e o volume de trabalho que deixa de ser realizado. À medida que a obra avança fica perceptível também a retomada dos serviços para o cumprimento dos novos prazos, o que demanda um grande esforço e quantidade de recursos em um curto espaço de tempo.

#### 4.2.2. Evolução das atividades

Da mesma forma que foi analisada, anteriormente, a evolução da obra de forma global, é possível fazer uma análise da evolução por atividade no decorrer do tempo. Para ilustrar, a Figura 46 traz uma parte da lista das atividades, nela pode ser observado o Índice de Desenvolvimento de Prazo (IDP), que relaciona o realizado com o que era esperado pelo cronograma base. Através desse relatório também pode ser analisado o avanço das atividades por meio da porcentagem já realizada junto com a informação dos dias de atraso.

Figura 46 – Evolução das atividades.

Nome	IDP	Base	↓ Previsto	Realizado	Atraso	Custo total
Instalação de Rufos	1	100.00%		100.00%	100.00%	39
Blocos de Fundação	1	100.00%		100.00%	100.00%	0
Instalações pelo piso	0.97	100.00%		93.18%	97.50%	36
Revestimento	0	100.00%		0%	0%	31
Equipamentos	0	100.00%		16.67%	0%	40
Materiais de segurança	0.2	100.00%		13.33%	20.00%	21
Instalação Elétrica	0.39	86.67%		31.58%	33.67%	24
Sistema Sonorização	0	85.71%		0%	0%	35
Louças e Metais	0	75.00%		0%	0%	30
Gôndolas Eletrofrío	0	73.33%		0%	0%	19

Fonte: Plataforma Prevision, 2019.

Com o intuito de um diagnóstico final da obra, a Figura 47, representa uma parte das listas das atividades com maior tempo de atraso registrado, a lista completa pode ser analisada no Apêndice D. Está registrado o atraso de 47 dias da execução da superestrutura, que, como visto nos tópicos anteriores, desencadeou inúmeros imprevistos, incluindo o atraso recorde da cobertura de 54 dias, que possui diversas atividades que a sucediam.

Figura 47 - Evolução final das atividades.

Nome	IDP	Base	Previsto	Realizado	Atraso ↓
Cobertura	1	100.00%	100.00%	100.00%	54
Superestrutura	1	100.00%	100.00%	100.00%	47
Instalação Hidrossanitária	1	100.00%	100.00%	100.00%	42
Instalação Calhas	1	100.00%	100.00%	100.00%	41
Super. Metálica	1	100.00%	100.00%	100.00%	40
Instalação Lógica	1	100.00%	100.00%	100.00%	40
Alvenaria	1	100.00%	100.00%	100.00%	39
Instalação de Rufos	1	100.00%	100.00%	100.00%	39
Porta Pallets	1	100.00%	100.00%	100.00%	38
Piso	1	100.00%	100.00%	100.00%	37

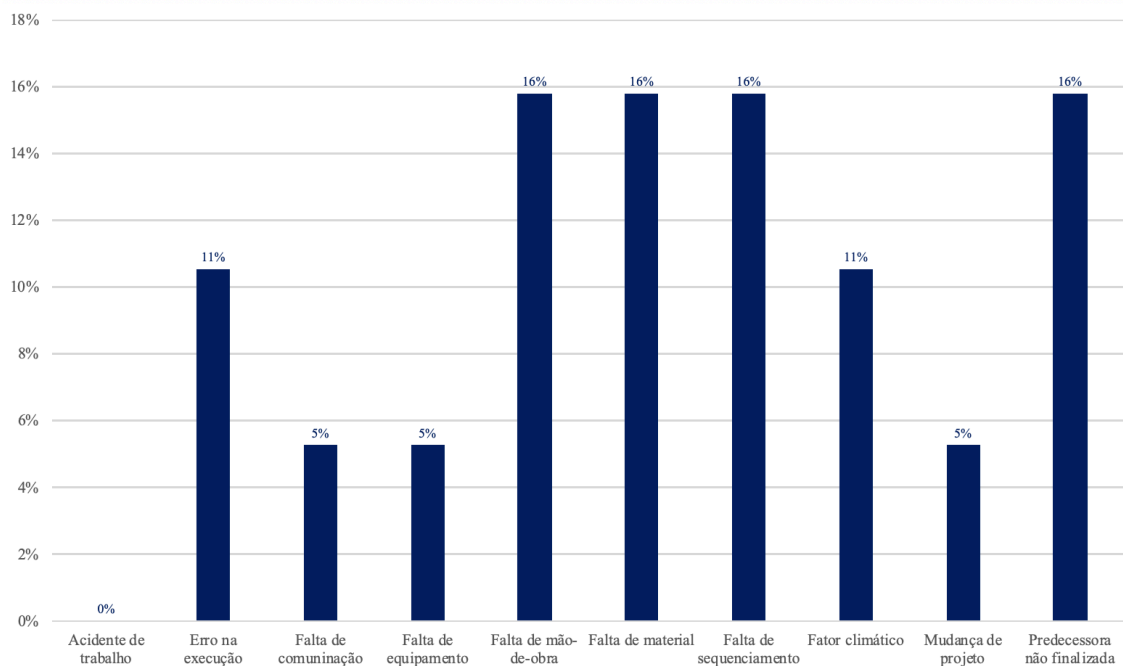
Fonte: Plataforma Prevision, 2019.

Os atrasos revelados confirmaram os problemas com o cumprimento do prazo durante a execução. É notável o senso de urgência que surgiu nos grupos de gerenciamento e execução. Mesmo com o relatório de evolução das atividades acima evidenciando atividades críticas, como a superestrutura, com quase 50 dias de atraso a entrega da obra aconteceu 26 dias depois do planejado. Para que fossem reduzidos estes prazos, mais foco e atenção foram despendidos para obra, as equipes foram redimensionadas junto com materiais e equipamentos.

O acompanhamento do fluxo de informações realizado pela autora possibilitou a identificação de diversos fatores que influenciam no não cumprimento dos prazos estabelecidos na programação de obras. As deficiências vão ao encontro dos trabalhos de Formoso (1991); Mendes Jr. (1999); e Mattos (2010), que relatam esses fatores surgindo principalmente nos setores de gerenciamento das organizações, especificamente nas áreas de coordenação de projetos e de execução.

A partir do acompanhamento realizado na obra em estudo, cuja metodologia foi mencionada no item 3.9, a autora verificou as principais fontes causadoras dos erros na programação, que dificultaram o cumprimento dos objetivos estabelecidos. A relação desses fatores se encontra no Apêndice E. De forma mais visual, a Figura 48 traz um gráfico percentual dessas ocorrências.

Figura 48 - Gráfico de ocorrências.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Verificou-se através da análise apresentada na Figura 43, que a falta de equipamentos, falta de material, falta de mão de obra, falta de sequenciamento e as predecessoras não finalizadas representam mais de 60% da relação total e esses fatores estão diretamente ligados ao planejamento. A falta de equipamentos e material é uma

forte consequência da falta do planejamento, pois as compras de material feitas de última hora e os pedidos de equipamentos realizados com urgência não garantem que esses recursos estejam na obra no prazo esperado. Já a falta de mão de obra está relacionada ao volume de trabalho exigido para apenas um prestador de serviço, como nos casos da montagem das câmaras frias, onde a empresa estava com a equipe ocupada em outras execuções e não possuía disponibilidade no momento que já havia sido liberada a frente de trabalho. A falta de sequenciamento e as predecessoras não finalizadas são o principal reflexo da falta de entendimento da sequência lógica das execuções e o planejamento considerando a interdependência entre as atividades.

Os problemas relacionados ao controle e acompanhamento, como as mudanças de projeto, erros de execução e comunicação correspondem aproximadamente 20%. O restante é representado pelo fator climático, que não pode ser controlado, mas deveria ser levado em conta no momento do planejamento. É possível criar intervalos maiores para as atividades que serão realizadas a céu aberto, para que exista uma folga caso venha a chover.

Como já verificado anteriormente, o conjunto desses fatores impediu o cumprimento do prazo estabelecido para a entrega do empreendimento. A ausência de um planejamento adequado, que seja seguido durante a execução com acompanhamento controle contribui para a divergência de prazo. Além da implementação de uma programação para auxiliar na mitigação dessas consequências seria importante contar com profissionais que assumem o controle sistemático e tenham conhecimento na área.

Além disso outras medidas podem ser tomadas, como por exemplo, definir um plano de execução focado na continuidade das atividades, para garantir uma sequência lógica mais assertiva, para que não aconteçam interrupções na série de trabalho. Buscar diferentes prestadores de serviço, mantendo a qualidade, pois muitas vezes a liberação dos serviços fica condicionada a disponibilidade de equipes, uma vez que a empresa trabalha na maioria dos serviços com os mesmos fornecedores e esses ficam sobrecarregados.

### 4.3. ANÁLISE FINANCEIRA

A Associação Brasileira de Supermercados utiliza o ranking ABRAS para avaliar o panorama do segmento supermercadista no país, este é um importante termômetro para avaliar a magnitude e potência deste setor. O resultado acumulado de vendas, na comparação com o mesmo período do ano anterior, apresentou uma alta de 7,67%, de acordo com o Índice Nacional de Vendas, apurado pela Associação. Segundo João Sanzovo Neto, presidente da ABRAS, este resultado mostra que, finalmente, a economia brasileira está reagindo.<sup>3</sup>

Neste cenário a competitividade acompanha o crescimento do setor, o que exige um melhor desempenho daqueles que querem se manter no mercado. Aproveitando o momento de aquecimento da economia a rede de supermercados em estudo coloca a expansão como um dos pilares do seu crescimento, direcionando grande parte dos investimentos na construção de novas lojas. Esta situação pede um controle mais rigoroso das metas, buscado a eficiência operacional e financeira da empresa.

Considerando as necessidades citadas acima e com o intuito de conscientização da importância de um bom gerenciamento, foi realizada uma análise do potencial de venda desperdiçado por conta dos atrasos na execução. A Figura 49 traz os dados divulgados pela ABRAS, 2019, que foram utilizados para o estudo, é importante lembrar que a rede possuía 22 lojas em funcionamento.

Figura 49 – Dados de faturamento e lucro esperado da rede por ano.

<b>Dados do Ranking ABRAS 2019</b>	
Faturamento anual da rede	R\$ 1.143.040.886,00
Faturamento médio por loja	R\$ 51.956.403,91
Margem de lucro esperada para o setor	2,54%

Fonte: Adaptado de ABRAS, 2019.

<sup>3</sup> LIRA, Moises; MEDEIROS, Edneide (Org.). **Vendas do setor registram alta de 3,22% ao ano**: Boletim ABRAS ECONOMIA. 2019. Disponível em: < [http://static.abras.com.br/pdf/abras\\_economia\\_105b.pdf](http://static.abras.com.br/pdf/abras_economia_105b.pdf) > . Acesso em: 03 nov. 2019



A análise consiste em dimensionar o faturamento diário da rede em estudo e calcular o possível lucro líquido que poderia ter sido captado durante os 26 dias de atraso registrado.

Inicialmente, através do dado de faturamento médio por loja foi calculado o faturamento médio diário e, considerando a margem de lucro esperada para o setor supermercadista, chegou-se ao potencial de lucro diário da rede. Em seguida é realizado o cálculo considerando o atraso de conclusão da obra, que representa a inauguração 26 dias depois do programado. Uma multiplicação entre os dados mostram os resultados expostos na Figura 50 abaixo:

Figura 50 – Potencial diário da rede.

<b>Análise da rede</b>	
Faturamento médio diário	R\$ 142.346,31
Potencial de lucro diário da rede	R\$ 3.615,60
Dias de atraso no prazo de entrega da obra	26
Potencial de faturamento nesse período	R\$ 3.701.004,11
Projeção do acréscimo do lucro caso a obra não tivesse atrasado	R\$ 94.005,50

Fonte: Cálculos da autora, 2019.

Como resultado da análise financeira chegou-se ao potencial de lucro líquido de R\$ 94.005,50. Além desse montante a programação teria potencial para evitar gastos excessivos, que não chegaram a ser contabilizados, gerados com compras urgentes, carga horária elevada, aumento no número trabalhadores e de equipamentos para vencer os prazos, entre tantos outros.

#### 4.4. RECOMENDAÇÕES PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA DA EMPRESA

Devido ao grande volume de obras, no momento, os desperdícios são potencializados, como citado no item 3.2, um desperdício bastante significativo que poderia ser corrigido com melhorias no processo de acompanhamento e controle na execução dos empreendimentos. Considera-se que um investimento nessa área pode trazer melhores resultados e prevenir gastos desnecessários.

A primeira recomendação é buscar auxílio profissional para a implementação de um planejamento, uma consultoria externa voltada para obras deste caráter ou o acréscimo na equipe de um membro especializado em gestão de obras podem trazer melhorias. A ideia é criar processos de acompanhamento e controle das obras, diversas ferramentas, como a utilizada no estudo, podem fazer parte dessa nova cultura.

Mesmo não sendo o foco do estudo, por chamar a atenção, foi relatado anteriormente a maneira que são realizados os acordos com os prestadores de serviço de mão de obra. A empresa realiza o pagamento quinzenal de acordo com as horas trabalhadas e números de operários enviados para a execução pela empreiteira, porém a empresa não possui um controle para que possa conferir essas informações antes do pagamento. Esse formato impacta na produtividade e no orçamento, adotar um sistema que garanta a eficiência da execução, como o contrato por volume de serviço, seria uma opção de melhoria.

Outro fator considerado importante para o avanço do setor de expansão está na busca por prestadores de serviço que sejam parceiros, mesmo sendo observada uma boa relação entre eles e a empresa, em alguns momentos, por falta de alinhamento ou falta de comprometimento, foram registrados problemas no cumprimento dos prazos e no desempenho no canteiro de obras. Reforçar esse laço por meio dos contratos pode ser uma solução em alguns casos, já em outros seria mais inteligente buscar ampliar o número de parceiros que executem o mesmo serviço. Aumentar o número de prestadores de serviço, neste caso, significa diluir o volume de trabalho com o intuito de evitar problemas com a produtividade.

#### 4.5. RECOMENDAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA

A plataforma escolhida como ferramenta auxiliar na elaboração deste estudo entrou no mercado há dois anos, portanto, como é um sistema novo ele em constante processo de modificações. A promessa de praticidade realmente é entregue, porém além dos pontos positivos foram observados alguns pontos para melhoria.

O cronograma gerado é baseado na ideia da Linha de Balanceamento, ou seja, ele dispõe as atividades em dois eixos sendo o tempo no eixo X e os locais no eixo Y, entretanto, a Linha de Balanceamento tem como conceito a busca pelo balanço do volume

de serviço. Sendo assim, proporcionar um histograma com esse volume semanal, ou até diário, seria mais uma função na plataforma que auxiliaria no planejamento das obras. Com a finalidade de implementar mais uma função à plataforma, um formato de balanceamento automatizado também poderia ser estudado.

Uma outra possibilidade de avanço foi observada na Curva S, atualmente ela é baseada no orçamento da obra, logo, seu resultado é baseado em uma análise do avanço físico-financeiro do empreendimento. Este formato pode carregar alguns erros, visto que alguns serviços de grande valor podem possuir uma curta duração. A sugestão seria permitir um vínculo de número de trabalhadores por atividades, para que assim possa ser desenvolvido toda uma análise de número de equipe e de avanço baseado na quantidade de trabalho.

De maneira geral, a plataforma atende muito bem o que é proposto, a agilidade na operação e clareza na demonstração do andamento da obra trazem muita eficiência ao planejador. Essas propostas de melhorias têm a finalidade de abrir um leque de possibilidade para extensões ou o desenvolvimento de outros sistemas que sirvam de ferramentas para o planejamento na construção civil.

## 5. CONCLUSÃO

Diversos trabalhos têm sido realizados com o objetivo de buscar melhorias nas práticas construtivas, destacando a importância das técnicas de planejamento que auxiliam no gerenciamento de obras, entretanto, existem poucas referências de pesquisas com o enfoque de planejamento de obras de supermercado. O presente TCC teve este enfoque através da utilização da linha de balanceamento na geração do planejamento da obra.

Neste estudo, a lógica da disposição das informações da linha de balanceamento foi usada para testar a viabilidade do seu uso em uma obra não repetitiva de supermercado, devido a sua simplicidade de utilização. Um aspecto importante neste sentido é que, apesar de não ser repetitiva, as atividades foram organizadas e definidas para se tentar chegar a uma unidade básica de repetição, o que foi considerado adequado e inovador por parte da empresa que forneceu o software de planejamento para teste.

O objetivo proposto foi atendido, visto que, após a elaboração da programação, foi feita a avaliação entre a forma como a empresa tratava o planejamento anteriormente e a Linha de Balanceamento sugerida pela autora; foram, ainda, indicadas recomendações de utilização, tanto para a empresa contratante (item 4.4) quanto para o fabricante da plataforma (item 4.5).

Com as informações geradas na plataforma foram observadas as causas e consequências dos atrasos das atividades de cada empreiteiro, permitindo que a empresa pudesse avaliar o desempenho dos prestadores de serviço e a responsabilidade que eles carregam durante a execução, como no caso citado no item 4.2, da empresa responsável pelos pré-moldados. Também foi possível verificar falhas cometidas pela própria empresa, quando, por exemplo, uma equipe não estava disponível para realização do serviço por ter sido realocada para outra obra que estava sob sua responsabilidade.

A partir das observações no canteiro e posterior análise financeira do negócio, pode-se concluir que a coordenação dos processos de execução e o controle do planejado são primordiais para que a empresa evite as perdas financeiras devidas aos atrasos e assim aumente sua margem de lucro em empreendimentos futuros.

A proposta de aplicação do método da Linha de Balanceamento como ferramenta de programação permitiu uma melhor na visualização das informações e melhora na comunicação entre canteiro e escritório; vislumbra-se que teria potencial para evitar o atraso da obra devido a maior velocidade e qualidade nas tomadas de decisões que ela proporciona, caso tivesse sido efetivamente implantada e estivesse presente na cultura da empresa. Desta forma, espera-se que este trabalho contribua de forma inédita dentro da empresa, visto a ausência de ferramentas para melhoria dos procedimentos de planejamento existentes em suas obras. A implantação de um procedimento padrão e aplicável em futuros empreendimento junto com uma coordenação eficiente poderá beneficiar a execução e até mesmo outras áreas, como: recursos humanos, quanto da programação das atividades; financeiro: na realização das compras de materiais, contratação de prestadores de serviço ou até mesmo na análise do fluxo de caixa gerado pelo empreendimento.

A adaptação a essas ferramentas, podendo ou não ser a Linha de Balanceamento automatizada, seria de grande utilidade para o planejador. Reduziria as incertezas, os riscos de imprevistos e aumentaria a eficiência da execução das obras. No entanto a utilização desses novos métodos envolve não somente os aspectos técnicos mas o aproveitamento dos resultados depende também da cultura empresarial, do caráter comportamental dos envolvidos na implantação, sendo assim, entende-se que desenvolver um planejamento requer habilidade de interligar e envolver todos os agentes com o propósito de se chegar à eficácia desejada.

Por fim, constata-se que, além buscar contribuir com uma base de dados que poderá ser proveitosa para a empresa, este trabalho também contribuiu como experiência profissional para a autora, adquirindo conhecimento na área de gerenciamento de obras, através do entendimento das técnicas utilizadas e das dificuldades de execução no canteiro de obras. Mesmo não sendo executada no prazo correto, para a autora é gratificante olhar as fotos do empreendimento inaugurado, Figura 38, e realizar-se com a execução da obra e com o aprendizado que este estudo de caso trouxe.

Figura 50 – Inauguração do empreendimento.



Fonte: Arquivos da empresa, 2019.

### 5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Estudo do histograma da obra, verificação de dos picos de serviço e balanceamento deles;
- Elaboração de um cronograma para a etapa de desenvolvimento de projetos utilizando a mesma metodologia do estudo, com o intuito de analisar os processos e relatar possíveis melhorias;
- Aperfeiçoar o método de definição das durações das atividades e avançar para o dimensionamento de equipes;
- Aplicação dos conceitos de construção enxuta em uma obra industrial;
- Elaborar um planejamento para compra e entrega de matérias, equipamentos e mão de obra de acordo com a programação da execução, buscando evitar a falta de material durante a execução.
- A importância do acompanhamento da execução, verificando a produtividade das equipes para eventualmente atualizar a programação;
- Aplicação do mesmo estudo em outro empreendimento com as mesmas características, a fim de comparar os resultados e analisar possíveis melhorias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKKARI, A. M. **Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional MSPROJECT** / Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de Engenharia Civil. – Porto Alegre, 2003
- ARDITI, D., TOKDEMIR, O.B. and SUH K. (2002). **Challenges in Line-of-Balance Scheduling**. J Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, New York, NY, Vol. 128 No.6. pp. 545-556.
- ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Programação de obras – Uma abordagem sobre técnicas de programação e uso de softwares**. 1998, 148p., Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Arquitetura e Planejamento.
- AVILA, Antonio Victorino; JUNGLES, Antônio Edésio. **Gestão do Controle e Planejamento de Empreendimento**. Florianópolis: Autores, 2013.
- BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000a. 192 p. Tese. School of Civil Engineering of Faculty of Engineering of the University of Birmingham. Birmingham, UK, 2000.
- BIOTTO, Clarissa Notariano. **Método para projeto e planejamento de sistemas de produção na construção civil com uso da modelagem BIM 4D**. 2012. Trabalho de conclusão de graduação (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2012.
- Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil (Ed.). **Sondagem Industria da Construção**. CBIC, 2019. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/home>>. Acesso em: 04 nov. 2019.
- CARR, R.I. & MEYER, W.L.: **Planning Construction of Repetitive Building Units**. Journal of Construction Division, ASCE. 100(co3): 403-413, Sep 1974.

FORMOSO, C. **A knowledge based framework for planning house building projects**, Salford, 1991. Tese de Doutorado. Dep. of Quantity and Building Surveying, University of Salford.

Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina. **Produção Industrial & Transformação Industrial**. FIESC, 2018. Disponível em: <<https://www.observatoriofiesc.com.br/construcao-civil>>. Acesso em: 04 nov. 2019.

GEHBAUER, Fritz; Eggensperger, Marisa; Alberti, Mauro Edson; Newton, Sérgio Auriquio. **Planejamento e Gestão de Obras: Um Resultado Prático da Cooperação Técnica Brasil-Alemanha**. Curitiba: CEFET-PR, 2002.

ICHIHARA, J. A. Base filosófica da Linha de Balanço. Enegep 1997. Junqueira, I. E. L. **Aplicação da lean construction para redução dos custos de produção da casa 1.0**. 2006. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

KEMMER, Sérgio; Depexe, Marcelo; Heineck, Luiz Fernando. **Controle eletrônico de obra integrado à programação por linha de balanço**. In: seminário de tecnologia de informação e comunicação na construção civil, 2., 2005, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 2005.

LEITE, Julio César Sampaio do Prado. Gerência de Projeto (PERTO – CPM). 2006, em Amazing - **Comentários sobre Engenharia de Software**. Disponível em: <<http://jcspl.wordpress.com/2006/11/13/gerencia-de-projeto-pert-cpm/>>. Acesso em: 22 agosto. 2019.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

MACHADO, Adson Mello. **Gestão do escopo da produção de edificações verticais: decomposição e controle entre os níveis de planejamento**. 2014. Trabalho de conclusão de graduação (Graduação) - Universidade federal do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2014.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento estratégico**. 23. ed. São Paulo: Atlas S.a., 2007.



MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Editora Pini Uda, 2010.

MAXIMIANO, Antônio Cesar A.. **Teoria Geral da Administração**. São Paulo: Atlas, 2000.

MENDES JR, Ricardo. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos**. Florianópolis – SC, 1999, Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 235 p..

NASCIMENTO, L.A.; SANTOS, E.T. **Barreiras para o uso da Tecnologia da Informação na Indústria da Construção Civil**. In: Workshop nacional gestão do processo de projeto na construção de edifícios, 2, 2002, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: PUC-RS, 2002. 1 CD-ROM.

PMI. PMBOK. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)** – Draft in Portuguese. PMI, 6ª edição, 2017

PRADO, R. L. **Aplicação e acompanhamento da programação de obras em edifícios de múltiplos pavimentos utilizando a técnica de linha de balanço**. Florianópolis, SC, 2002. 140f. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC.

RIES, Matheus Gabriel. **Efeitos do controle dos pacotes de trabalho informais sobre a eficácia do planejamento de curto prazo da obra**. 2016. Trabalho de conclusão de graduação (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2016.

RUDIO, Franz Victor. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 34. ed. Petrópolis: Vozes, 2007.

SOINI M, LESKELÄ I e SEPPÄNEN O. 2004, **Implementation of Line-of-Balance Based Scheduling and Project Control System in a Large Construction Company**. In Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Helsingör, Denmark.

STRADAL, O. & CACHA, J.: **Time Space Scheduling Method. Journal of Construction Division, ASCE.** 108(co3): 445- 457, Sep. 1982.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática.** São Paulo: Editora Atlas, 2009.

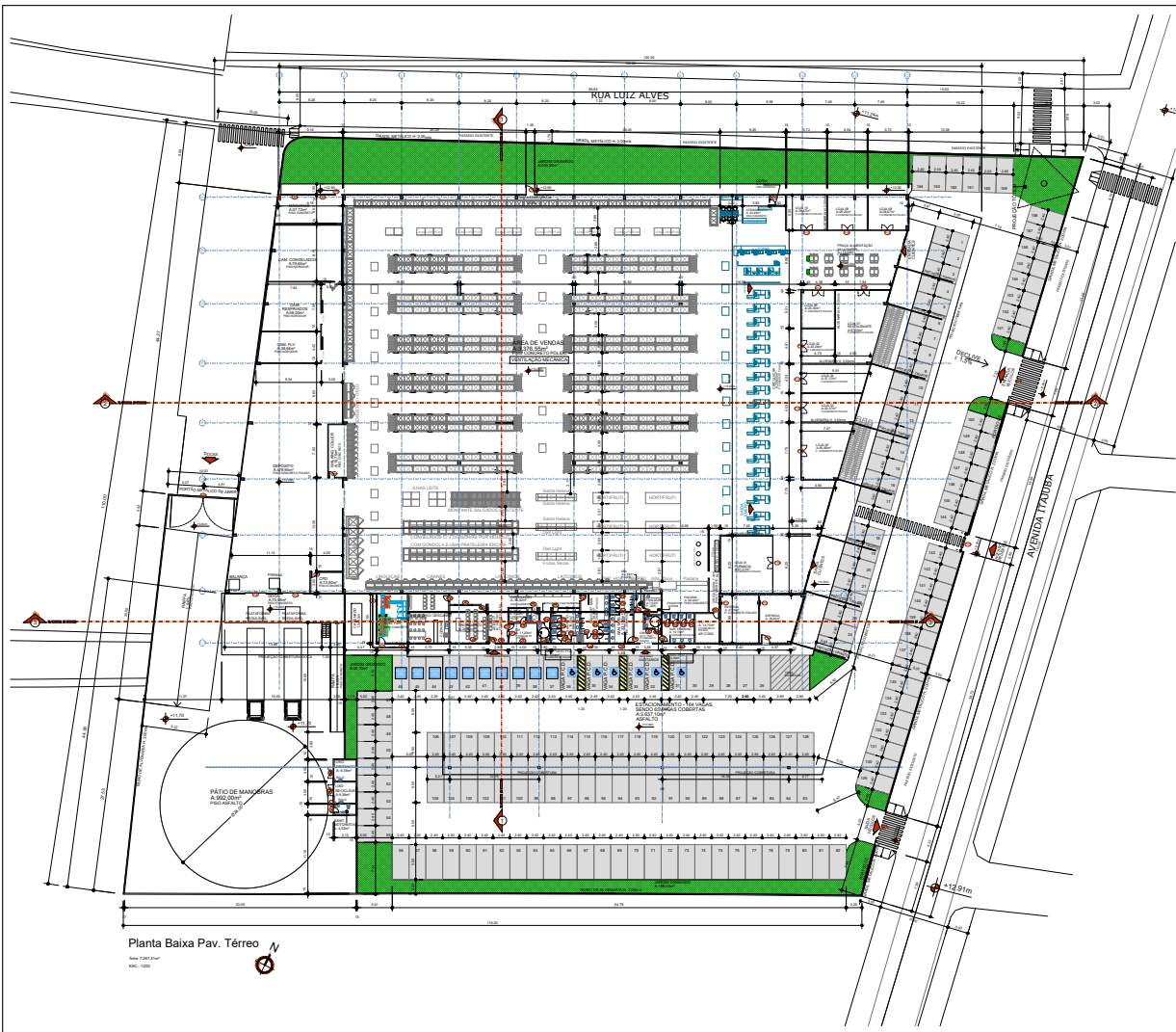
VALENTE, Caroline P *et al.* **Guidelines for Developing a Line of Balance for Non-Repetitive Areas (Common Areas) at a Vertical Residential Building.** Proceedings IGLC 22, Oslo, Norway, p. 763-774, jun. 2014.

VARGAS, Brenda Horna. **Aplicabilidade do método da linha de balanço em obras industriais: estudo de caso para a obra industrial.** 2009. Trabalho de Conclusão de Graduação (graduação) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2009.

VARGAS, Carlos Luciano S.; Coelho, Renato de Q. **Utilizando programas de computador de gerenciamento de projetos para estruturar a programação de atividades repetitivas em obras de construção civil com a técnica da linha de balanço.** 16º Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1996, Piracicaba/SP, Anais.

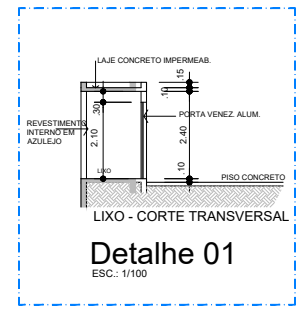
YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

**APÊNDICE A – Planta térrea.**



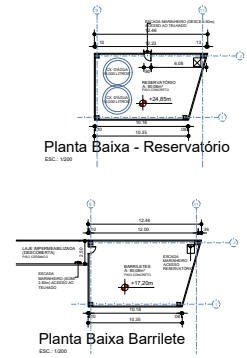
Planta Baixa Pav. Térreo  
 Área: 3.202,24m²  
 Esc.: 1/200

QUADRO DE ESQUADRIAS			
QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	OTIMIDE
1	VESTIBULO TENDIDO 100% POLIÉSTER COM 2 (DOIS) PÓRTICOS DE CORTINELAS 2 (DOIS) QUADROS	ÁREA DE VENDA (FACHADA PRINCIPAL)	01
2	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
3	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SALA MOTORISTA	02
4	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
5	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
6	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
7	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
8	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
9	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
10	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
11	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
12	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
13	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
14	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
15	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
16	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
17	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
18	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
19	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
20	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
21	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
22	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
23	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
24	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
25	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
26	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
27	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
28	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
29	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
30	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
31	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
32	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
33	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
34	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
35	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
36	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
37	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
38	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
39	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
40	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
41	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
42	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
43	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
44	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
45	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
46	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
47	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
48	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02
49	VENEZIANA ALUMINIO ANODADO BRANCO	SAÍDA DE ENTREGA	02
50	DE ABRIR: TUBO DE 150x150x1500	SAÍDA DE ENTREGA	02



QUADRO DE REVISÕES				
DI	PROJETO	DESCRIÇÃO	DATA	RESP.
01	PROJETO ARQUITETÔNICO ED. COMERCIAL - ATACADISTA			

DETALHE GENEÓRICO DO RESABIMENTO DE CALÇADA COM SINALIZAÇÃO TÁTIL



DECLARO CIÊNCIA DE QUE O PROJETO APROVADO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO  
 DECLARO QUE É DE RESPONSABILIDADE DO PROJETISTA QUE HAJA UM ACESSO ADEQUADO PARA AS VEÍCULOS DE ESTACIONAMENTO DO PAVÃO NO PROJETO  
 DECLARO QUE A RUA CONSTANTE DO SELO DESTA PROJETO E PAVIMENTADA

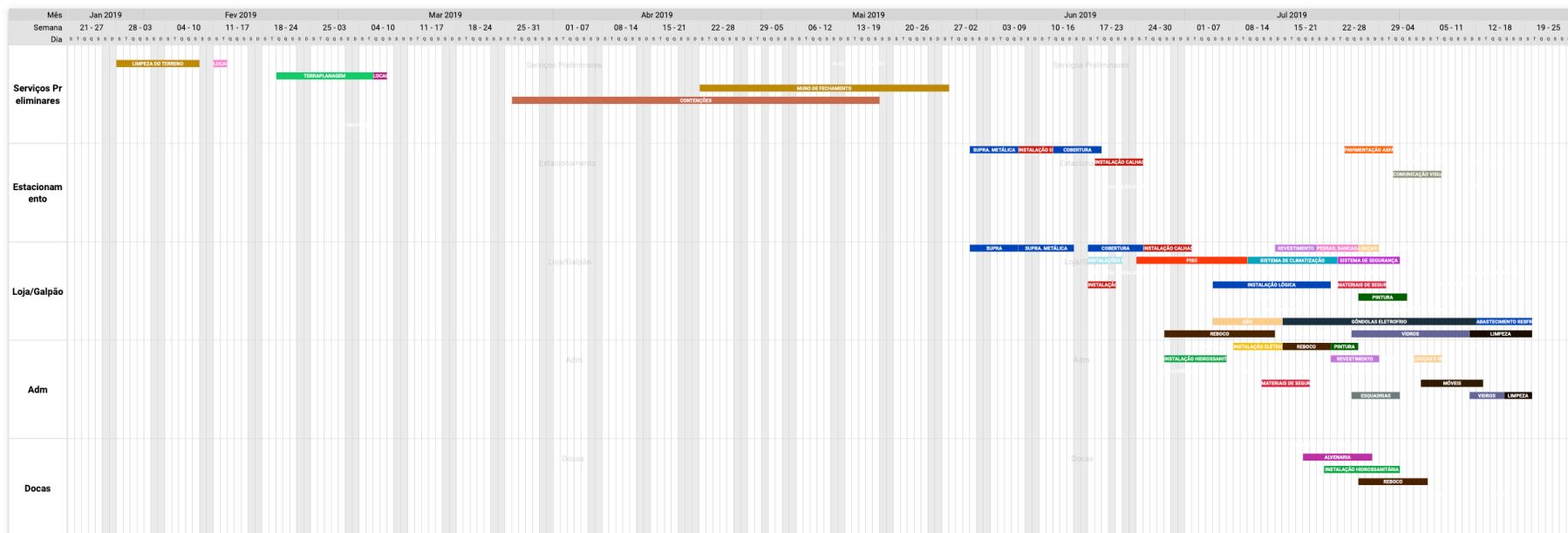
SRM: PROJETO ARQUITETÔNICO ED. COMERCIAL - ATACADISTA  
 LOCAL: AVENIDA TAUBATÉ 3965 - BARRA VELHA - SC  
 DISCRIMINAÇÃO: PLANTA PAVIMENTO TERREO/BARRILETE/RESERVATÓRIO  
 DOCUMENTO: RD-003038/PROJETO BARRA VELHA/TAUBATÉ-SC PLANTA PAVIMENTO TERREO/01  
 PROJETISTA: ATEL RICHARDO BRAGAGLIA  
 INSCRIÇÃO: 191.939/2003  
 MATRÍCULA: 222.863/2003  
 RESP. TÉCNICO - PROJETO: ATEL RICHARDO BRAGAGLIA  
 RESP. TÉCNICO - EXECUÇÃO: JAMES UMBERTO BRAGAGLIA  
 ENR. CIVIL: HELMO LUIZ C. REISER

PROFESSOR: ARLINDO KOCH BARBA VELLER TAUBATÉ  
 PROJETO TÉCNICO: ATEL RICHARDO BRAGAGLIA  
 DATA MODIFICAÇÃO DO PROJETO: 02/04/2010  
 BRAGAGLIA  
 BRAGAGLIA  
 PL  
 BRAGAGLIA

**APÊNDICE B – Cronograma inicial base.**



**Koch Hipermercado S/A - Itajuba**  
 Período entre 21/01/2019 e 23/08/2019  
 Impresso em 14/11/2019



**APÊNDICE C – Cronograma realizado.**





## APÊNDICE D – Lista de evolução das atividades.

### Avanço por atividade

Serviço	IDP	Base	Previsto	Realizado	Atraso (dias)	Custo total
Fundação	1	100.00%	100.00%	100.00%	0	R\$ 553.744,16
Locação Superestrutura	1	100.00%	100.00%	100.00%	0	R\$ 1.375,12
Contenções	1	100.00%	100.00%	100.00%	26	R\$ 128.612,90
Superestrutura	1	100.00%	100.00%	100.00%	47	R\$ 1.202.101,51
Cobertura	1	100.00%	100.00%	100.00%	54	R\$ 425.378,06
Terraplanagem	1	100.00%	100.00%	100.00%	0	R\$ 536.719,64
Limpeza do Terreno	1	100.00%	100.00%	100.00%	0	R\$ 37.082,93
Alvenaria	1	100.00%	100.00%	100.00%	39	R\$ 64.074,00
Super. Metálica	1	100.00%	100.00%	100.00%	40	R\$ 742.873,76
Reboco	1	100.00%	100.00%	100.00%	31	R\$ 38.509,72
Instalação Hidrossanitária	1	100.00%	100.00%	100.00%	42	R\$ 104.426,84
Instalação Calhas	1	100.00%	100.00%	100.00%	41	R\$ 57.927,59
Instalação Elétrica	1	100.00%	100.00%	100.00%	24	R\$ 484.551,81
Instalação Lógica	1	100.00%	100.00%	100.00%	40	R\$ 210.434,42
Sistema Sonorização	1	100.00%	100.00%	100.00%	35	R\$ 28.134,86
Sistema de Climatização	1	100.00%	100.00%	100.00%	33	R\$ 286.194,26
Sistema de Segurança	1	100.00%	100.00%	100.00%	26	R\$ 31.812,20
Piso	1	100.00%	100.00%	100.00%	37	R\$ 222.914,26
Vidros	1	100.00%	100.00%	100.00%	24	R\$ 34.205,66
Pavimentação Asfáltica	1	100.00%	100.00%	100.00%	31	R\$ 504.503,64
Forro	1	100.00%	100.00%	100.00%	-8	R\$ 14.457,76
Esquadrias	1	100.00%	100.00%	100.00%	33	R\$ 141.093,48
Porta Pallets	1	100.00%	100.00%	100.00%	38	R\$ 1.375,12
Gôndolas Eletrofrio	1	100.00%	100.00%	100.00%	19	R\$ 593.619,54
Check-outs	1	100.00%	100.00%	100.00%	21	R\$ 9.536,25
Móveis	1	100.00%	100.00%	100.00%	24	R\$ 96.267,61
Comunicação Visual Externa	1	100.00%	100.00%	100.00%	34	R\$ 125.660,95
Comunicação Visual Interna	1	100.00%	100.00%	100.00%	15	R\$ 270.207,38
Louças e Metais	1	100.00%	100.00%	100.00%	30	R\$ 32.438,87
Sinalização	1	100.00%	100.00%	100.00%	33	R\$ 2.231,79
Pedras, Bancadas	1	100.00%	100.00%	100.00%	30	R\$ 35.576,54
Abastecimento Linha Seca	1	100.00%	100.00%	100.00%	25	R\$ 1.375,12
Abastecimento Resfriado e Congelado	1	100.00%	100.00%	100.00%	16	R\$ 1.375,12
Limpeza	1	100.00%	89.48%	100.00%	26	R\$ 8.197,00
Locação da Obra	1	100.00%	100.00%	100.00%	0	R\$ 1.375,12
Pintura	1	100.00%	100.00%	100.00%	30	R\$ 46.896,59
Muro de Fechamento	1	100.00%	100.00%	100.00%	31	R\$ 63.427,23
Instalação de Rufos	1	100.00%	100.00%	100.00%	39	R\$ 49.374,20
Blocos de Fundação	1	100.00%	100.00%	100.00%	0	R\$ 226.757,32
Instalações pelo piso	1	100.00%	100.00%	100.00%	36	R\$ 28.909,89
Revestimento	1	100.00%	100.00%	100.00%	31	R\$ 28.127,54
Materiais de segurança	1	100.00%	100.00%	100.00%	22	R\$ 32.365,79

## APÊNDICE E – Principais fatores para o não cumprimento do prazo.

Relatório de medições		
Data	Observação	Fator
26/abr	Equipe dos blocos de fundação não entrou na obra pois estava sem equipe disponível	Falta de mão-de-obra
20/mai	Equipe do pré-moldado não entrou na obra pois a empresa priorizou outra obra	Falta de sequenciamento
23/jul	Atraso na impermeabilização	Falta de material
25/jul	Atraso na impermeabilização, equipe não estava mais na obra	Falta de comuniação
25/jul	Atraso na cobertura devido a baixa produtividade	Falta de mão-de-obra
30/jul	Equipamentos na obra que ainda não podem ser instalados	Falta de sequenciamento
31/jul	As instalações pelo piso não puderam ser passadas pois o terreno não estava preparado	Predecessora não finalizada
01/ago	Para que não danificasse o piso uma cobertura provisória foi feita de lona e telhas soltas somente para escoamento da água das chuvas.	Fator climático
05/ago	Não foi enviado todo o material necessário para a cobertura	Falta de material
05/ago	Compactação de terra deslocou algumas placas de concreto que precisaram ser reparadas	Erro na execução
06/ago	A equipe das calhas não possuía mais parafudos para fixação	Falta de material
06/ago	Inicio das câmaras frias foi adiado	Falta de mão-de-obra
15/ago	O isolamento das placas de concreto foi interrompido pois depende da finalização das telhas	Predecessora não finalizada
15/ago	Atraso na execução do sistema de esgoto pois as tubulações estavam quebradas	Erro na execução
18/ago	O material da para a montagem do sistema de clíantização chegou no dia programado, mas não foi possível o içamento dos equipamentos devido ao concreto do piso não ter curado ainda.	Predecessora não finalizada
18/ago	Houve uma mudança nas medidas dos corredores, um ajuste fino que foi alinhado montagem das gôndolas, porém prejudicou um pouco os serviços de instalações elétricas.	Mudança de projeto
28/ago	Atraso n execução do asfalto por conta de interferências no terreno	Falta de sequenciamento
09/set	O asfalto do estacionamento havia sido finalizado, mas os acessos de veículos ficaram com um acabamento ruim devido a máquina que espalha asfalto ter quebrado	Falta de equipamento
09/set	A chuva prejudicou a execução do asfalto.	Fator climático

