



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Thayná Borges Andrade

**Formação de Pacotes de Trabalho em Linhas de Balanceamento: um diagnóstico em  
empresas da construção civil**

Florianópolis

2022

Thayná Borges Andrade

**Formação de Pacotes de Trabalho em Linhas de Balanceamento: um diagnóstico em  
empresas da construção civil**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Lisiane Ilha Librelotto.

Florianópolis

2022

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

Andrade, Thayná Borges

Formação de Pacotes de Trabalho em Linhas de Balanceamento: um diagnóstico em empresas da construção civil / Thayná Borges Andrade ; orientadora, Lisiane Ilha Librelotto, 2022.97 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Planejamento. 3. Lean Construction. 4. Linha de Balanço. 5. Pacotes de Trabalho.

I. Ilha Librelotto, Lisiane. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Thayná Borges Andrade

**Formação de Pacotes de Trabalho em Linhas de Balanceamento: um diagnóstico em empresas da construção civil**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil

Florianópolis, 20 de julho de 2022.

---

Prof.<sup>a</sup> Liane Ramos da Silva, Dra.  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Lisiane Ilha Librelotto, Dra.  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof.<sup>a</sup> Fernanda Fernandes Marchiori, Dra.  
Membro Avaliador Interno  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Renan Pittigliani, Eng.  
Membro Avaliador Externo  
Prevision

Este trabalho é dedicado aos meus colegas de classe e aos meus queridos pais.

## AGRADECIMENTOS

Início este agradecimento citando a frase de um grande compositor brasileiro “A vida é a arte do encontro”. Arte essa que se fez presente ao longo da minha trajetória por meio de pessoas que foram alicerces essenciais para que eu chegasse até este momento.

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo discernimento e determinação que me foram dados ao longo de toda a graduação e, principalmente, para o desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Federal de Santa Catarina, por me proporcionar uma educação gratuita e de excelência e por ter me aberto tantas portas. À professora Lisiane Ilha Librelotto, pelas incontáveis orientações, pela paciência e por estar sempre disponível quando precisei. À minha professora Fernanda F. Marchiori, por aceitar o convite para fazer parte desta banca, por suas admiráveis aulas ministradas em um momento tão difícil como o da pandemia e pela confiança depositada em minha parca experiência profissional em planejamento de obras.

Agradeço a Prevision e a todos os seus profissionais por me prepararem e me inspirarem a ser uma engenheira competente, qualificada e capaz de carregar seus apreciáveis valores. Ao Renan Pittigliani, engenheiro civil componente desta banca e exemplo de liderança em uma organização, por me desafiar constantemente a ser uma boa profissional.

À Universidade de Granada, pelo acolhimento, por ter proporcionado experiências acadêmicas e pessoais que me permitiram ter um olhar diferenciado para a minha perspectiva do mundo. Agradeço também a Leonie, Gabriela Z., Brenda, João Paulo e Hugo, amigos que fiz e integram esta vivência de forma tão importante.

Agradeço à AIESEC, EPEC, LabFSG, Predialize e PDCA, locais em que exerci atividades práticas como estudante, que contribuíram de forma única e individual para a construção da engenheira que se formará com a conclusão deste ciclo.

Agradeço a todas as amigas nascidas na UFSC. De forma especial à Bárbara B e Marcelo N, conexões que fiz no início da graduação e se tornaram mais que amigos essenciais nesta trajetória, desde dias juntos debruçados em livros de cálculos na BU, até almoços aos domingos, que nos permitiam suportar o vazio da saudade familiar que compartilhávamos.

Agradeço a minhas queridas amigas de longa data, Bruna R, Vanessa C., Tamires, Fernanda, Vanessa D., Luisa e Tainá por todo o carinho e parceria de sempre, que nem a distância e os anos foram capazes de afastar.

E, por fim, às pessoas mais importantes da minha vida.

Às minhas tias Elaine e Elisângela, por serem exemplos de amor e doação na minha vida. Aos meus amados primos Lucas, Victor H., Diogo, Maria Eduarda e Isadora, companheiros desde a infância e que sempre torceram por mim.

Agradeço ao meu Pai Alex, por todo o suporte e auxílio para o meu crescimento e educação. Aos meus avós paternos, Elaine e José, pelo cuidado e preocupação, principalmente nesses anos em que estive morando em Florianópolis para estudar.

Ao meu querido padraсто Vicente, por tamanho apoio na minha vida, não medindo esforços para me ajudar na conclusão deste trabalho por meio de revisões, correções e dicas. Ao meu irmão de coração, Alexandre, por ser um parceiro em quem a cada dia deposito mais confiança.

Agradeço a minha amada e brilhante irmã, que me ensina todos os dias, com seu jeito curioso e inquieto de viver a vida, que tanto me ajudou no desenvolvimento deste trabalho por meio de conversas nas quais compartilhávamos os desafios da vida acadêmica e que, por vezes, me fizeram refletir tanto sobre o tema desta pesquisa.

À minha avó Almira, que foi como uma mãe em minha infância e teve papel fundamental no meu processo de alfabetização. São tantas as lembranças que tenho dos seus incentivos para o estudo em nossa família!

O maior agradecimento só poderia ser para a minha mãe, a mulher mais forte, incrível, batalhadora, persistente e parceira que existe. Ela que, acima de tudo, sempre priorizou a minha educação, privando-se de confortos da vida para me manter em bons colégios, que no momento em que duvidei da minha capacidade de concluir este trabalho, me motivou, fazendo tornar claros os meus objetivos. À minha melhor amiga, por estar ao meu lado, por compreender as minhas limitações e por, apesar delas, nunca me fazer desistir dos meus sonhos. Muito obrigada, mais do que por esse trabalho, por eu ser a pessoa que sou.

“Planejamento é importante, mas é o comprometimento dos executores que torna útil a tarefa de planejar.” (ANGÉLIKA DIAMONDS, 2019)



## RESUMO

Com os cenários de crises vivenciados no século XXI, a instabilidade econômica na construção civil vem trazendo preocupações a este setor. Diante disso, destaca-se a importância do processo de planejamento no desenvolvimento de empreendimentos, para que os mesmos não sofram grandes impactos frente aos períodos de oscilação econômica. Para isso, novas técnicas e ferramentas de planejamento foram desenvolvidas visando a melhor adaptabilidade em relação ao tipo de empreendimento, como é o caso da Linha de Balanço. Este trabalho teve por objetivo identificar a forma como são elaboradas as estruturas de pacotes de trabalho na Linha de Balanço por construtoras brasileiras e abordar conceitos que garantem a boa prática no uso deste método de planejamento. A pesquisa classifica-se como descritiva e com abordagem qualitativa e quantitativa. No referencial teórico foram descritos conceitos de assuntos-chave, e em seguida foi aplicada a metodologia de pesquisa *Survey*, que teve como instrumento um questionário online. A pesquisa foi realizada com 20 construtoras, as quais utilizam a Linha de Balanço como técnica de planejamento. Com as respostas obtidas foi possível compreender como as empresas realizam o processo de planejamento, além de ser possível analisar as formas como as mesmas estruturam os pacotes de trabalho presentes. Verificou-se que, apesar do engajamento das empresas com a aplicação de um diferente método de planejamento, elas ainda carecem de informações conceituais que potencializam o uso da Linha de Balanço e que trazem reflexos positivos para a gestão das obras.

**Palavras-chave:** *Lean Construction* 1. Linha de Balanço 2. Pacotes de Trabalho 3.

## ABSTRACT

After the crisis scenarios experienced during the 21st century, economical instability in the construction industry has been bringing worries to this sector. Challenges like this highlights the importance of the planning process during the development of ventures, and so on, big impacts are avoided during fluctuating periods of the economy. To tackle the volatility, new techniques and tools were developed aiming at a better adaptability to the different types of ventures, one pertinent example is the Line of Balance. The present research aims to identify how the structures of work packages on the Line of Balance are structured by Brazilian construction companies and address concepts that guarantee good practice in the use of this planning method. It also provided an understanding of the maturity of companies in the use of the Line of Balance. The research is classified as descriptive and has a qualitative and quantitative approach. Key concepts were described in the theoretical framework, subsequently, the “survey” research methodology was applied using an online survey form as its database tool. The research was made by analyzing the data from 20 Brazilian construction companies, all of which apply the Line of Balance as their planning method. Based on the answers it was possible the understanding of how the companies engage in their planning process, besides it also permitted the analysis of the way these companies structure the work packages within the Line of Balance. It was possible to conclude that, even though the companies engaged in applying the innovative planning methods, they still don't have the necessary theoretical concepts to boost the use of Line of Balance (LOB), which would bring many positive reflexes to construction management if applied.

**Keywords:** Lean Construction 1. Line of balance (LOB) 2. Work Packages 3.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Variação (%) do PIB da Construção Civil em relação ao trimestre imediatamente anterior com ajuste sazonal	16
Figura 2- Evolução do índice de volume com ajuste sazonal do PIB da Construção Civil	17
Figura 3- Diferença entre visualização do plano da obra por gráfico de <i>gantt</i> e por linhas de balanço.	19
Figura 4- Níveis do PCP e Visões dos planos de obra.	24
Figura 5- Exemplo de sequenciamento para o planejamento de uma casa	30
Figura 6-Cronograma de planejamento das atividades	30
Figura 7-Modelo de processo na filosofia gerencial tradicional	32
Figura 8-Ritmo das atividades	36
Figura 9- Linha de Balanço baseada no modelo LBMS (Location-Based Management System)	37
Figura 10- Curva Previsto x Realizado	38
Figura 11-Curva de produção de processos	38
Figura 12-Conflito entre atividades	40
Figura 13-EAP Analítica	42
Figura 14-Estruturas de pacotes de trabalho em Linha de Balanço gerados em um software.	43
Figura 15-Efeito do desenvolvimento dos PTs na rede de precedências do cronograma de construção	43
Figura 16-Matriz de controle de projeto expandida	44
Figura 17-Pré-condições para os pacotes de trabalho	46
Figura 18-Atividades EAP	47
Figura 19-Agrupamento das atividades	48
Figura 20-Pacotes de Trabalho	49
Figura 21-Pacotes de trabalho em linha de balanço	49
Figura 22-Medições dos pacotes de trabalho	50
Figura 23-Restrições no Kanban	51
Figura 24-Detalhamento do pacote de trabalho em serviços	52
Figura 25-Processo da pesquisa survey	54
Figura 26-Perfil profissional dos(a) respondentes	59
Figura 27-Classificação das empresas de acordo com o faturamento.	60
Figura 28-Tipo de obras realizadas pelas empresas participantes	60
Figura 29-Os cronogramas são elaborados quanto tempo antes do início das obras?	61
Figura 30-Quais os níveis de planejamento realizado(s)?	62
Figura 31-Quais áreas da empresa estão envolvidas na elaboração do planejamento das obras?	63
Figura 32-Qual é a frequência de controle do planejamento? (Realização das medições).	63
Figura 33-Há quanto tempo utilizam a metodologia de linha de balanço?	64
Figura 34-Quais as vantagens na utilização da metodologia de linha de balanço?	65
Figura 35-Quais as desvantagens na utilização da metodologia de linha de balanço?	66
Figura 36-A realização das atividades das obras costuma seguir os prazos planejados?	67
Figura 37-Linha de Balanço com pacotes de trabalho resumidos	67
Figura 38-Linha de Balanço com pacotes de trabalho detalhados	68
Figura 39-Os cronogramas elaborados por meio da Linha de Balanço contemplam os pacotes de trabalho da obra de forma mais detalhada ou resumida?	68

Figura 40-Exemplo de pacote de trabalho com serviços agrupados	69
Figura 41-Nos cronogramas em linhas de balanço das obras da sua empresa, os pacotes de trabalho são detalhados em serviços?	69
Figura 42-Quais são os critérios de agrupamento dos serviços em pacotes de trabalho?	70
Figura 43-Os pacotes de trabalho contidos na sua Linha de Balanço costumam ter períodos de duração semelhantes?	71
Figura 44-Os pacotes de trabalho inseridos nas linhas de balanço apresentam, em média, quanto tempo de duração?	71
Figura 45-Qual é a base utilizada para obter as durações dos pacotes de trabalho?	72
Figura 46-Os pacotes de trabalho dos cronogramas englobam, em média, quantos serviços?	73
Figura 47-Quais as vantagens do detalhamento dos pacotes de trabalho em serviços?	74
Figura 48-Você considera que existe alguma desvantagem no detalhamento dos pacotes de trabalho em serviços?	74
Figura 49-Pacotes de trabalho por pavimento exemplo linha de balanço 1	75
Figura 50-Exemplo linha de balanço 1	76
Figura 51-Exemplo Linha de Balanço 2 (visão aproximada)	76
Figura 52-Exemplo Linha de Balanço 2 (visão ampliada)	77
Figura 53-Exemplo Linha de Balanço 3 (visão aproximada)	78
Figura 54-- Exemplo Linha de Balanço 3 (visão ampliada)	78
Figura 55-Exemplo Linha de Balanço 4 (visão aproximada)	79
Figura 56-Exemplo Linha de Balanço 4 (visão ampliada)	79
Figura 57-Detalhamento do pacote de trabalho em serviços exemplo Linha de Balanço 4	79

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Características da pesquisa.....	55
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PIB	Produto Interno Bruto
DIEESE	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
PERT/COM	<i>Program Evaluation and Review Technique/ Critical Path Method</i>
LDB	Linha de Balanço
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PVC	Policloreto de Vinila
PPC	Porcentagem do Planejamento Concluído
TPS	<i>Toyota Production System</i> ou STP - Sistema Toyota de Produção
LBMS	<i>Location-Based Management System</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PMO	<i>Project Management Office</i>
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
PT	Pacote de Trabalho
MS	<i>Microsoft</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento
TCPO	Tabela de Composições e Preços para Orçamentos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	16
1.2 PROBLEMA DA PESQUISA	18
1.3 OBJETIVOS	20
<b>1.3.1 Objetivo Geral</b>	<b>20</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos</b>	<b>20</b>
1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	<b>20</b>
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>22</b>
2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO	22
<b>2.1.1 Planejamento de Longo Prazo</b>	<b>25</b>
<b>2.1.2 Planejamento de Médio Prazo</b>	<b>26</b>
<b>2.1.3 Planejamento de Curto Prazo</b>	<b>28</b>
2.3 LEAN CONSTRUCTION	29
<b>2.3.1 Definições</b>	<b>29</b>
<b>2.3.1 Princípios do Lean Construction</b>	<b>32</b>
2.4 LINHA DE BALANÇO	34
<b>2.4.1 Conceitos e aplicações</b>	<b>34</b>
<b>2.4.2 Balanceamento das Atividades</b>	<b>38</b>
<b>2.4.3 Etapas para aplicação da Linha de Balanço</b>	<b>39</b>
2.5 PACOTES DE TRABALHO	39
<b>2.5.1 Definições de pacotes de trabalho</b>	<b>39</b>
<b>2.5.2 Custos vinculados</b>	<b>42</b>
<b>2.5.3 Durações</b>	<b>42</b>
<b>2.5.4 Pré-condições</b>	<b>44</b>
<b>2.5.5 Objeções no uso de pacotes de trabalhos detalhados em serviços</b>	<b>44</b>
2.6 ELABORAÇÃO DE PACOTES DE TRABALHO NA LINHA DE BALANÇO	45
2.7 SOFTWARES COMO FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO EM LINHA DE BALANÇO	48
<b>2.7.1 Funcionalidades associadas ao planejamento com linhas de balanço em software utilizado pelas empresas participantes.</b>	<b>49</b>
<b>3 PROCEDIMENTOS E MÉTODOS</b>	<b>52</b>
3.1 ESTRUTURA METODOLÓGICA	52
3.2 DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS	53
3.3 DESENHO DO ESTUDO	53
3.4 CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO DE PESQUISA	54
3.5 IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	55
3.6 APLICAÇÃO DO SURVEY	56

3.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS	56
3.8 RESULTADOS	57
<b>4 RESULTADOS</b>	<b>58</b>
4.1 INFORMAÇÕES DOS RESPONDENTES	58
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO	60
<b>4.2.1 Informações do processo de planejamento</b>	<b>60</b>
<b>4.2.2 Utilização da linha de balanço</b>	<b>63</b>
<i>4.2.2.1 Estruturação de Pacotes de Trabalho</i>	<i>66</i>
4.3 EXEMPLOS DE CRONOGRAMAS EM LINHAS DE BALANÇO	75
<b>4.3.1 Exemplo Linha de Balanço 1</b>	<b>75</b>
<b>4.3.2 Exemplo Linha de Balanço 2</b>	<b>76</b>
<b>4.3.3 Exemplo Linha de Balanço 3</b>	<b>77</b>
<b>4.3.4 Exemplo Linha de Balanço 4</b>	<b>78</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>81</b>
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
4.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	83
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>85</b>



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A construção civil passou por grande instabilidade econômica nos últimos anos. Uma das principais causas remonta à crise econômica global de 2008, cujos reflexos no Brasil ocorreram anos depois, agravando-se entre os anos de 2014 e 2015, que afetou o PIB brasileiro e estendeu os seus impactos até meados de 2019 (DIEESE, 2020). Após breve período de recuperação, o setor também sofreu os efeitos da pandemia da corona vírus, que atingiu a indústria da produção e ocasionou gargalos no abastecimento.

Atualmente, ainda imerso em cenário pandêmico, e apesar das consequências econômicas causadas pela paralisação de alguns setores, o setor da construção, considerado como serviço essencial, conseguiu manter empregos e dar abertura a novas frentes de trabalho. Segundo dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2021), a construção civil foi o setor que mais gerou novos postos de trabalho com carteira assinada no País em 2020 (105.248 novas vagas).

Apresentando crescimento expansivo, o PIB (Produto Interno Bruto) da Construção Civil atingiu a elevação de 2,1% no 1º trimestre de 2021 em relação ao 4º trimestre de 2020. O gráfico apresentado na Figura 1 ilustra a variação percentual em relação ao trimestre imediatamente anterior, com ajuste sazonal do PIB da Construção entre 2017 a 2021.

Figura 1- Variação (%) do PIB da Construção Civil em relação ao trimestre imediatamente anterior com ajuste sazonal

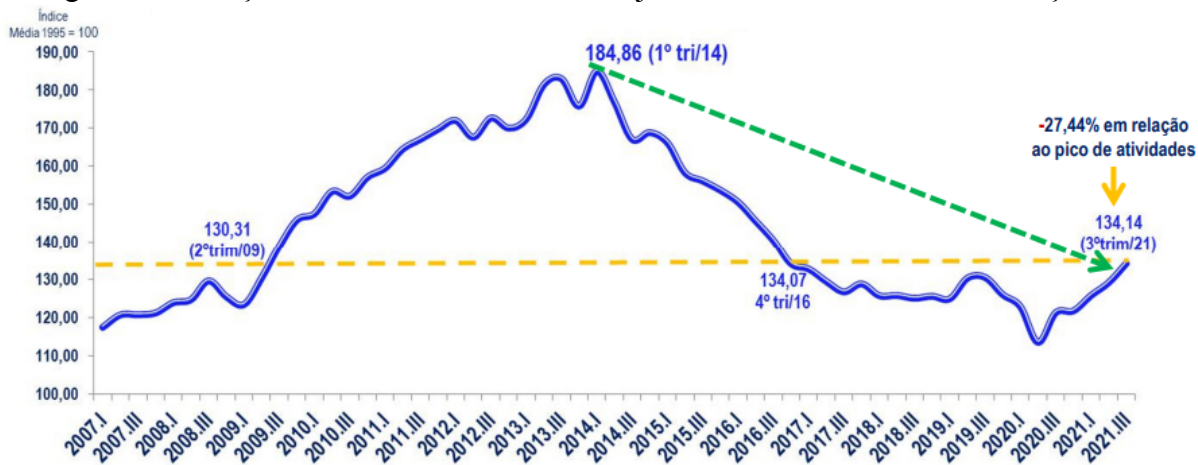


Fonte: Contas Nacionais Trimestrais - 3º Trimestre de 2021, IBGE (2021)

Apesar dos resultados positivos da economia nos últimos trimestres, o índice de volume do setor, no 3º trimestre de 2021, ainda está 27,44% abaixo do pico de atividades

observado no 1º trimestre de 2014, pairando fortes incertezas de que o crescimento da Construção esteja consolidado, como ilustrado na Figura 2.

Figura 2- Evolução do índice de volume com ajuste sazonal do PIB da Construção Civil



Fonte: Contas Nacionais Trimestrais - 3º Trimestre de 2021, IBGE (2021).

Diante deste cenário, há uma preocupação do mercado com as formas de se recuperar ou manter o avanço e eficiência dos processos produtivos. Com a pandemia da COVID-19, a cadeia produtiva sofreu diversas limitações, como a baixa produção de suprimentos, redução da mão de obra e o aumento nos custos dos insumos, dificultando a logística de funcionamento do mercado da construção civil. Estes desafios favoreceram a reflexão e análise do setor, levando empresas a otimizarem seus processos.

Além da busca por soluções para os impactos negativos trazidos pela pandemia, as necessidades de melhorias no desenvolvimento de uma obra já eram pontos identificados, devido a problemas como atrasos de projetos, descumprimento de prazos, descontrole de custos, orçamento acima do previsto e resultados com qualidade abaixo do esperado. Essa realidade já é constatada há bastante tempo, como afirmou Limmer (1997), que destacou a compreensão do consumidor frente à má qualidade dos serviços e aos altos custos dos produtos, junto a oscilação da economia, que levou empresários do setor a investirem no aprimoramento dos processos construtivos.

Com isso, o uso da tecnologia e de técnicas de planejamento assume papel fundamental na garantia da maior produtividade e qualidade na execução dos serviços. Dentre estas técnicas, destaca-se a Linha de Balanço, usualmente indicada para obras caracterizadas pela repetitividade, estabelecendo ritmo de produção para cada atividade.

A Linha de Balanço baseia-se em alguns princípios do *Lean Construction*, permitindo ter uma visão ampla e simples de cada etapa da obra através da organização e

planejamento das atividades, da ordem em que devem ser executadas, do local onde cada equipe deve trabalhar, além de informar o período de tempo de cada serviço. Justifica-se o uso desta ferramenta pela facilidade no arranjo das atividades e na compreensão gráfica oferecida. A Linha de Balanço é um método que permite fechar o ciclo do planejamento e controle, sem que se perca a operacionalidade necessária do projeto, que também pode estar relacionada com a implementação da filosofia *Lean*.

Dividindo o planejamento de uma obra em curto, médio e longo prazo (operacional, tático e estratégico) a aplicabilidade da Linha de Balanço é iniciada pelo último caso, visto que devem ser listadas as atividades que compõem toda a estrutura da obra e em seguida organizadas em pacotes de trabalho. Esta distribuição é realizada para que se tenha uma visão mais ampla e simples de cada etapa.

Diante dos pontos trazidos, o objetivo deste trabalho é estudar a aplicação da Linha de Balanço no planejamento, por algumas construtoras, através do desdobramento dos pacotes de trabalho realizados por elas, que são representados por células componentes do gráfico da Linha de Balanço.

## 1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Como forma de controlar o desenvolvimento das atividades executadas na obra e obedecer aos prazos determinados, a área de planejamento evidencia sua importância para as empresas da construção civil. Dentre as ferramentas mais utilizadas para realizar o controle e planejamento das obras está o *MS Project*, que adota várias formas de visualização do plano, como a ferramenta do Gráfico de *Gantt*, para representar o cronograma de realização de diferentes tipos de projetos. Outras formas de visualização do plano adotadas pelo software são as curvas de agregação de valor e custos acumulados, as redes PERT/CPM (*Program Evaluation and Review Technique/ Critical Path Method*) e os fluxos de obras. Neste gráfico de *Gantt* todas as tarefas que precisam ser executadas são listadas em eixo vertical e em graus de decomposição, propiciando maior detalhamento das etapas da obra. No entanto, conforme aumenta o nível de detalhamento, a visualização geral do cronograma é dificultada. Com essa falta de clareza, a produtividade e as entregas podem ser prejudicadas.

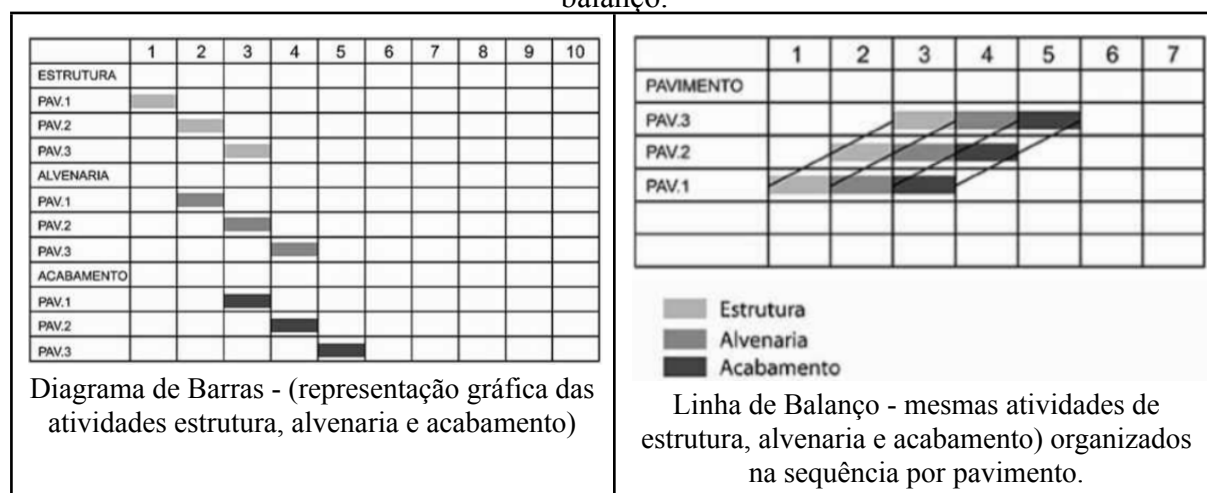
Outra ferramenta de planejamento e controle das obras, criada na década de 1940 e que vem recebendo cada vez mais espaço, é a Linha de Balanço. Considerada como uma técnica de aplicação mais estratégica e de fácil visualização, é utilizada em obras com padrões de repetição de serviços. A técnica da Linha de Balanço (LDB ou LOB - *Line of Balance*) de

acordo com Mattos (2019), surgiu na *Goodyear Tire & Rubber Company*, precisamente em 1941, e teve outras aplicações posteriores na marinha americana.

Para o uso otimizado da Linha de Balanço, as atividades da obra seguirão um fluxo de produção definido, objetivando eliminar o tempo ocioso entre as atividades, garantindo a sincronicidade e reduzindo a variabilidade de material e mão de obra.

A Figura 1, adaptada de Mattos (2019), evidencia a diferença entre a representação característica do gráfico de Gantt em relação às Linhas de Balanço, onde a disposição dos pacotes de trabalhos sofre modificações considerando o sequenciamento da produção. Nessa Figura 3 pode-se observar a diferença de visualização dos pacotes de trabalho, onde as atividades das etapas de estruturas, alvenaria e acabamento (antes distribuídas em pavimento 1, 2 e 3), para a apresentação na forma de Linhas de Balanço, aparecem sequenciadas por pavimento, sendo que a inclinação das linhas representa o ritmo da produção.

Figura 3- Diferença entre visualização do plano da obra por gráfico de *gantt* e por linhas de balanço.



Fonte adaptada: Mattos (2019).

No método da Linha de Balanço as atividades da obra devem ser agrupadas em nível macro, através da proposição de pacotes de trabalho, o que garante melhor produtividade das equipes. No entanto, este processo, conhecido como pacotização, nem sempre é realizado pelas construtoras e, quando realizado, muitas vezes não é estruturado de forma a cumprir os objetivos propostos pela Linha de Balanço.

Desta maneira, como forma de garantir qualidade no planejamento e controle dos serviços, o presente trabalho tem o objetivo de analisar as disposições e organização dos serviços e pacotes de trabalho realizados por construtoras brasileiras que utilizam o método da Linha de Balanço.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Identificar a forma como são elaboradas as estruturas de pacotes de trabalho na Linha de Balanço por empresas da construção civil e abordar conceitos que garantem a boa prática no uso deste método de planejamento.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

i) Identificar os princípios teóricos do método da Linha de Balanço (revisão bibliográfica).

ii) Analisar a estrutura de cronogramas baseados no uso de pacotes de trabalho como serviços individuais na Linha de Balanço.

iii) Entender a forma como são estruturados os pacotes de trabalho apresentados na Linha de Balanço pelas construtoras.

## 1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho consiste em identificar o processo de planejamento de obras em Linhas de Balanço através do uso de pacotes de trabalho, realizado por algumas empresas construtoras que utilizam o mesmo software para planejamento. Diante disso, devido às restrições da amostra, de tempo e de ferramentas, esta pesquisa não representará todo o universo de empresas construtoras.

O trabalho também tem em seu escopo os princípios teóricos do *lean construction*, dos planejamentos de curto, médio e longo prazo; e da metodologia da Linha de Balanço.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é dividido em cinco capítulos. No primeiro é realizada a contextualização do processo de planejamento diante dos cenários econômicos da construção civil, a apresentação do problema relacionado à pesquisa e os objetivos do trabalho.

O segundo capítulo fornece uma base teórica com conceitos relacionados ao planejamento e à metodologia de Linha de Balanço, oferecendo sustentação necessária às análises realizadas posteriormente.

No terceiro capítulo é apresentada a estrutura metodológica, a definição dos objetivos e o desenho do estudo. Já no quarto capítulo são dispostos os resultados obtidos por meio de gráficos, e a discussão da pesquisa.

No último capítulo são apresentadas as análises e conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento do trabalho, junto as sugestões para futuros trabalhos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO

Segundo Formoso (1991), o planejamento pode ser definido como o processo de definir metas e estabelecer os procedimentos para atingi-las, sendo eficaz apenas se entrelaçado com o processo de controlar a execução da atividade.

O processo de planejamento tem como objetivo as antecipações de um futuro desejado, envolvendo um grande número de atividades e um alto grau de incerteza relativo ao custo, espaço, tempo e disponibilidade de recursos (ASSUMPCÃO, 1996).

O planejamento é um processo complexo cujos resultados orientam à determinação do que deve ser feito, assim como sua forma e sequência de execução, considerando os recursos necessários e os custos envolvidos. Desta forma, é possível garantir a melhor eficácia dos planos, sendo efetivo somente se acompanhado do controle de processos (PRADO, 2002). Moreira e Bernardes (2001) afirmam que as decisões estão intrinsecamente relacionadas com o planejamento, pois é através do processo decisório que as metas estabelecidas nos planos podem ser cumpridas.

A necessidade de usar uma representação esquemática para o planejamento de uma tarefa é uma consequência tanto da capacidade limitada da memória de trabalho humana quanto da incerteza envolvida na antecipação (FORMOSO, 1991). Ao lidar com muitos problemas complexos, os indivíduos geralmente abstraem apenas uma série de dados relevantes de detalhes, aumentando a porção do espaço do problema que eles são capazes de enfrentar, resultando na construção de representações esquemáticas.

Apesar do crescimento no número de ferramentas para estas representações esquemáticas, na indústria da construção, a utilização dos métodos tradicionais de Planejamento e Controle da Produção (PCP) apresentam limitações, razão pela qual são fortemente criticados na literatura por não considerarem devidamente as interferências entre processos, a variabilidade de processos, incertezas na disponibilidade de recursos, e por resultarem em excesso de folgas de tempo, o que tende a aumentar a duração dos empreendimentos (VARGAS; FORMOSO, 2019).

Segundo Matos, Costa, Barros Neto (2010), o PCP ainda não é encarado como um processo. A incerteza é negligenciada e os planos são excessivamente detalhados muito antes do momento de realização das atividades. Não se verifica a hierarquização e organização do PCP e dos planos. A informalidade com que os planos são difundidos e a falta de documentos que possam disseminar a informação em vários formatos para os diversos níveis empresariais são outros problemas verificados no processo. Na indústria da construção, o PCP é, em geral, interpretado como o resultado da geração de planos, denominado apenas pela ação de preparar o cronograma geral da obra (BERNARDES, 2001).

Apesar dos problemas encontrados em decorrência da falta de conhecimento adequado para um bom planejamento, a partir da concepção de projeto definida, o planejamento estabelece diretrizes para a construção, por meio de análises via orçamentação, insumos, logística e cronogramas, a fim de estruturar a empresa para a execução da obra.

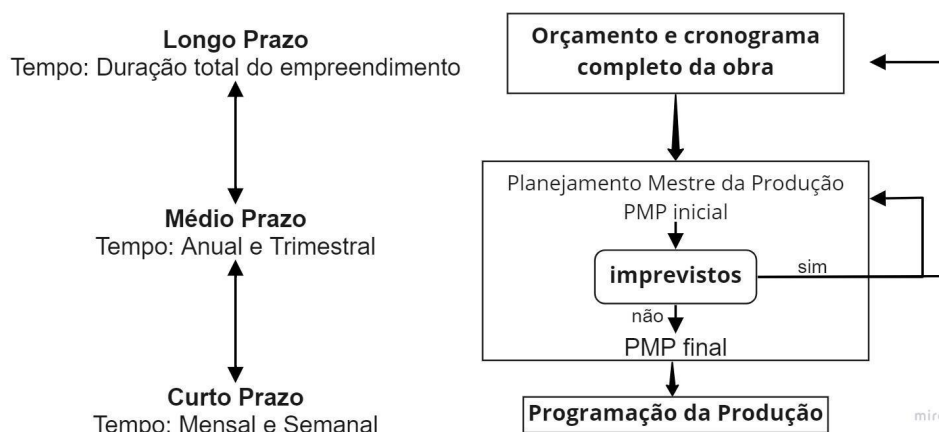
Mattos (2019) elenca como os principais benefícios do planejamento os seguintes:

- conhecimento pleno da obra;
- detecção de situações desfavoráveis;
- agilidade nas decisões;
- relação com o orçamento;
- otimização e alocação de recursos;
- referência para acompanhamento;
- padronização;
- referência para metas;
- documentação e rastreabilidade;
- criação de dados históricos; e,
- profissionalismo.

O planejamento divide-se na dimensão vertical, associado a diferentes níveis, incluindo os níveis gerenciais, e dimensão horizontal, referente às etapas contidas nos planejamentos de longo, médio e curto prazos (HERTHEL, 2015). A Figura 4 demonstra o desdobramento dos planos verticais do PCP para a atividade de orçamentação.



Figura 4- Níveis do PCP e Visões dos planos de obra.



Fonte: Librelotto (2022), adaptado de Tubino (1997).

Mattos (2019) afirma que, a fim de tornar melhor o sistema de PCP de empresas construtoras, deve-se trabalhar sobretudo no desenvolvimento da dimensão vertical, no sentido de corrigir as falhas indicadas na literatura e evidenciadas na prática. O planejamento pode ser realizado em todos os níveis gerenciais da organização. Devido à incerteza do processo produtivo, os planos em cada nível variam de acordo com o horizonte de planejamento.

Convencionalmente, destaca-se a necessidade de efetivamente realizar o planejamento em três níveis hierárquicos: longo (estratégico), médio (tático) e curto (operacional). Esses níveis, de um modo geral estão compreendidas as seguintes definições:

- **Estratégico:** Neste nível são definidos o escopo e as metas do empreendimento a serem alcançadas em determinado intervalo de tempo. As decisões tomadas para a preparação dos planos estão relacionadas a questões de longo prazo (BERNARDES, 2001). Foca os negócios da empresa, enquanto atividade econômica e no máximo o empreendimento como um todo.
- **Tático:** No nível tático enumeram-se os meios e suas limitações para que as metas sejam alcançadas. Em geral, pode-se utilizar este nível destinado a um horizonte de longo ou médio prazo. Contudo, isso vai depender do tipo de obra a ser executada, do horizonte de tempo necessário à execução, bem como da maneira pela qual o processo de planejamento e controle da produção será desenvolvido.
- **Operacional:** O nível inferior está intimamente relacionado com a execução do trabalho. Segundo Formoso (1999), este é o planejamento de comprometimento e tem

a função de proteger a produção contra as incertezas que por ventura poderiam surgir ao longo do tempo de obra. Envolve períodos de meses, semanas ou dias.

As decisões de caráter estratégico e tático são tomadas em momentos em que não se dispõe de informações detalhadas sobre o empreendimento, justificando, ou até mesmo impondo, o uso de modelos simplificados para operar com esses dados. Já as decisões operacionais são definidas no momento da definição dos recursos físicos detalhados, envolvendo a equipe da obra para que haja engajamento da equipe de produção na busca por atingir o estabelecido no planejamento (BALLARD, 1997).

### **2.1.1 Planejamento de Longo Prazo**

Também conhecido como planejamento estratégico, abrange a definição do escopo e das metas do empreendimento a se alcançar. É o nível menos detalhado da gestão, onde encontra-se o plano mestre do empreendimento (BERNARDES, 2001).

Herthel (2015) complementa esta ideia afirmando que a programação de longo prazo consiste no primeiro nível de detalhamento do planejamento, apresentando um caráter mais genérico, adequado aos níveis mais altos de gerência (diretoria). Também chamada de plano mestre, ela serve basicamente para a visualização geral das etapas da obra, explicitação das datas-marco mais importantes e identificação preliminar de recursos.

De acordo com Formoso (2001), as principais atividades envolvidas neste nível de planejamento são:

**i) coletar as informações:** As informações necessárias para a geração do plano mestre no início da obra são originárias, principalmente, da etapa de preparação do processo de planejamento. Para a revisão do plano mestre, devem-se buscar também informações geradas nos níveis inferiores de planejamento, principalmente do planejamento de médio prazo;

**ii) gerar o fluxo de caixa:** A partir do plano mestre, elabora-se um fluxo de caixa mais detalhado do que aquele gerado no início do empreendimento. Algumas vezes é necessário modificar o plano mestre da obra de forma a tornar favorável o fluxo de despesas, principalmente em função das altas taxas de juros praticadas no país. O fluxo de caixa gerado é base para o controle financeiro da obra;

**iii) preparar o plano:** Podem-se utilizar várias técnicas para gerar o plano mestre, sendo as principais o diagrama de *Gantt*, os diagramas de precedência de atividades, as técnicas de rede e a Linha de Balanço. A técnica de Linha de Balanço tem a vantagem, em relação às duas primeiras, de apresentar explicitamente o fluxo de trabalho das diferentes equipes na obra. Isso facilita a definição de ritmos que garantam a continuidade do trabalho das principais equipes de produção, que é um dos requisitos para o aumento da eficiência das mesmas. O grau de detalhe utilizado nesse plano depende, principalmente, da incerteza envolvida no processo de produção. Existe uma retroalimentação entre o plano mestre e o plano de médio prazo;

**iv) difundir o plano mestre:** Esse deve ser apresentado em um ou mais formatos, em função da necessidade de seus usuários. Para difundi-lo, algumas empresas fazem uso de reuniões com os principais usuários deste plano tanto na fase inicial da obra como a cada alteração substancial no mesmo;

**v) programar os recursos classe 1:** Envolve a programação dos recursos cuja previsão de compra, aluguel e/ou contratação deve ser realizada a partir do planejamento de longo prazo. Caracterizam-se, geralmente, pelo longo ciclo de aquisição e pela baixa repetitividade deste ciclo, por exemplo, elevadores, cerâmica, pastilhas, entre outros. O lote de compra geralmente corresponde ao total da quantidade de recursos a serem utilizados, e

**vi) difundir a programação de recursos:** Uma vez gerada a programação de recursos classe 1, essa deve ser disseminada aos setores de recursos humanos para a contratação de mão-de-obra e de suprimentos para aquisição dos materiais e equipamentos necessários.

### **2.1.2 Planejamento de Médio Prazo**

Segundo Mattos (2019), o segundo nível de detalhamento do planejamento refere-se à programação de médio prazo. Mais detalhada do que a de longo prazo, sua função básica é possibilitar a elaboração de um plano de compra de materiais e equipamentos, identificar a necessidade de novos recursos, treinar a mão de obra em tempo hábil e antever interferências.

É no planejamento de médio prazo que possíveis entraves ou restrições à realização das tarefas são identificados e ações são elaboradas para que sejam removidas antes da liberação das tarefas para a produção. A análise sistemática das restrições contribui para o

melhor entendimento de como é realizada a execução dos serviços e possibilita a organização de listas de verificação a serem usadas antes da execução de um serviço (MATOS *et al.*, 2010).

Para Formoso (2001), o planejamento de médio prazo baseia-se nas seguintes atividades:

**i) coletar as informações** - o plano de médio prazo é gerado a partir do plano mestre e também de informações retroalimentadas do gerenciamento operacional;

**ii) preparar o plano de médio prazo** - geralmente realizado através do uso do gráfico de *Gantt* ou de um desdobramento do diagrama de precedência de atividades. A partir do plano, analisam-se as restrições, revisando-se o sequenciamento da produção. A cada ciclo de replanejamento de médio prazo pode ser necessário, também, reestudar o fluxo de materiais da obra, fazendo os ajustes de layout necessários à medida que a obra evolui;

**iii) difundir o plano** - novamente os planos devem ser difundidos num formato adequado aos seus usuários, com destaque ao setor de suprimentos. A partir do plano de médio prazo é realizada a aquisição de recursos classe 2, e também a contratação de equipes de mão-de-obra, cujo prazo de contrato é relativamente curto;

**iv) programar a aquisição dos recursos classe 2** - refere-se àqueles recursos cuja programação de compra, aluguel e/ou contratação deverá ser realizada a partir do planejamento tático de médio prazo. Caracterizam-se geralmente por um ciclo de aquisição inferior a 30 dias e por uma média frequência de repetição deste ciclo. Os lotes de compra são, em regra, frações da quantidade total do recurso, por exemplo: blocos cerâmicos, vidros, tubos e conexões de PVC, entre outros, e

**v) difundir a programação** - a programação deve ser difundida para os setores de suprimentos para a negociação.

Além da divisão do planejamento de médio prazo descrita acima, outros autores também classificam este tipo de planejamento em outras atividades, como é o caso de Formoso (1991), o qual afirma que a tarefa de planejar a construção em um nível tático pode ser dividido em dois grupos principais de subtarefas: estabelecer dados padrão, e gerar um

plano. A necessidade de dados padrão ocorre porque o especialista geralmente tem que gerar planos sem ter um conjunto completo de informações sobre o projeto: o projeto é muitas vezes incompleto e geralmente há muita incerteza relacionada às condições do local e disponibilidade de recursos.

### 2.1.3 Planejamento de Curto Prazo

Com base em seus estudos, Mattos (2019) afirma que o alcance desse tipo de planejamento é semanal ou quinzenal e sua função é estabelecer diretrizes detalhadas, claras e imediatas. O grau de detalhamento da programação aumenta à medida que se aproxima o início da atividade. A programação de curto prazo é a agenda da obra e torna-se ideal para identificar as causas pelas quais as tarefas da semana se atrasaram ou não se iniciaram conforme o planejado.

No final do ciclo de curto prazo adotado (diário, semanal ou quinzenal), inicia-se o monitoramento das metas executadas e o registro das causas pelas quais as mesmas não cumpriram o planejado. Este controle é realizado por meio de um indicador associado ao plano denominado Percentagem do Planejamento Concluído (PPC), calculado através da razão dos pacotes de trabalhos completados pelos totais planejados (BERNARDES, 2001).

Para Ballard e Howell (1998), os planos de trabalhos semanais são eficazes quando atendem aos seguintes requisitos de qualidade dos planos de compromisso por unidade de produção para atividades e tarefas específicas. Para os autores supracitados, algumas perguntas podem auxiliar na elaboração do plano. Tais perguntas são apresentadas nos tópicos de 1 a 5 e representam etapas que devem ser cumpridas para a definição dos planos de trabalho.

1. **Definição:** As atribuições são específicas o suficiente para que o tipo e a quantidade correta de materiais possam ser coletados, o trabalho possa ser coordenado e seja possível dizer no final da semana se a tarefa foi concluída?
2. **Solidez:** Todas as tarefas estão corretas, ou seja: Todos os materiais estão à mão? O projeto está completo? O trabalho de pré-requisito está completo? A intenção é fazer tudo o que pode ser feito para deixar o trabalho pronto antes da semana em que deve ser feito.

3. **Sequência:** As atribuições são selecionadas dentre aquelas que são sólidas na ordem de construtibilidade necessária para a própria unidade de produção e na ordem necessária para os processos do cliente? As atribuições adicionais de menor prioridade são identificadas como pendências viáveis, ou seja, tarefas de qualidade adicionais disponíveis caso as atribuições falhem ou a produtividade exceda as expectativas?
4. **Tamanho:** As atribuições são dimensionadas para a capacidade produtiva de cada equipe ou subequipe, enquanto ainda são alcançáveis dentro do período do plano? A atribuição produz trabalho para a próxima unidade de produção no tamanho e formato necessários?
5. **Aprendizagem:** As tarefas que não são concluídas na semana são rastreadas e os motivos identificados?

## 2.3 LEAN CONSTRUCTION

### 2.3.1 Definições

Baseado no cenário de demanda de Pós Guerra, o Sistema Toyota de Produção (TPS) foi implementado no Japão e estava baseado em demandas flutuantes, que exigiam rápidas mudanças nas linhas de montagem frente ao grande número de diferentes produtos que deveriam ser produzidos. Este modelo, desenvolvido por Taiichi Ohno, é composto por ideias básicas que se baseavam na adoção de estratégias de produção, que eram definidas em função das demandas que chegavam na cadeia produtiva, dentro de um plano de trabalho que garantia o ritmo planejado ao longo de todo o processo produtivo. Em outras palavras, era necessário um fluxo contínuo de produção, com a adoção de políticas de monitoramento de cada etapa desses processos visando a redução de estoques de insumos. Este conjunto de ideias passa a ser definido como *Lean Production* (Produção Enxuta) (CONTE, 2003).

Howell (1999) complementa este contexto afirmando que o termo “*lean*” foi criado pela equipe de pesquisa que trabalhava na produção automotiva internacional para refletir tanto a natureza de redução de desperdício do Sistema de Produção da Toyota quanto para compará-lo com as formas de produção artesanal e em massa.

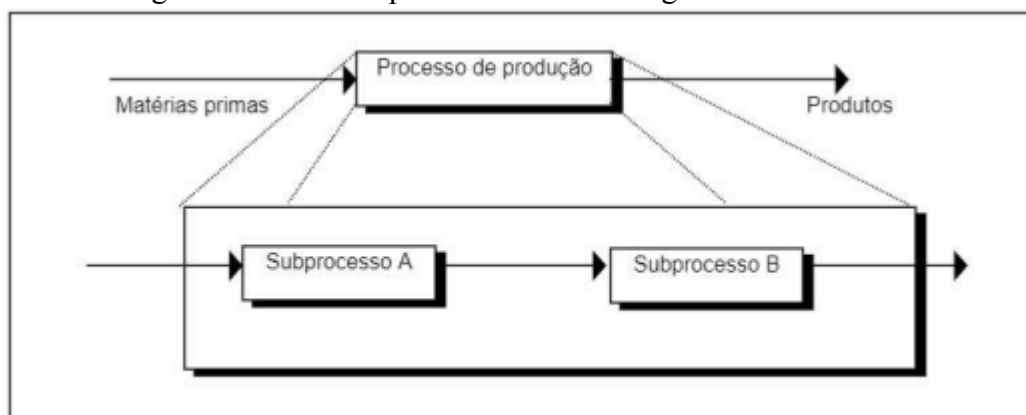
Ao longo dos anos 90, a teoria do *Lean Construction* vem sendo construída para a gestão de processos na construção civil, com o objetivo de adaptar alguns conceitos e princípios gerais da *Lean Production* às peculiaridades do setor. (FORMOSO, 2010).

Junqueira (2006) afirma que a construção civil é caracterizada por altos indicadores de desperdício, produtos com baixa qualidade, processos ineficientes e ineficazes e, por isso mesmo, mostra-se como um campo promissor aos resultados que podem ser obtidos através da aplicação dos conceitos da construção enxuta.

A forma atual de gerenciamento de produção na construção é derivada da mesma abordagem encontrada na produção em massa e no gerenciamento de projetos. Diante disso, gerenciar a construção sob *Lean* é diferente da prática contemporânea típica porque tem um conjunto claro de objetivos para o processo de entrega; visa maximizar o desempenho do cliente no nível do projeto; projeta produtos e processos simultaneamente e aplica o controle de produção ao longo da vida do projeto (HOWELL, 1999).

A diferenciação dos conceitos entre as formas de gerenciamento tradicional e a produção enxuta é essencial para entender os processos de produção (FORMOSO, 2010). O conceito tradicional costuma definir a produção como “um conjunto de atividades de conversão, que transforma os insumos (materiais, informações) em produtos intermediários (alvenaria, estrutura, revestimento) ao final em edificação”, conforme ilustra a figura 7.

Figura 7-Modelo de processo na filosofia gerencial tradicional



Fonte: Formoso (2010)

Segundo Formoso (2010), as características deste modelo podem ser definidas nos seguintes tópicos:

- o processo de conversão pode ser subdividido em sub-processos, que também são processos de conversão. Por exemplo, a execução da estrutura pode ser subdividida em execução de formas, corte, dobragem e montagem de armaduras e lançamento de concreto;

- o esforço de minimização do custo total de um processo em geral é focado no esforço de minimização do custo de cada sub-processo separadamente; e,
- o valor do produto (output) de um sub-processo é associado somente ao custo (ou valor) dos seus insumos.

Matos (2006) mostra, então, que dentro dessa visão gerencial dominante são encontradas algumas deficiências, tais como: a não consideração de atividades entre os processos de conversão, e que, não agregam valor como inspeção, transporte, espera por material, retrabalho, etc.

Esse tipo de atividade aparece de forma implícita nos orçamentos convencionais e nos planos de obra e por essa razão faz com que a sua percepção seja dificultada, prejudicando assim a gestão da produção. Assim, existe uma grande tendência de concentrar esforços na melhoria dos subprocessos e não no sistema de produção, bem como à não execução ou processamento dos produtos, conforme as necessidades dos clientes. (MATTOS, 2006).

Para Formoso (2010) o modelo de processo da *Lean Construction* assume que um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, constituído por atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção. Por não agregarem valor ao produto final, as atividades de transporte, espera e inspeção são denominadas atividades de fluxo. Nem toda a atividade de processamento agrega valor ao produto. Por exemplo, quando as especificações de um produto não foram atendidas após a execução de um processo e existe a necessidade de retrabalho, significa que atividades de processamento foram executadas sem agregar valor.

Diante destes conceitos nota-se que as ferramentas *lean* podem ser aplicadas em canteiros de obras, apesar das características específicas da construção. O grande desafio, tanto para pesquisas futuras, quanto para empresas e profissionais que busquem a aplicação prática do *Lean Thinking* no setor de construção, é a busca de metodologias que traduzam formas de implementação dos princípios para o ambiente da construção, sendo a aplicação de ferramentas uma consequência. (JUNQUEIRA, 2006)



### 2.3.1 Princípios do *Lean Construction*

Koskela (1992) propôs um conjunto de onze princípios para melhorar a eficiência da gestão dos processos construtivos e auxiliar no projeto de processo de fluxo. Alguns estudos já apresentam exemplos de aplicação destes princípios e os benefícios proporcionados, no sistema de produção, através de aplicações tecnológicas simples. A seguir são apresentados os Onze princípios do *Lean Construction*:

1. reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;
2. aumentar o valor do produto final;
3. reduzir a variabilidade;
4. reduzir o tempo de ciclo;
5. diminuir o número de partes ou ciclos;
6. aumentar a transparência do processo;
7. aumentar a flexibilidade de saída;
8. introduzir melhoria contínua no processo;
9. focar o controle no processo global;
10. manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões, e
11. fazer *benchmarking*.

O mesmo autor complementa que em geral os princípios se aplicam tanto ao processo de fluxo total quanto aos seus subprocessos. Além disso, os princípios definem implicitamente problemas de fluxo de processos, como complexidade, intransparência ou controle segmentado.

Abaixo estão abordados os princípios da *Lean Construction*, que de acordo com a gestão de processos são mais adequados para esse trabalho.

#### 1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Koskela (1992) define as atividades de agregação de valor da seguinte forma: são atividades que convertem material e/ou informação para o que é requerido pelo cliente. Já as atividades sem valor agregado (também chamadas de desperdícios): são atividades que levam tempo, recursos ou espaço, mas não agregam valor. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor é uma diretriz fundamental.

Cada vez que uma tarefa é dividida em duas sub tarefas executadas por diferentes especialistas, aumentam as atividades que não agregam valor como: inspeção, movimentação e espera. Dessa forma, o desenho organizacional tradicional contribui para uma expansão das atividades que não agregam valor.

De acordo com Mattos (2006) para atingir esse princípio é necessário que primeiro se trace o fluxo do processo, identificando as atividades, para que se possa controlá-las e até, na melhor das situações, eliminá-las.

## 2. Aumento de transparência

A falta de transparência do processo aumenta a propensão a errar, reduz a visibilidade dos erros e diminui a motivação para a melhoria. Assim, é objetivo tornar o processo produtivo transparente e observável para facilitar o controle e a melhoria. Isso pode ser alcançado tornando o processo diretamente observável através de meios organizacionais ou físicos, medições e exibição pública de informações. (KOSKELA, 1992)

Bernardes (2001) salienta que este princípio pode ser implementado através do processo de planejamento e controle da produção na medida em que são disponibilizadas informações de acordo com a necessidade de seus usuários no ambiente produtivo. A utilização de plantas ou esboços durante a discussão das metas, de maneira a facilitar a compreensão por parte das equipes de produção, é uma forma de aumentar a transparência do processo de planejamento e controle da produção. Nesse caso, o ato de discussão pode ser interpretado, inclusive, como um meio potencial para a troca de ideais sobre possíveis melhorias relacionadas aos processos que estão sendo executados.

## 3. Introduzir melhoria contínua no processo

Este princípio pode ser implementado através do processo de planejamento e controle da produção, na medida em que são analisadas as decisões tomadas para correção de desvios oriundos da coleta de dados do plano de curto prazo (BERNARDES, 2001). Nesse sentido, deve-se procurar compreender se as decisões tomadas surtiram efeito na produção.

Segundo Koskela (2002), os esforços para a redução do desperdício e do aumento do valor do produto devem ocorrer de maneira contínua na empresa. O princípio de melhoria contínua pode ser alcançado à medida em que os demais vão sendo cumpridos. A implantação de ferramentas de planejamento é considerada um exemplo dessa melhoria no processo de gestão, como é o caso da técnica linha de balanço, onde graficamente é definida a estratégia de ataque à obra, as metas, o sequenciamento e duração de cada uma das atividades.

## 2.4 LINHA DE BALANÇO

### 2.4.1 Conceitos e aplicações

A Linha de Balanço (LDB) é uma das técnicas que ao longo dos últimos anos vêm sendo impulsionadas e desenvolvidas juntamente com as estratégias de planejamento para construções com ênfase na padronização de processos, tanto a nível macro, ou estratégico, como a nível micro, ou operacional (MENDES JR, 1999). Esta técnica é um método de programação que se originou na indústria manufatureira. A técnica da Linha de Balanço surgiu na Goodyear Tire & Rubber Company, precisamente em 1941, teve outras aplicações posteriores na marinha americana, e hoje vem sendo utilizada em projetos de natureza repetitiva (PINHEIRO, 2009). Diante disto, o planejamento com Linha de Balanço encaixa-se bem para os seguintes tipos de obra: edifícios altos, conjunto habitacional, túnel, estrada, adutora e gasoduto.

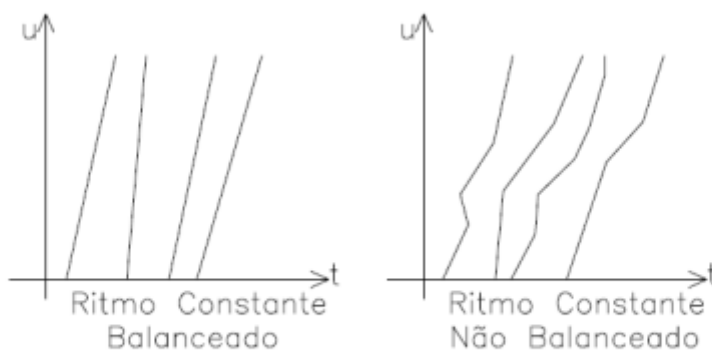
Herthel (2015) afirma que a Linha de Balanço é uma das ferramentas, que, baseada na *Lean Construction*, tem seu embasamento na diminuição e eliminação das atividades que não agregam valor ao produto final, ou seja, as atividades de fluxo. Esta técnica representa o fluxo da produção ao longo das zonas de trabalho, e a sua representação em forma de linha permite identificar o ritmo de produção da tarefa por meio da sua inclinação (VARGAS; FORMOSO, 2020).

Marchiori (2021) avalia as vantagens e desvantagens da aplicação da Linha de Balanço no planejamento de uma obra com padrão repetitivo. Desta maneira as vantagens são identificadas como: facilidade de compreensão da execução das atividades; facilidade de elaboração de quadros ou tabelas para distribuição de recursos humanos para cada atividade; ganhos com produtividade devido ao efeito aprendizagem (várias repetições); fixação de metas definidas; e especialização dos recursos humanos. Por sua vez, as desvantagens são listadas como: algumas atividades não essenciais não entram no planejamento por Linha de Balanço, mas precisam ser programadas; os projetos devem possuir características que permitam o trabalho por meio de Linha de Balanceamento; considera-se que a produtividade é uniforme; e a liberdade entre as atividades é limitada.

Mattos (2019) descreve a Linha de Balanço como uma reta representada por uma estrutura nomeada “Pacotes de Trabalho” e que ilustra graficamente a cadência de produção de uma atividade, desta forma, a dimensão tempo fica localizada na abscissa do gráfico e a quantidade de unidades produzida na ordenada, quanto mais íngreme a reta, maior sua produtividade. A declividade define a taxa de produção no tempo.

Prado (2002) demonstra que através dos gráficos representados abaixo é possível notar que as inclinações das linhas determinam o ritmo a ser imposto às atividades, de forma a possibilitar a conclusão da tarefa de acordo com o prazo estabelecido. A Figura 8 exemplifica o balanceamento e desbalanceamento através do ritmo.

Figura 8-Ritmo das atividades



Fonte: Formoso (2002)

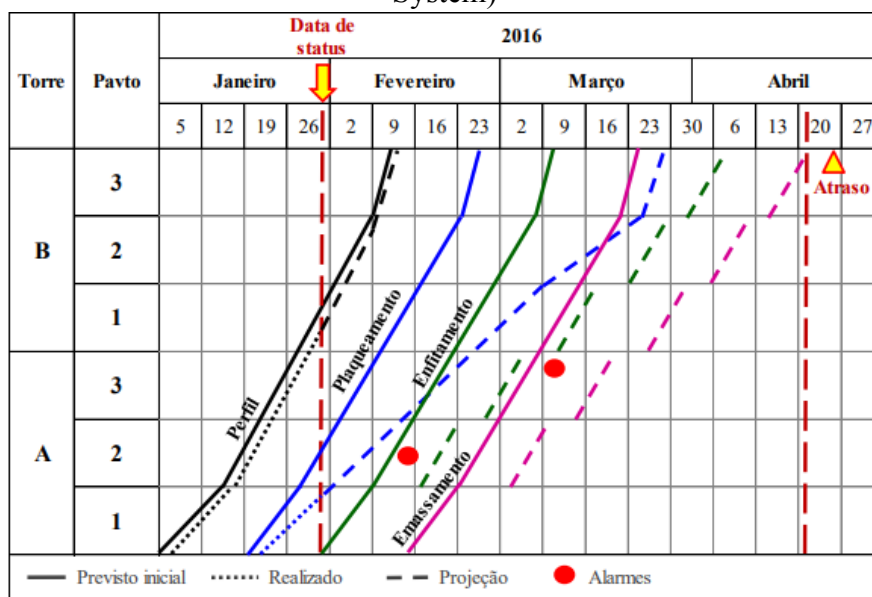
Esta representação é entendida como diagrama Tempo *versus* Caminho, ferramenta corriqueiramente confundida com Linha de Balanço, dada a grande interação que costuma ser feita entre ambos.

A Linha de Balanço resume um grupo de atividades similares em uma linha e, conseqüentemente, condensa em um documento menor um número de atividades comuns, conhecido como Pacotes de Trabalho.

Um dos produtos do processo de pesquisa iniciado com a Linha de Balanço e o fluxo de trabalho é o *Location-Based Management System* (LBMS). Este sistema é uma técnica de planejamento e controle da produção em construções que contempla aspectos importantes no processo de construção, como o fluxo de trabalho contínuo e as restrições de locais. O LBMS combina taxas de produção, quantidades e consumo de recursos em locais específicos para estimar as durações das atividades (BUCHMANN; SLORUP, 2012).

A Figura 9 mostra um exemplo de cronograma LBMS para as atividades de vedações, comparando as datas previstas, realizadas e projetadas para cada atividade e local e apontando alarmes para os principais desvios detectados.

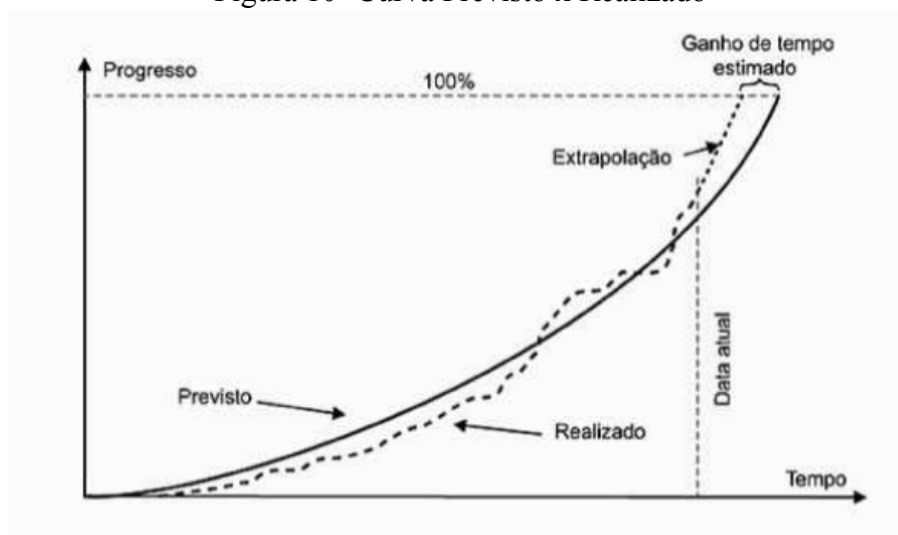
Figura 9- Linha de Balanço baseada no modelo LBMS (Location-Based Management System)



Fonte: Lowe *et al.* (2012)

Para Mattos (2019) uma das mais significativas vantagens do método tempo-caminho é permitir a comparação do previsto com o realizado. Tendo a Linha de Balanço do planejamento original como referência, é possível plotar no gráfico os pares ordenados tempo-posição do avanço real do projeto e avaliar, então, se o progresso está além ou aquém do previsto, conforme apresentado na Figura 10.

Figura 10- Curva Previsto x Realizado

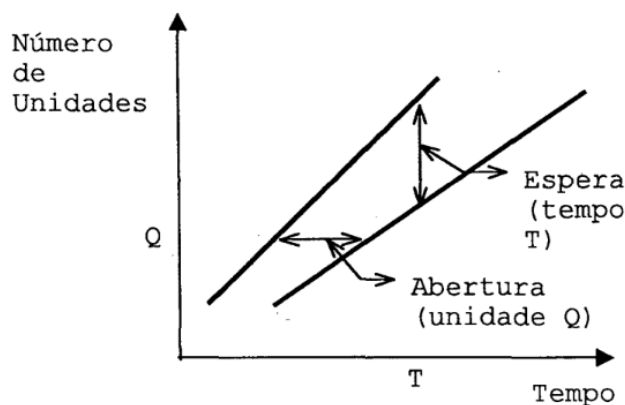


Fonte: Mattos (2019)

Analisando o comportamento da Linha de Balanço por meio do gráfico tempo *versus* caminho para duas atividades representadas por curvas, é possível notar que a distância

horizontal entre essas curvas de produção de processos consecutivos representa, um tempo de abertura (*time buffer*). Já a distância vertical entre curvas de produção de dois processos consecutivos num determinado instante representa uma espera (*stage buffer*), como demonstrado na Figura 11 (MENDES JUNIOR, 1999).

Figura 11-Curva de produção de processos



Fonte: Mendes Jr (1999).

A Linha de Balanço é baseada em três fundamentos básicos que juntos têm o papel de manter a produção em sintonia. O primeiro deles é o ritmo de produção, ou inclinação da linha que representa as atividades na LDB, referindo-se ao valor obtido pela adequação do que deve ser entregue em cada unidade de repetição, ou ao final de cada etapa da obra, e o prazo em que deve ser entregue. O ritmo de um pacote de trabalho pode ser calculado utilizando as seguintes variáveis (ÁVILA; JUNGLES, 2013):

- **unidades de repetição (n)**: quantidade de lotes de produção;
- **duração total (DT)**: duração total do projeto, e
- **tempo de ritmo (Tr)**: tempo necessário para executar os pacotes de trabalho restantes.

Diante dessas definições o Ritmo (R) é matematicamente definido pela seguinte Equação 1:

Equação 1: Cálculo do ritmo de produção

$$R = \frac{(n - 1)}{Tr}$$

Fonte: Ávila; Jungles (2013)

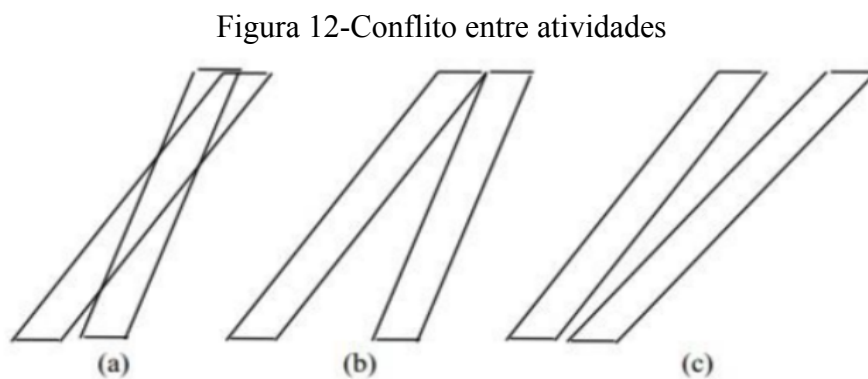
O segundo fundamento é o fluxo contínuo, que se refere a programação das atividades sem que haja choques ou interrupções entre etapas. As interrupções no fluxo dos pacotes de trabalho geram desperdícios com o tempo de espera, gerando a necessidade de remanejar as equipes para outras atividades. Por fim, o terceiro fundamento está relacionado às repetições em série das atividades que devem ser realizadas de forma sequencial em todas as unidades de repetição do projeto.

#### 2.4.2 Balanceamento das Atividades

Mendes Junior (1999) define o balanceamento da linha como a execução de todas as atividades continuamente sem interferências, ou seja, sem quebra da linearidade de execução através da intercepção entre atividades. Quando as retas das atividades são paralelas, significa que elas possuem o mesmo ritmo de execução.

O objetivo do balanceamento é minimizar os efeitos negativos das interrupções e das paradas, e maximizar os benefícios da continuidade, possibilitando a redução de custos e o surgimento dos efeitos de aprendizagem (HEINECK, 1996).

No entanto, no caso de surgimento de conflitos entre atividades, como mostrado na Figura 12 (a), Mendes Júnior e Heineck (1997) sugerem que o início da atividade seja atrasado (b) ou que seu ritmo seja intensificado com a alocação de mais equipes para a realização da atividade (c).



Fonte: Mendes Jr e Heineck (1997).

### **2.4.3 Etapas para aplicação da Linha de Balanço**

Para a aplicação da técnica da Linha de Balanço no planejamento de uma obra, Mendes Junior (1999) e Maziero (1990) sugerem a seguinte sequência de passos para compor o roteiro de elaboração:

1. determinação da Unidade Básica de Repetição;
2. determinação dos Pacotes de Trabalho;
3. construção da Rede Lógica e definição das Precedências;
4. levantamento de quantitativos e das Composições Unitárias necessárias;
5. Construção da Linha de Balanço e Alocação de Recursos.

## **2.5 PACOTES DE TRABALHO**

### **2.5.1 Definições de pacotes de trabalho**

De acordo com Choo (1999), o Pacote de Trabalho (PT) é definido como uma quantidade de trabalhos semelhantes a serem feitos ou um conjunto de tarefas em uma mesma área, utilizando informações de projeto específicos, material, mão de obra, equipamento, e com os mesmos pré-requisitos de trabalho definidos. Deste modo, a elaboração de Pacotes de Trabalho é um processo de planejamento que requer uma compreensão detalhada do escopo do trabalho e fatores restritivos. Sem a devida consideração das relações entre as atividades que os compõem, os Pacotes de Trabalho não seriam um meio eficaz de gerenciar o trabalho (KIM; IBBS, 1995).

O PMI (2017) define o pacote de trabalho como o nível mais baixo de composição da Estrutura Analítica de Projeto (EAP). Um pacote de trabalho pode ser usado para agrupar as atividades onde o trabalho é agendado, estimado, monitorado e controlado. No contexto da EAP, o pacote de trabalho se refere a produtos de trabalho ou entregas que são o resultado da atividade e não a atividade propriamente dita. Halpin (1985) considera o pacote de trabalho como um subelemento de um projeto de construção em que os dados de custo e tempo são coletados para relatórios de status do projeto. Todos os pacotes de trabalho combinados constituem a estrutura analítica do projeto.

Segundo Ballard (2000) os pacotes de trabalho são a unidade indivisível da EAP. Ávila e Jungles (2013) definem a EAP como o ordenamento das atividades segundo a ordem



lógica de execução, estruturadas em uma decomposição hierárquica do escopo total do trabalho. Uma EAP bem construída pode revelar-se crucial em muitos processos de gerenciamento de projetos, uma vez que divide o trabalho a ser desenvolvido em etapas e pacotes de trabalho, impactando diretamente na definição das atividades, no cronograma do projeto, na análise de riscos e nas ferramentas de controle utilizadas nos projetos (SIAMIIRDEMOOSA; DINDARLOO; SHARIFZADEH, 2015).

Segundo Rodrigues e Bowers (1996), a construção de uma EAP (Figura 13) precisa respeitar dois princípios básicos: completude, ou seja, todo o trabalho a ser desenvolvido pelo projeto, sem nenhuma exceção, precisa ser mapeado para algum pacote de trabalho na decomposição da EAP; e hierarquia, pois a soma de todo o trabalho do projeto deve ser igual a soma dos elementos de todos os pacotes de trabalho decompostos.

Figura 13-EAP Analítica

Atividade	
0	<b>Casa</b>
1	<b>1. Infraestrutura</b>
2	1.1 Escavação
3	1.2 Sapatas
4	<b>2. Superestrutura</b>
5	2.1 Paredes
6	2.1.1 Alvenaria
7	2.1.2 Revestimento
8	2.1.3 Pintura
9	2.2 Cobertura
10	2.2.1 Madeiramento
11	2.2.2 Telhas
12	2.3 Instalações
13	2.3.1 Instalações Elétrica
14	2.3.2 Instalações Hidráulica

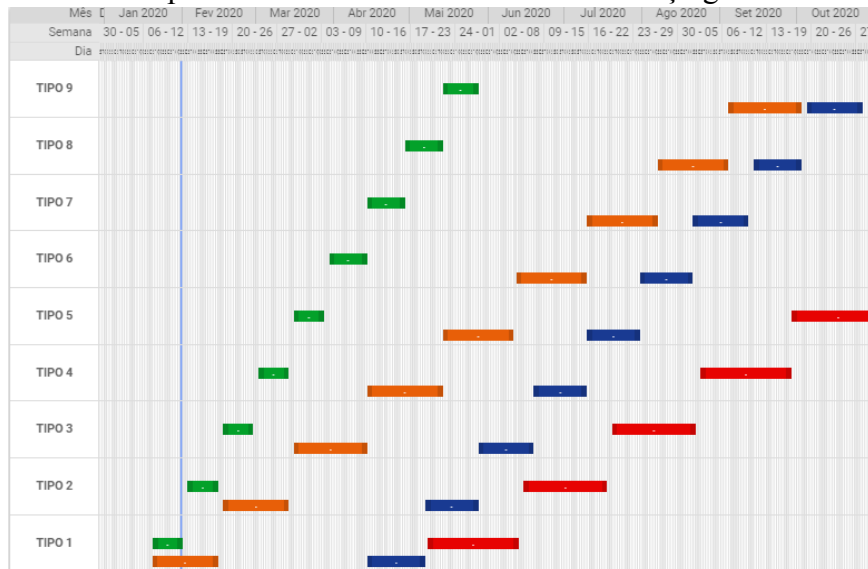
Fonte: Adaptado de Mattos (2010)

Decomposição é uma técnica usada para dividir e subdividir o escopo do projeto e suas entregas em partes menores e mais fáceis de gerenciar. Desta forma, são agrupadas as atividades a fim de se criar pacotes de trabalho. O grau de decomposição é orientado com frequência pelo grau de controle necessário para gerenciar o projeto de forma eficaz, já o nível de detalhe dos pacotes de trabalho poderá variar com o tamanho e complexidade do projeto (PMI, 2017).

Na Linha de Balanço os pacotes de trabalho são identificados como células de produção de diferentes cores presentes no gráfico, como pode ser observado na Figura 14. Conceitualmente essas estruturas são apresentadas como um grupo de atividades, geralmente,

de características similares, que são realizadas dentro de um período definido (KEMMER, 2022). No entanto, alguns projetos utilizam a estrutura de pacote de trabalho para representar uma única atividade da obra na Linha de Balanço.

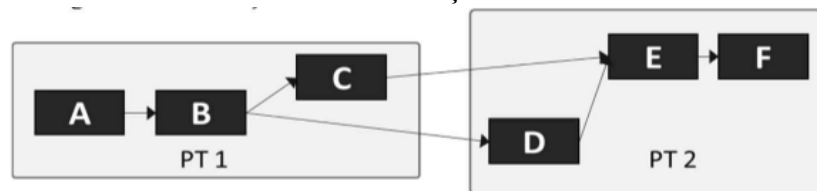
Figura 14-Estruturas de pacotes de trabalho em Linha de Balanço gerados em um software.



Fonte: Software x

Raz e Globerson (1998) descrevem como “coesão interna do PT” o grau de relação entre as tarefas que constituem um determinado pacote de trabalho. Os critérios de coesão, segundo estes autores, estão baseados na responsabilidade de realização, nos recursos necessários, no prazo de execução, nas condições de início da tarefa e nos critérios de conclusão, como apresentado na figura 15.

Figura 15-Efeito do desenvolvimento dos PTs na rede de precedências do cronograma de construção



a. Rede de precedência entre tarefas em diferentes pacotes de trabalho

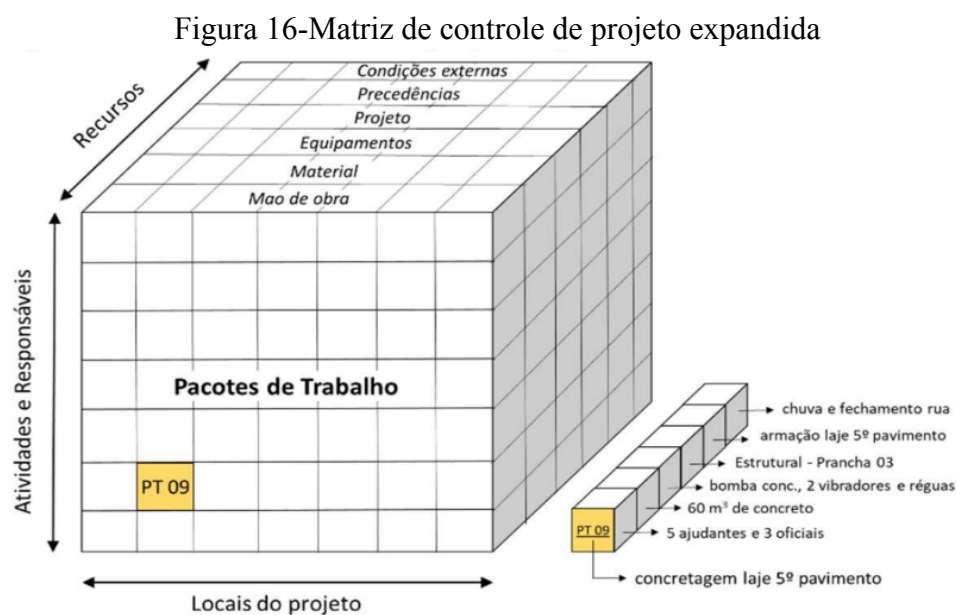


b. Rearranjo das tarefas nos PT resultando na redução da rede

Fonte: Corrêa (2019) adaptado de Raz e Globerson (1998).

### 2.5.2 Custos vinculados

Cada pacote de trabalho faz parte de uma conta de controle dentro do planejamento. Para o dimensionamento e definição de PTs o zoneamento das atividades e tarefas pretende facilitar o estabelecimento de unidades de controle (BERNARDES; VASCONCELOS, 2003). Uma conta de controle é um ponto de partida do gerenciamento onde o orçamento e cronograma são integrados e comparados ao valor agregado para uma medição do desempenho (PMI 2017). Desta maneira, o pacote de trabalho pode servir tanto para um maior entendimento do planejamento e controle do prazo quanto do custo do empreendimento. Halpin e Woodhead (1998) associam a aplicação do pacote de trabalho aos custos por meio de recursos que serão utilizados em cada pacote de trabalho. Esta aplicação é demonstrada através da matriz de controle de custo do projeto apresentada na Figura 16.



Fonte: adaptado de Halpin e Woodhead (1997) e Marchiori (2009).

Pezzi (2013) afirma que o controle de custos possibilita monitorar a evolução da construção e avaliar suas implicações no prazo final, possibilitando alterações quando necessário.

### 2.5.3 Durações

Mattos (2019) afirma que o real valor de um planejamento e a confiança que se pode depositar nele residem basicamente em dois parâmetros: duração e lógica (interdependência

entre as atividades). Diante disso, é importante definir a quantidade de tempo requerida para a execução dos pacotes de trabalho, tendo em vista o estabelecimento de um prazo a ser atingido.

A duração de cada tarefa depende da produtividade, da quantidade de serviço e dos recursos alocados. Cabe, portanto, ao planejador definir a relação entre duração e equipes conforme for mais conveniente a cada projeto. Ao se pensar no processo de determinação das durações, reafirma-se a importância da Estrutura Analítica do Projeto (EAP). É muito mais preciso atribuir uma duração a uma atividade individualizada e simples do que a um pacote de trabalho com múltiplos serviços envolvidos (MATTOS, 2019).

Algumas especificações técnicas de órgãos americanos impõem que a duração mínima de um pacote de trabalho seja de 1 dia, e a máxima o dobro da periodicidade da atualização da rede. Se a atualização for semanal, a duração máxima é de duas semanas (10 dias); se for quinzenal, 30 dias. O mesmo autor apresenta duas possibilidades de se estruturar os pacotes de trabalho por meio das durações. O seguinte exemplo é dado para um planejamento onde a atualização ocorre com frequência semanal:

$$1 \text{ dia} < \text{duração} < 10 \text{ dias}$$

a) se uma atividade identificada tiver a duração  $< 1$  dia, ela é considerada pequena demais e deverá se fundir a outra(s) para formar um PT mais longo, e.

b) se uma atividade tiver duração  $> 10$  dias, ela deve ser desmembrada em pacotes menores.

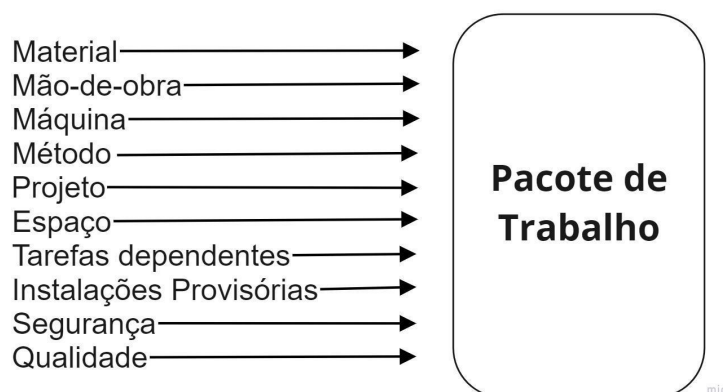
Prado (2002) ressalta que, para uma aplicação ideal da LDB, é preciso reduzir ao máximo o tempo de espera entre os pacotes de trabalho a serem realizados, maximizando os efeitos benéficos da continuidade (redução de custos e efeito aprendizagem). Diante disso, nota-se a importância dos pacotes de trabalho apresentarem durações semelhantes, ou seja, o mesmo ritmo. Este conceito é lembrado por Mendes Jr. e Heineck (1997), os quais afirmam que o objetivo da técnica LDB é balancear todas as atividades, isto é, se todas forem executadas com o mesmo ritmo será obtida uma programação paralela que não resultará em tempos desperdiçados entre uma atividade e outra ou entre a passagem de uma unidade para outra.

### 2.5.4 Pré-condições

Segundo Meeks (2011), para a realização dos pacotes de trabalho é necessário organizar e disponibilizar os elementos necessários para que aqueles possam ser realizados antes do início das atividades.

Um pacote de trabalho tem restrições que devem ser estabelecidas para que o mesmo possa ser realizado com sucesso e sem interrupções. Como as restrições são específicas para cada pacote de trabalho, elas devem ser rastreadas como parte das informações do pacote de trabalho. Essas restrições são categorizadas em cinco tipos, como restrições de contrato, engenharia, material, mão de obra, equipamento, pré-requisitos para o trabalho e local (CHOO, 1999). Desta maneira, a elaboração dos pacotes de trabalho deve ocorrer de forma que as atividades contidas neste tenham suas restrições semelhantes, sendo assim, poderão ser realizadas em conjunto. Kemmer (2021) identifica algumas pré-condições de fluxo de recursos para a perfeita execução de um pacote de trabalho (Figura 17).

Figura 17-Pré-condições para os pacotes de trabalho



Fonte: Kemmer (2021)

### 2.5.5 Objeções no uso de pacotes de trabalhos detalhados em serviços

Graficamente as Linhas de Balanço tendem a apresentar as atividades em função do tempo trazendo apenas os Pacotes de Trabalho, não expondo detalhadamente as atividades envolvidas nestes pacotes, o que facilita a visão ampla e simples de cada etapa. Apesar da facilidade, diante desta realidade o controle preciso das atividades a serem executadas pode ser perdido. Uma ramificação com baixo nível de detalhamento (ou baixa “granularidade”) acarreta altos custos de controle, planejamento pouco assertivo e de acompanhamento pouco prático (MATTOS, 2019).

Para chegar a um pacote de trabalho, o trabalho de algumas entregas precisa ser decomposto somente até o próximo nível, enquanto para outras são necessários níveis adicionais de decomposição. Conforme o trabalho é decomposto em níveis maiores de detalhe, a habilidade de planejar, gerenciar e controlar aumenta. Um projeto desmembrado em partes menores possibilita que o plano de gerenciamento do projeto efetive o escopo aprovado.

O planejamento de curto prazo, geralmente realizado em intervalos semanais, é a segmentação do plano de médio prazo que descreve em detalhes todas as atividades da obra e seus períodos de execução. Em outras palavras, o plano de curto prazo secciona os pacotes de trabalho em tarefas menores que sejam possíveis de serem executadas integralmente dentro do período considerado (uma semana), atribuindo a estas tarefas suas respectivas equipes, ferramentas e materiais.

Contudo, é importante ressaltar que uma decomposição excessiva pode resultar em esforço de gerenciamento improdutivo, uso ineficiente de recursos, diminuição da eficiência durante a execução do trabalho e dificuldade de agregação de dados nos diferentes níveis da EAP.

## 2.6 ELABORAÇÃO DE PACOTES DE TRABALHO NA LINHA DE BALANÇO

A transparência alcançada pela visualização da Linha de Balanço pode ser prejudicada diante da quantidade de linhas no gráfico, pois podem resultar muitas linhas quando o planejamento for de grandes obras com muitas atividades. Esta desvantagem pode ser evitada pela utilização de gráficos coloridos ou formação de pacotes de trabalho. (ARDITI; ALBULAK, 1986 apud MOURA; HEINECK, 2014).

Diante disso, Kemmer (2022) propõe um método de elaboração dos pacotes de trabalho para a disposição de cronogramas em linhas de balanço. A primeira etapa conta com a composição da EAP e listagem das atividades (Figura 18) a serem executadas, sendo o grau de detalhamento conforme ideal a empresa.

Figura 18-Atividades EAP

ATIVIDADES - PAVIMENTO TIPO	
FORMAS ( pilar, viga e laje)	Camada de regularização (preparação para impermeabilização)
ARMAÇÃO ( pilar, viga e laje)	Regularização de base (áreas secas)
CONCRETAGEM ( pilar, viga e laje)	Meia cana para impermeabilização
Passagens na laje	Primer
SPDA estrutura	Manta asfáltica
Marcação de alvenaria	Teste com água
Execução 1ª fiada com locação de portas	Proteção mecânica
Chapisco alvenarias (wc / cozinha)	Cerâmica de piso
Chapisco estrutura	Soleiras de portas
Elevação alvenaria	Rejuntamento piso
Execução de vergas e contra-vergas	Proteção do piso
Encunhamento	

Fonte: Kemmer (2022)

Posteriormente as atividades são divididas em pacotes de trabalho, podendo ser agrupadas segundo a mesma etapa de obra, local, mão de obra ou entre outros critérios que permitam que cada grupo tenha a mesma duração de realização.

Kemmer (2022) recomenda os seguintes critérios para compreender quais serviços devem ser considerados em cada pacote: atividades que possuam características similares (por exemplo, serviços executados por pedreiros como marcação e elevação de alvenaria, chapisco, reboco, etc.) e que sejam executadas próximas umas às outras em relação à melhor sequência de execução da obra.

A subdivisão da obra (produto) por zona não representa a única possibilidade para a segmentação de um pacote de trabalho. Os pacotes de trabalho também podem ser segmentados segundo as partes que compõem o produto (elementos, sistemas, componentes), sejam individualizados ou agrupados segundo alguma tipologia (p.ex., pilares ou vigas). Ainda, a segmentação dos pacotes de trabalho pode adotar como critério a subdivisão do processo. Por exemplo, a atividade de execução de uma parede pode ser subdividida nas atividades de execução da marcação (primeira fiada), atividade de elevação da alvenaria, e atividade de encunhamento (BARRETO, 2018).

A Figura 19 representa essa ideia. A fim de facilitar a visualização foi utilizada uma cor para cada pacote de trabalho.

Figura 19-Agrupamento das atividades  
**ATIVIDADES - PAVIMENTO TIPO**

FORMAS ( pilar, viga e laje)	Camada de regularização (preparação para impermeabilização)
ARMAÇÃO ( pilar, viga e laje)	Regularização de base (áreas secas)
CONCRETAGEM ( pilar, viga e laje)	Meia cana para impermeabilização
Passagens na laje	Primer
SPDA estrutura	Manta asfáltica
Marcação de alvenaria	Teste com água
Execução 1ª fiada com locação de portas	Proteção mecânica
Chapisco alvenarias (wc / cozinha)	Cerâmica de piso
Chapisco estrutura	Soleiras de portas
Elevação alvenaria	Rejuntamento piso
Execução de vergas e contra-vergas	Proteção do piso
Encunhamento	

Fonte: Kemmer (2022)

A terceira etapa é caracterizada pela identificação de cada pacote de trabalho através do nome referente ao sistema construtivo que as atividades pertencem (Figura 20).

Figura 20-Pacotes de Trabalho

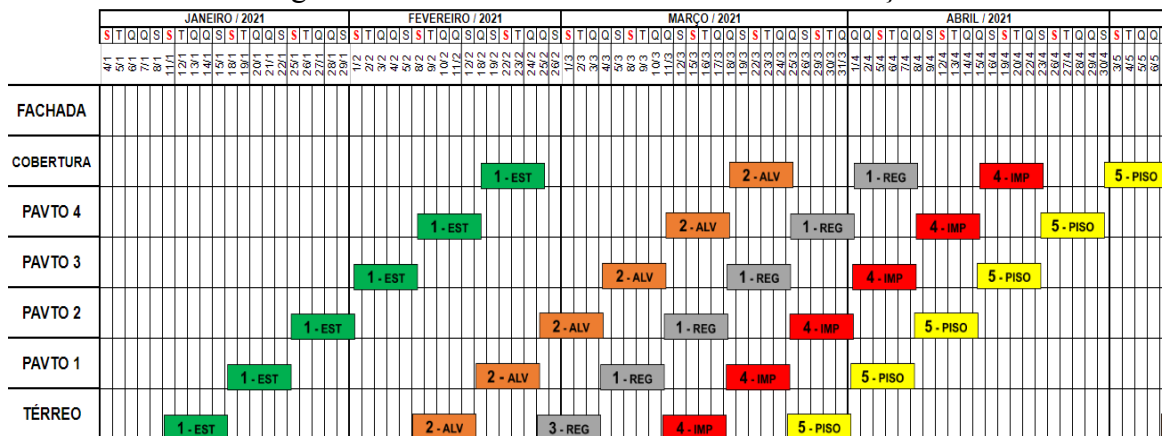
1 - ESTRUTURA	2 - ALVENARIA	3 - REGULARIZAÇÃO	4 - IMPERMEABILIZAÇÃO	5 - PISO
EST - 5 dias / pavimento	ALV - 5 dias / pavimento	REG - 5 dias / pavimento	IMP - 5 dias / pavimento	PISO - 5 dias / pavimento
FORMAS ( pilar, viga e laje)	Marcação de alvenaria	Camada de regularização (preparação para impermeabilização)	Primer	Cerâmica de piso
ARMAÇÃO ( pilar, viga e laje)	Execução 1ª fiada com locação de portas	Regularização de base (áreas secas)	Manta asfáltica	Soleiras de portas
CONCRETAGEM ( pilar, viga e laje)	Chapisco alvenarias (wc / cozinha)	Meia cana para impermeabilização	Teste com água	Rejuntamento piso
Passagens na laje	Chapisco estrutura		Proteção mecânica	Proteção do piso
SPDA estrutura	Elevação alvenaria			
	Execução de vergas e contra-vergas			
	Encunhamento			

Fonte: Kemmer (2022)

Por fim, os pacotes de trabalho devem ser organizados de forma sequenciada e lançados na Linha de Balanço conforme local e período de realização (Figura 21).



Figura 21-Pacotes de trabalho em linha de balanço



Fonte: Kemmer 2022

## 2.7 SOFTWARES COMO FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO EM LINHA DE BALANÇO

É possível encontrar no mercado alguns softwares de planejamento em Linha de Balanço, apesar da restrita diversidade. Com isso, algumas maneiras de gerenciar uma construção com padrões repetitivos são por meio do Microsoft Excel, que se constitui uma ferramenta simples, baseada em planilhas, e que possibilita a criação de *templates* e modelos, apesar de apresentar complexidade para automatizar modelos envolvendo a programação de funções e uso de macros. O Microsoft Project também é uma alternativa para a criação de linhas de balanço. Além da possibilidade de gerar gráficos de *Gantt*, como mencionado anteriormente, dentro do software é possível definir os locais dentro da obra, e desta forma selecionar a elaboração automática de uma Linha de Balanço. Outro sistema disponível é o *Agilean*, o qual a partir da inserção de dados de prazo, custo e equipes, possibilita a geração de recursos como diagrama de *Gantt*, Curva S, Linha de Balanço, histogramas de mão de obra, indicadores de custo e prazo (VALENTE, 2021).

Para o desenvolvimento desta pesquisa, as análises e coletas de dados foram baseadas em usuários de uma outra ferramenta de planejamento (software x - identidade preservada para efeitos desta pesquisa), que apresenta como função principal o gráfico interativo da linha de balanço. Além do cronograma, a plataforma gera gráficos didáticos através do fluxo físico-financeiro, possibilita o gerenciamento das restrições da obra, possui integração com outros softwares que podem fazer parte da rotina das construtoras, entre outras funções que serão detalhadas no tópico 2.7.1. Como estagiária na empresa proprietária do software x desde 2021, a pesquisadora autora deste trabalho ratifica a existência das funções descritas acima e atesta a eficácia da ferramenta e confiabilidade no produto.

### 2.7.1 Funcionalidades associadas ao planejamento com linhas de balanço em software utilizado pelas empresas participantes.

O software x possibilita a medição dos pacotes de trabalho para que se possa obter um panorama evolutivo do desenvolvimento da obra (Figura 22).

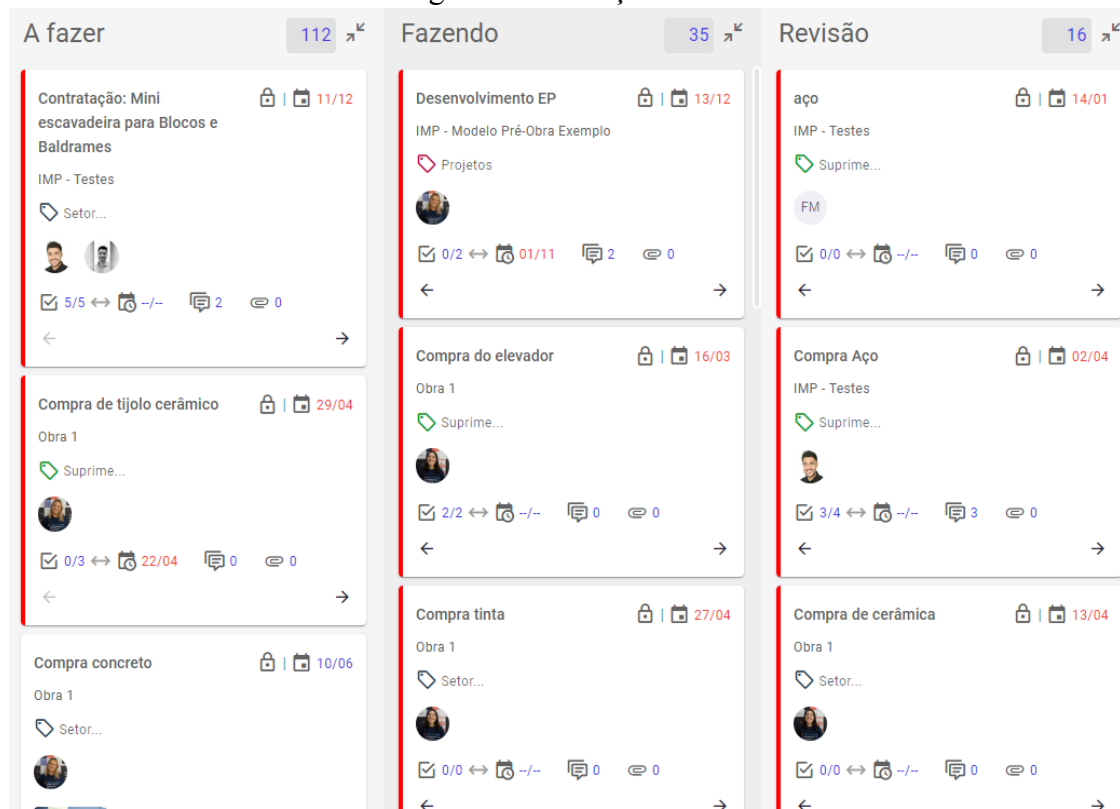
Figura 22-Medições dos pacotes de trabalho



Fonte: A autora (2022).

Esta ferramenta também possui uma funcionalidade *Kanban* (Figura 23) para a gestão das restrições de médio prazo associadas aos pacotes de trabalho presentes no cronograma.

Figura 23-Restrições no Kanban



Fonte: A autora (2022).

Ademais, devido à dificuldade de algumas construtoras em identificar, na ferramenta de Linha de Balanço, os serviços presentes dentro dos pacotes de trabalho, foi desenvolvido um recurso, o qual permite a visualização detalhada dos serviços agrupados em um pacote, assim como as datas previstas para a realização dessas atividades. Desta maneira, sem que se perca a visão enxuta do cronograma, os serviços são expostos de maneira oculta à visualização geral da linha de balanço, sendo possível visualizar apenas os pacotes de trabalho que a compõem. Os serviços ficam localizados no menu de funcionalidade de cada pacote de trabalho. Na Figura 24 é possível verificar o menu do pacote de trabalho “FUNDAÇÕES - BLOCO” e os seis serviços que compõem o seu desenvolvimento.

Figura 24-Detalhamento do pacote de trabalho em serviços

📁 06 - FUND - Blocos

---

📅 ÁREA INTERNA 108PEF

---

Início: 04/04/2022      Fim: 08/04/2022      Duração (dias úteis): 5

---

DEPENDÊNCIAS      SERVIÇOS

---

📁 Lista de serviços

Dependências automáticas ⓘ

ID	Serviço	Pred.	Suc.	Início	Fim	Duração
1	Montagem armadura blocos	-	-	04/04/2022	04/04/2022	1
2	Escavação blocos	-	3	04/04/2022	04/04/2022	1
3	Caixaria blocos	2	4	05/04/2022	05/04/2022	1
4	Armadura blocos	3	5	06/04/2022	06/04/2022	1
5	Concretagem blocos	4	6	07/04/2022	07/04/2022	1
6	Desforma	5	-	08/04/2022	08/04/2022	1

Fonte: A autora (2022).

### 3 PROCEDIMENTOS E MÉTODOS

#### 3.1 ESTRUTURA METODOLÓGICA

A presente pesquisa foi constituída, primeiramente, por conceitos literários que pudessem trazer embasamento ao trabalho. Desta forma, a autora buscou por definições, fundamentos e estudos já desenvolvidos dos temas: *Lean Construction*, Linha de Balanço e Pacotes de Trabalho.

O desenvolvimento deste trabalho buscou como base a aplicação do método Survey, ou método de levantamento, que de acordo com Oliveira (2019) tem como propósito avaliar atitudes perante a um tópico específico em uma dada amostra. Diferentes instrumentos podem ser utilizados na execução do survey, como é o caso da aplicação de questionário e das entrevistas. Para Coelho (2019), a pesquisa científica leva em consideração um conjunto de procedimentos sistemáticos, que se apoia no raciocínio lógico e usa métodos científicos para encontrar soluções ou discorrer sobre algum problema de pesquisa. Diante disso, a pesquisa precisa ser classificada de quatro principais formas: abordagem, natureza, objetivos e procedimentos. Conforme os elementos de classificação, esta pesquisa foi identificada da seguinte forma:

##### 1. Quanto à abordagem

A presente pesquisa configura-se como quali-quantitativa, visto que parte da análise de dados mensuráveis e subjetivos, de uma pequena amostra, a fim de se obter uma avaliação mais detalhada dos dados e entendendo o fenômeno de acordo com a perspectiva dos participantes.

##### 2. Quanto à natureza

Classificada como básica, esta pesquisa consiste na aquisição do conhecimento sobre fatos e fenômenos observáveis, sem ter em vista uso ou aplicação específica imediata.

##### 3. Quanto aos objetivos

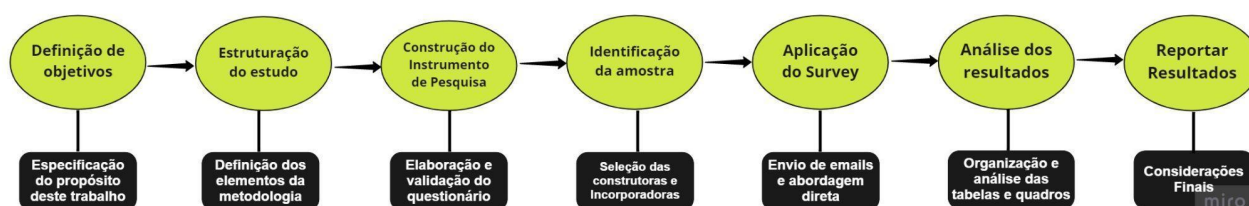
Esta pesquisa apresenta caráter descritivo, buscando determinar quais fatores contribuem para a ocorrência de um fenômeno. Para Gil (2009), uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra pesquisa descritiva, pois para que se identifique fatores que causam um determinado fenômeno, é necessário que este já esteja devidamente detalhado e descrito.

#### 4. Quanto aos procedimentos

Foi identificado o meio da pesquisa como levantamento (*survey*), onde colhem-se informações diretamente nas fontes e são utilizados instrumentos para captar respostas objetivas. Neste procedimento a coleta de dados se dá por meio de entrevistas ou questionários projetados.

A pesquisa foi dividida em 7 etapas, conforme a Figura 25.

Figura 25-Processo da pesquisa survey



Fonte: a autora (2022).

### 3.2 DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS

Diante do tema estabelecido, os objetivos desta pesquisa foram definidos por meio da busca de compreender, na prática, como são estruturados os pacotes de trabalho na Linha de Balanço pelas construtoras que a utilizam; identificar a estrutura de cronogramas baseados no uso da pacotes de trabalho como serviços individuais e identificar os princípios teóricos que embasam o método da Linha de Balanço. Sendo assim, para o entendimento do tema proposto e compreensão dos itens mencionados, foi realizada a pesquisa de campo com construtoras.

### 3.3 DESENHO DO ESTUDO

Após a escolha do método *Survey* para a realização deste trabalho, foi construído um processo de análise das partes que constituirão o material de pesquisa. Segundo Oliveira (2019), antes de um *survey* ser finalizado para coletar informações, uma série de aspectos devem ser considerados para evitar erros e garantir a precisão dos resultados da pesquisa. Uma pesquisa baseada em *survey* deve apresentar as seguintes características (GROVES et al., 2011): propósito, descrição da população, critérios para seleção da amostra, definição de

escolha dos participantes, formas para administração da survey, tipo de coleta de dados e como os dados foram coletados. Para esta pesquisa, as características foram apresentadas através do Quadro 1. A amostra foi definida em pelo menos 20 respondentes, baseando-se na *survey* realizada por Teixeira (2022).

Quadro 1 - Características da pesquisa

<b>Propósito</b>	- Identificar comportamentos das construtoras no uso da Linha de Balanço para o planejamento de obras.
	- Verificar como são estruturados os pacotes de trabalho na Linha de Balanço por construtoras
	- Analisar a maturidade das empresas no planejamento em Linha de Balanço através do uso de pacotes de trabalho.
	- Analisar a estrutura de cronogramas baseados no uso de pacotes de trabalho como serviços individuais na Linha de Balanço.
<b>Descrição</b>	- Construtoras que realizam o planejamento das obras através da Linha de Balanço
<b>Seleção da Amostra</b>	- Realizar os planejamentos das obras em Linha de Balanço
	- Utilizar o software x para planejamento
	- Realizar obras verticais
<b>Como os participantes foram escolhidos</b>	- Amostra Intencional
<b>Como survey foi administrado</b>	- Questionário auto-administrado
<b>Tipo de coleta de dados</b>	- Questionário
<b>Como foram coletados</b>	- Ferramenta online (Google Forms)

Fonte: a autora (2022).

### 3.4 CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO DE PESQUISA

Definido o método da pesquisa e o propósito da mesma, definiu-se o questionário como meio para realização do levantamento de dados, enviado para algumas empresas construtoras. Fachin (2001) afirma que “o questionário consiste num elenco de questões que são apreciadas e submetidas a certo número de pessoas com o intuito de obter respostas para a coleta de informações”.

O instrumento foi dividido em três blocos de questões: “Dados do profissional e da empresa”; “Informações do Planejamento” e “Pacotes de Trabalho”. O primeiro refere-se às características pessoais dos respondentes, assim como às informações das empresas representadas, a fim de delimitar o perfil da amostra. Nesta seção, o critério utilizado para identificar o porte das empresas entrevistadas é o indicado pelo BNDES (2022), que segue a base de faturamento de cada uma delas. A segunda parte é voltada a identificar o processo de planejamento e controle de obra dos pesquisados e mensurar o comportamento no planejamento através do uso da Linha de Balanço. O terceiro bloco buscou entender as formas de estruturação dos pacotes de trabalho adotados em cronogramas, e verificar

comportamentos e opiniões sobre a possibilidade de trazer os serviços listados e agrupados dentro dos pacotes de trabalho para a Linha de Balanço.

O questionário possui 24 questões no total, sendo na maioria questões objetivas fechadas e qualitativas ordinais. No segundo e terceiro bloco foram adicionadas algumas perguntas subjetivas que permitissem análises mais detalhadas e a identificação de novas variáveis distintas das já previamente estudadas.

Para Jung (2003), a elaboração de uma pesquisa pode ser concebida através de quatro passos, que podem ser apresentados como esforços em responder às seguintes questões: “O quê?”, “Como?”, “Quem?” e “Quando?”. Diante disso, buscando-se compreender o processo de planejamento na Linha de Balanço pelas construtoras, as questões do questionário visaram encontrar respostas para essas quatro perguntas.

De início, o primeiro bloco responde a 5 perguntas voltadas à caracterização pessoal do entrevistado, assim como da empresa construtora representada, buscando conhecer a empresa e o perfil de obras realizadas.

Em seguida foram apresentadas 9 perguntas no segundo bloco, as quais contribuiriam nas respostas de “Como os cronogramas das obras são elaborados e controlados?”; “Quando são realizados e controlados os cronogramas na Linha de Balanço?”; e “Quem são os responsáveis por executar o planejamento das obras?”. Por fim foram adicionadas duas perguntas sobre vantagens e desvantagens na utilização da Linha de Balanço, a fim de entender a motivação no uso deste método de planejamento por parte das empresas.

Por último, o terceiro bloco contou com 9 questões diversificadas entre objetivas, abertas e fechadas, e subjetivas. Nesta etapa, as perguntas utilizadas para embasar as questões foram “Como são estruturados os pacotes de trabalho para uso na Linha de Balanço?” e “Como são realizados os detalhamentos dos pacotes de trabalho?”. Ao fim optou-se por compreender as opiniões das empresas sobre a possibilidade de utilizar pacotes de trabalho com serviços detalhados na Linha de Balanço.

### 3.5 IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

População é qualquer conjunto de informações que tenham, entre si, uma característica comum. Amostra se constitui em uma redução da população a dimensões menores, sem perda das características essenciais (COSTA, 2005 apud PESSINI, 2013).

Assim, a população da pesquisa foi as Construtoras e Incorporações que utilizam a Linha de Balanço como método de planejamento das obras. Em relação à amostra foi



constituída por empresas que utilizam a plataforma x para gestão dos cronogramas. Quanto à unidade de observação, ela foi representada por profissionais qualificados que atuam na empresa no planejamento do empreendimento

Para a presente pesquisa, optou-se pelo uso da amostra não-probabilística, que segundo Gil (1999), não apresenta fundamentação matemática ou estatística, mas sim depende dos critérios e recursos disponíveis ao pesquisador. Foi intencional, no momento em que foram selecionadas empresas clientes do software x que utilizam como prática do planejamento a estrutura do pacote de trabalho na Linha de Balanço.

### 3.6 APLICAÇÃO DO SURVEY

Para a aplicação do questionário, o primeiro passo foi obter os endereços de e-mail corporativo de funcionários responsáveis pelo planejamento das 20 empresas escolhidas dentre o público-alvo. Em seguida, após o teste prévio do questionário, foi enviado um e-mail com o link do questionário, no entanto obteve-se apenas uma resposta. Diante disso, outros meios de contato foram utilizados, abordando os profissionais das construtoras via *whatsapp* pessoal e corporativo. Nesta etapa foram contatadas 45 empresas construtoras, gerando 20 respondentes no formulário, resultando em uma taxa de resposta de 44%.

Para a realização da pesquisa, desde os testes até a aplicação prática, o questionário ficou disponível para preenchimento no site do Google *Forms* no endereço web a seguir: <https://forms.gle/bXjkDMbvWetkcmJp7>. No apêndice A, encontra-se o questionário disponibilizado no *google forms*.

### 3.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

As respostas obtidas com o questionário foram copiadas do relatório do *Google Forms* e importadas para uma planilha para tratamento no software x. A análise dos resultados considerou todos os 20 questionários recebidos. Com isso, os dados foram analisados de forma anônima e conjunta, sem a identificação de profissionais e empresas participantes.

A primeira etapa envolveu a organização dos perfis das empresas e dos respondentes, sendo apresentadas no tópico 4.1.

Em um segundo momento foram realizadas as análises quantitativas, referentes às questões objetivas do formulário, sendo assim, as análises foram realizadas utilizando-se a

distribuição de frequência de dados agrupados e a medida de tendência central, ou seja, média das respostas obtidas.

Nesta mesma parte também foram feitas análises da etapa qualitativa, onde as respostas foram obtidas por meio das questões abertas e discursivas. A fim de facilitar a análise, estas questões foram organizadas em quadros e categorizadas conforme a orientação semelhante das respostas.

Por fim, a tendência de elaboração dos cronogramas em Linha de Balanço, obtidos com a pesquisa, foram exemplificados a partir de quatro apresentações de cronogramas de empresas participantes

### 3.8 RESULTADOS

Esta seção apresentará as considerações finais com análises descritivas da amostra, verificando se foram atingidos os objetivos propostos e identificando relações entre as respostas e as referências teóricas.

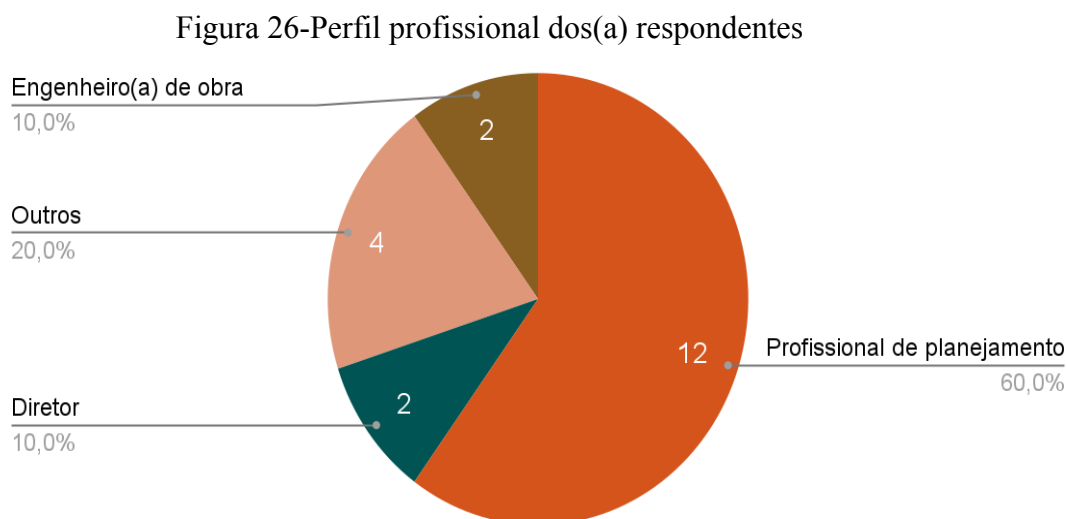
## 4 RESULTADOS

A execução deste estudo foi pautada nas respostas obtidas pelo questionário coligidas às teorias descritas anteriormente no referencial teórico. Os resultados apresentados relatam a coleta de uma pesquisa de campo realizada com empresas da construção civil que utilizam um mesmo software para planejamento de obras, denominado como software x desta forma, os dados extraídos trouxeram conhecimento sobre a amostra, ressaltando-se que não retratam a realidade de todo o mercado da construção civil.

Inicialmente são expostas características gerais das empresas, sem identificá-las. Em seguida são apresentadas as análises quantitativa e qualitativa dos dados coletados em cada empresa. O questionário foi enviado para 45 empresas, resultando em 20 respostas, assim a taxa de conversão de respostas foi de 44%

### 4.1 INFORMAÇÕES DOS RESPONDENTES

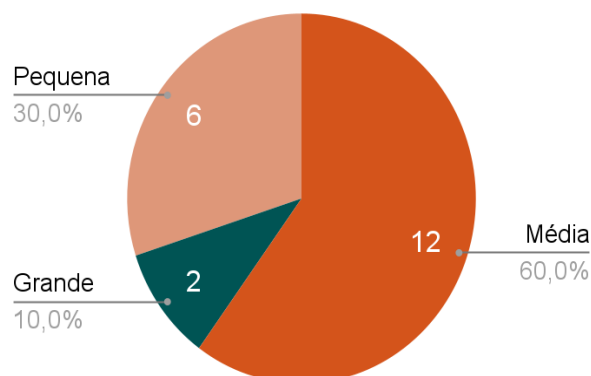
A amostra contou com 20 respondentes no total, sendo direcionada a profissionais relacionados ao planejamento das obras e às áreas de engenharia. Diante disto é possível notar que o perfil buscado foi atingido, visto que 60% dos respondentes são profissionais de planejamento, 10% engenheiro(a) de obra, 10% diretor na empresa, e os outros são distribuídos entre gerente e coordenador de engenharia e engenheiro(a) de custo (Figura 26).



Fonte: a autora (2022).

O porte das empresas entrevistadas de acordo com o critério do BNDES (2022) é indicado na Figura 27, sendo a maioria de porte médio. A classificação segue o faturamento anual nas seguintes faixas: pequena empresa - maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões; média empresa - maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões; grande empresa - maior que R\$ 300 milhões.

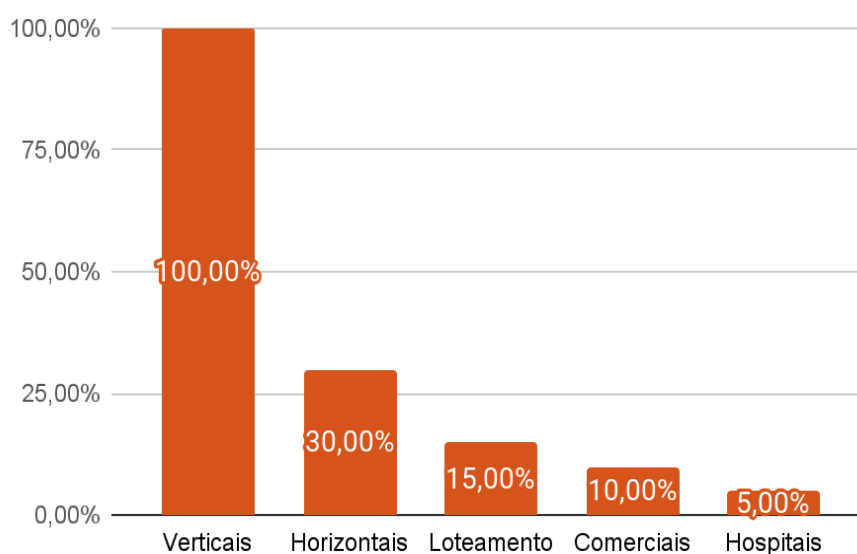
Figura 27-Classificação das empresas de acordo com o faturamento.



Fonte: a autora (2022).

O(s) perfil(s) das obras realizadas foi questionado. Através da Figura 28 é possível notar que todas as empresas realizam obras verticais residenciais, seguindo de obras horizontais, loteamento, obras de centros comerciais e hospitalares. Como evidenciado no gráfico há sobreposição de respostas, desta forma, algumas empresas atuam com mais de um tipo de empreendimento.

Figura 28-Tipo de obras realizadas pelas empresas participantes



Fonte: a autora (2022).

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO

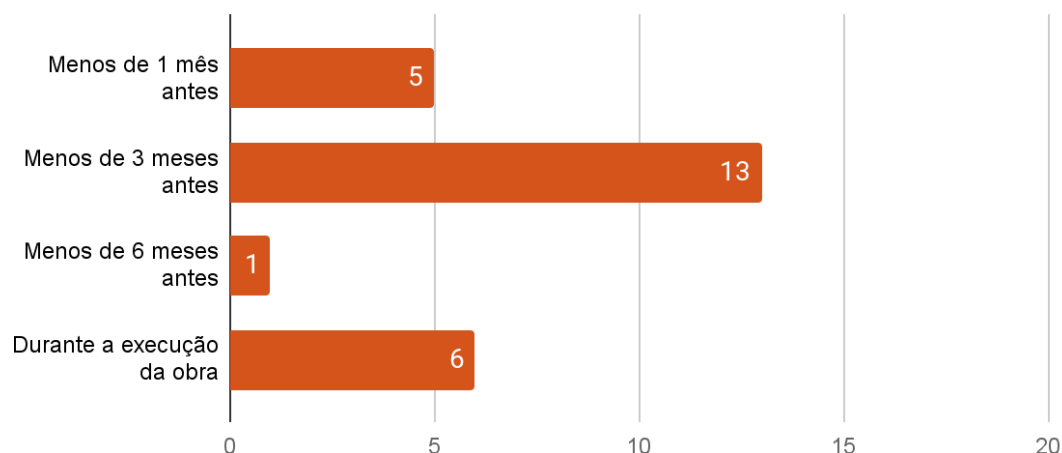
### 4.2.1 Informações do processo de planejamento

A sétima questão do formulário pergunta: “Os cronogramas são elaborados quanto tempo antes do início das obras?” trazendo como opções de respostas quatro períodos diferentes. Neste item o respondente poderia marcar uma ou mais opções.

A estruturação dos grandes serviços da obra (e.g., fundações, estruturas, alvenaria), suas datas marco que indicam o início e o fim das atividades, e a adequação dos ritmos de produção são definidas como planejamento de longo prazo (BALLARD, 2000). Desta forma, segundo a predominância das respostas, o planejamento estratégico das empresas é realizado em “Menos de 3 meses antes”, seguido da redução do período para “Durante a execução da obra”.

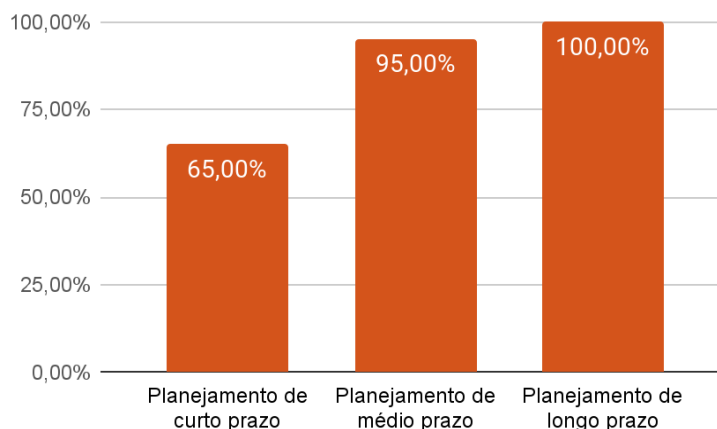
O cumprimento do planejamento de longo prazo é comprovado através da questão 15 (Figura 29), onde foi questionado sobre os níveis de planejamento realizados pelas empresas. Todas afirmaram efetuar o plano mestre das obras, com isso realizam o planejamento de longo prazo (Figura 30). 19 das 20 empresas (95%) planejam o médio prazo, ações estas que podem ser exemplificadas através do controle das restrições, definidas como fatores que podem impedir a realização de alguns serviços das obras. Por meio da plataforma utilizada esta atividade pode ser gerenciada através do *kanban* de restrições.

Figura 29-Os cronogramas são elaborados quanto tempo antes do início das obras?



Fonte: a autora (2022).

Figura 30-Quais os níveis de planejamento realizado(s)?



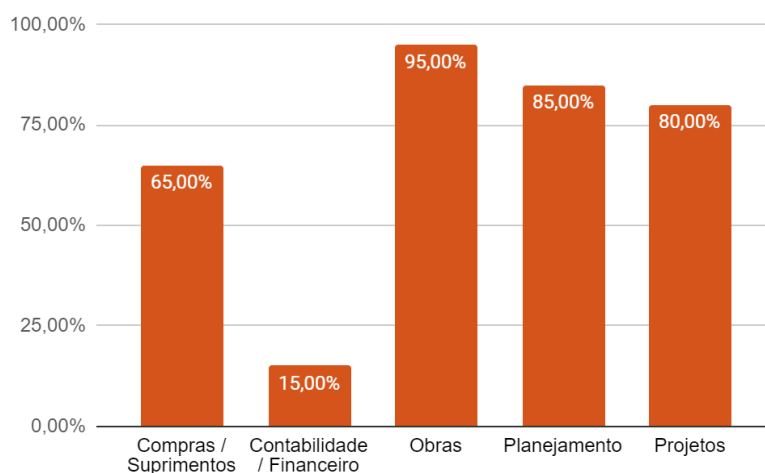
Fonte: a autora (2022).

Nas perguntas 8 e 9 buscou-se compreender melhor o processo de realização do planejamento das obras. Nestes itens foram questionadas “Quais áreas da empresa estão envolvidas na elaboração do planejamento das obras?” e “Qual é a frequência de controle do planejamento? (Realização das medições)”.

O desenvolvimento do planejamento nas empresas entrevistadas ocorre, em sua maioria, de forma colaborativa, envolvendo duas ou mais áreas nas decisões que envolvem definições do escopo do projeto (Figura 31). Os setores mais envolvidos neste processo são obras, em 95% das empresas, seguido das áreas de planejamento (85%) e projetos (80%). O setor de compras/suprimentos também se apresentou relevante nesta etapa, visto que o alinhamento na compra de suprimentos com o cronograma é fundamental para o cumprimento dos prazos definidos.

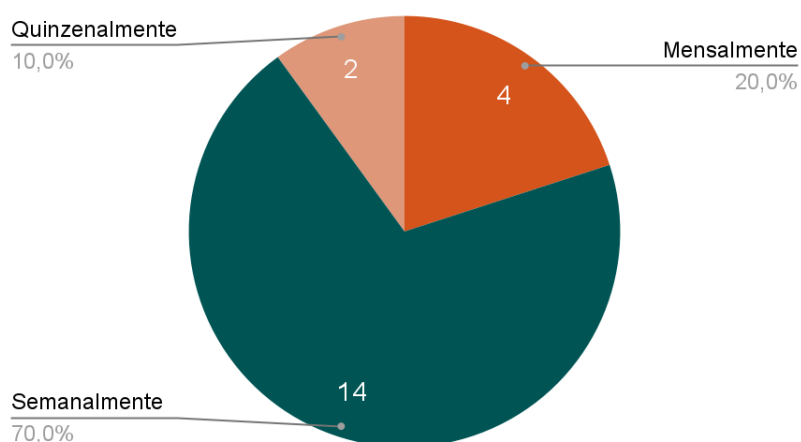
Na figura 32 é possível notar a periodicidade de controle dos serviços segundo os prazos previstos em cronograma. Na maioria dos casos (70%) correm de forma semanal. Quatro empresas realizam este acompanhamento em um período mais espaçado, efetuando as medições mensalmente. Apenas duas empresas realizam esse controle quinzenalmente.

Figura 31-Quais áreas da empresa estão envolvidas na elaboração do planejamento das obras?



Fonte: a autora (2022).

Figura 32-Qual é a frequência de controle do planejamento? (Realização das medições).



Fonte: a autora (2022).

O controle do cronograma das obras pode ser realizado por meio das medições de avanço das atividades e do replanejamento das datas e durações previstas inicialmente. Diante disso, na questão 10 perguntou-se se há replanejamento dos cronogramas e com que frequência ocorre. A maior parte das empresas respondeu que realiza o replanejamento das atividades do cronograma, com exceção de uma que afirmou não realizar. Dentre os respondentes que executam o replanejamento, a frequência desta atividade ocorre mensalmente e em outros casos apenas quando há grande variação entre os indicadores do

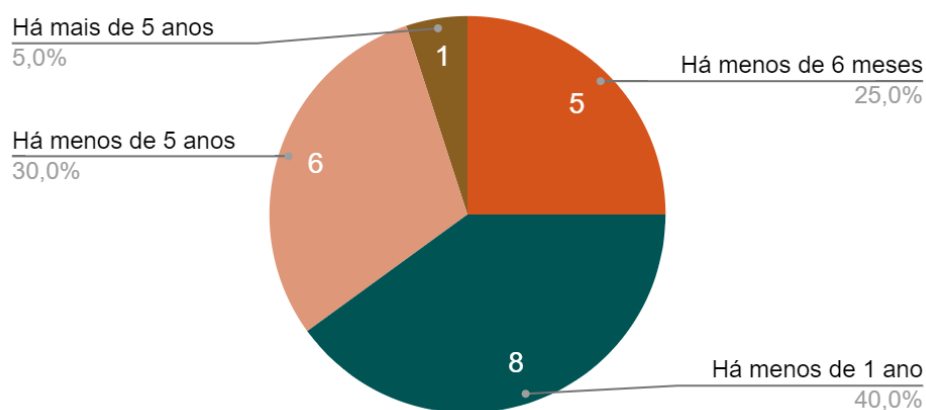
previsto e do realizado. Neste último exemplo, para obter uma variação precisa e metrificada, uma das empresas relatou estipular a distorção maior que 15% entre o previsto e realizada para que então seja replanejado o cronograma.

#### 4.2.2 Utilização da linha de balanço

A Linha de Balanço apresenta-se como uma técnica de planejamento de projetos alternativa ao gráfico de *Gantt*, modelo bastante utilizado na construção civil, embora não tenha sido desenvolvido especificamente para atender este mercado. Neste sentido a linha de balanço é a mais indicada para projetos com serviços repetitivos, pois a mesma utiliza o conceito de linhas de fluxo ou curvas de produção, estabelecendo ritmos de produção para cada processo (MENDES JÚNIOR, 1999).

Buscando entender o uso desta técnica pelas construtoras, a questão 11 do formulário pergunta: “Há quanto tempo utilizam a metodologia de linha de balanço?”. Dentre os entrevistados, 40% utilizam há menos de um ano, 25% utilizam há menos de 6 meses, e os outros 35% utilizam há mais de um ano (Figura 33).

Figura 33-Há quanto tempo utilizam a metodologia de linha de balanço?



Fonte: a autora (2022).

A pergunta 13 questionou sobre as vantagens na utilização da linha de balanço no planejamento de obras. Os resultados para as respostas de todas as construtoras são representados na Figura 34. A facilidade na visualização e compreensão dos gráficos se mostrou como o maior benefício apontado, visto que diante desta vantagem é possível obter maior clareza do fluxo de trabalho.

O aumento do controle do andamento do projeto e controle do ritmo com que as atividades são executadas é o segundo maior benefício abordado. Neste sentido, a Linha de

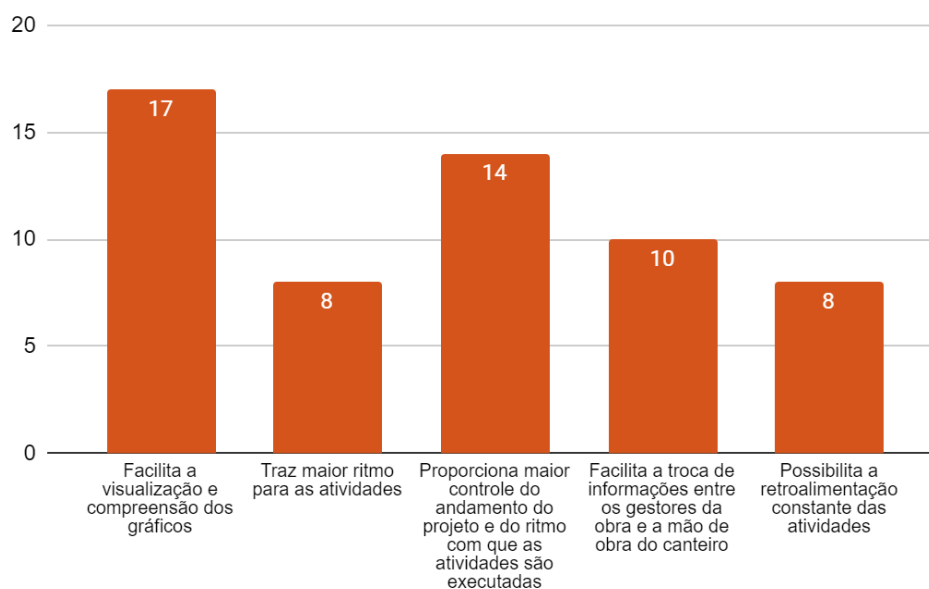


Balanco permite com que as atividades sejam reprogramadas quando necessário, além de possibilitar a edição das durações dos pacotes de trabalho a fim de se obter o fluxo contínuo das atividades. Dessa forma a Linha de Balanco elimina ruídos que podem desencadear erros que causem retrabalhos, atrasos e desperdícios por facilitar a interpretação das informações sobre o cronograma de obras, desenvolvimento e objetivos do projeto.

A terceira maior vantagem considerada pelos respondentes é a capacidade da Linha de Balanco de facilitar a troca de informações entre os gestores da obra. Visto que todas as equipes da obra devem se basear em um único escopo de projeto, na prática, torna a comunicação mais eficiente, pois todos conseguem entender de forma fácil o cronograma e o que precisam realizar em cada etapa, democratizando a informação.

Os pontos menos indicados como vantagens foram “Traz maior ritmo para as atividades” e “Possibilita a retroalimentação constante das atividades”, no entanto, ainda assim se mostraram relevantes para 8 empresas.

Figura 34-Quais as vantagens na utilização da metodologia de linha de balanço?



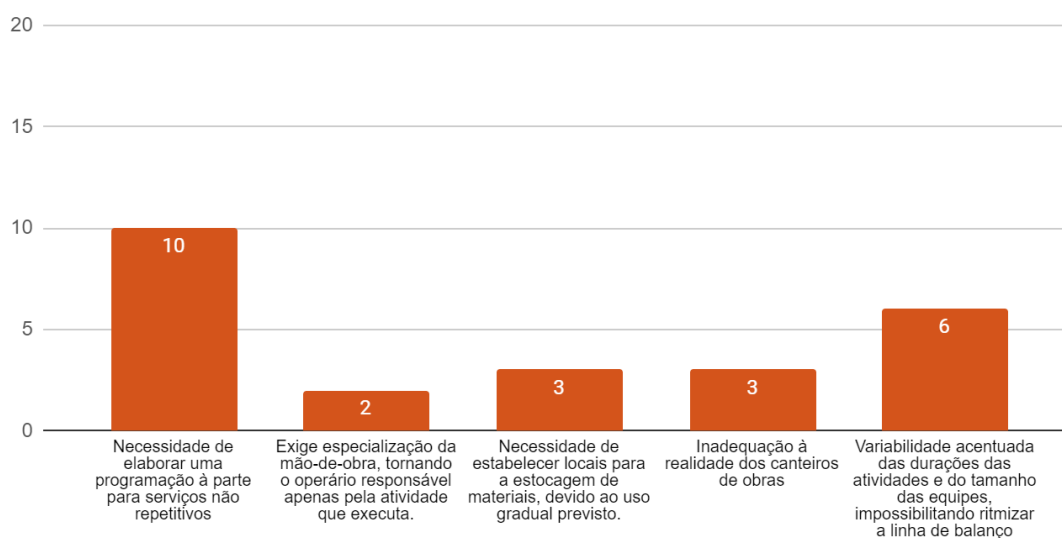
Fonte: a autora (2022).

Na pergunta 14 foi questionado às empresas sobre as desvantagens na utilização da metodologia da Linha de Balanco. A Figura 35 mostra os itens mais apontados como desvantagens. O item “Necessidade de elaborar uma programação à parte para serviços não repetitivos” mostrou-se como uma das maiores objeções. Uma vez que a técnica de Linha de Balanco é incorporada para facilitar a previsão e visualização das atividades repetitivas na construção do edifício (Mendes Junior, 1999), a mesma não apresenta os mesmos benefícios

de usabilidade em atividades que não ocorrem de maneira recorrente, como é o caso das execuções de áreas comuns em alguns empreendimentos.

O ritmo da Linha de Balanço ocorre apenas quando os pacotes de trabalho presentes apresentam a mesma duração ou duração parecidas, diante disso, as atividades agrupadas devem em sua totalidade satisfazer este requisito. No entanto, nem sempre é possível e viável para algumas empresas que os pacotes de trabalho tenham durações semelhantes. Sendo assim, o item “a variabilidade acentuada das durações das atividades e do tamanho das equipes, impossibilitando ritmizar a Linha de Balanço” se mostrou como desvantagem para 6 empresas. Já os itens: “Inadequação à realidade dos canteiros de obras”, “Necessidade de estabelecer locais para a estocagem de materiais, devido ao uso gradual previsto” e “Exige especialização da mão-de-obra, tornando o operário responsável apenas pela atividade que executa” se mostraram como desvantagens pouco relevantes para a maioria das empresas.

Figura 35-Quais as desvantagens na utilização da metodologia de linha de balanço?



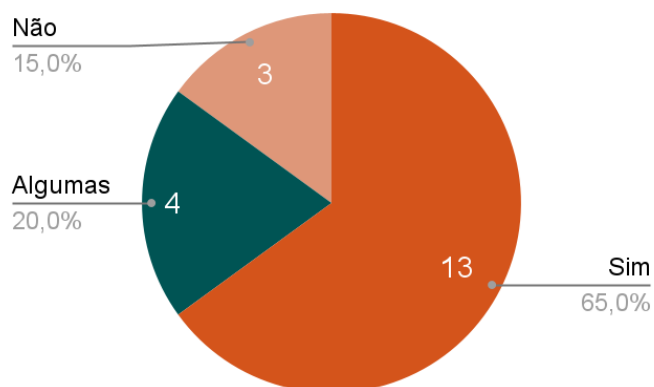
Fonte: a autora (2022).

Segundo estudos realizados por Barros (2021), a principal problemática para o não cumprimento das metas nas obras é a mudança do plano de ataque da obra, causa decorrente da elaboração de um planejamento divergente da realidade da obra. Em vista disso, a fim de validar a eficácia da técnica de planejamento em linha de balanceamento, foi questionado se a realização das atividades das obras costuma seguir os prazos planejados.

Das 20 construtoras entrevistadas, a maioria delas afirmou cumprir os prazos previstos no cronograma (Figura 36). Entretanto, 4 empresas afirmaram não seguir por

completo os prazos, trazendo como justificativa o tipo de obra e a incerteza do conhecimento produtivo no início das obras, o que gera grande quantidade de replanejamentos no começo.

Figura 36-A realização das atividades das obras costuma seguir os prazos planejados?



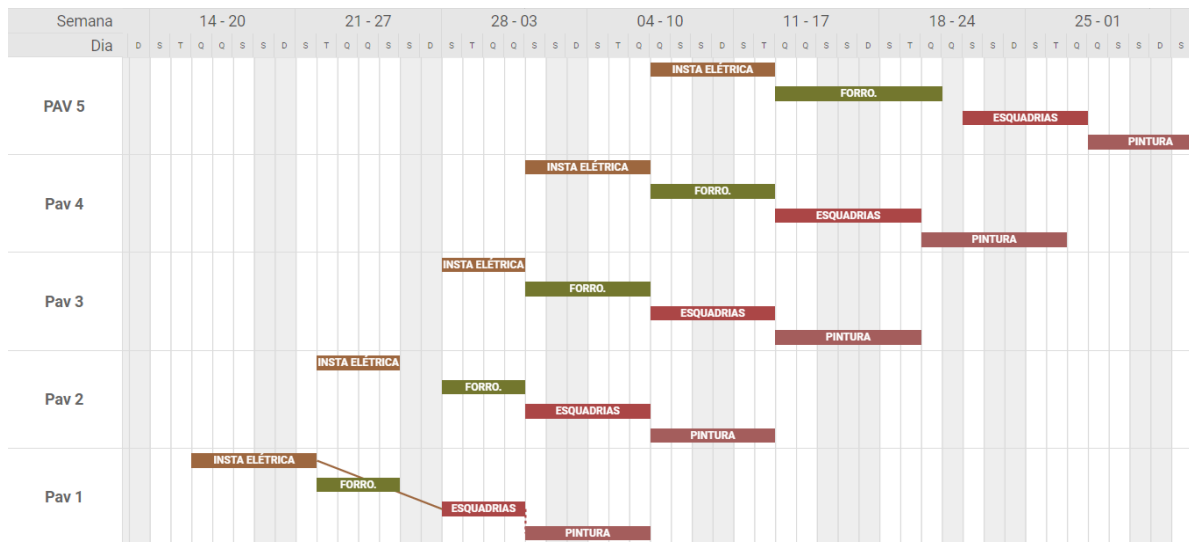
Fonte: a autora (2022).

#### 4.2.2.1 Estruturação de Pacotes de Trabalho

As perguntas presentes neste tópico foram elaboradas para a análise do arranjo dos pacotes de trabalho na Linha de Balanço realizados pelas construtoras entrevistadas.

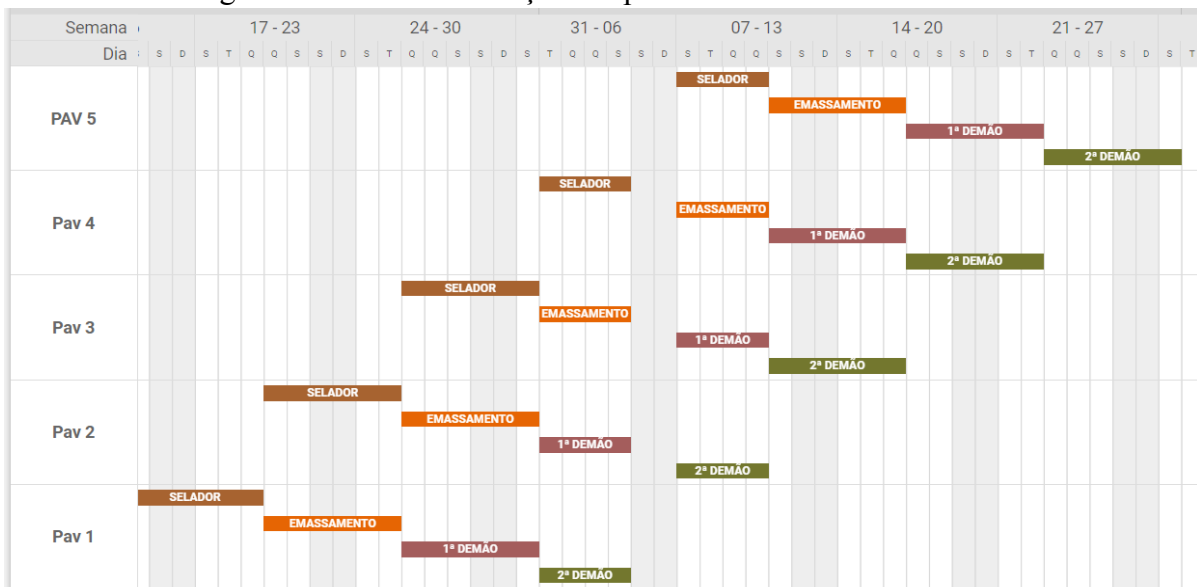
A questão 12 buscou compreender como as atividades da obra são organizadas em pacotes de trabalho e distribuídas ao longo da Linha de Balanço. Desta forma, foram apresentados dois cenários de cronogramas exemplificativos (Figura 37 e Figura 38) e perguntado qual deles mais se assemelha ao cronograma das obras realizados pelas empresas. Na primeira imagem as atividades apresentam-se unificadas e resumidas em poucos pacotes de trabalho. Na imagem 2 é possível notar as atividades organizadas de maneira separadas e detalhadas em diferentes pacotes de trabalho.

Figura 37-Linha de Balanço com pacotes de trabalho resumidos



Fonte: a autora (2022).

Figura 38-Linha de Balanço com pacotes de trabalho detalhados

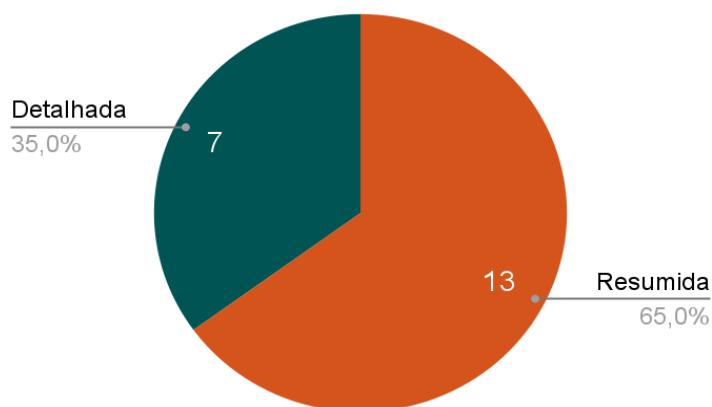


Fonte: a autora (2022).

Diante dessas imagens, 65% das construtoras responderam que o primeiro cronograma, com a estrutura dos pacotes de trabalho mais resumida, é a que mais representa a Linha de Balanço de suas obras (Figura 39). Trazendo assim, maior benefício a elas visando o seguimento do *lean construction*. Quando diferentes serviços são organizados na forma de pacotes de trabalho, benefícios como, a simplificação da programação e controle das atividades e redução dos fluxos físicos, ou seja, a diminuição nas perdas por transporte de materiais e movimentação de mão de obra, podem ser notados (KEMMER, 2022). Apesar do valor expressivo na utilização da Linha de Balanço resumida, 35% dos respondentes disseram

utilizá-la de forma detalhada, onde cada serviço é representado por uma célula de pacote de trabalho.

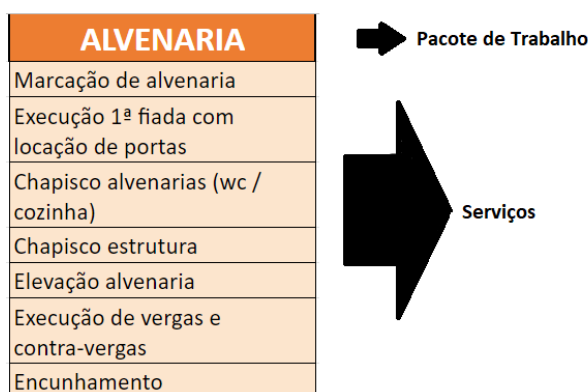
Figura 39-Os cronogramas elaborados por meio da Linha de Balanço contemplam os pacotes de trabalho da obra de forma mais detalhada ou resumida?



Fonte: a autora (2022).

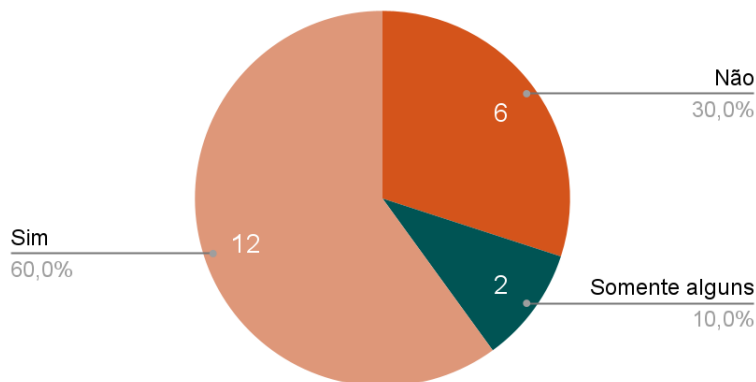
Após ser apresentada a estrutura de pacote de trabalho da Figura 40, a questão 16 buscou compreender melhor as respostas referentes à questão 12, obtendo a quantidade de empresas que realizavam o detalhamento do pacote de trabalho em serviços (Figura 40). Das 20 empresas, 12 afirmaram utilizar os pacotes obtidos através do agrupamento de alguns serviços. Seis disseram não aplicar a seguinte estrutura, e 2 empresas alegam utilizar o detalhamento apenas em alguns pacotes de trabalho.

Figura 40-Exemplo de pacote de trabalho com serviços agrupados



Fonte: a autora (2022).

Figura 41-Nos cronogramas em linhas de balanço das obras da sua empresa, os pacotes de trabalho são detalhados em serviços?



Fonte: a autora (2022).

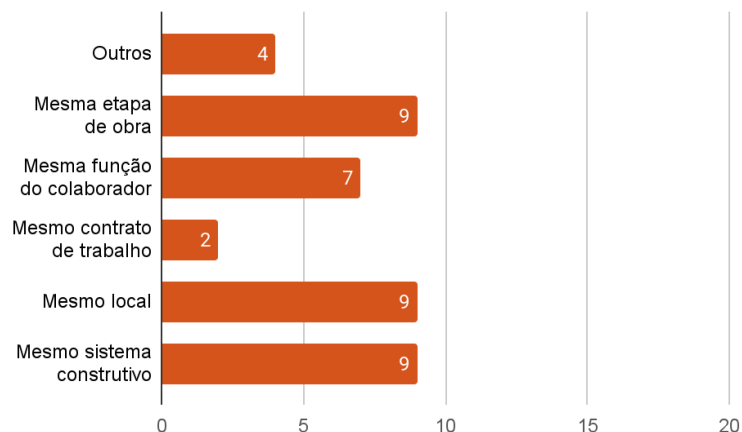
Mesmo sabendo que nem todos os respondentes utilizariam pacotes de trabalho detalhados em serviços, investigou-se quais critérios utilizados para o agrupamento de serviços pelas empresas que aplicam esta estrutura. Os principais critérios são indicados na Figura 42.

Sendo o pacote de trabalho caracterizado como um grupo de atividades geralmente de características similares, em que as etapas ocorrem próximas umas às outras, em ordem sequencial, visando perdas por estoque e movimentação reduzida (KEMMER, 2022), a mesma etapa da obra, o mesmo local e o mesmo sistema construtivo apresentaram-se como os fatores mais relevantes para a pacotização dos serviços pelas construtoras.

Além desses, “a mesma função do colaborador” também é um parâmetro que mostrou ser importante para o agrupamento. Sendo assim, o colaborador deve executar todos os serviços que estão sob sua responsabilidade, de forma contínua e dentro da duração prevista para o pacote de trabalho.

Outros critérios também foram apontados, porém com menor relevância. Dentre eles estão: mesmo contrato de trabalho; conjunto de serviços que fechem a duração estimada do pacote; e durações parecidas.

Figura 42-Quais são os critérios de agrupamento dos serviços em pacotes de trabalho?



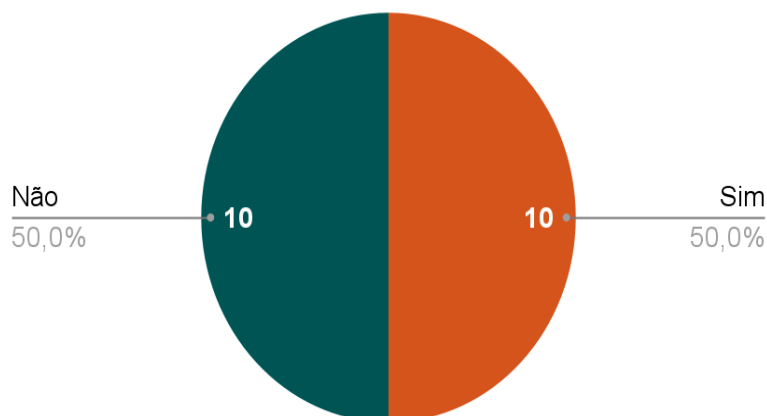
Fonte: a autora (2022).

A ritmização e o fluxo contínuo da Linha de Balanço, sem interrupção entre os processos, dependem da estrutura e organização gráfica dos pacotes de trabalho. Sendo assim, para que estes dois requisitos sejam cumpridos, os pacotes de trabalho devem apresentar durações iguais ou semelhantes. Diante disso, nas questões 18 e 20 buscou-se entender as configurações dos pacotes de trabalho nas linhas de balanço, segundo as variações de tamanho entre eles e a duração média adotada por cada empresa para estruturar o pacote.

Na Figura 43 é possível notar que metade dos respondentes afirmaram que as durações entre os pacotes são semelhantes, o que pode garantir maior ritmo à Linha de Balanço e redução no tempo de obra previsto. No entanto, nos outros 50% das empresas essa padronização não ocorre.

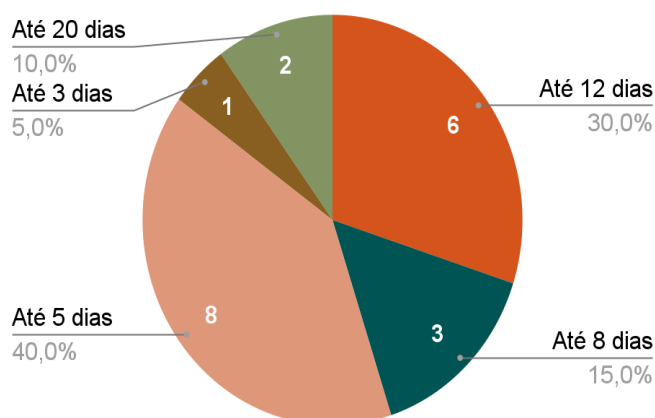
Sobre o tamanho médio dos pacotes de trabalho, não houve uniformidade nas respostas obtidas. A Figura 44 ilustra os resultados obtidos diante da pergunta “Os pacotes de trabalho inseridos nas suas linhas de balanço apresentam, em média, quanto tempo de duração?”. Das 20 construtoras, 8 delas adotam um período médio de até 5 dias, enquanto outras 6 empresas têm como a duração média mais do que o dobro das anteriores. As empresas restantes variaram suas respostas entre até 8 dias e até 20 dias. Apenas uma respondeu utilizar durações médias de até 3 dias. Diante disso, é possível notar que as empresas não seguem um único método para definirem as durações dos pacotes de trabalho.

Figura 43-Os pacotes de trabalho contidos na sua Linha de Balanço costumam ter períodos de duração semelhantes?



Fonte: a autora (2022).

Figura 44-Os pacotes de trabalho inseridos nas linhas de balanço apresentam, em média, quanto tempo de duração?



Fonte: a autora (2022).

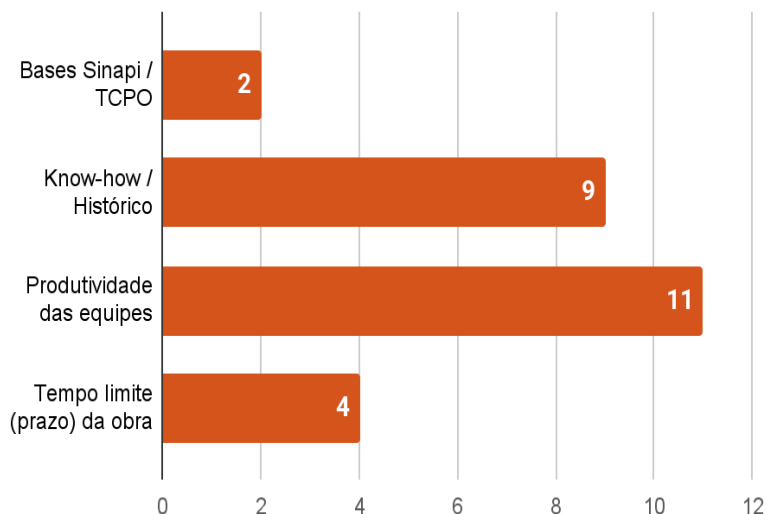
O processo de estimar durações utiliza informações do escopo do trabalho, tipos de recursos ou habilidades necessárias, quantidades estimadas de recursos e calendários dos recursos. Outros fatores que podem influenciar as estimativas de duração incluem restrições impostas sobre duração, esforço envolvido ou tipo de recursos, bem como a técnica de análise de rede do cronograma usada (PMI, 2017).

Sobre a etapa de estimativa de duração das atividades e de cada pacote de trabalho, a questão 19 procurou identificar os meios para a obtenção dos períodos de cada pacote de trabalho pelas construtoras (Figura 45). A base de produtividade das equipes envolvidas na obra mostrou-se como o maior indicativo para a obtenção dessas informações. Em seguida, o *know-how* / histórico do desenvolvimento dos serviços em outras obras foi o parâmetro indicado por 9 empresas, tendo em vista que este critério leva em conta a capacidade e habilidade das equipes com base nos antecedentes das mesmas.



O prazo da obra também se apresentou como um fator para a definição das durações dos pacotes de trabalho, sendo assim, quanto maior o tempo limite da obra, maior as durações de cada pacote. Apenas 2 empresas afirmaram utilizar as bases *Sinapi* e TCPO como embasamento para a definição das durações, entretanto ambas relataram utilizá-las apenas inicialmente, até que seja criado o banco de dados de produtividade das equipes.

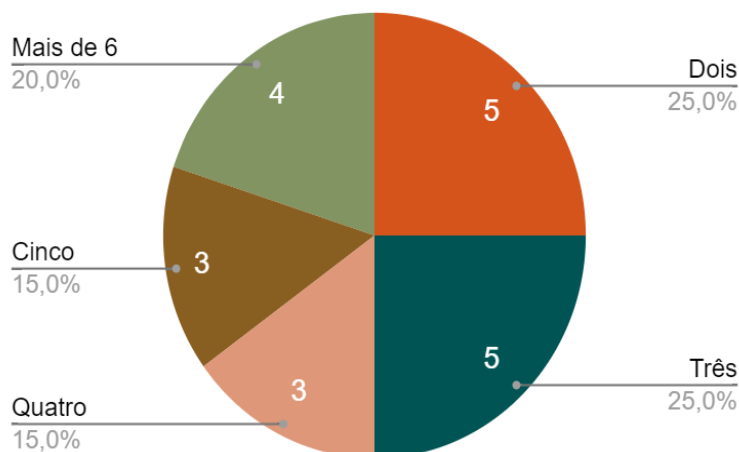
Figura 45-Qual é a base utilizada para obter as durações dos pacotes de trabalho?



Fonte: a autora (2022).

A respeito da quantidade média de serviços inseridos dentro dos pacotes de trabalho, a discrepância entre as respostas obtidas (Figura 46) deixa claro que as empresas que agrupam serviços em pacotes de trabalho não seguem um padrão entre si em relação à quantidade de serviços. Metade das empresas realizam a pacotização com três ou menos serviços, enquanto a outra metade efetua o agrupamento com quatro ou mais.

Figura 46-Os pacotes de trabalho dos cronogramas englobam, em média, quantos serviços?



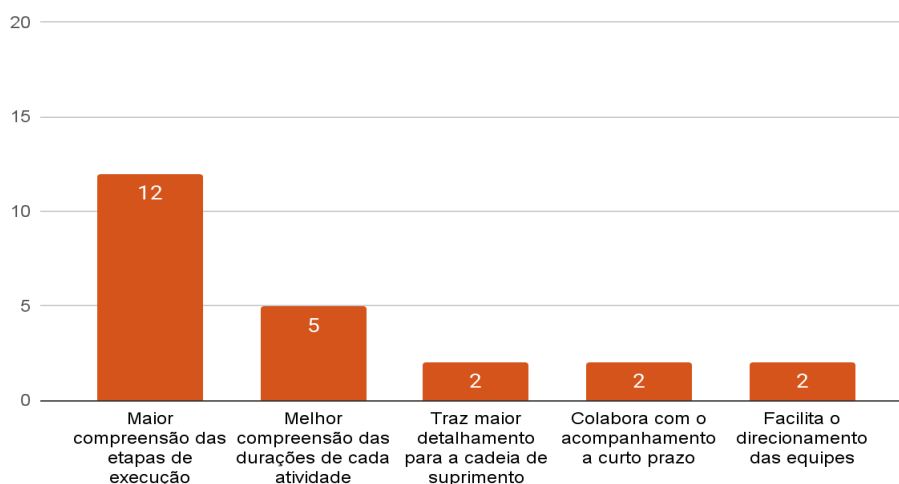
Fonte: a autora (2022).

Como uma das funcionalidades oferecidas pelo software de planejamento em comum utilizado é a possibilidade de visualizar de forma iterativa e oculta ao gráfico os serviços contidos dentro dos pacotes de trabalho, aproveitou-se para compreender os benefícios e as desvantagens diante deste recurso sob a ótica dos entrevistados. Apesar de algumas empresas ainda não utilizarem a função, por se tratar de um recurso novo da plataforma, todas contribuíram nesta etapa do questionário.

Como vantagens apontadas do detalhamento do pacote de trabalho dentro da Linha de Balanço, a maior compreensão das atividades a serem executadas e a definição de suas durações foram os aspectos de maior representatividade (Figura 47). Estes pontos estão ligados a melhor visibilidade do cronograma e melhor gestão no campo, visto que quanto mais detalhado, melhor para o colaborador, garantindo também que o pacote de trabalho seguinte comece sem pendência do anterior. Além disso, a definição das datas de início e término de cada atividade garante maior estabilidade no cronograma.

Outras vantagens também foram descritas pelos respondentes, dentre elas estão: a capacidade de trazer maior detalhamento para a cadeia de suprimentos, visando o dimensionamento assertivo na programação de insumos; a colaboração com o planejamento de curto prazo, diante de um acompanhamento mais preciso; e a facilidade no direcionamento das equipes, garantindo o melhor aproveitamento da mesma mão de obra. Além disso, algumas construtoras responderam não encontrar vantagens no detalhamento.

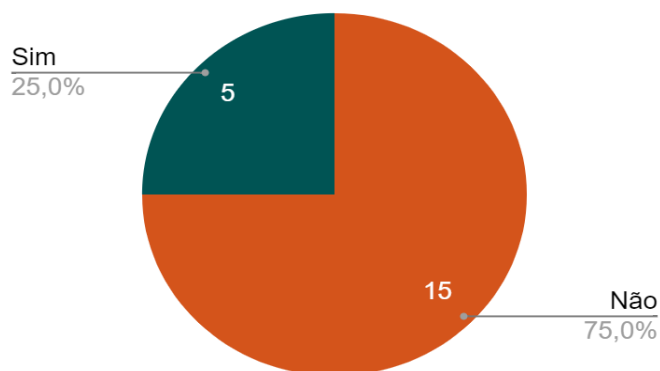
Figura 47-Quais as vantagens do detalhamento dos pacotes de trabalho em serviços?



Fonte: a autora (2022).

Alguns pontos críticos também foram apontados pelos entrevistados, apesar de 75% deles não considerarem a funcionalidade desvantajosa (Figura 48), abordando-se, nessa questão, especificamente a funcionalidade do software x em apresentar o detalhamento do pacote de trabalho. As empresas consideram que o detalhamento na Linha de Balanço torna o controle do cronograma trabalhoso, visto que deve ser controlado cada item e não o pacote por inteiro. Esta mesma problemática também foi exemplificada por uma das empresas a qual afirmou que no caso de empreendimentos financiados, para cada serviço do pacote, além da medição e controle individual, deve-se atribuir um peso que equivalha à projeção da planilha de levantamento de serviços financiados. Além dessas, outra desvantagem indicada é a necessidade de realizar o desmembramento dos pacotes de trabalho em serviços com a presença de quem executa a obra, uma vez que essa realidade nem sempre é possível quando estão envolvidos diferentes empreiteiros em uma mesma obra.

Figura 48-Você considera que existe alguma desvantagem no detalhamento dos pacotes de trabalho em serviços?



Fonte: a autora (2022).

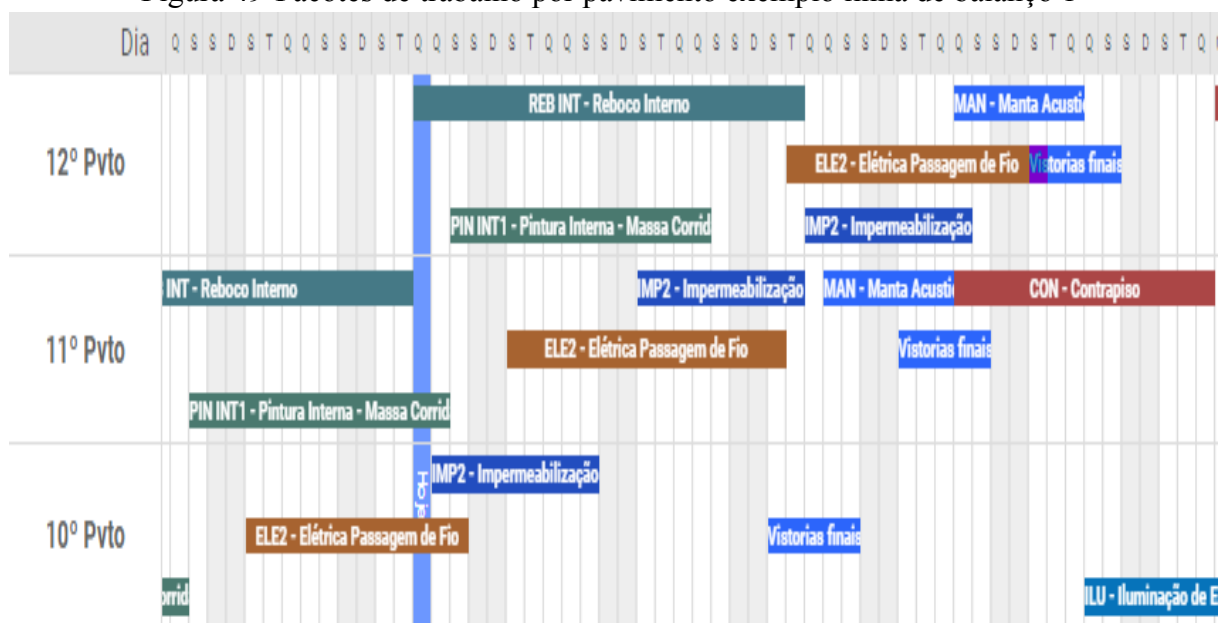
### 4.3 EXEMPLOS DE CRONOGRAMAS EM LINHAS DE BALANÇO

No presente tópico, são apresentados quatro diferentes modelos de cronogramas de empresas que participaram da pesquisa, os quais melhor exemplificam os diferentes cenários descritos pelas construtoras entrevistadas. Buscou-se retratar cronogramas de obras com perfil residencial vertical que se assemelhavam à maioria dos casos estudados.

#### 4.3.1 Exemplo Linha de Balanço 1

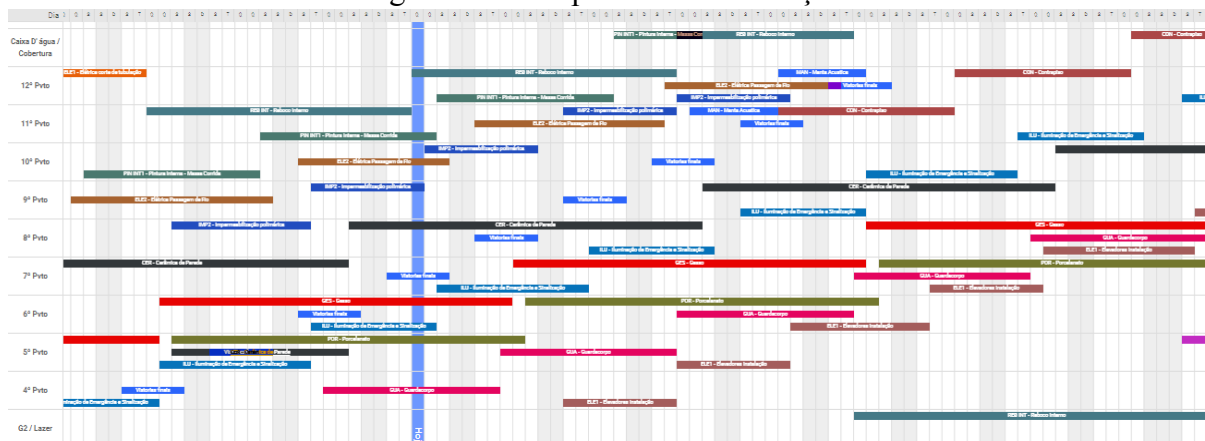
O primeiro cronograma refere-se a uma edificação de 12 pavimentos, indicados no eixo vertical. Neste exemplo as células coloridas nomeadas como pacotes de trabalho não são utilizadas para representar um conjunto de serviços, sendo então cada unidade um único serviço da EAP detalhada (Figura 49). As atividades inseridas nesta linha de balanço foram programadas para apresentarem durações diferentes umas das outras, podendo variar de 2 a 20 dias. Diante disso, o ritmo entre diferentes atividades é perdido, levando a formação de choques ou interrupções (*buffers*) entre as atividades, o que pode ser identificado na Figura 50. Havendo tempo livre entre os serviços do mesmo pavimento o fluxo contínuo do cronograma deixa de existir, o que pode provocar paralisação da obra e desperdício de tempo. Segundo a empresa representada, o controle e medição dos serviços ocorrem quinzenalmente.

Figura 49-Pacotes de trabalho por pavimento exemplo linha de balanço 1



Fonte: a autora (2022).

Figura 50-Exemplo linha de balanço 1



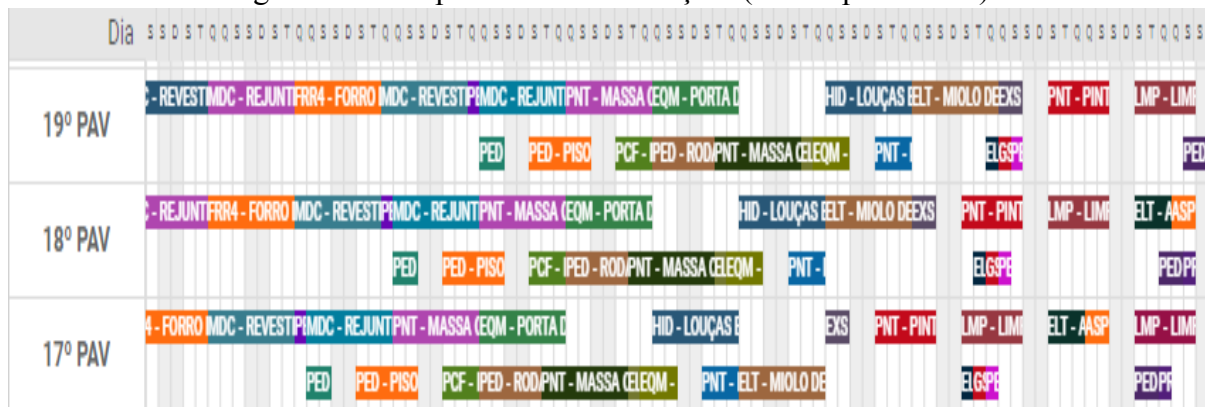
Fonte: a autora (2022).

### 4.3.2 Exemplo Linha de Balanço 2

Neste segundo exemplo, cada célula de atividade também representa um único serviço na obra. A inserção de muitas atividades dentro da Linha de Balanço dificulta a identificação visual do período exato de realização dos serviços, frente ao gráfico apresentado (Figura 51). Observa-se que as durações entre serviços distintos são semelhantes variando de 3 a 5 dias, o que possibilita o balanceamento do cronograma, e garante assim o ritmo da execução das atividades do cronograma, as quais ocorrem na mesma frequência. A construtora relatou que o controle dos serviços deste cronograma ocorre semanalmente.

Na Figura 52 é possível notar que a maior parte do cronograma ocorre em fluxo contínuo, ou seja, em cada pavimento as atividades ocorrem de forma sequenciada, sem muitos intervalos entre as mesmas, trazendo antecipação do prazo final da obra.

Figura 51-Exemplo Linha de Balanço 2 (visão aproximada)



Fonte: a autora (2022).

Figura 52-Exemplo Linha de Balanço 2 (visão ampliada)



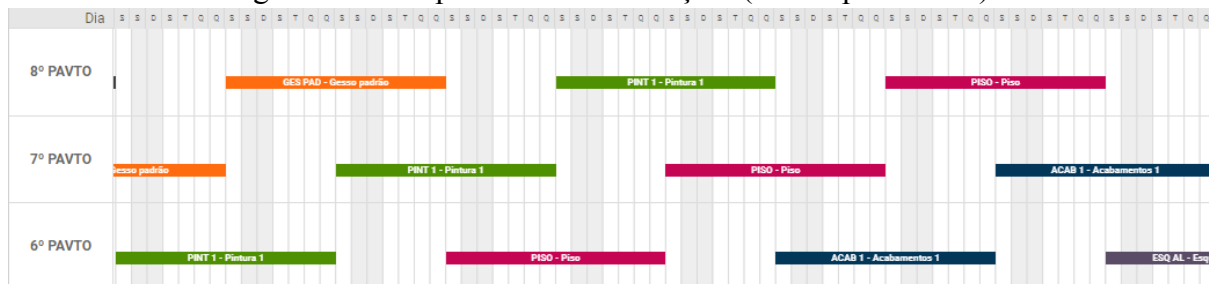
Fonte: a autora (2022).

### 4.3.3 Exemplo Linha de Balanço 3

A seguinte Linha de Balanço apresenta o cronograma de uma edificação residencial composta de 9 pavimentos tipo e algumas áreas comuns, os quais são dispostos no eixo vertical. Neste cenário é possível notar que as células coloridas são de fato pacotes de trabalho, representando um conjunto de serviços agrupados que juntos contabilizam entre 9 e 10 dias (Figura 53). De acordo com a empresa, os critérios para a construção de cada pacote para este cronograma foram os serviços estarem relacionados a mesma etapa da obra e ocorrendo no mesmo local. Ainda segundo eles, a frequência das medições dos pacotes é semanal.

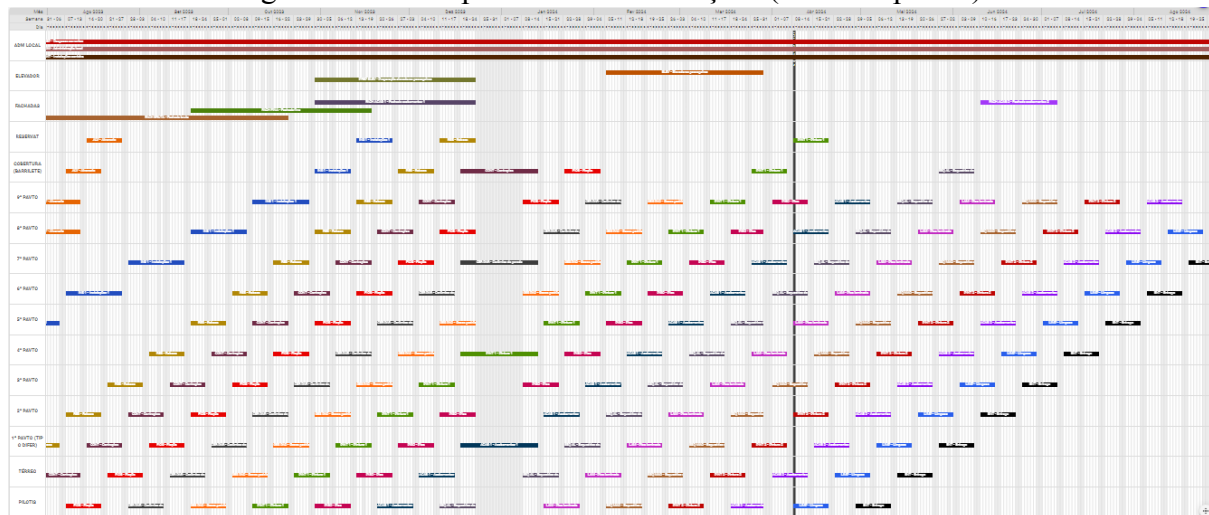
Os pacotes são configurados tendo em vista a padronização das durações entre eles, sendo assim na Figura 54 é possível identificar um único ritmo na sequência de atividades do cronograma. No entanto, o fluxo contínuo entre as atividades de um mesmo pavimento não ocorre, havendo intervalos entre as execuções de diferentes pacotes de trabalho. Esta construtora justifica a presença desses buffers pré-definidos como mecanismo para gerenciar incertezas da obra. Sendo assim, deixa-se pronto um cenário que prevê um possível não cumprimento total do planejamento. (Escrever que não realizam a funcionalidade apesar de realizarem a pacotização dos serviços)

Figura 53-Exemplo Linha de Balanço 3 (visão aproximada)



Fonte: a autora (2022).

Figura 54-- Exemplo Linha de Balanço 3 (visão ampliada)



Fonte: a autora (2022).

#### 4.3.4 Exemplo Linha de Balanço 4

Neste último exemplo é representado o cenário ideal para a estruturação do cronograma em linha de balanço. A empresa responsável buscou aplicar os fundamentos básicos do processo do *Lean Construction*, permitindo otimizar e visualizar, de forma rápida e simples, todas as informações necessárias para a gestão eficaz da execução da obra. Diante disso o cronograma é disposto de pacotes de trabalho como conjuntos de serviços organizados de maneira a permitir a mesma duração entre diferentes pacotes, e que resultam no balanceamento das atividades (Figura 55).

A duração estabelecida de cada pacote de trabalho nesta Linha de Balanço é de 3 dias, sendo o controle realizado semanalmente. A divisão entre “mesma etapa da obra” e “mesmo empreiteiro responsável” foram os requisitos utilizados por esta construtora para o

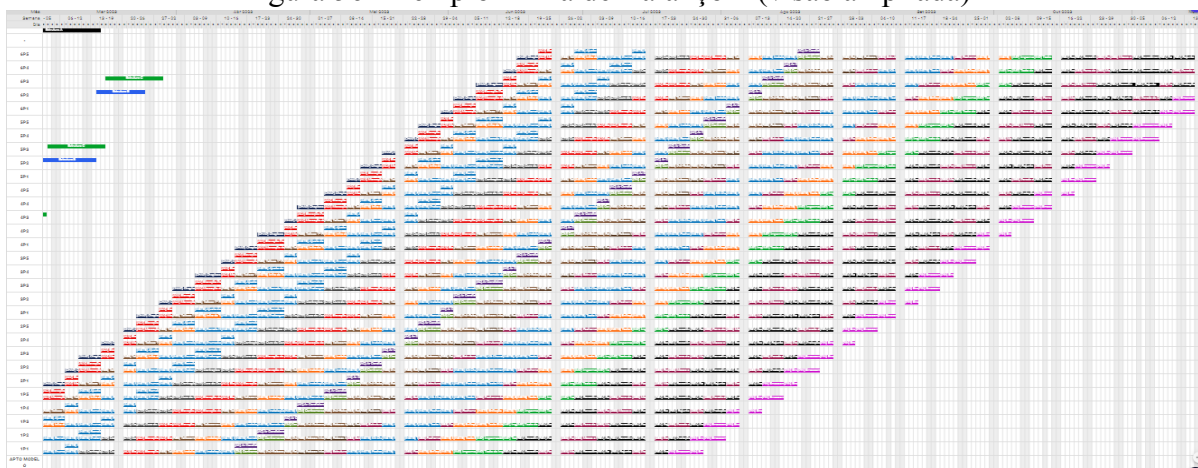
agrupamento dos serviços. Neste caso o fluxo contínuo entre é viabilizado e utilizado, tendo em vista a ritmização única do cronograma (Figura 56).

Figura 55-Exemplo Linha de Balanço 4 (visão aproximada)



Fonte: a autora (2022).

Figura 56-Exemplo Linha de Balanço 4 (visão ampliada)



Fonte: a autora (2022).

Esta empresa utiliza da funcionalidade oferecida pelo software na qual os serviços detalhados podem ser identificados e visualizados no menu de cada pacote de trabalho que os agrupam. Na Figura 57 mostra o menu referente ao pacote de trabalho “Impermeabilização” listando os serviços presentes e suas respectivas datas de início e término.



Figura 57-Detalhamento do pacote de trabalho em serviços exemplo Linha de Balanço 4

**Editar atividade**

30 - [IMP] Impermeabilização

1º PAV

Início 25/07/2022 Fim 27/07/2022 Duração (dias úteis) 3

**DEPENDÊNCIAS** **SERVIÇOS**

Lista de serviços ADICIONAR

Dependências automáticas

ID	Serviço	Pred.	Suc.	Início	Fim	Duração	Ações
1	Limpeza e Aplicação 1ª demão	-	2	25/07/2022	25/07/2022	1	
2	Reforço de ralos com tela de poliéster	1	3	26/07/2022	26/07/2022	1	
3	Aplicação 2ª demão	2	-	27/07/2022	27/07/2022	1	

Dependências entre serviços ADICIONAR

Fonte: a autora (2022).

## 5 CONCLUSÃO

### 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em vista da crescente adoção da Linha de Balanço como técnica de planejamento na construção civil, aumentam os questionamentos sobre a abordagem deste método pelas construtoras, suas formas de apresentação e informações que garantam que a escolha de tal ferramenta representa bem o perfil de empreendimento a ser planejado. Diante disso, a presente pesquisa objetivou explorar as formas de utilização desta técnica por construtoras, tendo como foco principal a busca pelo entendimento da elaboração de pacotes de trabalho, itens fundamentais para a composição do cronograma.

Inicialmente buscou-se contribuir na interpretação dos conceitos que cercam o planejamento e controle de produção, além de trazer abordagens teóricas sobre *Lean Construction* e programação em Linha de Balanço. Com a metodologia escolhida, foi organizada a estrutura da pesquisa, optando-se por um modelo de survey, e definido o meio de coleta dos dados que favorecesse a efetivação dos objetivos do estudo. Diante das respostas obtidas, foi possível compreender os diferentes comportamentos no planejamento e na utilização da Linha de Balanço, mostrando-se eficácia do método de pesquisa escolhido.

A análise inicial das respostas dos participantes através do questionário buscou compreender a relação das empresas com o planejamento das obras e a forma com que elas o realizavam. A grande maioria são empresas novas na utilização da metodologia de Linha de Balanço para o planejamento, sendo 19 das 20 empresas usuárias há menos de 5 anos, confirmando a ideia de que a Linha de Balanço é um meio de planejamento que vem ganhando cada vez mais espaço nas construções. Todas as empresas entrevistadas já se apresentam como construtoras que se dedicam ao processo de planejamento de longo prazo, o qual é realizado pelo menos um mês antes da obra em 90% delas, além disso ainda dispõem de pessoas responsáveis e utilizam um software específico para esta etapa. O fato de 65% do público alvo se preocupar em dividir o processo nos três níveis de planejamento evidencia ainda mais a valorização dessas empresas frente ao procedimento de programação dos projetos.

Ao longo da pesquisa é possível entender as formas de utilização da Linha de Balanço pelas construtoras e compará-las às práticas conceituais apresentadas. Conforme estabelecido no objetivo específico i), o capítulo "Referencial Teórico" evidenciou que a metodologia da Linha de Balanço baseia-se no *Lean Construction*, sendo assim, ela é

fundamentada na redução gráfica de atividades que não agregam valor ao produto final e na diminuição do tempo gasto na execução da obra e no próprio processo de planejamento e controle. Portanto, algumas ações, como a pacotização dos serviços da EAP, são realizadas visando atingir esses objetivos.

Para o objetivo específico ii) com as respostas obtidas foi possível identificar que nem todas as empresas inserem na Linha de Balanço os pacotes de trabalho como representação de um conjunto de serviços, neste caso, cada célula do gráfico, conhecida como pacote de trabalho é apresentada como um único serviço. Essa prática é justificada pela necessidade das construtoras de controle individual e obtenção dos dados de avanço de cada item da Estrutura Analítica de Projeto. Diante do conhecimento da autora relacionado ao trabalho direto auxiliando as construtoras a utilizarem a Linha de Balanço, a falta de conhecimento em como realizar o agrupamento de serviços apresenta-se como outro fator que impede esta ação. Aplicada junto dos fundamentos e de outras práticas recomendadas para a Linha de Balanço, a listagem de cada serviço que compõe a obra pode não trazer tantos impactos negativos ao cronograma, no entanto amplia o trabalho gasto no controle e planejamento e, torna difícil a visualização das atividades no gráfico, como apresentado na figura 50.

Sobre a funcionalidade de detalhamento dos pacotes de trabalho disponibilizada pela plataforma, apesar de ir ao encontro de um dos princípios do *Lean Construction*, que objetiva diminuir o número de partes ou ciclos do processo, é uma função que não apresenta grandes problemas já que os serviços são ocultados dentro dos pacotes de trabalho na apresentação gráfica, e apresenta-se como uma serventia opcional. Além disso, pode ser considerada como um incentivo à ação de pacotização dos serviços pelas construtoras. No final do questionário é possível notar que esta funcionalidade se mostrou satisfatória para a maioria dos entrevistados, os quais listam vantagens sobre o seu uso.

No que se refere ao alcance do objetivo iii) pode-se concluir, tendo em vista os respondentes que estruturam pacotes de trabalho, que os critérios de agrupamento dos serviços utilizados por eles são os mesmos apresentados no item 2.5.6 do referencial teórico. Em relação às durações dos pacotes de trabalho, o histórico de outras obras e a produtividade das equipes foram apresentados como os meios mais utilizados para estimar as durações das atividades. Diante da duração dos pacotes de trabalho e a frequência de medição, pôde-se notar que houve alinhamento parcial entre as práticas das construtoras e alguns conceitos vistos, como o que determina que a duração mínima do pacote de trabalho seja de 1 dia e, a máxima, o dobro da periodicidade da atualização da rede.

Sendo assim, cruzando os dados de duração média dos pacotes de trabalho obtidos pelas construtoras e suas respectivas frequências de controle do planejamento é possível validar a aplicação teórica por 80% das empresas.

Um comportamento marcante notado nas empresas é que, para muitas, a estruturação dos pacotes de trabalho com base nas durações, de forma a igualá-las em cada pacote, ainda não é uma realidade. Em 10 das 20 construtoras as durações das atividades presentes na Linha de Balanço não são semelhantes. Com isso, é impedido o cumprimento de fundamentos que otimizam o funcionamento da metodologia da Linha de Balanço, como, a padronização do ritmo das atividades, o balanceamento e o fluxo contínuo do cronograma. Desta forma, a impossibilidade de reduzir ao máximo o tempo de espera entre os pacotes de trabalho a serem realizados consequentemente aumenta o tempo máximo da obra e os recursos a serem gastos.

Ao final dos resultados foram apresentados quatro exemplos que melhor representavam os diferentes tipos de cronogramas descritos pelas construtoras entrevistadas. Apesar do quarto cenário (Figura 55) representar a melhor situação, visando a otimização do planejamento de uma construção através do uso da Linha de Balanço, o primeiro exemplo é o que mais se assemelha à realidade dos cronogramas da maioria dos respondentes, sendo a estrutura de pacote de trabalho como um conjunto de serviços ou como um serviço individual.

Conclui-se com esta pesquisa que, apesar do mercado da construção civil estar adotando pequenas inovações incrementais que tendem trazer eficiência aos processos, e diminuir os reflexos negativos da instabilidade do mercado, o mesmo carece de informações e conhecimento acerca dos conceitos que embasam novas ferramentas. Nos casos apresentados neste trabalho, a escassez conceitual da metodologia *Lean Construction* e da Linha de Balanço que visam o aprimoramento nas etapas de planejamento e controle da obra implementadas no cotidiano das empresas, impedem a obtenção dos resultados e benefícios propostos pela Linha de Balanço. Diante disso, a estruturação de pacotes de trabalho baseada nas teorias e boas práticas apresentadas são fundamentais para melhoria da produtividade e prazos da obra.

## 4.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A fim de embasar a realização de trabalhos futuros, sugere-se a análise individual do processo de configuração da Linha de Balanço realizada para um determinado empreendimento, sendo possível compreender os motivos específicos pelos quais a

construtora responsável toma as decisões para a estruturação dos pacotes de trabalho baseadas na realidade vivenciada na obra.

Dispondo de mais recursos, a pesquisa também aponta para uma construção do melhor cenário da Linha de Balanço para o planejamento de uma obra específica, visando retratar as estruturas adequadas dos pacotes de trabalho e aplicar todos os fundamentos que desencadeiam o uso otimizado da Linha de Balanço na obra.

Além dessas, outra recomendação seria realizar uma comparação entre os métodos de planejamento “Linha de Balanço” e “Gráfico de *Gantt*” para empreendimentos com padrões repetitivos. Apontando vantagens e desvantagens na utilização de ambos, objetivando a eficácia no planejamento e nos resultados obtidos em obra.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSUMPÇÃO, José Francisco Pontes. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios**. São Paulo, 1996.

AVILA, Antônio Victorino; JUNGLES, Antônio Edésio. **Gestão do Controle e Planejamento de Empreendimento**. Florianópolis: Autores, 2013.

BALLARD, G. H. **The Last Planner System of Production Control**. Ph.D. Thesis. Faculty of Engineering. School of Civil Engineering. The University of Birmingham. 2000

BALLARD, Glenn. **Lookahead planning: the missing link in production control**. In: Annual conference of the international group for lean construction. Gold Coast: IGLC, 1997. p. 13-25.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory. **Shielding production: essential step in production control**. Journal of Construction Engineering and management, 1998, 124.1: 11-17.

BARRETO, Eduardo Faraco. **O uso de sistemas de classificação da informação para a alocação dos custos orçados aos pacotes de trabalho de curto prazo**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Curso de Engenharia Civil, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

BARROS, João Victor Caetano et al. **Análise das principais causas do não cumprimento de metas em edifícios residenciais e comerciais**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, v. 12, p. 1-8, 2021.

BERNARDES, Maurício Moreira, et al. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. 2001.

BERNARDES, Maurício Moreira; VASCONCELOS, Lucinda Helena da Silva de. Silva. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro: LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora, 2003.

BNDES. **Porte de Empresa. Disponível em:**  
<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BÜCHMANN-SLORUP, Rolf; NICLAS, A.; LARS, F. P. **Criticality in Location-Based Management of Construction**. DTU Management Engineering, 2012.

CBIC. **Construção Civil gerou mais postos de trabalho formais no País em 2020**. 2020. Disponível em: <<https://cbic.org.br/construcao-civil-gerou-mais-postos-de-trabalho-formais-no-pais-em-2020/>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

CHOO, Hyun Jeong, et al. **WorkPlan: Constraint-based database for work package scheduling**. Journal of Construction Engineering and Management, 1999, 125.3: 151-160.

- COELHO, B. D. A. **Um guia completo sobre todos tipos de pesquisa: abordagem, natureza, objetivos e procedimentos**. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/tipos-de-pesquisa>. 2019. Acesso em: 10 jan. 2022.
- CONTE, A.S.I. **Lean construction: from theory to practice**. In: Proceedings. IGLC-10, Gramado, Brazil Aug. 2002.
- CORRÊA, Leonardo de Aguiar. **Método para formulação de pacotes de trabalho para obras repetitivas com o uso do BIM 4D**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2019.
- COSTA, Sérgio Francisco. **Introdução Ilustrada à Estatística**. 4. ed. São Paulo: Harbra, 2005.
- DIEESE. **A Construção civil e os trabalhadores: panorama dos anos recentes**. 2020. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/estudosepesquisas/2020/estPesq95trabconstrucaocivil/index.html?page=1>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologias**. Saraiva Educação SA, 2001.
- FORMOSO, Carlos T., et al. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- FORMOSO, Carlos Torres, et al. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil. 1999.
- FORMOSO, Carlos Torres. **A knowledge based framework for planning house building projects**. University of Salford (United Kingdom), 1991.
- FORMOSO, Carlos Torres. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1999.
- GROVES, Robert M. et al. **Survey methodology**. John Wiley & Sons, 2011.
- HALPIN, Daniel W. **Financial and Cost concepts for construction management**. Wiley, 1985.
- HALPIN, W. Daniel; WOODHEAD, W. Ronald. **Construction Management Second Edititon**. John Willey & Sons, New York, 1998.
- HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. **Dados básicos para a programação de edifícios altos por linha de balanço**. In: Congresso Técnico-científico de Engenharia Civil. 1996. p. 167-173.

HERTHEL, Ana Beatriz. **Análise de viabilidade de aplicação da linha de balanço em obras de edifícios residenciais em João Pessoa – PB: estudo de caso.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2015.

HOWELL, Gregory A. **What is lean construction-1999.** In: Proceedings IGLC. Citeseer, 1999. p. 1.

IBGE. **Indicadores IBGE.** Contas Nacionais Trimestrais. 2021. Disponível em: <[https://ftp.ibge.gov.br/Contas\\_Nacionais/Contas\\_Nacionais\\_Trimestrais/Fasciculo\\_Indicadores\\_IBGE/2021/pib-vol-val\\_202103caderno.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Contas_Nacionais_Trimestrais/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2021/pib-vol-val_202103caderno.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2022.

JUNG, Carlos Fernando; ENG, M. Metodologia científica. **Ênfase em pesquisa tecnológica,** v. 3, n. 41, p. 41, 2003.

JUNQUEIRA, Luiz Eduardo Lollato, et al. **Aplicação da lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0.** São Paulo, 2006.

KEMMER, Sérgio Luis. **Simulação linha de balanço.** Material didático do curso “PCP Lean\_Last Planner”. 2022.

KEMMER, Sérgio Luis. **Sistema Lean de Planejamento e Controle da Produção.** Material didático da aula 01 do curso “PCP Lean\_Last Planner”. 2021.

KOSKELA, Lauri, et al. **Application of the new production philosophy to construction.** Stanford: Stanford university, 1992.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Estratégias de gerenciamento da produção.** Material didático da aula da disciplina “Tecnologia da Edificação IV”, do curso de graduação em arquitetura e urbanismo, da Universidade Federal de Santa Catarina, 2020.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras.** Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras, 1st Edition, LTC, Rio de Janeiro, 1997.

LOWE, R. H. et al. **A Comparison of LocationBased Scheduling With the Traditional Critical Path Method.** In: ANNUAL MEETING AMERICAN COLLEGE OF CONSTRUCTION LAWYERS, San Francisco, 2012. ProceedingRDEREE4E443Q44444A. San Francisco, 2012.

MARCHESINI, João Henrique Belem. **Aplicação da linha de balanço com ritmo fixo para o planejamento e gestão de obras de infraestrutura urbana.** 2021. Bachelor's Thesis. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MARCHIORI, Fernanda Fernandes. **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composições de custo para orçamentação de obras de edificações.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.



MARCHIORI, Fernanda Fernandes. **Introdução ao planejamento e EAP.** Material didático da aula da disciplina “Planejamento e controle das construções”, do curso de graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Catarina, 2021.

MARCHIORI, Fernanda Fernandes. **Linha de balanceamento.** Material didático da aula da disciplina “Planejamento e controle das construções”, do curso de graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Catarina, 2021.

MATOS, Paulo Rogério Freitas de; COSTA, George Silva; BARROS NETO, José de Paula. **Estudo sobre a implantação do planejamento e controle da produção em uma empresa construtora a partir da filosofia Lean.** 2010.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamento de obras.** (4. tiragem). São Paulo: Pini, 2006.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras.** Oficina de Textos, 2019.

MAZIERO, Lucia Teresinha Peixe. **Aplicação do conceito do método da linha de balanço no planejamento de obras repetitivas: um levantamento das decisões fundamentais para sua aplicação.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. 1990.

MEEKS, Sarah Elizabeth. **Enhanced work packaging: Design through workflow execution.** 2011. Tese de Doutorado.

MENDES JR, Ricardo; HEINECK, Luiz FM. **Roteiro para programação da produção com linha de balanço em edifícios altos.** Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1997.

MENDES JUNIOR, Ricardo, et al. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos.** 1999.

MOURA, Rafael de Sousa Leal Martins; HEINECK, Luiz Fernando Máhlmann. **Linha de balanço: síntese dos princípios de produção enxuta aplicados à programação de obras?** 2014.

OLIVEIRA, Marcela Pereira de. **A tool to promote multilevel analysis of survey data.** 2019. Master's Thesis. Universidade Federal de Pernambuco.

PEZZI, Alice Pessini. **Controle de custos em empreendimentos de construção através de pacotes de trabalho: alocação dos custos orçados.** Porto Alegre. 2013.

PINHEIRO, M. B. **Considerações Gráficas sobre a ligação entre a linha de balanço e o Sistema Toyota de Produção.** 2009. Monografia (Graduação em Construção Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide).** Sixth Edition. Newton Square (USA): Project Management Institute - PMI, 2017.

PRADO, Renato Lucio, et al. **Aplicação e acompanhamento da programação de obras em edifícios de múltiplos pavimentos utilizando a técnica da linha de balanço**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. 2002.

RAZ, Tzvi; GLOBERSON, Shlomo. **Effective sizing and content definition of work packages**. Project Management Journal, v. 29, p. 17-24, 1998

RODRIGUES, A.; BOWERS, J. **The role of system dynamics in project management: International Journal of Project Management**, n.14, p. 213-220, 1996.

TEIXEIRA, João Paulo Gamba, et al. **Uma análise dos conceitos e metodologias de inovação aberta como alternativa para a Construção 4.0**. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Engenharia Civil. 2022.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

VALENTE, Mariana Pires, et al. **Análise das informações e recursos obtidos em softwares de gestão de obras**. 2021.

VARGAS, Fabrício Berger de; FORMOSO, Carlos Torres. **Método para planejamento e controle da produção baseado em zonas de trabalho com o apoio do BIM**. Ambiente Construído, 2019, 20: 129-151.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ENVIADO PARA CONSTRUTORAS

03/07/22, 17:19

Questionário TCC - Detalhamento de Pacotes de Trabalho na utilização de Linhas de Balanço

### Questionário TCC - Detalhamento de Pacotes de Trabalho na utilização de Linhas de Balanço

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Essa pesquisa está sendo realizada para coleta de dados no Trabalho de Conclusão de Curso de Thayná Borges Andrade, aluna de Engenharia Civil na UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, sob orientação da Professora Lisiane Ilha Librelotto, Dr. Eng.

Agradecemos antecipadamente a sua atenção e participação. O tempo estimado para preenchimento do questionário é de 15 minutos, e qualquer dúvida pode ser resolvida através do e-mail ou Whatsapp descrito abaixo.

Suas informações pessoais serão mantidas em sigilo e não serão divulgadas ou associadas aos dados coletados.

E-mail: [thaynaaborgesa@gmail.com](mailto:thaynaaborgesa@gmail.com)

WhatsApp: (61) 99330-2000

---

#### \*Obrigatório

Dados do profissional

As seguintes informações sobre o entrevistado serão utilizadas nas análises do trabalho.

Não serão divulgados os nomes dos entrevistados e das empresas.

1. 1. Nome: \*

Este dado não será exposto no trabalho

---

2. 2. Está de acordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

03/07/22, 17:19

Questionário TCC - Detalhamento de Pacotes de Trabalho na utilização de Linhas de Balanço

## 3. 3. Nome da Empresa \*

Este dado não será exposto no trabalho

---

## 4. 4. Qual é o seu cargo dentro da empresa? \*

Marcar apenas uma oval.

- Engenheiro(a) de planejamento
- Engenheiro(a) de obra
- Engenheiro(a) de Custo
- Assistente de Engenharia
- Estagiário
- Outro: \_\_\_\_\_

5. 5. Qual é o perfil das obras planejadas através da Linha de Balanço? Você pode \*  
selecionar mais de uma alternativa.

Marque todas que se aplicam.

- Verticais
- Horizontais
- Comerciais
- Loteamento
- Outro: \_\_\_\_\_

## 6. 6. Qual é o porte da empresa? \*

De acordo com o BNDS, o porte das empresas pode ser classificado conforme seu faturamento anual nas seguintes faixas: Pequena Empresa - Maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões. Média Empresa - Maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões. Grande Empresa - Maior que R\$ 300 milhões

Marcar apenas uma oval.

- Pequena
- Média
- Grande

## Informações do Planejamento

7. 7. Os cronogramas são elaborados quanto tempo antes do início das obras? \*  
(assinale tantas opções quanto achar necessário conforme a quantidade de planos de empreendimentos que estão sendo realizados no momento).

Marque todas que se aplicam.

- Menos de 1 mês antes
- Menos de 3 meses antes
- Menos de 6 meses antes
- Mais de 6 meses
- Durante a execução da obra

## 8. 8. Quais áreas da empresa estão envolvidas na elaboração do planejamento das obras? \*

Marque todas que se aplicam.

- Compras / Suprimentos
- Projetos
- Obras
- Jurídico
- Contabilidade / Financeiro
- Planejamento de obras
- Outro: \_\_\_\_\_

9. 9. Qual é a frequência de controle do planejamento? (Realização das medições) \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Diariamente
- Semanalmente
- Quinzenalmente
- Mensalmente
- Outro: \_\_\_\_\_

10. 10. É realizado o replanejamento dos cronogramas? Se sim, com que frequência? \*

\_\_\_\_\_

11. 11. Há quanto tempo utilizam a metodologia de linha de balanço? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Há menos de 2 meses
- Há menos de 6 meses
- Há menos de 1 ano
- Há menos de 5 anos
- Há mais de 5 anos

12. 12. Os seus cronogramas elaborados por meio da linha de balanço contemplam os pacotes de trabalho da obra de forma mais detalhada ou resumida? Assinale a alternativa que mais se assemelha a sua estrutura analítica na linha de balanço, conforme as imagens abaixo. \*

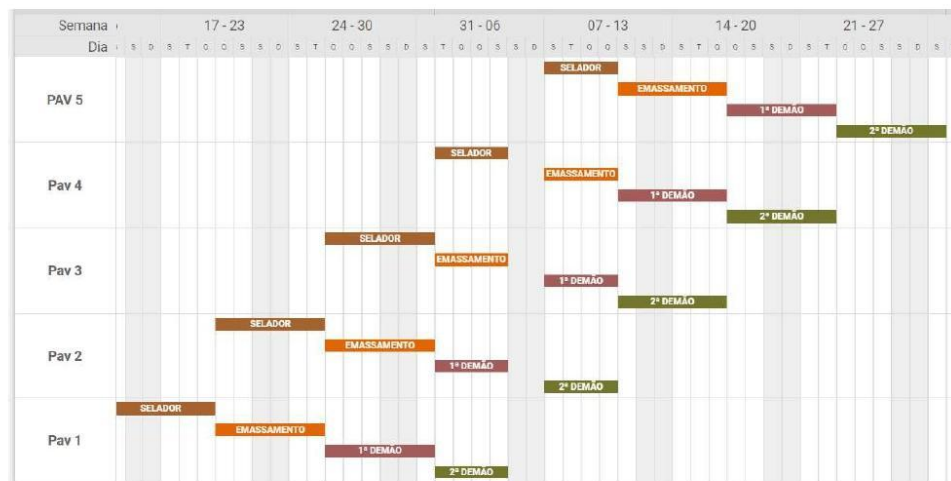
*Marcar apenas uma oval.*

- Imagem 1
- Imagem 2

Imagem 1 - Resumida (Pacotes de Trabalho apresentados: Instalações Elétricas, Forro, Esquadrias e Pintura)



Imagem 2 - Detalhada (Pacotes de Trabalho apresentados: Selador; Emassamento; 1ª Demão e 2ª Demão)



13. 13. Quais as vantagens na utilização da metodologia de linha de balanceamento? \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Facilita a visualização e compreensão dos gráficos
- Traz maior ritmo para as atividades
- Possibilita a retroalimentação constante das atividades
- Facilita a troca de informações entre os gestores da obra e a mão de obra do canteiro
- Proporciona maior controle do andamento do projeto e do ritmo com que as atividades são executadas

14. 14. Quais as desvantagens na utilização da metodologia de linha de balanceamento? \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Necessidade de elaborar uma programação à parte para serviços não repetitivos
- Inadequação à realidade dos canteiros de obras
- Variabilidade acentuada das durações das atividades e do tamanho das equipes, impossibilitando ritmizar a linha de balanço
- Necessidade de estabelecer locais para a estocagem de materiais, devido ao uso gradual previsto.
- Exige especialização da mão-de-obra, tornando o operário responsável apenas pela atividade que executa.

15. 15. Quais os níveis de planejamento realizado(s)? \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Planejamento de longo prazo
- Planejamento de médio prazo
- Planejamento de curto prazo



## Pacotes de Trabalho



16. 16. Nos cronogramas em linhas de balanço das obras da sua empresa, os pacotes de trabalho são detalhados em serviços? \*

\_\_\_\_\_

17. 17. Quais são os critérios de agrupamento dos serviços em pacotes de trabalho? \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Mesma função do colaborador (pedreiro, azulejista)
- Mesmo operário
- Mesmo sistema construtivo
- Mesmo local
- Durações parecidas
- Mesma etapa de obra
- Mesmo contrato de trabalho (empreiteiro)
- Outro: \_\_\_\_\_

03/07/22, 17:19

Questionário TCC - Detalhamento de Pacotes de Trabalho na utilização de Linhas de Balanço

18. 18. Os pacotes de trabalho contidos na sua linha de balanço costumam ter períodos de duração semelhantes? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Outro: \_\_\_\_\_

19. 19. Qual é a base utilizada para obter as durações dos pacotes de trabalho? \*

---

---

---

---

---

20. 20. Os pacotes de trabalho inseridos nas suas linhas de balanço apresentam, em média, quanto tempo de duração? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Até 3 dias
- Até 5 dias
- Até 8 dias
- Até 12 dias
- Até 20 dias

21. 21. A realização das atividades das obras costumam seguir os prazos planejados? \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Sim
- Não
- Outro: \_\_\_\_\_

03/07/22, 17:19

Questionário TCC - Detalhamento de Pacotes de Trabalho na utilização de Linhas de Balanço

22. 22. Os pacotes de trabalho dos seus cronogramas englobam, em média, quantos serviços? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- 2
- 3
- 4
- 5
- Mais de 6

23. 23. Na sua opinião, quais as vantagens do detalhamento dos pacotes de trabalho em serviços? (Diz respeito à nova funcionalidade disponível no software) \*

---

---

---

---

---

24. 24. Você considera que existe alguma desvantagem no detalhamento dos pacotes de trabalho em serviços? Se sim, quais? (Diz respeito à nova funcionalidade disponível no software) \*

---

---

---

---

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários