

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**GUSTAVO HARUO HASHIZUMI**

**PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO: ESTUDO DE CASO EM  
EMPREENHIMENTO RESIDENCIAL DE MÉDIO PORTE EM CURITIBA - PR**

**CURITIBA**

**2022**

**GUSTAVO HARUO HASHIZUMI**

**PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO: ESTUDO DE CASO EM  
EMPREENHIMENTO RESIDENCIAL DE MÉDIO PORTE EM CURITIBA – PR**

**Commitment planning: Case study in medium sized residential building in  
Curitiba - PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentada como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador(a): Prof. M. Eng. Carlos Alberto da Costa

**CURITIBA**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**GUSTAVO HARUO HASHIZUMI**

**PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO: ESTUDO DE CASO EM  
EMPREENHIMENTO RESIDENCIAL DE MÉDIO PORTE EM CURITIBA - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 15 de junho de 2022

---

Carlos Alberto da Costa  
Mestrado em Engenharia de Produção  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Cezar Augusto Romano  
Doutorado em Engenharia de Produção  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Alfredo Iarozinski Neto  
Doutorado em Engenharia  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**CURITIBA**

**2022**

Dedico este trabalho à minha família, amigos e a universidade, pelo suporte integral que me deram durante todo o período de graduação, colaborando com meu desenvolvimento pessoal e profissional. Dando apoio tanto nos momentos de dificuldade e intensidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, é importante ressaltar que todas as pessoas que conheci durante meu período acadêmico possuíram alguma importância na elaboração desse trabalho de conclusão de curso, seja numa conversa descontraída, quanto em longas conversas relacionadas ao assunto tratado no trabalho. Porém, agradeço especificamente a determinadas pessoas que me ajudaram durante todo esse percurso.

Ao meu professor orientador Carlos Alberto da Costa, por ter trazido insumos e auxílio em todo trabalho, dado sugestões, e me guiado em todo desenvolvimento do trabalho.

Aos meus colegas de turma, que me deram apoio em toda graduação, e fizeram com que essa jornada tenha sido muito mais agradável.

A minha família, que suportou e deu assistência em diversos momentos de ausência de minha pessoa para realização de assuntos acadêmicos e profissionais, e que com certeza possuem o papel principal para que eu tenha me tornado o profissional que sou hoje.

De modo geral, a todos que passaram por minha vida durante o período da graduação.

“Não existe fracasso, e sim, aprendizado,  
crescimento e se tornar melhor do que jamais foi”  
(ELROD, 2012).

## RESUMO

O mercado da construção civil, mesmo com o crescimento apresentado nos últimos anos, sempre mostrou ser um segmento de competição acirrada, fazendo com que as empresas busquem continuamente formas de melhorar a produtividade e os prazos de trabalho, aumentando também o foco na área de planejamento. A principal delas se refere à parte de planejamento e produtividade das obras, que costuma ser seu ponto fraco. Assim, as atenções se voltam para diferentes metodologias e processos dentro do mercado da construção civil, dentre eles, o sistema Last Planner (LPS), uma ferramenta de planejamento que busca trazer melhorias e mudança de mentalidade na gestão de obras aplicando conceitos de Lean Construction. O objetivo deste trabalho foi analisar a aplicação do método de planejamento de curto prazo em um edifício habitacional de médio porte na cidade de Curitiba-PR, partindo de uma pesquisa qualitativa, aplicada e exploratória da metodologia LPS e um estudo de caso, realizado durante a fase de infraestrutura e supraestrutura da obra, buscando verificar as principais barreiras que ocorrem para o não cumprimento das tarefas levantadas nesses planos semanais e a dificuldade de mudança da cultura corporativa para esse tipo de gestão ativa e colaborativa. Com a correta implantação dos processos, o sistema pode trazer diversos benefícios em termos de tempo, qualidade, organização e produtividade nos canteiros de obras. Dessa forma, houve a necessidade de realizar um planejamento de longo e médio prazo de forma simplificada para manter toda essa integração, mas também ter como foco principal as atividades de curto prazo. Por meio desse estudo de caso foi possível observar melhorias e mudanças produtivas na forma como as obras são planejadas, além do estímulo a cultura de planejamento colaborativo e controle da produção. Apesar de dificuldades principalmente no início da implantação, no final desse estudo foi possível verificar uma mudança de mentalidade e cultura na gestão e operação da obra, de forma pontual, pois com o decorrer do tempo e das reuniões, houve maior interesse e engajamento entre as equipes, que vinham mais preparadas e estimuladas para as reuniões de curto prazo. Mesmo com esses resultados positivos, existe ainda um grande espaço para o desenvolvimento da metodologia em obra, tanto com a implantação de reuniões de médio prazo quanto para o desenvolvimento de um planejamento colaborativo de longo prazo da obra, além disso, é possível buscar o refino e aperfeiçoamentos nas reuniões de curto prazo, de forma a terem infraestrutura melhores e dinâmicas que possibilitem a melhoria contínua do processo de planejamento e cultura interna da obra.

Palavras-chave: Indústria da construção civil; planejamento de curto prazo; *lean construction*; gerenciamento de obras.

## ABSTRACT

The construction market, even with the growth presented in recent years, has always been to be a segment of fierce competition, making companies to continually seek ways to improve productivity and work deadlines, and increasing the focus on the planning area. The main one refers to the planning and productivity part of the works, which is usually its weak point. Thus, attention turns to different methodologies and processes within the construction market, among them, the Last Planner (LSP) system, a planning tool that seeks improvements and change of mindset in work management by applying Lean Construction concepts. The objective of this work was to analyze the application of the weekly work plan method in a medium-sized housing building in the city of Curitiba-PR, starting from a qualitative/applied/exploratory research of the LPS methodology and a case study, that was carried out during the infrastructure and superstructure phase of the work, and seeking the main barriers that occur for non-fulfillment of the tasks mentioned in these weekly plans, and the difficulty of changing the corporate culture to this type of active and collaborative management. With the correct implementation of processes, the system can bring several benefits in terms of time, quality, organization, and productivity at construction sites. In this way, there was a need to carry out master and lookahead planning in a simplified way to maintain all this integration, but also to have short-term activities as focus. Through this case study, it was possible to see improvements and productive changes in the way works are planned, besides stimulation of the culture of collaborative planning and production control. Despite difficulties mainly at the beginning of the implementation, at the end of this study it was possible to notice a change of mentality and culture in the management and operation of the work, in a specific way, because as time went by and meetings took place, there was bigger interest and engagement among the teams, which were more prepared and stimulated for the weekly meetings. Even with these positive results, there is still a huge space for the development of the methodology in the construction site, both with the implementation of lookahead meetings and for the development of a master collaborative planning of the project; in addition, it is possible to seek refinement and improvements in weekly work meetings, to have better and dynamic infrastructure that enables the continuous improvement of the planning process and internal culture of the work.

Keywords: Construction industry; weekly work planning; lean construction; construction management.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo convencional do processo de produção onde existe a conversão e subprocessos apenas .....	20
Figura 2 - Modelo de produção como fluxo (onde as caixas cinzas mostram atividades que não agregam valor) .....	22
Figura 3 - Princípios do modelo de geração de valor .....	24
Figura 4 - Cronograma de rede .....	29
Figura 5 - Gráfico de Gantt .....	30
Figura 6 - Exemplo genérico de linha de balanço .....	31
Figura 7 - Processo de planejamento LPS .....	34
Figura 8 - Diagrama Gantt na parte superior, linha de balanço na parte inferior .....	36
Figura 9 - Exemplo de planejamento de médio prazo .....	38
Figura 10 - Fluxograma para execução do planejamento de curto prazo .....	40
Figura 11 - Cronograma de longo prazo (primeira etapa).....	47
Figura 12 - Lista de restrições elencadas por atividade (referente a primeira etapa do cronograma).....	47
Figura 13 - Cronograma de longo prazo (segunda etapa) .....	48
Figura 14 - Formulário de planejamento de curto prazo.....	49
Figura 15 - Planejamento da semana 1 .....	52
Figura 16 - PPC de janeiro de 2022.....	53
Figura 17 - PPC de fevereiro de 2022 .....	54
Figura 18 - Problemas de fevereiro de 2022.....	55
Figura 19 - PPC de março de 2022.....	56
Figura 20 - Problemas de março de 2022 .....	57
Figura 21 - PPC de abril de 2022 .....	58
Figura 22 - Planejamento da semana 11 .....	59
Figura 23 - Problemas de abril de 2022 .....	59
Figura 24 - PPC de maio de 2022 .....	60
Figura 25 - PPC geral do empreendimento .....	61
Figura 26 - Problemas encontrados no geral.....	62
Figura 27 - Cronograma executado x planejado.....	63

## LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Modelos de sistema de produção .....	25
Quadro 2 - Razões para não cumprimento de serviços.....	50

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

### **LISTA DE SIGLAS**

LPS	Last Planner System
PCP	Planejamento e Controle da Produção
IGLC	International Group for Lean Construction
PPC	Percentual do Plano Concluído
IRR	Índice de Remoção de Restrições

### **LISTA DE ACRÔNIMOS**

ABRAINIC	Associação Brasileira de Incorporadores Imobiliários
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
BIM	Building Information Modelling

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>16</b>
1.1.1	Objetivo geral	16
1.1.2	Objetivos específicos	16
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b>	<b>16</b>
<b>1.3</b>	<b>Delimitação do tema</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Modelos de processos produtivos</b>	<b>19</b>
2.1.1	Modelo de conversão	19
2.1.2	Modelo de fluxo de produção	21
2.1.3	Modelo de geração de valor	22
2.1.4	Integração dos sistemas de produção	24
<b>2.2</b>	<b>Controle da produção</b>	<b>25</b>
<b>2.3</b>	<b><i>Lean construction</i></b>	<b>26</b>
<b>2.4</b>	<b>Técnicas de planejamento</b>	<b>27</b>
2.4.1	Cronogramas de rede ou redes de planejamento	28
2.4.2	Diagrama de Gantt	29
2.4.3	Linha de Balanço	30
<b>2.5</b>	<b>Importância do planejamento</b>	<b>31</b>
<b>2.6</b>	<b><i>Last Planner System</i></b>	<b>32</b>
2.6.1	Processo de planejamento	34
2.6.2	Etapas do planejamento	35
2.6.3	Proteção da produção	41
<b>3</b>	<b>MÉTODO DA PESQUISA</b>	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>Estratégia</b>	<b>43</b>
<b>3.2</b>	<b>Características da empresa construtora</b>	<b>44</b>
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS</b>	<b>45</b>
<b>4.1</b>	<b>Características da obra</b>	<b>45</b>
<b>4.2</b>	<b>Planejamento inicial da obra e premissas básicas</b>	<b>45</b>
<b>4.3</b>	<b>Análise dos períodos estudados</b>	<b>50</b>
4.3.1	Primeiro mês de aplicação – janeiro de 2022	51
4.3.2	Segundo mês de aplicação – fevereiro de 2022	53
4.3.3	Terceiro mês de aplicação – março de 2022	55

4.3.4	Quarto mês de aplicação – abril de 2022 .....	57
4.3.5	Quinto mês de aplicação – maio de 2022 .....	60
4.3.6	Panorama geral da aplicação .....	61
4.3.7	Melhorias sugeridas para as reuniões de curto prazo .....	63
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>68</b>
	<b>APÊNDICE A - Formulário de planejamento de curto prazo.....</b>	<b>71</b>
	<b>APÊNDICE B - Planejamento de longo prazo (Etapa 2) .....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde 2011, o país sofreu com uma desaceleração expressiva do crescimento no setor da construção civil (tanto na área de construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços especializados). Apenas em meados de 2017 que o mercado começou a crescer novamente, alcançando taxas superiores a 50% no Índice de Confiança do Empresário da Indústria da Construção (ICEI), e alcançou uma queda brusca no início de 2020 quando o país sofreu com o surto da pandemia de COVID-19. Hoje, o nível de atividades e expectativas já refletem um desempenho superior, alcançando valores de ICEI de quase 60%, o maior desde o início da desaceleração econômica em 2011. (CBIC, 2021).

A partir desses índices, gera-se uma preocupação macroeconômica em relação ao futuro do setor, pois, no Brasil a construção civil possui grande relevância e potencial para impulsionar o crescimento econômico e a geração de empregos. Quando o segmento de obras vai bem, a economia acompanha o seu ritmo.

O setor movimenta uma enorme cadeia produtiva, desde o canteiro de obras até a fabricação de insumos, e pode ser evidenciada com os indicadores atuais, em que o setor emprega 10% dos trabalhadores brasileiros, gera 9% de todos os tributos recolhidos pelo governo, e é responsável por 7% do Produto Interno Bruto do país e movimenta mais de 62 atividades econômicas da indústria nacional. (ABRAIN, 2021).

A construção civil é um setor em permanente mudança e pode ser constatado no esforço em se adaptar às diversas condições de cada região (desde o tipo de terreno, material disponível, arquitetura, técnicas construtivas, mão de obra, custo de produção, demandas sociais, legislação), ela possui em sua grande maioria atividades simples, perigosas, insalubres e que exigem como maior característica da mão de obra, a força física, esses fatores somados a uma mão de obra de baixa escolaridade apenas reforça a imagem negativa da construção civil. (TOMASI, 2005).

A introdução e difusão de inovações tecnológicas na indústria da construção é semelhante a qualquer outro setor industrial, no entanto, na construção, existe uma peculiaridade, que é basicamente a soma entre a resistência, por parte dos envolvidos, em assumir os riscos da incerteza em mudar o seu status quo, e à natureza multidisciplinar nos projetos, que às vezes significa o envolvimento de várias

empresas, e sua dependência de fornecedores quanto à pesquisa de novos materiais e equipamentos. (ARO, 2004).

De acordo com Silva e Zafalon (2019, p.1), “a problemática em questão é o alto nível de competitividade no ramo da construção civil, onde o número de projetos que atrasam e o nível de descontrole de custos realizados comparados aos previstos são muito grandes, no qual os atrasos em obras são considerados normais”.

Dessa forma, novos paradigmas entram em cena, para buscar a evolução e melhoria do setor. Com forte influência da área manufatureira, surgiram metodologias que estão cada vez mais sendo aplicadas no setor da construção civil. A temática de planejamento e controle de produção, produção enxuta, racionalização dos processos e gestão de processos produtivos são termos frequentes hoje e são cada vez mais estudados.

Com enfoque na aplicação dentro do canteiro de obras, esses métodos buscam uma forma de gestão que possibilite minimizar incertezas, intrínsecas na construção civil, reduzindo a variabilidade de processos/produtos e a falta de controle de indicadores dentro da área.

A metodologia denominada como “*Last Planner System*” (Sistema do Último Planejador), é um sistema de planejamento e controle com a visão do planejamento baseado na cultura vinda do “*Lean Construction*” (Construção enxuta), visão que nasceu a partir da influência do sistema industrial de produção enxuta.

O sistema consiste em um processo social que envolve discussão entre todos os envolvidos (desde os departamentos de engenharia até os executores que estarão na linha de frente da execução). Segundo Olivieri *et al.* (2016), o método possui cinco elementos principais que são: o planejamento master (ou de longo prazo), planejamento faseado, planejamento de médio prazo, planejamento de curto prazo, indicadores de produção e razões de não cumprimento de tarefas.

Com base nesse contexto, busca-se solucionar os principais problemas frequentes dentro da construção civil, ressaltando três importantes questões:

- Como será a experiência de aplicar esse sistema dentro do canteiro de obras?
- Quais serão as principais barreiras dentro do procedimento?
- A metodologia realmente trará os benefícios mostrados em estudos anteriormente feitos?

## **1.1 Objetivos**

Os objetivos deste trabalho estão divididos em objetivo geral e objetivos específicos, de forma a delimitar o tema e detalhar os processos necessários para a realização do trabalho.

### **1.1.1 Objetivo geral**

O objetivo geral desse trabalho é analisar a aplicação do planejamento de curto prazo (baseado no Last Planner System), considerando a fase inicial da obra de um edifício habitacional de 8 pavimentos, executado com tecnologias convencionais e acabamento normal.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Elaborar o planejamento master desse empreendimento, de forma a integrar todos os níveis de hierarquização de planejamento.
- Aplicar a rotina de planejamento de curto prazo na construção de um empreendimento residencial.
- Identificar as principais barreiras e benefícios da aplicação do planejamento de curto prazo.

## **1.2 Justificativa**

Uma vez que o mercado voltou a ter um crescimento moderado dentro da construção civil, criou-se uma importância e uma demanda das empresas em buscar melhorias nos âmbitos de planejamento e produtividade. Afinal, é a forma mais sustentável de obter um crescimento econômico, e proporcionar melhores remunerações a trabalhadores e empresários.

Desse modo, se faz necessário, voltar a atenção principalmente para o canteiro de obras, já que é o ambiente onde há o maior espaço para concretização de avanços de produtividade e melhorias substanciais nas áreas de planejamento e gestão efetiva de processos, emprego de novas tecnologias e qualificação da mão de obra. (CBIC, 2015).

Por essa razão, o conceito de construção enxuta tem crescido nos últimos anos, pois muitas construtoras estão buscando aperfeiçoar seu método gerencial e



construtivo, a fim de melhorar processos, planejamento, custos de obras, cadeia de suprimentos.

Dentro da área gerencial e operacional de obras, o sistema Last Planner consegue abranger grande parte das dificuldades que os gestores encontram na execução de uma obra. A maior dificuldade da metodologia é na sua implantação, devido a mudança de cultura que deve ocorrer dentro do ambiente de obra e por contar com uma mão de obra com menor nível de escolaridade, além do mais, é uma mudança que necessita de tempo, não é algo que irá mudar da noite para o dia.

As principais dificuldades observadas em estudos da implantação da metodologia são, de fato, relacionadas a resistência em atravessar barreiras culturais dentro do canteiro e obter aceitação e incentivos por parte da empresa como um todo para que seja possível realizar uma implantação de sucesso.

Portanto, visto os benefícios do sistema em estudos anteriores, mas nos quais são encontradas diversas dificuldades na implantação devido a cultura encontrada no país, se faz necessário, realizar estudos para analisar as principais dificuldades e ideias facilitadoras para aperfeiçoar a aplicação do assunto.

Assim, esse trabalho é um meio de difundir as ideias propostas por esse sistema de planejamento e analisar a aplicação dele, buscando melhores resultados e controle de produção dentro do canteiro de obras, de forma a atender a necessidade crescente do mercado da construção civil, por meio de um método relevante e que contribua para o segmento.

### **1.3 Delimitação do tema**

Foi realizado uma revisão bibliográfica referente aos principais pilares da metodologia LPS, e foi aplicado um deles dentro do canteiro de obras. Assim, com enfoque nas reuniões de curto prazo, junto com a elaboração do planejamento master de forma simplificada. Eles estão diretamente ligados, pois sem o planejamento macro, não é possível realizar o micro.

Devido ao período disponível e da estrutura organizacional da empresa construtora, focou-se principalmente nesse nível de planejamento, não estendendo de forma aprofundada os planejamentos de médio e longo prazo.

A maturidade da empresa construtora em relação ao tema não era suficiente para a coleta de informações de forma generalizada e integralizada, além disso, a

realização de mudanças de procedimento internos para a implantação íntegra de toda metodologia não seria viável durante o curto período do trabalho.

Com os resultados obtidos, realizou-se uma análise em relação a implantação em si, principalmente em relação a forma que deve ser feito e como isso acontece na prática, onde ocorrem as principais dificuldades, sugestões de melhorias e resultados obtidos durante o período realizado. Esse método de planejamento buscou trazer benefícios como qualidade, produtividade, controle de custos, cumprimento de prazos e segurança de trabalho.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesse capítulo, foi realizado uma revisão bibliográfica em relação ao tema de produção e planejamento, buscando trazer os conceitos básicos para o entendimento de todo contexto que será aplicado durante esse trabalho. Desde teorias de produção e suas linhas de pensamento até o processo de planejamento propriamente dito.

### **2.1 Modelos de processos produtivos**

Teoria de produção, de forma genérica, possui várias funções, porém, se resume em uma explicação de algum comportamento, de forma a melhor compreendê-lo. Assim, irá proporcionar um entendimento e previsão de determinado comportamento futuro, por meio de ferramentas de análise, design e controle. O estudo acerca desse tema, possui sua importância para nortear o desenvolvimento de uma cadeia produtiva, e é crucial para a melhoria contínua de performance e de custos dos sistemas produtivos. (KOSKELA, 1999).

A característica primária do processo de produção se baseia basicamente no conceito de revelar como determinada ação contribui para o objetivo buscado pela produção. Essa ação pode ser definida em três aspectos diferentes, no desenvolvimento de um processo produtivo; no controle do sistema produtivo e/ou na melhoria do processo produtivo. (KOSKELA, 1999).

O sistema de processo de produção sofreu variações no decorrer do tempo e foi desenvolvido três diferentes vertentes; o primeiro consiste no modelo tradicional de produção, onde existe a conversão de um input para um output; o segundo como um fluxo de materiais e informações durante um período de espaço e tempo; e o terceiro como um processo de geração de valor para o cliente final. (BALLARD, 2000).

#### **2.1.1 Modelo de conversão**

O modelo convencional de visão de produção consiste no processo de transformação de recursos para um resultado esperado, permitindo a coleta de indicadores de produção.

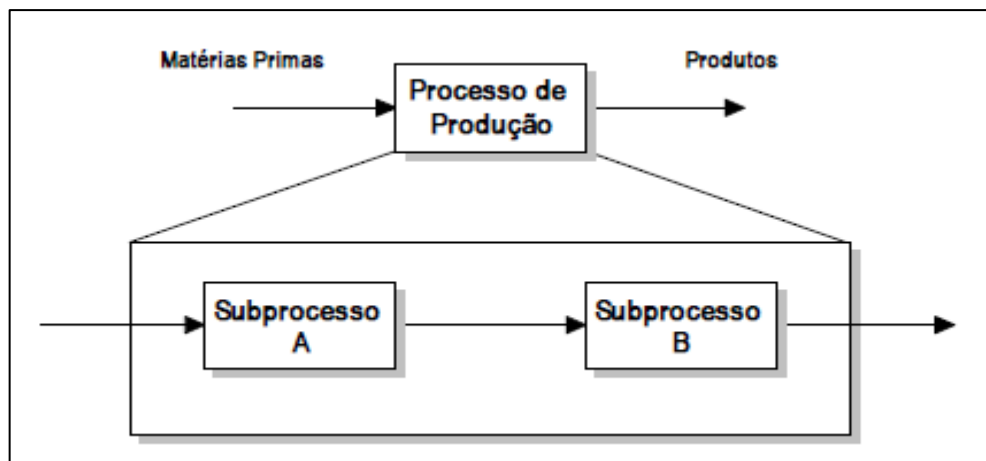
Para aplicação prática do conceito em situações de maior complexidade, por ser uma teoria bastante genérica, exige adaptações e adição de conceitos para que permita basear o processo produtivo em cima dessa teoria. (KOSKELA, 2000).

Considera-se que o processo de conversão pode ser dividido em subprocessos, desse modo, o custo total do processo pode ser minimizado reduzindo o custo de cada subprocesso, é vantajoso para esse sistema, isolar o processo de produção do ambiente externo por meio de proteção física ou organizacional e o valor final do “produto” gerado do processo está associado diretamente aos custos e despesas dos *inputs* do processo de produção.

Na Figura 1, pode ser observado o esquema de como é o processo de produção por conversão, onde temos a transformação da matéria prima em um produto, contemplando os subprocessos que compões essa sistemática. O processo de conversão, de acordo com Slack *et al* (1995, p. 65) pode ser composto da seguinte forma:

Todas as operações podem ser modeladas como processos de input – transformação – output. Todas têm inputs de recursos de transformação, geralmente divididos em “instalações” e “funcionários” e recursos transformados, que são alguma combinação de materiais, informação e clientes. A maioria das operações cria e fornece uma combinação de serviços ou produtos, em vez de operações de serviço ou produto “puro”.

**Figura 1 - Modelo convencional do processo de produção onde existe a conversão e subprocessos apenas**



Fonte: Koskela (1992, p.13)

Assim, assume-se que esse processo possa ser realizado e analisado de forma isolada. E por isso, também não é vista como a melhor visão para a construção. (KOSKELA, 1992).

Segundo Ballard (2000), o sistema de processo produtivo dominante dentro da indústria de AEC (Arquitetura/Engenharia/Construção) se resume ao simples

processo de conversão (primeira vertente citada). Porém, tem sido questionada nos últimos anos, pois não mostrou ser a mais adequada para a área. Diante os conceitos de gestão da produção e técnicas baseadas nesse modelo de conversão, as singularidades do mercado de construção civil evidenciaram a necessidade de outras formas de gestão do processo produtivo, e, portanto, foram desenvolvidas diferentes modelos, que futuramente iriam substituir/complementar o modelo de transformação.

### 2.1.2 Modelo de fluxo de produção

Esse modelo de produção começou a ganhar força a partir da década de 80, quando a indústria começou a questionar os princípios do processo convencional de produção, e paralelamente o movimento do *Lean Production* começou a tomar forma também. Nisso, teorias relacionadas ao *Just in Time* e o *Total Quality Control* evidenciaram abordagens que o processo de conversão não considerava ou não era explícito, e deveria ser repensada a forma como a cadeia produtiva era vista, para uma visão de um fluxo maior e com um número superior de variáveis.

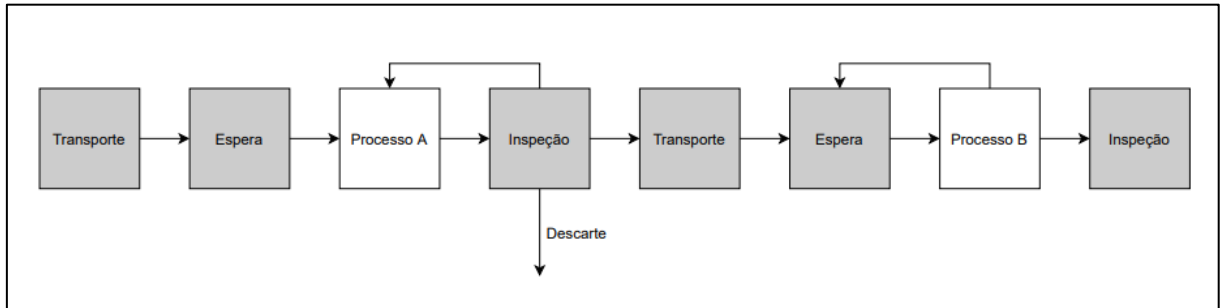
Para Shingo (1989, p.4), o conceito de processo e operação se baseia no seguinte:

Quando olhamos para o processo, vemos um fluxo de materiais no tempo e no espaço; ou seja, a transformação de matéria-prima em componente semiprocessado para produto acabado. Quando olhamos para as operações, por outro lado, vemos o trabalho realizado para realizar essa transformação - a interação e o fluxo de equipamentos e as operações no tempo e no espaço. A análise de processo examina o fluxo de material ou produto; a análise da operação examina o trabalho realizado nos produtos pelo trabalhador e pela máquina.

Dessa forma, o processo de produção por conversão possui foco principal nos subprocessos de transformação apenas, e dessa forma, reduz, de forma geral, a eficiência do fluxo produtivo. Deixando de lado o aperfeiçoamento de atividades de não transformação, ou seja, investimentos em desenvolvimento tecnológico de processos como armazenamento, transferência, espera, movimentação e inspeção. (KOSKELA, 2000).

Na Figura 2 é apresentado um fluxograma do modelo de fluxo, no qual é possível analisar a adição dessas atividades ditas como desperdício, sendo possível aperfeiçoar essas atividades de não transformação, que compõem, muitas vezes, grande parte do processo como um todo.

**Figura 2 - Modelo de produção como fluxo (onde as caixas cinzas mostram atividades que não agregam valor)**



**Fonte: Adaptado de Koskela (2000, p.56)**

Os principais conceitos, que são vistos nesse modelo de produção são: reduzir a parcela de atividades que não agregam valor (desperdícios), redução do tempo de ciclo da produção, reduzir a variabilidade (que é o grande desafio dentro da construção civil), simplificar processos e etapa do processo, aumentar a flexibilidade e aumentar a transparência dos processos. (KOSKELA, 2000).

O conceito de desperdício, identificado por Ohno (1978), é um aspecto de grande importância para os temas seguintes. Pois a construção civil é o local propício para que seja visto e evidenciado esses tipos de perdas durante a produção.

Sendo os sete principais tipos de desperdício na produção, que são eles: superprodução, esperas, transporte, processamento, estoque, movimento de suprimentos ou informações e retrabalho.

Segundo Macomber e Howell (2004), a falha de comunicação e falha para ouvir poderia ser considerado como um desperdício, além disso, cita outros estudos que sugerem a adição de novos tipos de desperdício, relacionadas com os seguintes aspectos: o valor agregado do produto/serviço que não atende realmente as necessidades do cliente, e a subutilização de mão de obra (a importância de trazer todo o potencial humano durante a operação, seja na posição em que ele é colocado, assim como o modo como é feita a operação).

### 2.1.3 Modelo de geração de valor

Em essência, esse modelo é caracterizado pelo valor do produto, cuja importância é determinada apenas em referência ao consumidor desse produto ou serviço, e o objetivo do sistema de produção é simplesmente satisfazer seus clientes.

Essa é a principal mudança em relação aos outros sistemas produtivos, no qual, a produção intensa de produtos era o fator enfatizado. (KOSKELA, 2000).

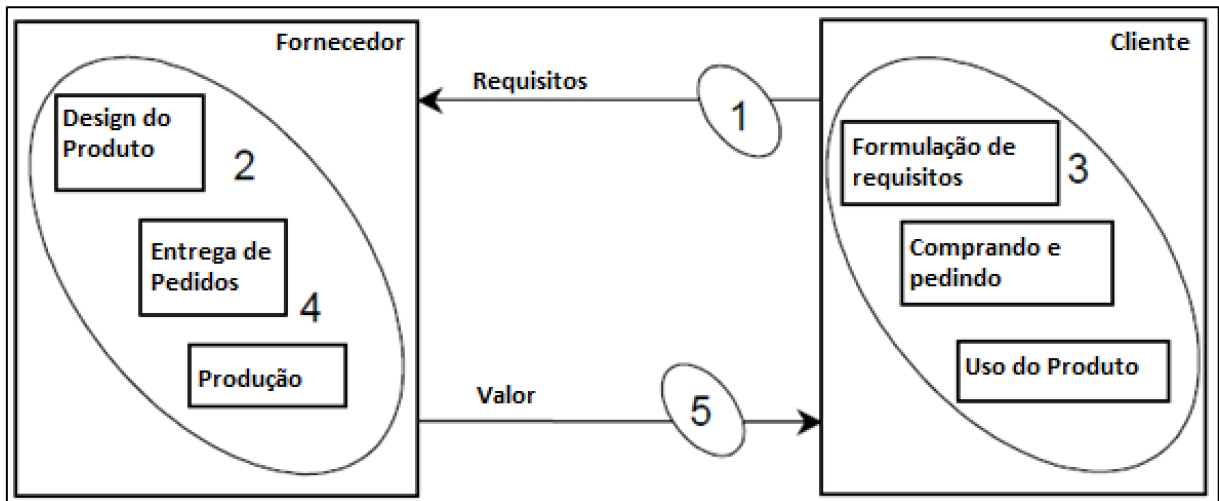
Esse sistema possui uma estrutura, no qual introduz o consumidor e o produto aos seus recursos. Desse modo, o valor agregado para o cliente, será evidenciado por meio de suas expectativas e desejos, ou seja, o *output* ou resultado do processo irá buscar esse objetivo, e não mais, o processo de transformação do processo como um todo. Conforme Koskela (2000, p.76), esse modelo se difere dos outros modelos pelas seguintes características:

- Modelo de valor agregado considera todas as atividades dentro da etapa de fornecimento invés apenas da produção física;
- Consumidor/cliente em foco, diferente de outros sistemas no qual a produção é o foco;
- A criação do input depende diretamente dos requisitos impostos pela informação fornecida pelo cliente, e o output é o atendimento dos desejos e expectativas do consumidor;
- Não é um modelo hierárquico, todas as atividades não são similares.

No modelo de geração de valor, o foco está principalmente no controle da transformação e do fluxo, o dito “controle para o bem do cliente”, desse modo, esse conceito está mais ligado ao controle da produção e design do produto do que qualquer outro aspecto particular da produção física. (KOSKELA, 2000).

Basicamente, a cadeia de atividades dentro do método de geração de valor se baseia em uma combinação de atividades entre fornecedor e cliente, em busca do melhor resultado para o cliente final, atendendo todos os requisitos impostos por ele, conforme mostrado na Figura 3.

**Figura 3 - Princípios do modelo de geração de valor**



Fonte: Adaptado de Koskela (2000, p.79)

#### 2.1.4 Integração dos sistemas de produção

Segundo Koskela (2000), no final, os três conceitos possuem suas abordagens diferentes, e cada um com fatores assertivos em área diferentes para capturar a essência do fenômeno chamado produção, e em situações práticas, o ideal é explorar os conceitos básicos de cada uma delas de acordo com a situação estudada, e desse modo integrá-las e balanceá-las. O Quadro 1 mostra as principais diferenças dos modelos de produção citados anteriormente.



**Quadro 1 - Modelos de sistema de produção**

	<b>Modelo de Conversão</b>	<b>Modelo de Fluxo</b>	<b>Modelo de Geração de Valor</b>
<b>Natureza da Construção</b>	Série de atividades que convertem inputs em outputs	O fluxo de informações e recursos que liberam o serviço composto de conversão, inspeção, movimentação e espera	Processo de criação de valor junto aos requisitos do cliente
<b>Princípios</b>	Decomposição hierárquica de atividades, controle e otimização por atividade	Decomposição dos serviços. Eliminação de desperdícios (atividades desnecessárias), redução do tempo de ciclo	Eliminação da perda de valor, a lacuna entre valor possível e alcançado
<b>Métodos e Práticas</b>	Segmentação da estrutura de trabalho. Planejamento preocupado com o prazo de início e responsabilidades de atividades durante contrato ou designação	Aproximação com a equipe de trabalho, redução de incertezas, proteção e balanceamento da produção. Planejamento com objetivo, tempo, qualidade e liberação de frente de serviço.	Desenvolvimento e teste de fins em relação aos meios para determinar requisitos
<b>Contribuição Prática</b>	Cuidado com as coisas necessárias	Cuidado com fazer o mínimo de atividades desnecessárias e desperdícios	Cuidado com os requisitos do cliente de forma a atendê-los, da melhor forma possível

Fonte: Adaptado de Koskela (2000, p.89)

## 2.2 Controle da produção

É definida como a representação de três níveis hierárquicos, que partiram dos conceitos advindos da indústria da manufatura, no qual é observado os seguintes níveis: agregar o planejamento da produção; coordenação de materiais e capacidade de trabalho e a ordem de trabalho e controle da produção por unidade. (BALLARD e HOWELL, 1998).

A ação de produzir, possui como objetivo geral a produção de produtos buscando sempre o menor custo e alto índice de utilização, de forma que, mesmo com

todos esses aspectos, consiga atender as necessidades do consumidor nos quesitos de qualidade, uso e flexibilidade. (KOSKELA, 1999).

Nesse aspecto, a construção civil apresenta uma situação peculiar, diferente da indústria manufatureira, com um processo de desenvolvimento e execução diferente. Na indústria, a produção possui uma denotação de produzir o máximo de cópias de determinado produto para um mercado de massa (no qual irão do local de fabricação ao destino onde ele será utilizado para sua função), enquanto que na área de construção civil, consiste num processo de juntar variadas partes em um todo, num tipo de produção com posição fixa, portanto as equipes se movem durante o processo de produção, e diversos processos adicionais são removidos e adicionados durante o tempo de ciclo da produção. (BALLARD, 2000).

Devido a essa diferenciação, Koskela (1999) cita, que o principal foco dentro dos princípios da produção na construção civil, está em reduzir a variabilidade do processo na cadeia produtiva.

O termo controle possui como significado, basicamente, a ação de dominar, comandar, checar, verificar, regular algum processo ou atividade. A atividade essencial é monitorar custos e/ou performance/desempenho em relação ao planejado, de forma a identificar variâncias negativas e conseguir tomar alguma medida corretiva em cima dessas variâncias. (BALLARD, 2000).

O formato de processo produtivo por conversão, que foca exclusivamente no controle e aperfeiçoamento dos subprocessos, não apenas negligencia, como deteriora a eficiência dos fluxos da cadeia produtiva. Ainda mais se considerar que são nos processos de maior complexidade que os fluxos representam uma parcela sobre o custo total superior ao das conversões. (MACHADO, 2000).

### **2.3 *Lean construction***

O *Lean Construction*, ou *Lean Thinking*, como outros autores citam, é um modelo de gestão na construção pautado pelos conceitos advindo do já conhecido *Lean Production*. Segundo Ballard e Howell (1998), esse modelo descreve a forma de gestão para projetos que possuem maior dinâmica, onde a produção é gerida para que todas as ações executadas estejam alinhadas, para que seja produzida um valor único ao consumidor.

Dentro disso, a construção enxuta se conceitua dentro de três aspectos principais na gestão de projetos na construção: criar produtos customizados e únicos;

entregar no prazo e sem armazenamentos desnecessários. São valores que buscam maximizar o valor agregado ao cliente/consumidor final e reduzir ao máximo os desperdícios. (BALLARD e HOWELL, 1998). Portanto, observa-se que o conceito de gestão da construção enxuta está muito relacionado com os três tipos de sistemas de produção, em uma combinação onde foram coletadas as principais vertentes de cada sistema para elaborar um sistema de produção customizado para a área de construção.

As indústrias manufatureiras produzem componentes que irão ser transformados, para resultar no projeto esperado. Porém, o design e a construção de projetos únicos e complexos em ambientes de alta incerteza, sob pressão de um prazo e cronograma apertado, tornam o *Lean Construction* fundamentalmente diferente da produção convencional, se diferenciando nos seguintes princípios, no qual nesse formato se busca: exigir um conjunto de objetivos claros para o processo de entrega ao cliente; maximizar a performance de acordo com o nível do projeto especificado pelo consumidor; projetar simultaneamente processo e produto e aplicar o controle de produção durante toda vida do projeto a executar. (HOWELL, 1998).

De acordo com Formoso (1999), essa metodologia é aplicável e recomendável, não só para processos de produção, mas também para processos de natureza gerencial. Dentro desse sistema de fluxo, deve ser prestado atenção tanto no movimento de materiais, como de trabalhos/serviços dentro do canteiro de obras. Assim, exige-se que haja uma sincronia entre as equipes de trabalho e os pacotes de trabalho, para que mantenham um fluxo contínuo de trabalho, conceito da proteção da produção.

## **2.4 Técnicas de planejamento**

De acordo com Laufer e Tucker (1987), a definição da palavra planejamento ainda é bastante subjetiva, porém, aceita-se que, planejar consiste no processo de decisão/execução realizado para avançar ou concluir determinada ação pelo qual, se projeta um cenário futuro, e quais maneiras realizar essa ação com sucesso.

O conceito de planejamento pode ser definido como um processo gerencial, de forma que envolve metas e objetivos, e por meio destes determinar procedimentos compatíveis para que se atinjam os resultados esperados, sempre andando lado a lado com a produção e o controle, afinal, não existe controle sem planejamento e vice-versa. (FORMOSO *et al*, 1999).

Assim, planejamento nada mais é, que definir todos os parâmetros para a execução de qualquer tipo de atividades, portanto, nele, definimos o que fazer, quando fazer, com quem fazer, quando fazer, com o que fazer, para que fazer, possibilitando mapear todas as variáveis que possam interferir a execução da atividade.

Para Olivieri *et al* (2016), o sistema de planejamento de obras é dividido em duas metodologias principais, uma baseada na metodologia *Activity-Based* (AB); e a *Location-Based* (LB).

A metodologia AB consiste em sistemas de planejamento como o *Critical Path Method* (CPM), ferramenta *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) e cronogramas do tipo Gantt. Enquanto a metodologia LB, tem como principais sistemas, a Linha de Balanço. (OLIVIERI *et al*, 2016).

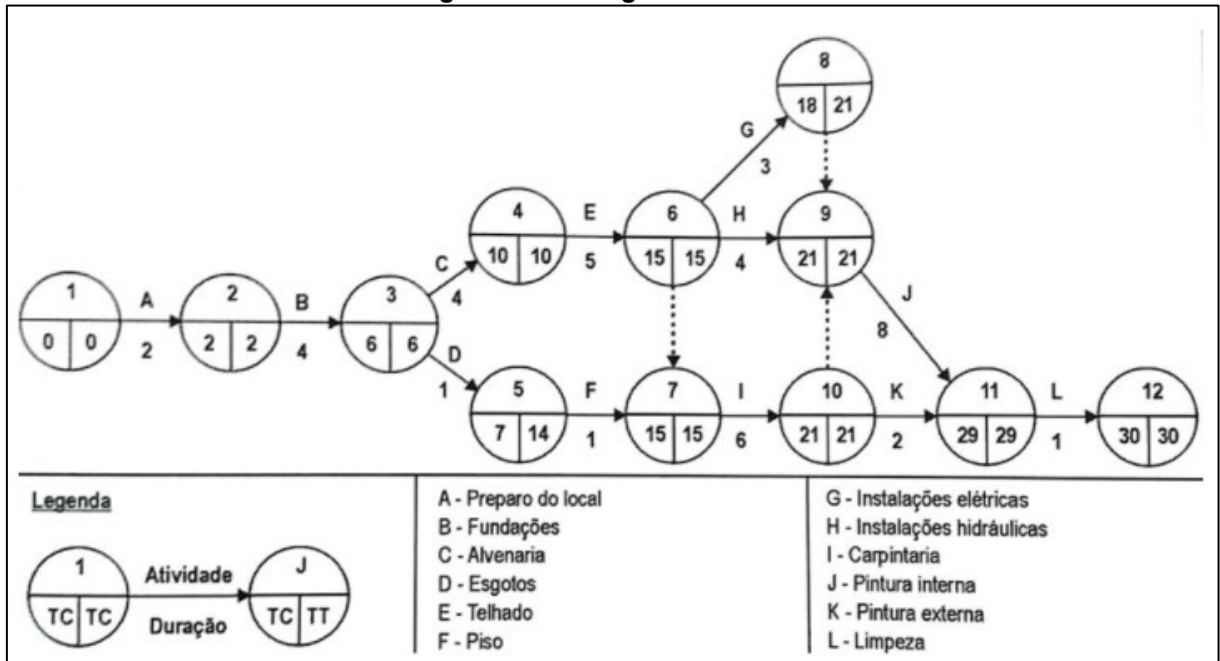
#### 2.4.1 Cronogramas de rede ou redes de planejamento

Os cronogramas de rede são uma representação de planejamento por meio de setas ou nós. No qual, para a elaboração deles, é utilizado principalmente duas técnicas, o CPM e o PERT. (MAGALHÃES *et al*, 2018). A bibliografia sugere seguir os seguintes passos para a realização do planejamento: Determinação das atividades; definição da duração das atividades; determinação da lógica entre as atividades; desenho da rede e cálculos. Esses cálculos são feitos para obter a data de fim do projeto (considerando apenas dias trabalhados), o caminho crítico e as folgas das atividades que não fazem parte do caminho crítico. (MUBARAK, 2010).

Porém, ainda assim, segundo Koskela (1992), o cronograma de rede ainda não é o caminho mais adequado para a construção civil, por não apresentar de forma clara as atividades que não agregam valor, e desse modo, dificulta um dos princípios do *Lean Construction*, que é evitar o máximo possível esse tipo de atividade, além de não explicitar as atividades de fluxo componentes do cronograma.

Na Figura 4, pode-se observar um exemplo de cronograma de rede, onde é mostrado a atividade e as durações respectivas, evidenciando a dificuldade em localizar atividades que não agregam valor dentro da cadeia de atividades.

Figura 4 - Cronograma de rede



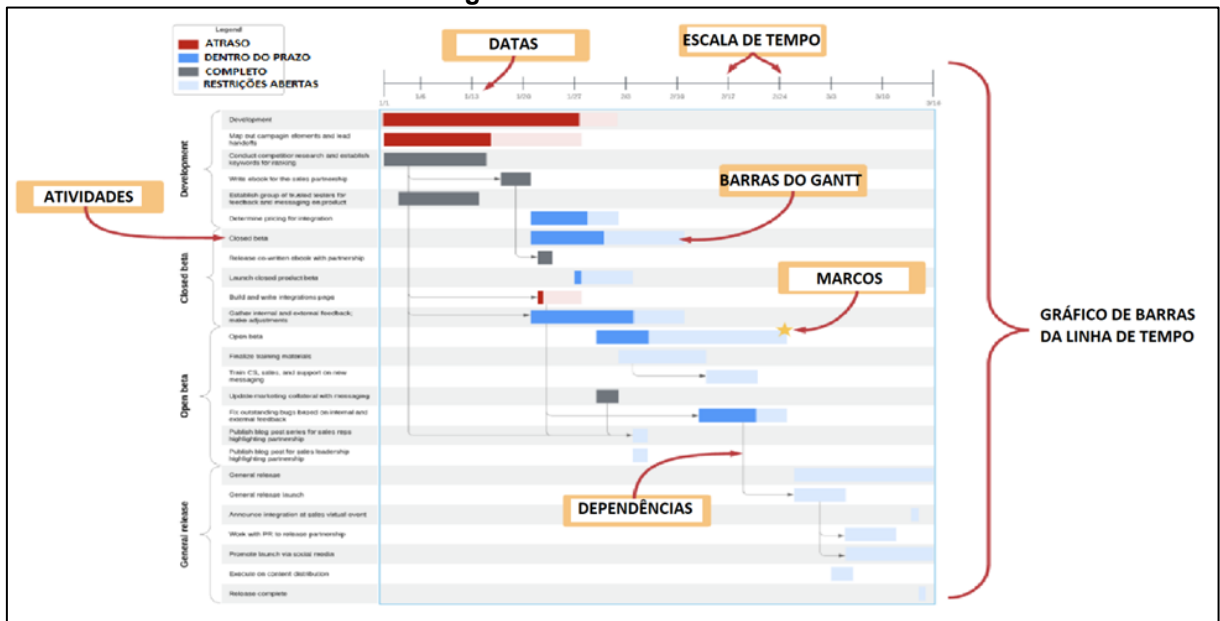
Fonte: Guia da Engenharia (2019)

#### 2.4.2 Diagrama de Gantt

O gráfico de Gantt, ou gráfico de barras, tornou-se uma das ferramentas mais populares na questão de planejamento devido à representação gráfica das atividades em relação a uma escala de tempo. A sistemática dessa metodologia consiste em subdividir o projeto em várias subatividades que possam ser medidas (na questão de execução) e controladas sem ser detalhado de forma excessiva. E com as atividades listadas, é feito a estimativa de duração de cada uma delas, e representam isso por meio de um gráfico. (MUBARAK, 2010).

Como apresentado na Figura 5, no modelo de gráfico de Gantt, é possível observar de forma simples, a lista de atividades que existe para execução e duração delas, além disso, mostra se a atividade está atrasada, dentro do prazo, completa ou até mesmo se existe alguma restrição para ser retirada para possibilitar o início da atividade.

Figura 5 - Gráfico de Gantt



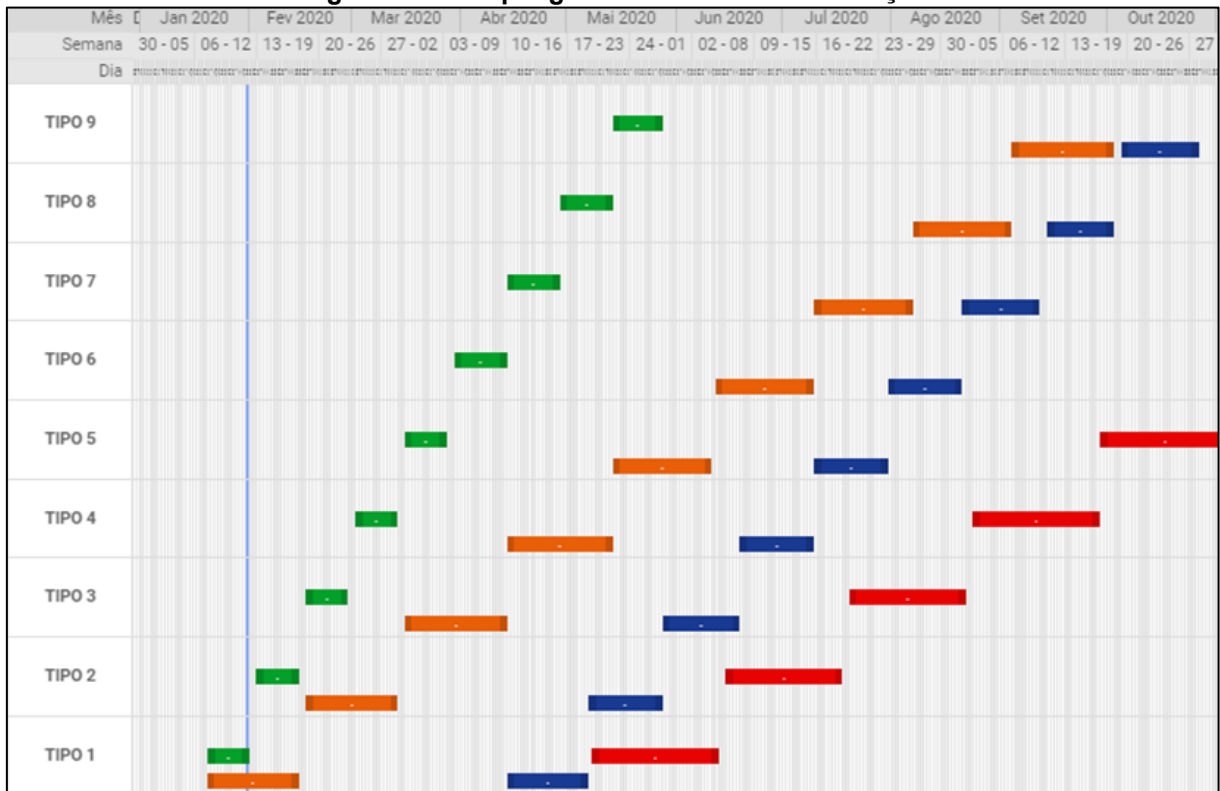
Fonte: Lucidchart (2022)

### 2.4.3 Linha de Balanço

Essa técnica de programação é utilizada principalmente em obras com alta incidência de atividades repetidas. Ela apresenta dois eixos de visualização, no qual, uma apresenta a localização/pavimento e a outra, a linha do tempo, e os eixos internos representam as atividades a serem executadas, conforme exemplo mostrado na Figura 6.

São pré-requisitos para possibilitar a montagem do cronograma, a quantidade de serviços, quais serviços, e a produtividade das equipes que irão exercer essas atividades. Com a linha de balanço pronta, é possível analisar as interferências entre serviços, e como manter o cronograma e as atividades balanceadas. (MAGALHÃES, 2018).

**Figura 6 - Exemplo genérico de linha de balanço**



Fonte: Prevision (2020)

## 2.5 Importância do planejamento

De acordo com Magalhães *et al* (2018), a importância do processo de planejamento e controle de obras é um fator comum em diversos estudos, e apesar de grande parte das empresas construtoras saberem dessa deficiência e a importância dela, ainda apresentam um planejamento e controle de obras como um departamento isolado, e não existe a integração aos demais departamentos da empresa.

A implementação do *lean thinking* junto às empresas construtoras representariam um processo transformador em todos os aspectos do projeto e da gestão empresarial. A implantação de cultura *lean* é um processo para toda uma cadeia produtiva, afetando tanto os fornecedores de materiais, quanto o de serviços, pois, estando uma empresa planejada e organizada, conseqüentemente, exige que as empresas que irão atender ela, também atuem de forma semelhante. Expandindo a visão da indústria da construção civil como um sistema de trabalho integrado e buscando melhorias continuamente em diversos âmbitos do mercado.

Para Bertelsen (2004), a construção é um processo não documentado que possui seu lugar entre um complexo e dinâmico consumidor, e um complexo e dinâmico sistema produtivo numa instalação temporária de produção, fazendo com que pesquisas nessa área sejam mais desafiadoras e complexas de realizar o estudo.

Diante o cenário complexo e incerto, problemas são evidenciados. Primeiro, num mercado de alta competitividade, o número de projetos que atrasam e o nível de descontrole de custos realizados comparados aos previstos são muito grandes. Diante um ambiente de extrema variabilidade e incertezas, com uma mão de obra de baixa escolaridade e baixo controle interno da obra, atrasos e estouros de obra se tornam algo frequente e recorrente dentro dos canteiros de obras. (SILVA e ZAFALON, 2019).

Segundo Formoso *et al* (1999, p.5), cinco dos problemas mais recorrentes para a falta de planejamento na indústria construtiva são:

- Planejamento e controle da produção não é encarado como um processo gerencial;
- Negligenciar a incerteza, inerente ao processo de construção;
- Demasiada informalidade do processo de planejamento da execução da obra;
- A utilização de computadores tem tido um impacto relativamente limitado na eficiência do processo;
- A melhoria contínua do processo de planejamento e controle possui ligação direta com mudanças culturais, não só aspecto técnico.

## **2.6 Last Planner System**

O *Last Planner System* ou LPS é uma metodologia de planejamento e controle com foco para aplicação na construção civil. Desde seu surgimento, diversos pesquisadores vêm publicando diversos estudos na área, com aperfeiçoamentos em relação à qualidade dos planejamentos de curto, médio e longo prazo. Esse processo de planejar, monitorar e controlar segue a linha de conceitos que vieram do *lean construction*, como o conceito de *Just-In-Time*, *Value Stream Mapping (VSM)* e *Pull Planning*.

Esse sistema de planejamento surgiu a partir de uma deficiência que fora observado a partir de 1980, em relação ao desempenho que as indústrias da construção civil estavam apresentando, e gerou iniciativas buscando melhorias na qualidade da gestão e produtividade. Uma métrica fundamental desta metodologia é o conceito do Percentual do Plano Concluído ou PPC, que é basicamente a relação entre a quantidade de tarefas concluídas em relação ao total de atividades planejadas



para a semana, com objetivo de melhorar a produtividade, coletar indicadores e analisar as causas de não cumprimento das atividades. (BALLARD, 2000).

O *International Group for Lean Construction (IGLC)* realiza conferências anuais desde 1996, com apresentações e pesquisas na área, e mostraram que o sistema *Last Planner System* obteve nos últimos anos, variadas aplicações de sucesso, em diversos países, como Estados Unidos, Brasil, Chile, Equador, Inglaterra, Finlândia, Dinamarca, entre outros. (FORMOSO, 2019).

O sistema foi responsável por aumentar a confiabilidade do planejamento, por meio da proteção da produção, buscando compromisso consciente e confiável de recursos do trabalho. (BALLARD e HOWELL, 1998).

Como o próprio nome diz, “Sistema do Último Planejador”, essa metodologia foi desenvolvida de forma a promover as discussões entre todas as partes envolvidas, desde gestores de projeto, planejadores, engenheiros, projetistas, compradores e pessoas que estão na linha de frente da execução dos serviços físicos (mestre de obras, encarregados, subcontratados) com objetivo de resolver problemas em detalhes, antes que se tornem algum empecilho crítico no futuro. Essas reuniões aumentam a confiabilidade do planejamento, aperfeiçoam o fluxo de trabalho e sucessão de atividades, além de promover uma relação colaborativa entre todos os envolvidos em prol de um plano que atenda bem a todos e ao cronograma estabelecido. (DAVIDSON, 2013).

Segundo Ballard (2000), o sistema de controle de produção *Last Planner* é uma filosofia/cultura, são regras e procedimentos, e uma série de ferramentas que facilitam na implementação de processos estáveis e com maior controle e previsibilidade.

De acordo com Davidson (2013, p.4), alguns dos conceitos chaves para aplicação do *Last Planner System* são:

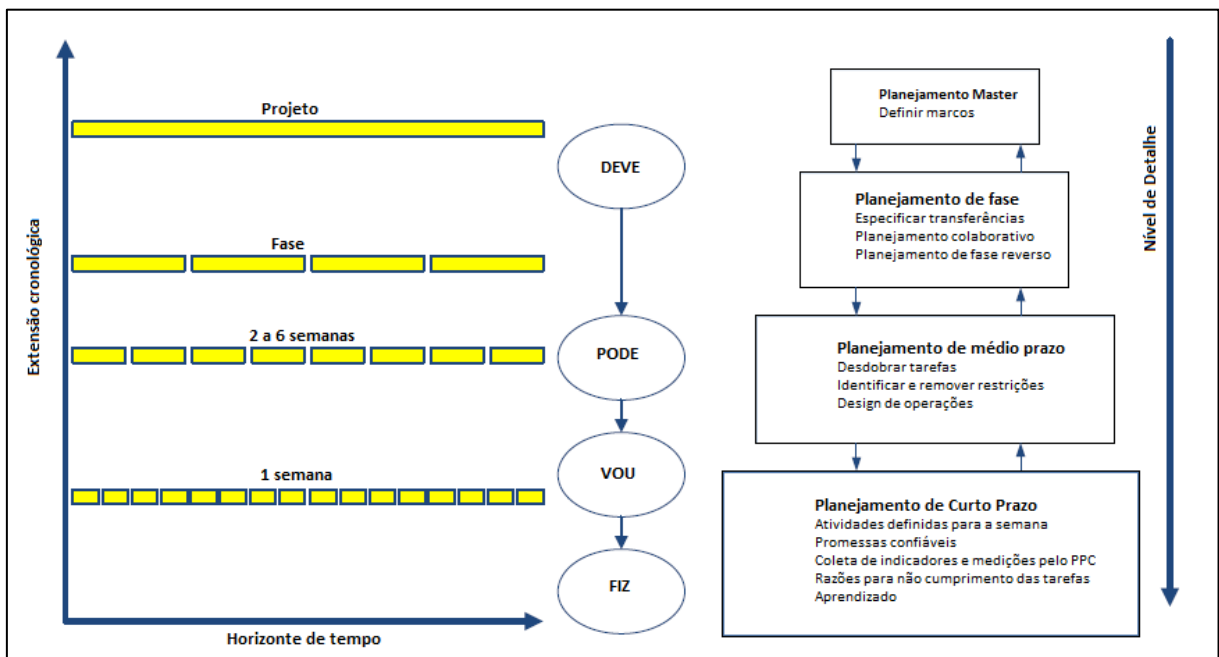
- Planejar em maiores detalhes conforme você vai se aproximando cada vez mais do serviço designado (planos de ataque);
- Produzir plano de forma colaborativa com aqueles que irão fazer a atividade em si e aprimorar a relação com o time;
- Revelar e remover restrições das atividades planejadas, junto a equipe toda;
- Na hora de planejar, se comprometer com prazos seguros e confiáveis;
- Coletar indicadores sempre, a fim de aperfeiçoar o aprendizado com as variações que ocorrem, imprevistos e falhas de planejamento;
- Melhoria contínua, remover desperdícios e ajustar a performance baseado nos aprendizados anteriores com objetivo de otimizar o fluxo de trabalho.

Esses produtos de planejamento na produção também são compromissos com o resto da organização, portanto, desse modo, é definido o que **deve** ser feito, o que **pode** ser feito e o que **será** feito, que é o conceito principal para cada etapa do planejamento. (BALLARD, 2000).

### 2.6.1 Processo de planejamento

Ao contrário do sistema convencional de produção “empurrada”, no qual, por princípio, o planejamento semanal é realizado a partir do trabalho que deve ser feito, sem verificar todas as condicionantes para execução, de forma, a enfatizar a aderência ao planejamento master, porém, o que nem sempre é possível e a melhor alternativa no contexto geral. Em contraste, o LPS, é uma visão sistemática, por meio da produção puxada, ou seja, será planejado o trabalho que pode ser feito e será feito, a partir do que deve ser feito, de acordo com o exemplo mostrado na Figura 7.

**Figura 7 - Processo de planejamento LPS**



Fonte: Adaptado de Ballard apud Davidson (2013, p.4)

Desse modo, além de ser possível observar falhas de planejamento e falhas de execução, gera comprometimento e engajamento na equipe executora. (DAVIDSON, 2013).

Dentro dessas etapas de planejamento é fundamental manter sempre todos os níveis hierárquicos de planejamento integrado, de forma a evitar planos desconexos e resultados/indicadores que não irão evidenciar a realidade do projeto. (KEMMER *et al*, 2006).

Conforme Davidson (2013, p.19), o processo de planejamento é composto por quatro etapas, sendo elas:

- Plano Mestre (Milestone ou Master Scheduling): Definição do planejamento da obra inteira, todos os macros e datas
- Esquematisação de fases (Phase Scheduling): Sequenciamento do trabalho (do futuro para o presente), especificação das transições entre equipes e prazos, além de planejamento de etapas estratégicas da obra (Fachada, áreas comuns – por exemplo)
- Planejamento Antecipado (Lookahead Planning): planejamento num médio prazo, dentro de 6 a 8 semanas, no geral, parte da repartição das tarefas, identificação de problemas potenciais e/ou restrições que possam impossibilitar o início das atividades dentro desse prazo. Análise do Índice de Remoção de Restrições durante o período, e tomar iniciativa ou medidas para tornar possível a atividade.
- Plano de trabalho semanal (Weekly work plan): atribuições de trabalho semanal, análise da Porcentagem do Plano Concluída (PPC), aprendizado e tomada de ação em relação às falhas ocorridas na semana anterior

De acordo com Ballard (2000, p.3-18), define-se três regras/premissas básicas para permitir atividades planejadas se manterem em cada um dos três níveis primários da hierarquia do LPS, são elas:

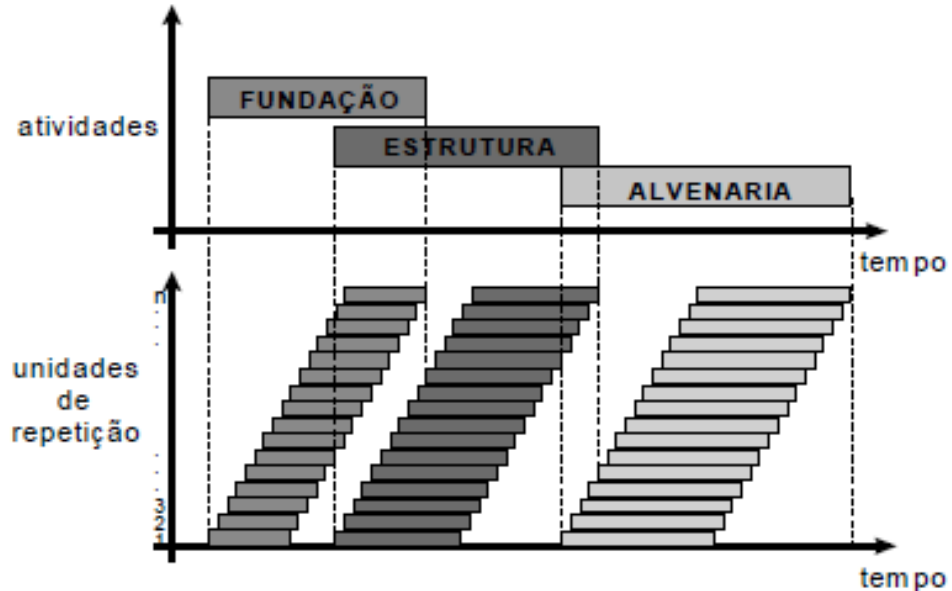
- Regra 1: Permitir atividades planejadas se manterem no plano master, a menos que tenha conhecimento de que a atividade não deveria estar programada ou não pode ser executada na data programada;
- Regra 2: Permitir atividades planejadas se manterem no plano de médio prazo apenas se o planejador está confiante que a atividade poderá estar pronta para execução no prazo programado;
- Regra 3: Permitir atividades planejadas para serem liberadas para listagem no planejamento semanal apenas se todas as restrições foram removidas, e a atividade de fato estar liberada para execução, com todos os pré-requisitos atendidos.

## 2.6.2 Etapas do planejamento

Em vista dos diversos horizontes de tempo, tamanho do projeto ou cada necessidade associada de inércia de decisão, deve-se pensar em um instrumento de planejamento específico. No quesito, *Master Planning* ou Planejamento de Longo Prazo considera, genericamente, o diagrama de Gantt, como mostrado no exemplo

da Figura 8, a técnica de rede CPM/PERT e a linha de balanço, todas são realizadas a partir de dados preliminares de orçamento, dos projetos individuais de cada empreendimento e do sequenciamento técnico das atividades.

Figura 8 - Diagrama Gantt na parte superior, linha de balanço na parte inferior



Fonte: Machado (2000, p.9)

Mas, estudos evidenciaram vantagens em relação ao uso da Linha de Balanço em relação às demais técnicas, por possuir eficiência em proporcionar informações básicas como, **quando** fazer, **o que** fazer, **quanto** fazer, **onde** fazer e **com que recursos** fazer. (MACHADO, 2000).

Após a realização do planejamento de longo prazo, parte-se para o planejamento de médio e curto prazo. E eventualmente, de acordo com a complexidade do projeto e etapas com maior valor agregado e dificuldade, é realizado o planejamento de fase também.

O planejamento de médio prazo ou *Lookahead Planning* consiste em um nível hierárquico do LPS, e se destaca por ser uma estratégia primordial para garantir a concretização dos planos estabelecidos no planejamento de longo prazo. (ANGELIM *et al*, 2019).

Desse modo, essa fase será pautada por proporcionar a ligação entre as decisões estratégicas tomadas no longo prazo, possibilitando a definição de ações ao nível operacional, a consecução de atividades, no qual as operações estão relacionadas em atividades constituintes ou auxiliares. (MACHADO, 2000).

Para a boa execução de uma reunião, são recomendados alguns pontos, como: realizar reuniões no estilo “*Big Room*” (Local destinado ao centro de comando do projeto, onde estão toda a gestão visual do LPS, e onde possui capacidade para comportar todos os envolvidos e equipes de trabalho); possuir todos os projetos, preferencialmente em BIM, para analisar durante as sessões; estar presente na gestão visual o canteiro de obras para mostrar a logística e fluxo interno da obra; planejar de forma colaborativa todas as atividades listada dentro do prazo do médio prazo definido (4 a 6 semanas a frente) com as equipes de trabalho e decompor as metas em atividades mensuráveis, além de analisar as possíveis problemáticas que podem ser antecipadas para que não ocorra problemas depois (DAVIDSON, 2013).

Segundo Ballard (2000, p.3-7), o *lookahead planning* possui uma série de objetivos a serem alcançados, dentre eles, são os seguintes:

- Modelar o sequenciamento e frequência do fluxo de trabalho
- Compatibilizar fluxo de trabalho e capacidade operacional
- Decompor as atividades do master planning em pacotes de trabalho e operações
- Desenvolver métodos detalhados para a execução do trabalho
- Manter serviços prontos para execução em segundo plano
- Evidenciar e analisar as restrições para as atividades previstas dentro do planejamento

É evidenciado na Figura 9, um modelo de planilha para controle do planejamento de médio prazo, onde, possuem todas as atividades programadas até o final do empreendimento, e são apontadas na coluna de restrições, por meio de números, quais tipos de limitantes não o permitem iniciar a atividade. Em outra aba da planilha, existe a lista com a descrição, responsável e data limite para resolução da restrição da atividade. Esse é uma etapa importante, para que seja possível proteger a proteção, e não ocorra imprevistos ou paradas devido restrições que não foram resolvidas anteriormente.

Figura 9 - Exemplo de planejamento de médio prazo

Equipe	Descrição da tarefa	Restrições	Início	Fim	Duração (Dias)	Semana 1						Semana 2						Semana 3						Semana 4						Semana 5						Semana 6					
						18/02/06		24/02/06		01/03/06		07/03/06		14/03/06		20/03/06		27/03/06		03/04/06		10/04/06		17/04/06		24/04/06		01/05/06		08/05/06		15/05/06		22/05/06		29/05/06					
						S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q			
R. MACHADO	EXECUÇÃO DA LAJE DO 10º TIPO	4,5,14	3/3	13/3	7																																				
R. MACHADO	EXECUÇÃO DA LAJE DO 11º TIPO	14,5,8,13	14/3	22/3	7																																				
IMPACTO	PROTENSÃO 9º TIPO - 100%	11	30/3	30/3	1																																				
IMPACTO	PROTENSÃO 10º TIPO - 100%	11	10/4	10/4	1																																				
CS. ENG.	TUBULAÇÃO ELÉTRICA TETO - 4º TIPO	20/2	23/2	4																																					
CS. ENG.	TUBULAÇÃO ESGOTO / ÁGUA FRIA - 4º TIPO	10	24/2	1/3	4																																				
CS. ENG.	PASSAGENS ELÉTRICA ESCADA - 9º TIPO	1/3	2/3	2																																					
CS. ENG.	TUBULAÇÃO ELÉTRICA PAREDE - 5º TIPO	2,6	1/3	3/3	3																																				
CS. ENG.	TUBULAÇÃO ELÉTRICA TETO - 5º TIPO	6/3	9/3	4																																					
CS. ENG.	TUBULAÇÃO ESGOTO / ÁGUA FRIA - 5º TIPO	10	10/3	14/3	3																																				
CS. ENG.	PASSAGENS ELÉTRICA ESCADA - 10º TIPO	10/3	13/3	2																																					
C.ROLIM	ALVENARIA DO 5º PAYTO	3,7,9,12	20/2	3/3	10																																				
C.ROLIM	ALVENARIA DO 6º PAYTO	3,7,9,12	6/3	14/3	7																																				
C.ROLIM	ALVENARIA DO 7º PAYTO	3,7,9,12	15/3	23/3	7																																				

Fonte: Kemmer et al (2006, p.5)

Segundo Machado (2000, p.8), o conceito geral do planejamento de médio prazo é o seguinte:

As operações auxiliares são aquelas a serem realizadas preliminarmente para permitir a execução de operações produtivas posteriores, dentro de uma lógica de redes operacionais associadas a cada serviço definido no plano de longo prazo. A ideia é a de que, por exemplo, se um serviço de pintura é programado na linha de balanço para acontecer em um determinado momento, deve ser providenciada a preparação de andaimes em tempo hábil. Esta providência irá garantir que, na data programada para o início da pintura, o andaime estará disponível. Para tanto, a ordem de compra dos materiais necessários à execução da pintura deve ser emitida com a antecedência necessária. Ao mesmo tempo, deve ser assegurada a disponibilidade de mão-de-obra para executar este serviço na data programada. Concluindo-se, devem ser liberadas previamente ordens de produção, montagem ou compra, de modo a assegurar que todos os recursos necessários para a execução de um serviço existente no plano de longo prazo estejam disponíveis nos momentos certos.

De acordo com Kemmer et al (2006), as reuniões de médio prazo criam ambientes propícios para reflexões estratégicas, como análise de fluxo de caixa, renegociação de prazos macros e ritmo de serviços e revisão de contratos com fornecedores de serviços/suprimentos.

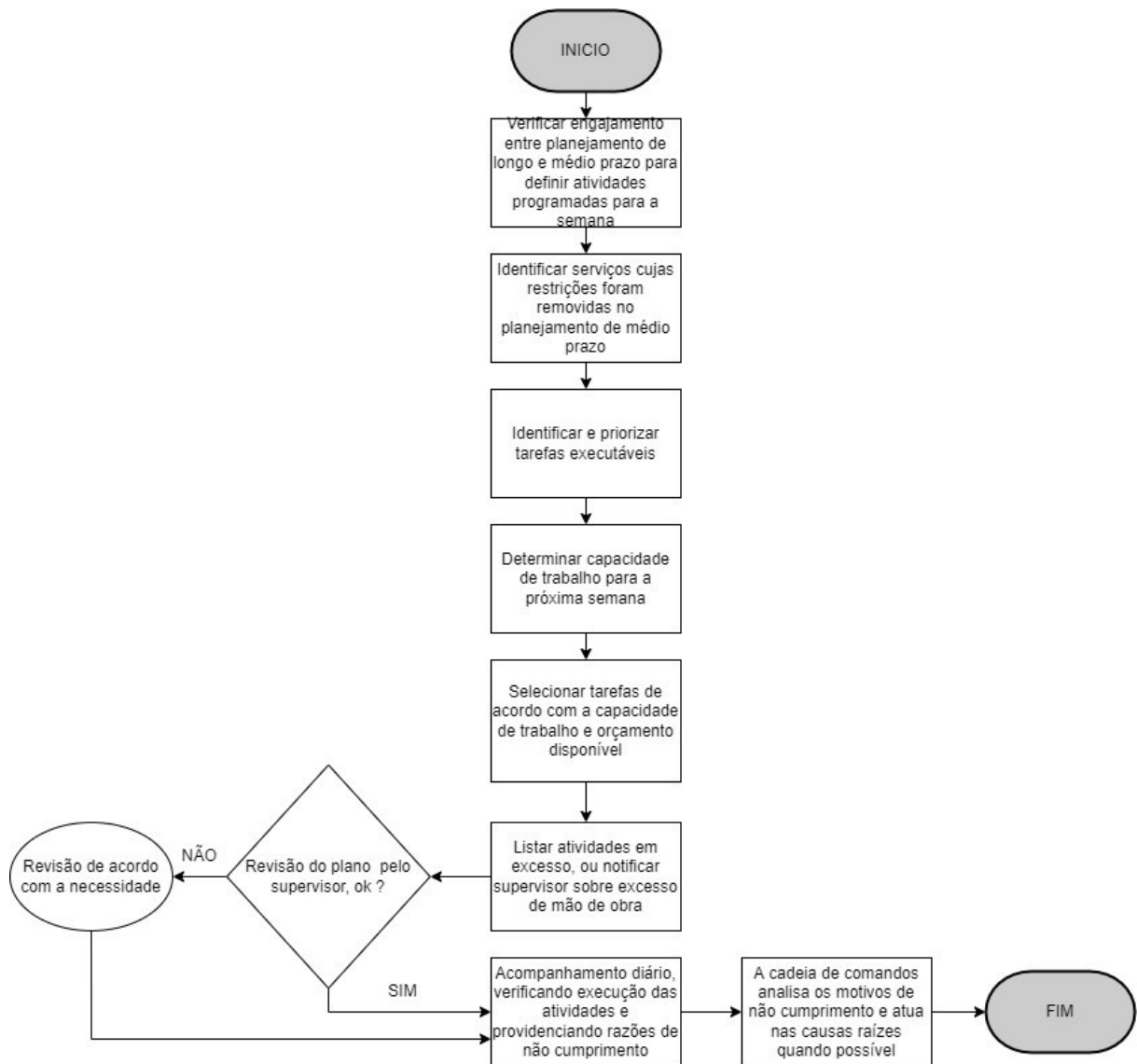
Dentro desse nível hierárquico de planejamento, o principal indicador, denominado do IRR (Índice de remoção de restrições), que é calculado basicamente como o número de restrições removidas no mês em estudo em relação ao total de restrições que existiam no mês, como pode se observar na Equação 1 abaixo.

$$IRR (\%) = \frac{\text{Número de restrições removidas no mês } x}{\text{Número de restrições levantadas no mês } x} * 100 \quad (\text{Eq.1})$$

O planejamento semanal é o momento para realizar as decisões a nível operacional, do dia a dia do canteiro de obras. Ele pode ser realizado num prazo de 1 a 15 dias, cabendo ao planejador definir o período de modo a melhor se encaixar de acordo com as características do empreendimento, pessoas e cultura. A ideia é a que cada micro período de planejamento se tenha uma definição segura a respeito de quais operações devem ser executadas, sempre de acordo com o que foi planejado nos níveis hierárquicos superiores. (MACHADO, 2000).

É demonstrado na Figura 10, as principais etapas para a execução do planejamento de curto prazo, isso, considerando que já foi realizado um planejamento de longo e médio prazo, para que tenha aderência entre todos os níveis de planejamento. Essa etapa de visualização de processo de forma micro é importante para verificar a execução real das atividades, além de ser possível obter valiosas informações para verificar os problemas que ocorrem, e o que não está sendo resolvido a tempo para a liberação de serviço.

**Figura 10 - Fluxograma para execução do planejamento de curto prazo**



**Fonte: Adaptado de Ballard e Howell (1998, p.7)**

Nessa etapa, o gestor dimensiona as atribuições de acordo com suas expectativas em relação a sua equipe e a capacidade dela, identificando as etapas envolvidas no trabalho, tripulando o trabalho em conformidade, e estimando durações.

Sempre que possível e apropriado, o dimensionamento é testado em relação aos custos-alvo fornecidos pelo supervisor do gestor. Métodos de trabalho e as taxas de produção são otimizadas dentro dos limites práticos por meio de planejamento



detalhado e análise das primeiras operações de cada tipo. (BALLARD e HOWELL, 1998).

Os indicadores mais comuns coletados durante essa etapa são o PPC (percentual do plano concluído), cujo cálculo, é a razão entre o número de atividades concluídas de forma integral pelo número total de atividades planejadas, como é mostrado na Equação 2.

$$PPC (\%) = \frac{\text{Número de atividade concluídas de forma íntegra na semana } x}{\text{Número total de atividades planejadas na semana } x} * 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

As razões de não cumprimento das atividades (realizado durante a análise das atividades concluídas, é simplesmente a avaliação de por qual motivo as atividades que não foram cumpridas não ocorreram – geralmente relacionado com superestimação da mão de obra, falta de material, coordenação no planejamento, mudanças, falta de projetos, clima), é feito durante a análise do plano, uma semana após a formulação da estratégia, assim, possibilitando coletar os principais problemas durante a implantação do método e falhas de planejamento.

Segundo Machado (2000, p.10), existem alguns aspectos exigíveis para a operação planejada:

- Boa definição de uma operação, de forma que se possa estabelecer parâmetros de medição e de controle da qualidade;
- Sequência adequada no processo construtivo;
- Tamanho compatível com o período de planejamento, com a política de pagamento e com a questão motivacional (se a tarefa é muito grande, o operário se desmotiva com sua execução, por não conseguir enxergar o seu término tampouco associar o seu empenho com a quantidade de trabalho e a remuneração combinada);
- A possibilidade efetiva de ser executada, em função da disponibilidade de todos os recursos necessários à sua execução.

### 2.6.3 Proteção da produção

Determinar atribuições de qualidade protege as unidades de produção das incertezas do fluxo de trabalho, permitindo que essas unidades melhorem sua própria produtividade, e para melhorar a produtividade da unidade que for entrar posteriormente. A redução associada a duração da tarefa por encurtar projetos, e a

redução adicional da duração do projeto vêm da redução dos buffers anteriormente necessário para acomodar a incerteza do fluxo. (BALLARD e HOWELL, 1998).

Segundo Ballard e Howell (1998, p. 6), o processo detalhado para desenvolvimento da etapa de planejamento da proteção da produção, segue os seguintes passos:

O processo de blindagem começa com uma triagem inicial das atividades programadas realizadas na formação do *lookahead planning*, que conduz um processo de preparação que combina recursos com oportunidades para que o rendimento da produção seja maximizado. Os planos de trabalho semanais são inspecionados quanto à solidez, dimensionamento e sequência antes sendo aprovados para produção. Essa é uma estratégia que melhora a produtividade da unidade de produção por meio do buffer. Além disso, aumenta a certeza do fluxo de trabalho para os processos do cliente, permitindo para melhorar sua produtividade e, em última análise, permitir uma recuperação do tempo programado gasto acumulando o buffer e potencialmente até mesmo uma redução absoluta na duração do fluxo através de toda a cadeia de processos

Por meio dessa metodologia, com foco na proteção da produção, o objetivo é ter um desenvolvimento intermitente dos serviços, sem que haja interrupções devido a falha na projeção de cenários futuros que não foram concebidos durante o planejamento inicial.

### 3 MÉTODO DA PESQUISA

Esse capítulo busca apresentar os procedimentos e métodos que serão utilizados no presente trabalho, o tipo de pesquisa que será feita e a caracterização do que será estudado.

#### 3.1 Estratégia

Segundo Yin (2003), um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real. Ideal, principalmente quando se deparamos com situações em que não estão bem definidos o limite entre o fenômeno e o contexto, assim, o estudo de caso busca responder perguntas de “como” e o “por que” determinadas situações ou fenômenos acontecerem.

Portanto, a fim de analisar a aplicação do sistema *Last Planner System* no canteiro de obras, foi realizado uma pesquisa qualitativa, aplicada e exploratória, para realização de um estudo de caso, estratégia mais adequada para a presente pesquisa. Envolveu levantamentos bibliográficos e análise de exemplos, com foco voltado para a aplicação especialmente do planejamento de curto prazo, devido a sua aplicabilidade e obtenção de indicadores para analisar na pesquisa.

As referências bibliográficas foram em sua maioria, de pesquisadores que aplicaram essa metodologia em obras, estudos de casos feitos no exterior, o que trouxe embasamento e profundidade para a pesquisa, além de exemplos concretos da aplicação da metodologia. O trabalho foi caracterizado por uma investigação empírica desse processo de planejamento, visando a compreensão mais profunda de fatos e fenômenos, aplicabilidade e retornos em relação ao trabalho exercido.

O contexto da obra utilizada na pesquisa não faz uso dessa metodologia de planejamento, porém, existem algumas bases de dados que já coincidem com algumas práticas do LPS, portanto, foi possível aproveitar algumas informações.

A aplicação das reuniões e dados obtidos durante os planejamentos foi realizado pelo próprio autor, em forma de planilha de “Microsoft Excel”. Com foco na etapa de fundação e estrutura do empreendimento, cuja fase possui várias atividades com alto grau de repetição, será possível analisar e tomar medidas para melhorar o planejado, sendo possível já aplicar ferramentas do LPS. Como o sistema conta com uma integração de níveis hierárquicos durante o planejamento, o planejamento de

longo prazo e médio prazo será realizado de formato simples e resumido para que seja possível aplicar as reuniões de curto prazo.

### **3.2 Características da empresa construtora**

O empreendimento estudado é de uma empresa construtora com 30 anos de mercado na cidade de Curitiba, conta com projetos em sua grande maioria, de edifícios residenciais de porte médio, todos na capital paranaense.

A empresa construtora trabalha com uma mão de obra mista, ou seja, parte da mão de obra é própria, porém, para determinados serviços a mão de obra é terceirizada de acordo com a análise do engenheiro do empreendimento.

Como já abordado anteriormente, a temática “Last Planner System” exige que haja uma forma de planejamento que converse entre si, ou seja, precisa partir de um cronograma de longo prazo, e prosseguir então, aos planejamentos de médio e curto prazo, para que seja possível analisar e rastrear os principais problemas que ocorrem durante a concepção e construção do projeto.

Porém, como o foco é a aplicação do planejamento semanal, o médio prazo foi executado de forma simplificada, assim, essa aplicação pode não trazer todas as vantagens que a bibliografia evidencia, justamente por ser impraticável implantar todas as ferramentas de forma conjunta e íntegra apenas durante o período de realização desse trabalho.

Como a análise da aplicação do planejamento de curto prazo é algo perceptivo e pessoal, apesar dos resultados numéricos obtidos, a verificação e avaliação será realizada por entrevistas que foram feitas com os principais participantes das reuniões semanais, e compilados de forma a resumir os principais pontos levantados e percepção observadas.

## **4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS**

Este capítulo busca evidenciar e analisar os resultados obtidos durante o período de aplicação da metodologia proposta. Além de trazer os principais pontos levantados pelas entrevistas realizadas com as pessoas que participaram desse processo.

### **4.1 Características da obra**

O empreendimento conta com 11 pavimentos, padrão médio-alto e um terreno de área equivalente a 1.338,67m<sup>2</sup> localizado na cidade de Curitiba - PR. Composto por dois subsolos, térreo, mezanino, cinco pavimentos tipo e dois pavimentos que compõem o duplex, barrilete e cobertura. Com 23 apartamentos, que variam entre 3 suítes ou 1 suíte mais duas demi-suítes (com metragens em torno de 127 a 152m<sup>2</sup> privativos).

A edificação é estruturada em concreto armado convencional, contenção e fundação realizada por estacas executadas com hélice contínua monitorada e escavada, respectivamente.

A obra teve início no mês de outubro de 2021, com previsão para término em novembro de 2023, o planejamento de longo e médio prazo fora formulado e desenvolvido desde o início da obra, porém, a aplicação do planejamento de curto prazo e obtenção de indicadores foram a partir de janeiro de 2022.

### **4.2 Planejamento inicial da obra e premissas básicas**

Seguindo as etapas de planejamento de acordo com a bibliografia estudada, o planejamento da obra se inicia com o plano mestre, onde são definidos os marcos para execução das atividades, ou seja, o que deve ser feito para que o prazo de projeto se cumpra.

Portanto, antes de iniciar a obra, desenvolveu-se o planejamento de longo prazo da obra, separando o planejamento entre duas etapas distintas, a primeira etapa consistiu no período compreendido entre a limpeza de terreno até a finalização da fundação, e a outra etapa, do início da estrutura até a finalização da obra. Foi definida dessa forma para melhor visualização e por compreender etapas de menor repetição com outra com maior repetição. O planejamento master foi desenvolvido com base

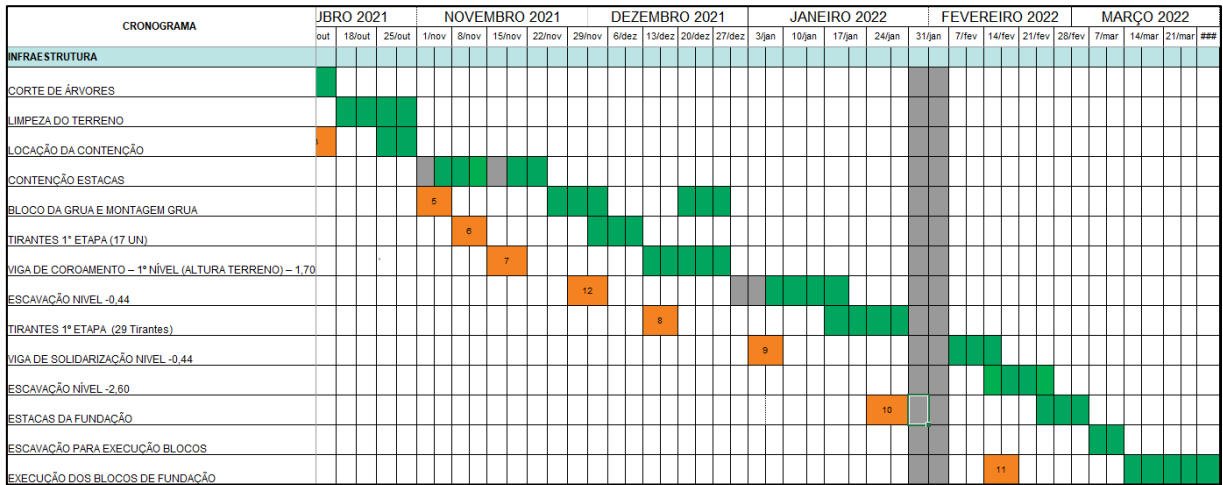
nos conceitos da linha de balanço e Gantt, e resultou em deadlines para as principais atividades, de forma macro, que serão executadas durante o projeto.

Como a empresa construtora mantém um histórico de execução de todas as obras executadas até hoje, foi possível, a partir desse banco de dados (esse banco é atualizado regularmente, atualizando a composição dos serviços de acordo com a produção dos empreendimentos anteriores), desenvolver um longo prazo com maior confiabilidade, a partir de indicadores de produtividade de cada atividade.

O planejamento de médio prazo, etapa que consiste na estratégia tática do LPS, cuja função é fazer a ponte entre os outros dois planos, foi inserida dentro do longo prazo de forma adaptada, diferente ao que a bibliografia mostra, mas de forma que possibilitasse atender os objetivos básicos dela. No qual mostra o que pode ser feito, além de ter função de modelar o sequenciamento de atividades, decompor atividades do master *plan*, manter os serviços liberados e prontos para serem planejados no curto prazo e evidenciar e analisar restrições para as atividades previstas dentro do período estabelecido.

Assim, com base no orçamento, dados preliminares e quantitativos de obra, foi possível estimar prazos para cada tipo de serviço e mensurar a quantidade de mão de obra que seria necessária para cada atividade, de forma a atender o prazo e cronograma de obra. Na Figura 11 está apresentada a primeira etapa do planejamento de longo prazo do empreendimento, onde, o planejamento foi feito de forma semelhante ao Gantt, no qual as atividades estão no eixo y e o período está no eixo x, foi definido essa metodologia de planejamento devido ao menor grau de repetição durante esse período da obra.

**Figura 11 - Cronograma de longo prazo (primeira etapa)**



Fonte: Autoria própria (2022)

Nesse cronograma, o período de execução de cada atividade está representado pelos quadrados pintados de verde, em contrapartida, os pintados de laranja representam a numeração referente as restrições que a atividade possui. Essa lista foi separada numa aba a parte, onde pode ser observada na Figura 12, as restrições elencadas para os serviços, de forma que, a resolução dessas restrições permitiria a inserção das atividades dentro do planejamento semanal.

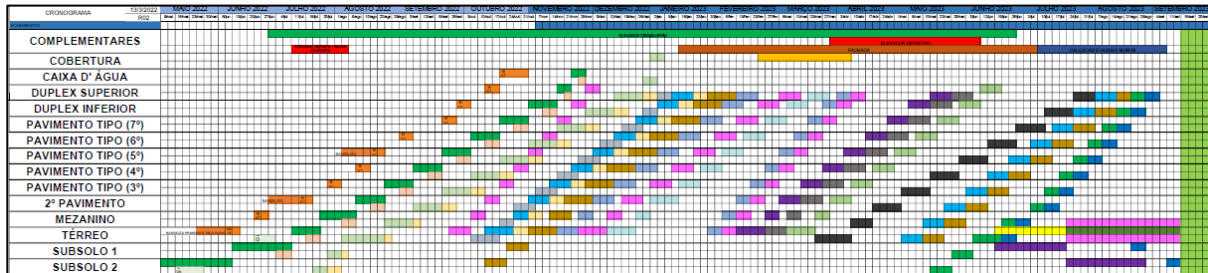
**Figura 12 - Lista de restrições elencadas por atividade (referente a primeira etapa do cronograma)**

NUMERO	TIPO	RESTRIÇÃO	OK ?
1	MÃO DE OBRA	Fechar serviço de corte de árvores, limpeza de terreno e escavação	
1	PROJETO	Verificar documentação de alvará de corte de árvores	
1	MÃO DE OBRA	Agendar equipe para corte de árvores	
2	MÁQUINA	Agendar escavadeira para executar limpeza do terreno	
3	MÃO DE OBRA	Agendar com topógrafo para marcar estacas da contenção	
3	MATERIAL	Solicitar material para marcação das estacas e gabarito	
4	MÃO DE OBRA	Agendar execução das estacas de contenção	
4	MATERIAL	Solicitar aço e concreto para execução das estacas	
4	PROJETO	Cobrar entrega do projeto de contenção pela empresa responsável	
5	MATERIAL	Solicitar aço e concreto para execução das estacas, bloco e viga de coroamento da grua	
5	PROJETO	Solicitar projeto de fundação da grua	
5	MÃO DE OBRA	Fechar serviço de montagem da grua	
5	MÁQUINA	Agendar transporte de munck/carreta para transporte das peças da grua	
5	MÁQUINA	Agendar guindaste para montagem da grua	
6	MATERIAL	Solicitar material para execução dos tirantes	
6	MÁQUINA	Agendar máquina para execução dos tirantes	
7	MATERIAL	Solicitar concreto, aço, chapas de compensado, pregos, etc	
7	MÃO DE OBRA	Montar equipe para execução de fôrmas e armação	
7	PROJETO	Verificar se projetos estão todos certos	
8	MATERIAL	Solicitar material para execução dos tirantes	
8	MÁQUINA	Agendar máquina para execução dos tirantes	
9	MATERIAL	Solicitar concreto, aço, chapas de compensado, pregos, etc	
10	MATERIAL	Solicitar aço para execução das estacas de fundação	
10	MÁQUINA	Agendar máquina para execução das estacas de fundação	
12	SEGURANÇA	Executar equipamento de proteção coletiva (guarda corpo)	
11	MATERIAL	Solicitar concreto, aço, chapas de compensado, pregos, etc	

Fonte: Autoria própria (2022)

Em relação a segunda etapa do longo prazo, referente ao início da fase de estrutura até a finalização da obra, pode ser observado a seguir, na Figura 13, no qual se assemelha mais a uma linha de balanço, já que o eixo y representa as unidades de repetição e o eixo x, o período em que se encontra.

**Figura 13 - Cronograma de longo prazo (segunda etapa)**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Como o período compreendido no estudo será apenas até final de maio de 2022, esse cronograma não será muito relevante nesse momento (pois compreenderá apenas a execução de duas lajes da estrutura), mas é por meio dele, que é possível observar a cadência de cada atividade na linha de balanço, de forma a procurar proteger a produção, executando as atividades de forma contínua e com o devido sequenciamento e fluxo.

A partir desse momento, com os planejamentos de longo e médio prazo feitos, será possível determinar durante as semanas estudadas, quais serão as atividades que vão ser executadas e posteriormente quais realmente foram feitas semanalmente.

Para implantação das reuniões de planejamento de curto prazo, definiu-se a periodicidade de a cada sete dias ser realizada essas decisões de nível operacional, de modo a conseguir maiores dados durante o curto período de coleta de dados para esse trabalho. Definiu-se que o encontro deveria ser feito toda sexta-feira de manhã, pois dessa forma, seria possível já analisar as atividades que foram executadas, assim como planejar a semana seguinte, e eventualmente, caso tenha alguma restrição para uma atividade a ser executada na próxima semana, haja tempo viável para resolver antes de finalizar a semana.

A reunião foi realizada com a presença do engenheiro da obra, mestre de obras e encarregados das empresas terceiras (responsável pelas execuções de serviços) com o objetivo de dimensionar equipes e atribuições.



A planilha implementada para a coleta de informações do plano semanal foi desenvolvida de forma a ser simples, a fim de facilitar a implantação, sem que seja necessário um conhecimento técnico prévio, e assim, evitar também o desinteresse pelos envolvidos nas reuniões e facilitar a compreensão e aplicação dos conceitos intrínsecos no plano.

Parte importante também, é, durante a semana, realizar o acompanhamento e *follow up* das atividades que foram planejadas para o dia. O modelo de planilha utilizada para a coleta de dados está apresentado na Figura 14.

**Figura 14 - Formulário de planejamento de curto prazo**

		arquivo	Arquivo			Semana 19	Datas =		Início					
			Engenheiro (a)			30/5/2022	à	5/6/2022	24/1/2022					
		obra	Supervisor (a)			PPC = Soma 100% =			Data					
			Encarregado (a)			total itens			30/5/2022					
			Estagiário (a)						Avaliação					
									6/6/2022					
	Equipe	Pacote de Trabalho		Início	Fim	d	Seg	Ter	Qua	Qui	Sab	Dom	Executado %	Problema
1						0								
2						0								
3						0								
4						0								
5						0								
6						0								

**Fonte: Autoria própria (2022)**

O formulário é composto basicamente por seis campos principais que fazem parte do plano, sendo elas, a equipe executora do serviço, a descrição da atividade que vai ser executada (lembrando, ela não pode ter restrição, e deve ser quantificável) e o prazo de início e fim do serviço. Os outros dois campos são preenchidos quando for a hora para revisar o que foi concluído, e identificar os problemas que ocorreram nas atividades que eventualmente não foram 100% concluídas.

É considerado no índice PPC apenas atividades que foram completas de forma integral, pois afinal, se a atividade deveria ter sido concluída de forma parcial, o planejamento também deveria ter sido parcial.

No Quadro 2 estão apresentados os principais problemas que poderiam ocorrer para a não ocorrência da execução de atividades:

**Quadro 2 - Razões para não cumprimento de serviços**

ITEM	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA
1	Falta de material (suprimentos/engenharia)
2	Falta de material ou equipamentos (terceiros)
3	Problema ou falta de equipamentos
4	Falta de colaboração do empreiteiro
5	Absenteísmo (falta de mão de obra)
6	Critérios de qualidade
7	Baixa produtividade da mão-de-obra
8	Superestimação da mão-de-obra
9	Alteração de programação
10	Mau tempo
11	Erro de programação
12	Projetos
13	Problemas na gerência dos serviços – Construtora
14	Problemas na gerência dos serviços - Terceiros
15	Atraso na tarefa antecedente
16	Problemas técnicos na hora da execução

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Será analisado o total de 16 semanas, que será o período compreendido para a fundação completa do empreendimento e o início do serviço de estrutura em concreto armado.

#### **4.3 Análise dos períodos estudados**

A implantação das reuniões em obra iniciou-se na semana do dia 24 de janeiro de 2022. No contexto geral, para essa data, a obra deveria estar no meio da execução dos tirantes da obra, porém houve um atraso por parte do serviço especializado terceirizado, responsável por fornecer o equipamento para a execução do serviço, o que causou o primeiro atraso da obra.

#### 4.3.1 Primeiro mês de aplicação – janeiro de 2022

Referente à semana 1 de implantação da reunião semanal, dedicado principalmente a contextualizar e treinar os envolvidos em relação a realização das reuniões de forma contínua em função das metas e marcos propostos no longo e médio prazo já desenvolvido. Contando com a presença de engenheiro da obra, mestre de obras e encarregado dos serviços terceirizados, responsáveis pela execução da contenção e fundação da obra.

Essa primeira reunião foi de grande importância, para explicar o porquê da implantação dessas reuniões, e quais as metodologias e regras deveriam ser seguidas e respeitadas para que fosse tirado o maior proveito desses encontros.

Junto com o cronograma de longo prazo, discutiu-se referente as atividades que seriam realizadas na semana seguinte, assim, como uma breve abordagem em relação as restrições levantadas para cada uma das atividades, buscando a possibilidade de que alguma possa não ter sido levantada anteriormente.

Por estar no início do projeto, é possível observar que foram inseridas poucas atividades, pois nesse primeiro momento eram poucos serviços ocorrendo de forma simultânea, resultando em reuniões rápidas e mais dinâmicas.

Pode-se observar na Figura 15, que o serviço de execução dos tirantes provisórios da obra, componente do caminho crítico da obra, atrasou na entrada do serviço, devido a falta do equipamento necessário por parte da empresa terceira, em função da alta demanda por equipamento e atrasos em outras obras. Como o planejamento é hierarquizado e interligado, por meio dessa primeira reunião, já foi possível observar o impacto que esse atraso causou no cronograma de longo prazo.

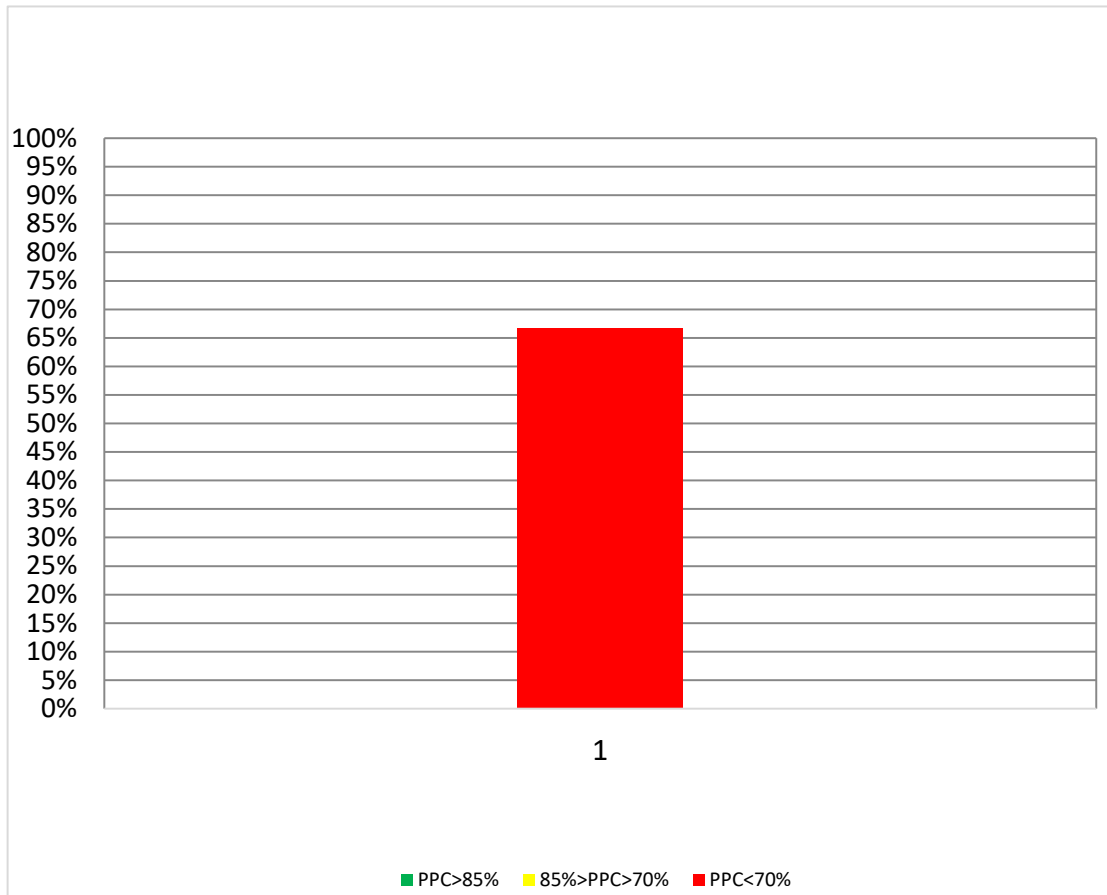
Figura 15 - Planejamento da semana 1

		formulário	Arquivo			Semana	1	Datas =		Início			
			Engenheiro (a)			24/1/2022	à	30/1/2022		24/1/2022			
		obra	Supervisor (a)			PPC = Soma 100% =		67%		Data			
			Encarregado (a)	0		total itens				Avaliação			
			Estagiário (a)	0									
	Equipe	Pacote de Trabalho	Início	Fim	d	s	t	q	q	s	s	Executado %	Problema
1	PRÓPRIA	Concretagem da viga de coroamento (Divisa com Montessor)	26/1/2022	26/1/2022	1		X					100 %	
2	PRÓPRIA	Armação da viga de coroamento (Divisa com Montessor)	24/1/2022	24/1/2022	1	X						100 %	
3	PRÓPRIA	Executar colarinhos e arranque de pilares da viga de coroamento (Divisa com Montessor)	25/1/2022	25/1/2022	1	X						100 %	
4	TERCEIRO	Preparar Máq. de Atiramento	27/1/2022	28/1/2022	2			X	X			0 %	2
5	TERCEIRO	Executar Tir 37, 38, 39, 40 e 41	28/1/2022	28/1/2022	1				X			0 %	2
6	PRÓPRIA	Limpeza entre estacas no trecho A – Lado da Manoel Eufrásio (75%)	24/1/2022	28/1/2022	5	X	X	X	X	X		100 %	
7					0								

Fonte: Autoria própria (2022)

Nessa situação, o que permitiu com que o indicador não fosse zerado, é a existência de atividades auxiliares que foram possíveis “adiantar”, como mostrado na Figura 16. Em suma, as atividades de responsabilidade da empresa construtora foram resolvidas de forma integral.

**Figura 16 - PPC de janeiro de 2022**



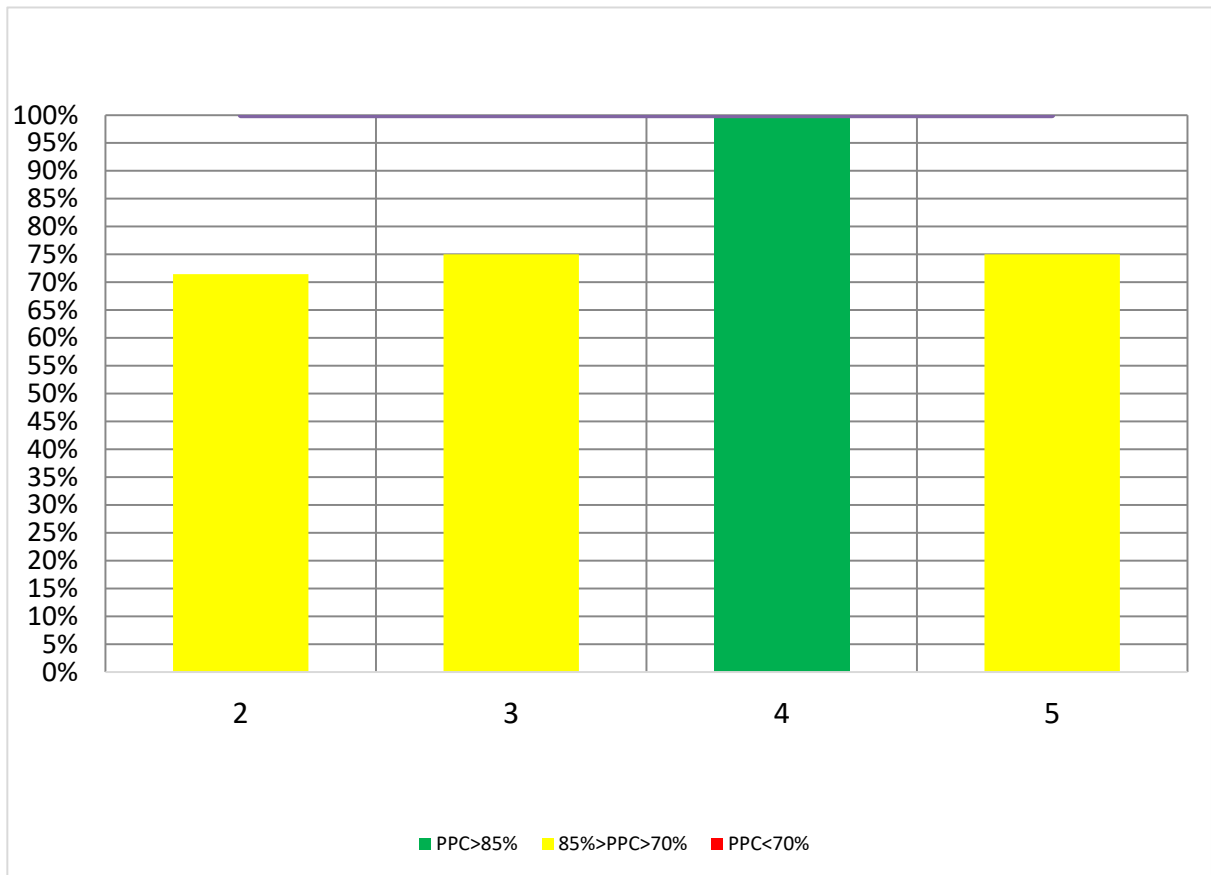
**Fonte: Autoria própria (2022)**

#### 4.3.2 Segundo mês de aplicação – fevereiro de 2022

Composto pelas semanas de número 2 a 5, no qual as principais atividades do caminho crítico estão relacionadas a escavação e serviço de execução dos tirantes provisórios.

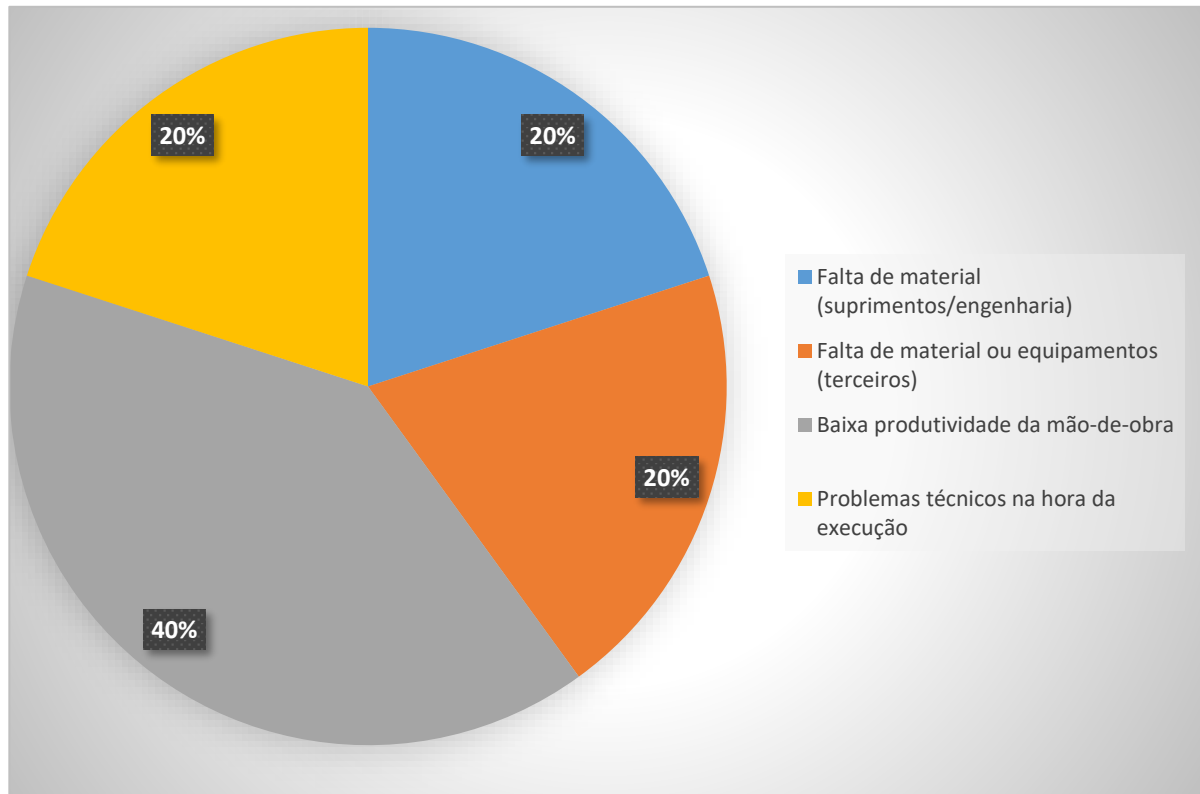
Houve uma melhora no índice do PPC, como mostra a Figura 17, durante o mês de fevereiro, porém, devido a dificuldades na execução dos tirantes relacionados ao solo do terreno, dois reforços tiveram que ser feitos, o que acabou estendendo o prazo de execução. Ainda assim, o período de execução cumpriu o prazo previsto, o problema, foi a data de entrada do serviço.

**Figura 17 - PPC de fevereiro de 2022**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Na Figura 18 estão apresentados os principais problemas durante o mês de fevereiro, reflexo dos imprevistos que aconteceram durante o mês no empreendimento.

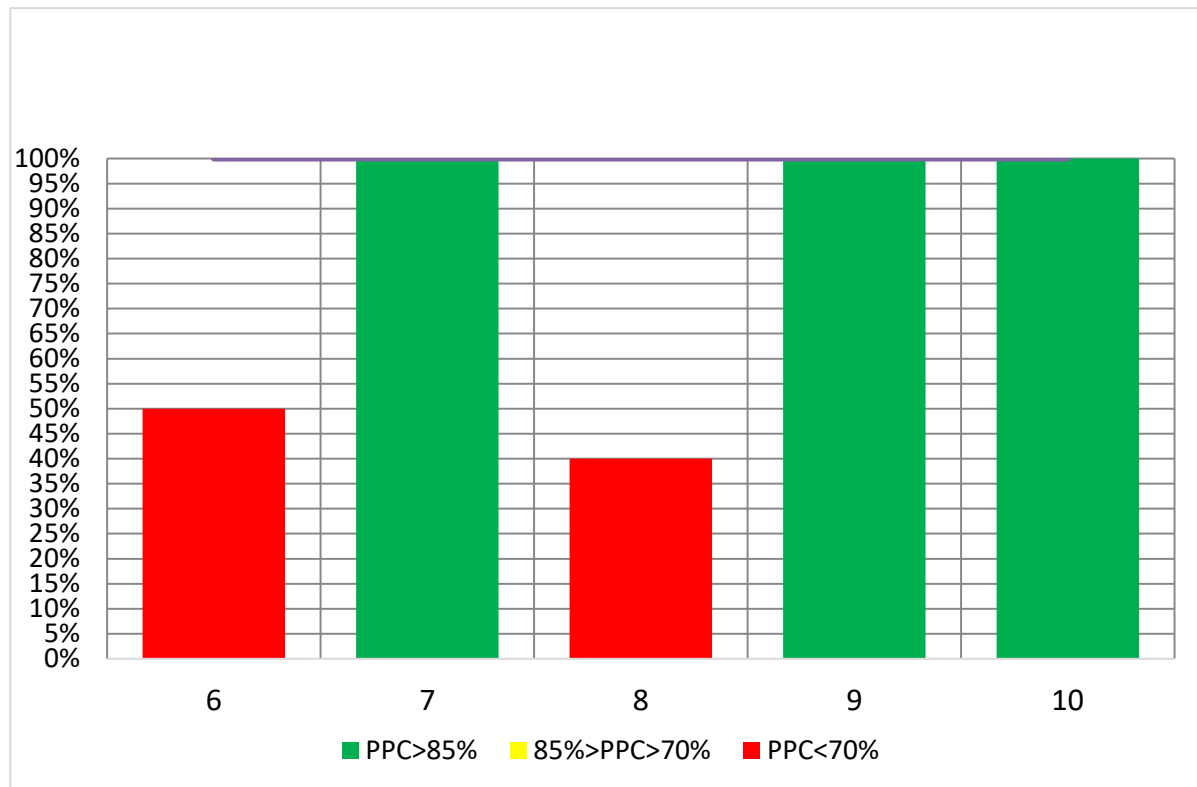
**Figura 18 - Problemas de fevereiro de 2022**

Fonte: Autoria própria (2022)

#### 4.3.3 Terceiro mês de aplicação – março de 2022

Período compreendido entre a semana 6 e 10. A partir do cronograma de longo prazo (etapa 1), a obra deveria estar finalizando as estacas de fundação, e iniciando e finalizando os serviços de blocos da fundação da obra. Porém, novamente, houve problemas com serviços de terceiros, em relação a entrada do serviço na obra, em relação a escavação do terreno e ocasionando o atraso das estacas de fundação consequentemente.

**Figura 19 - PPC de março de 2022**

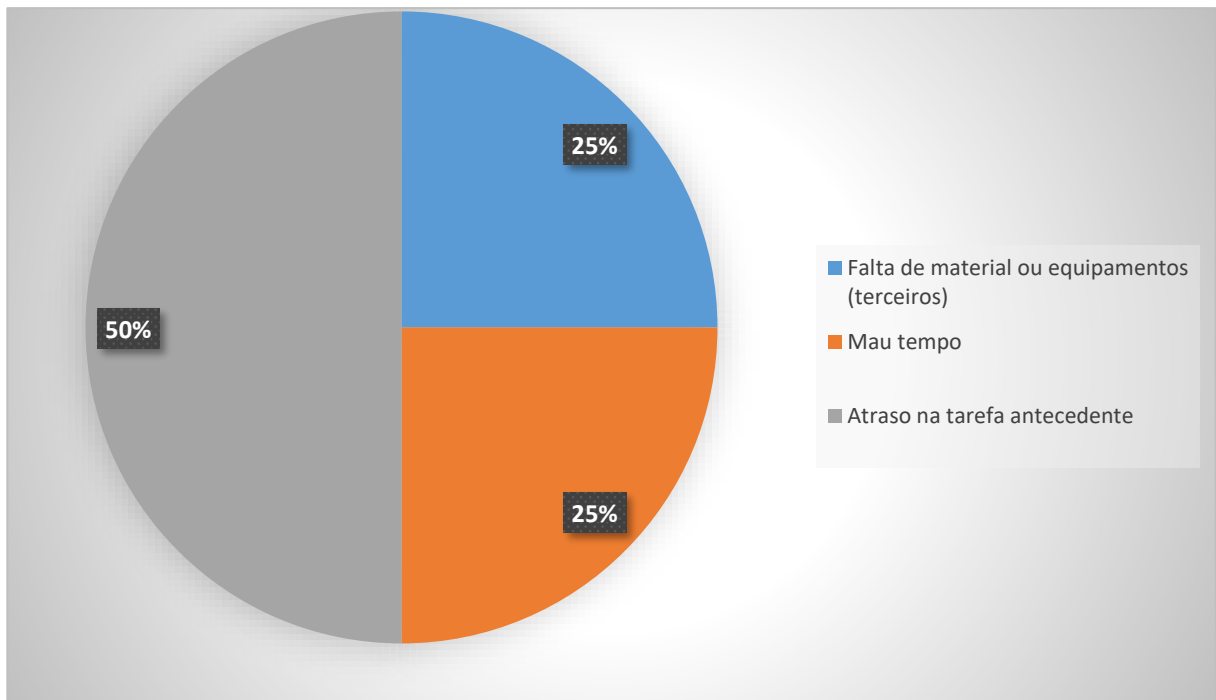


**Fonte: Autoria própria (2022)**

Observa-se que o índice do mês de março variou em dois extremos, como é mostrado na Figura 19 é possível notar que as semanas cujo índice foi menor que 70% foram ocasionadas pelo atraso na entrada do serviço e na outra semana em relação ao mau tempo, que dificultou a escavação e conseqüentemente não permitiu executar outras atividades auxiliares que foram previstas, como pode ser visto na Figura 20.

Apesar dos atrasos encontrados durante a execução da obra, a realização dos planejamentos semanais foi continuada, justamente para verificar no final desse período estudado, qual o impacto em relação a duração das atividades que foram executadas e compatibilizar o longo prazo, comparando o plano inicial com o que foi realmente executado. Além de coletar todo esse histórico e obter o aprendizado a partir desses dados, podendo melhorar as definições e decisões futuras em outros empreendimentos.



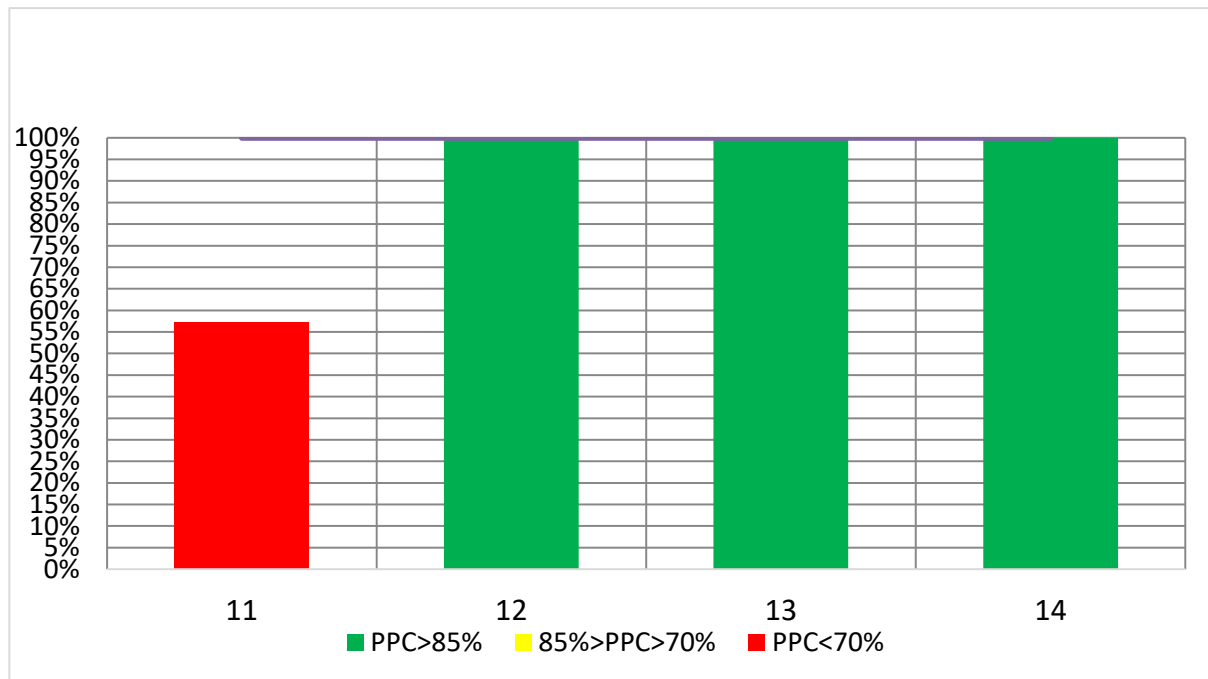
**Figura 20 - Problemas de março de 2022**

**Fonte: Autoria própria (2022)**

#### 4.3.4 Quarto mês de aplicação – abril de 2022

O mês de abril se refere as semanas 11 até a semana 14. O cronograma inicial previa começar a execução da estrutura, porém, devido os atrasos no caminho crítico do planejamento de longo prazo, nos meses anteriores, a obra se encontrava na fase de execução de estacas de fundação e blocos de fundação. Durante esse período, houve a entrada do empreiteiro responsável pela execução das fôrmas de fundação e estrutura, portanto, adicionou-se nas reuniões semanais, o encarregado de obras desse empreiteiro.

Figura 21 - PPC de abril de 2022



Fonte: Autoria própria (2022)

O planejamento da semana 11, como mostra a Figura 22, evidencia um ponto a ser observado, pois, o índice PPC resultou em 57%, um resultado aparentemente negativo, porém, ao observar as atividades planejadas, há três atividades com 80% de executado, na execução das estacas de fundação. Se analisar, de forma acumulada, os outros dias compensaram o atraso nos outros, resultando em apenas uma estaca que havia sido planejada para semana que não fora concluída. Então, apesar do plano diário não estar totalmente coerente com o executado, em relação ao programado para a semana, foi praticamente concluído de forma integral.

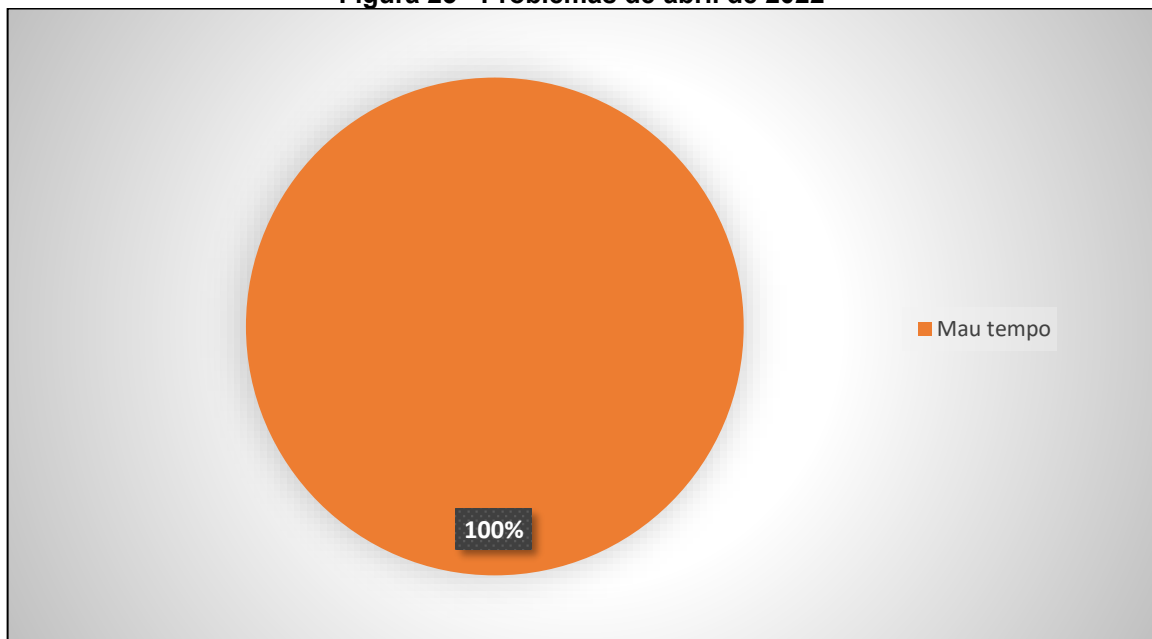
**Figura 22 - Planejamento da semana 11**

		formulário	Arquivo			Semana 11	Datas =		Início				
			Engenheiro (a)			4/4/2022	à 10/4/2022		24/1/2022				
		obra	Supervisor (a)					4/4/2022	Data				
			Encarregado (a)	0		PPC = Soma 100%		57%	Avaliação				
			Estagiário (a)	0		total itens =		11/4/2022					
Equipe	Pacote de Trabalho	Início	Fim	d	s	t	q	q	s	s	c	Executado %	Problema
1	Executar estacas 2A, 2B, 46, 47 e C1 (faltou a C1)	4/4/2022	4/4/2022	1	X							80 %	10
2	Executar estacas C2, 35, 37, 48 e 49 (+ C1)	5/4/2022	5/4/2022	1		X						100 %	
3	Executar estacas 38, 39, 24, 25 e 3 (faltou a 3)	6/4/2022	6/4/2022	1			X					80 %	10
4	Executar estacas 4, 5, 7, 8 e 9 (+3)	7/4/2022	7/4/2022	1				X				100 %	
5	Executar estacas 20, 21, 22, 23 e 26 (faltou a 26)	8/4/2022	8/4/2022	1					X			80 %	10
6	Execução do chapisco de metade do terreno (50%)	4/4/2022	6/4/2022	3	X	X	X					100 %	100
7	Execução do chapisco de metade do terreno (50%)	6/4/2022	8/4/2022	3			X	X	X			100 %	100

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Assim, durante o mês de abril, o maior problema levantado foi devido causas externas a empresa construtora e/ou empreiteiro. Nesse caso, o tempo chuvoso dificultou na execução dos tirantes necessários, como é mostrado na Figura 23, ocasionando um leve atraso, mas que não teve grandes impactos em relação ao cronograma de longo prazo.

**Figura 23 - Problemas de abril de 2022**

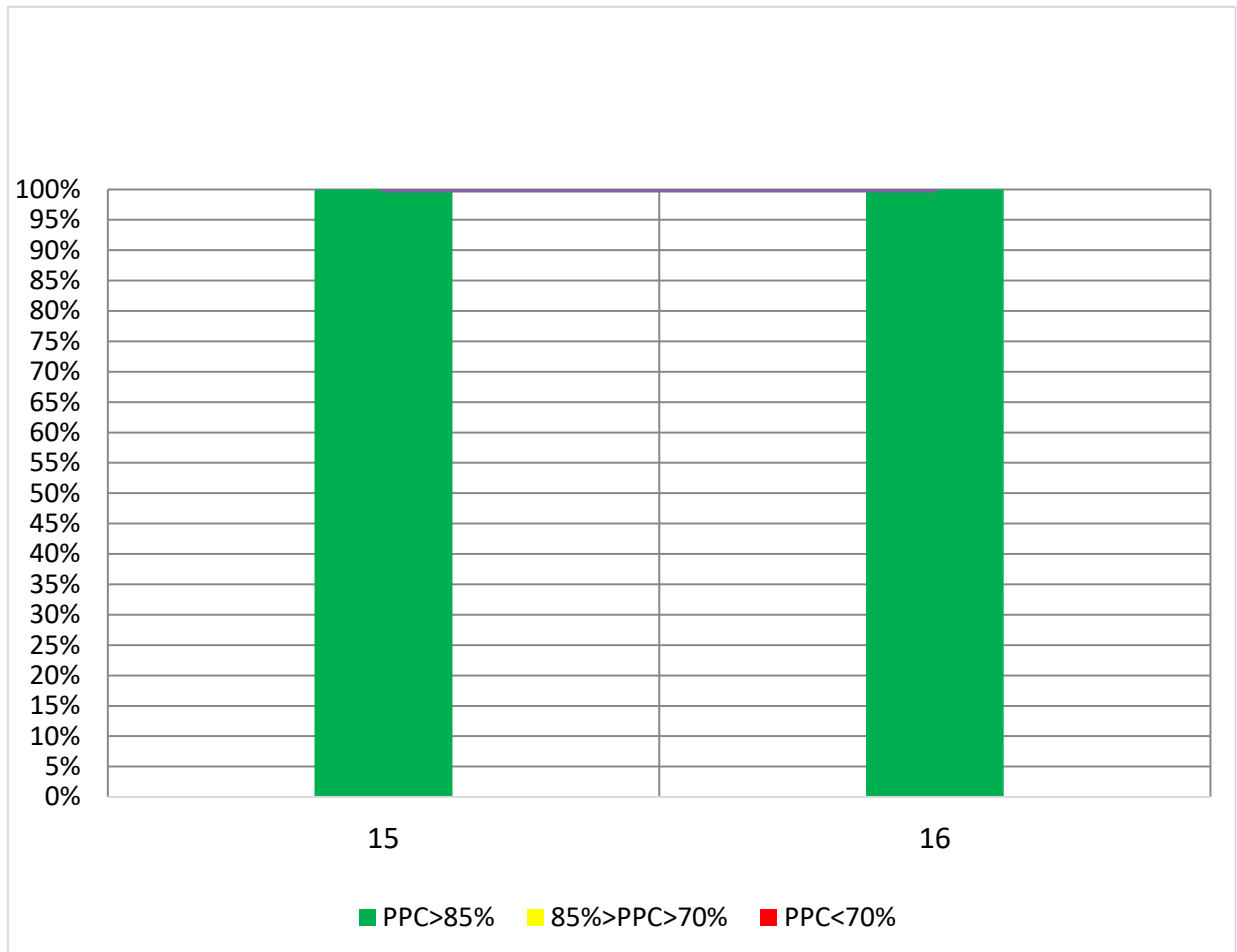


**Fonte: Autoria própria (2022)**

#### 4.3.5 Quinto mês de aplicação – maio de 2022

O último mês de coleta de dados é referente a maio, portanto pegará apenas duas semanas do mês, referente à semana 15 e 16. A Figura 24 mostra como foram os resultados do índice PPC durante o começo do mês de maio.

**Figura 24 - PPC de maio de 2022**



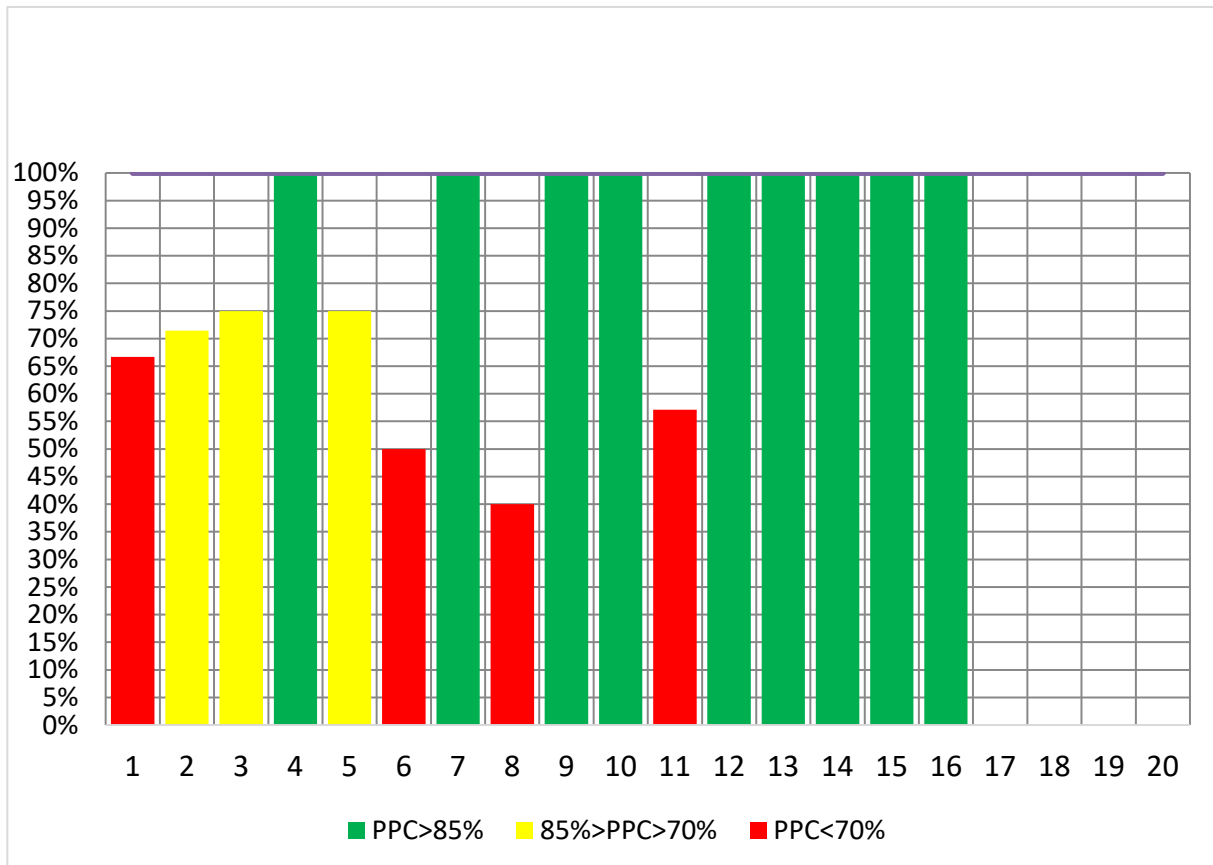
**Fonte: Autoria própria (2022)**

Durante o período, obteve-se índice bastante positivos, com PPC de 100% nas duas semanas estudadas. Sendo possível observar que, a partir do momento que deixou de depender de serviços específicos que necessitavam maquinários ou serviços especializados, observou-se uma melhora no índice no decorrer do tempo.

#### 4.3.6 Panorama geral da aplicação

Desde o início da implantação do planejamento semanal, foi possível observar uma melhora em cada reunião que se prosseguia e resultados melhores também. É apresentado na Figura 25, o índice PPC durante todo período de aplicação do projeto.

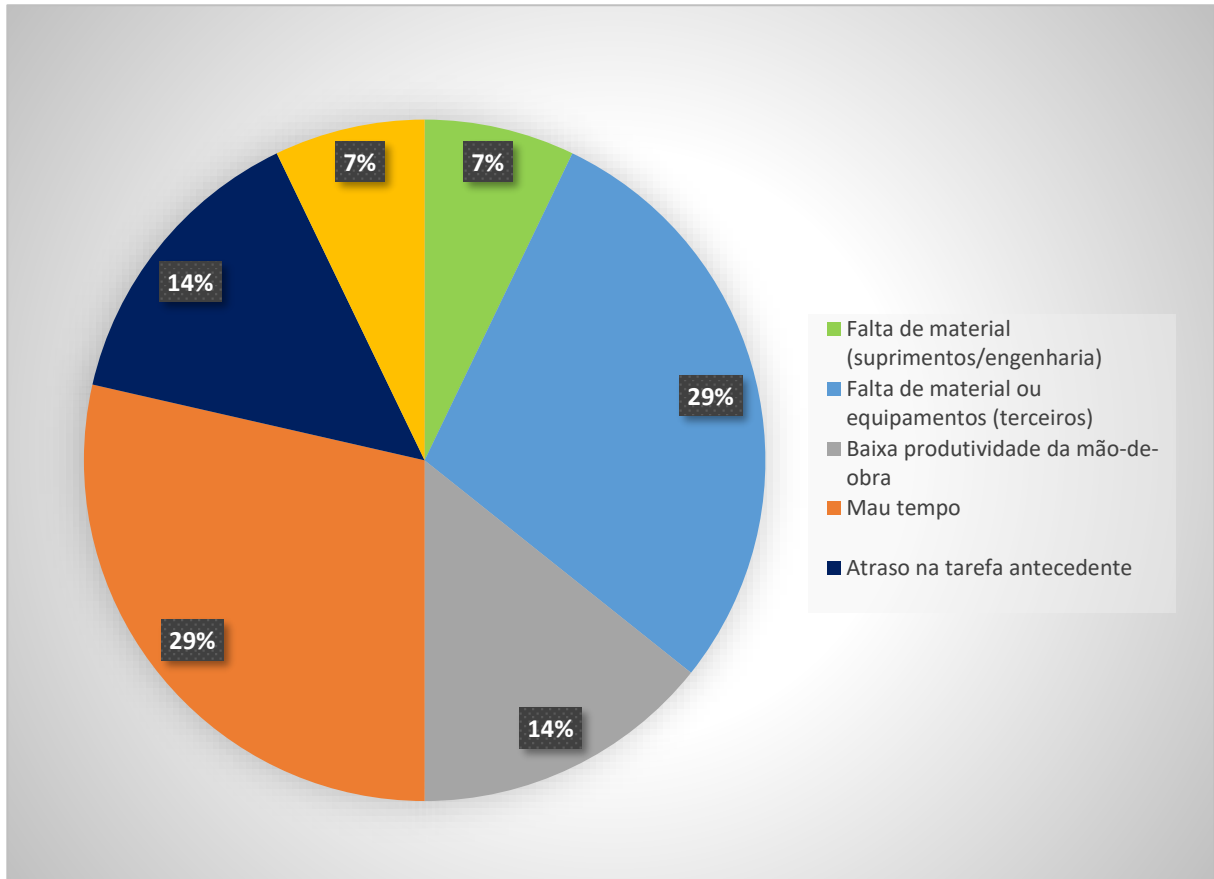
**Figura 25 - PPC geral do empreendimento**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Conforme ilustrado na Figura 26, maiores problemas encontrados para o não cumprimento das atividades durante essas 16 semanas estudadas. Sendo que os dois principais foram, a falta de material ou equipamento de terceiros, e relativo ao mau tempo. Justamente, o que fora observado durante os meses, que os maiores atrasos foram devido à falta de equipamento/maquinário especializado para execução de escavação, estacas e tirantes.

**Figura 26 - Problemas encontrados no geral**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Após essas 16 semanas, foi possível realizar a comparação do que havia sido planejado no cronograma de longo prazo, ao que foi realizado realmente, relativos a início de atividades e duração das atividades.

Quando se observa o cronograma executado x planejado apresentado na Figura 27, é possível analisar que a duração que fora estabelecida no cronograma inicial está dentro do que foi executado, praticamente todas as atividades tiveram a duração planejada (tirando a escavação do nível -2,60, que demorou meia semana a mais que o planejado). Portanto, o principal problema não foi operacional, e sim na gestão logística da construtora e dos terceiros, que não conseguiram atender os prazos de entrada esperados.

**Figura 27 - Cronograma executado x planejado**

CRONOGRAMA	13/3/2022	JANERO 2022					FEVEREIRO 2022					MARÇO 2022				ABRIL 2022				MAIO 2022		
	R02	3/jan	10/jan	17/jan	24/jan	31/jan	7/fev	14/fev	21/fev	28/fev	7/mar	14/mar	21/mar	28/mar	4/abr	11/abr	18/abr	25/abr	2/mai	9/mai	16/mai	23/mai
<b>INFRAESTRUTURA</b>																						
CORTE DE ÁRVORES																						
LIMPEZA DO TERRENO																						
LOCAÇÃO DA CONTENÇÃO																						
CONTENÇÃO ESTACAS																						
BLOCO DA GRUA E MONTAGEM GRUA																						
TIRANTES 1ª ETAPA (17 UN)																						
VIGA DE COROAMENTO – 1º NÍVEL (ALTURA TERRENO) – 1.70																						
ESCAVAÇÃO NÍVEL -0.44																						
TIRANTES 1ª ETAPA (29 Tirantes)																						
VIGA DE SOLIDARIZAÇÃO NÍVEL -0.44																						
ESCAVAÇÃO NÍVEL -2.60																						
ESTACAS DA FUNDAÇÃO (49 ESTACAS)																						
ESCAVAÇÃO PARA EXECUÇÃO BLOCOS																						
FORMA E CONCRETAGEM BLOCOS																						

Fonte: Autoria própria (2022)

Apesar do atraso de quase um mês e meio da obra, a implantação do planejamento de curto prazo durante o período de aplicação, cumpriu os objetivos esperados, pois evidenciaram a aderência entre o longo e o médio prazo, além de cumprir o papel de controlar a execução das atividades a nível operacional para que fossem executados de acordo com os prazos de duração planejados.

4.3.7 Melhorias sugeridas para as reuniões de curto prazo

Durante o período de implantação dessa metodologia “nova” dentro do canteiro de obras da construtora, foram feitas entrevistas com os principais participantes, dentre eles, mestre de obras, encarregados de empreiteiros, responsáveis das empresas terceirizadas e supervisor de obras para levantar a percepção de cada um e qual era a opinião em relação ao andamento dessas reuniões. Assim, de forma sucinta, foram obtidas as seguintes percepções.

No geral, de forma majoritária, todos entrevistados concordaram que a aplicação da reunião de curto prazo foi benéfica para a obra, e que a partir das metas e objetivos que eram inseridas no plano semanal, era possível controlar e gerir melhor o canteiro de obras. Além disso, por meio dessas reuniões, foi possível inserir os encarregados, mestres e empreiteiros no cronograma da obra, fazendo com que todos estivessem parametrizados em relação ao planejamento geral da obra, no qual foi um ponto positivo levantado por todos.

Também foram discutidos alguns pontos a serem aperfeiçoados durante o decorrer da implantação. Relativo aos seguintes pontos:

- Aperfeiçoar a gestão visual dentro do canteiro de obras, de forma a facilitar o entendimento a todos (se aproximando da ideia do “Big Room”);

- Possuir pessoas específicas, como estagiários, para que acompanhassem de forma mais próxima a implantação e análise de dados;
- Integrar os departamentos (arquitetura, compras, projetos, planejamento, orçamento) em reuniões de acompanhamento da obra. Porém, no caso dessa empresa estudada, os departamentos teriam que amadurecer mais para obter esses resultados;
- A linha de balanço foi um aperfeiçoamento bastante positivo, comparado ao planejamento que era utilizado anteriormente, porém, ainda falta detalhamentos, e algum tipo de sistema para facilitar e padronizar a criação de cronogramas.
- Aperfeiçoar a infraestrutura do canteiro em relação ao escritório e sala de reuniões do canteiro de obras.
- Vincular o planejamento de curto prazo, com a solicitação de materiais de curto prazo, no qual são agendadas entregas em lotes.

Considerando o período estudado, as 16 semanas de aplicação do planejamento de curto prazo compreenderam altos e baixos no índice de percentual do plano concluída, e apesar do atraso da obra, os dados coletados foram de grande importância para análises futuras dentro da empresa. De forma geral, foi possível obter uma averiguação geral do andamento da obra por meio desses dados e os principais problemas que foram observados durante essas semanas.

Além disso, por meio das entrevistas realizadas com os participantes das reuniões, criou a possibilidade de reflexão para verificar melhorias e ajustes a serem feitas nas reuniões com o objetivo de aperfeiçoar e proporcionar melhores reuniões de curto prazo.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos e análise das informações durante o período de implantação do sistema proveniente do *Lean Construction*, foi possível concluir que a metodologia apresentada na revisão bibliográfica, o *Last Planner System*, junto as suas ferramentas de controle, são de grande utilidade para projetos da construção civil, e, quando aplicadas da forma correta, podem trazer diversos benefícios ao canteiro de obras.

Além disso, estamos frente a um mercado de grande concorrência, onde a necessidade de novas metodologias e ferramentas é clara. Essas ferramentas serão o principal diferencial dentre as inúmeras empresas que encontramos nesse segmento, de forma que, resultados melhores, controle de custos mais assertivos e melhorias em processos internos são o objetivo em comum as empresas construtoras.

Considerando que o presente estudo deu um enfoque maior no planejamento de curto prazo, e obteve resultados positivos e informações de grande importância para o banco de dados da empresa, foi possível observar o quão importante é desenvolver de forma detalhada todos os níveis de planejamento, e integrá-los de forma a fazer os processos fluírem de forma conjunta. A implantação integral de todos os conceitos dessa metodologia exige um cuidado e uma dedicação especial pelas empresas, pois, parte de uma mudança das raízes da cultura empresarial, afetando departamentos de *back office*, e obviamente toda equipe de trabalho dentro do canteiro.

Analisando o resultado obtido, foi possível notar que a média geral do Percentual de Planos Concluídos durante o estudo foi de 83%, resultando num valor bastante satisfatório para início de implantação em obra. Enquanto o Índice de Remoção de Restrições resultou num índice de 100%, porém, esse valor é discutível, pois no caso das restrições de agendamento de maquinário para execução de tirantes e estacas de fundação, o agendamento estava certo com a empresa terceira, porém, eles não conseguiram atender devido imprevistos de outras obras, nesse caso, resultaria num IRR de 92%. Isso mostra, que, de forma geral, mesmo esses índices terem sido altos, como as principais falhas foram no caminho crítico da obra, houve um grande prejuízo em questão de cronograma.

As razões de não cumprimento de atividades com maior índice foram relacionadas ao fornecimento de equipamento por parte de terceiros, e em segundo,

relativo a mau tempo. Ou seja, causado principalmente por fatores externos a construtora, de certo modo.

Desse modo, analisando as causas raízes desses problemas, foi possível chegar na conclusão de que uma solução seria a implantação mais aprofundada relativa aos planejamentos de longo e médio prazo, pois, excluindo o mau tempo, o principal problema é em função do atraso da entrada de equipamento/máquina na obra.

O planejamento é algo que deveria estar intrínseco na construção civil, não tendo espaço para ser refém de obras atrasadas, com orçamentos estourados e zero controle da obra. A competitividade é enorme, mas a quantidade de empresas que realmente possuem proficiência para executar com grandes níveis de detalhe e controle minucioso são poucas, e pensando nisso, a metodologia pode ser o pontapé para uma mudança de cultura e pensamento dentro da construção civil.

Esse trabalho abrangeu um período curto, de apenas 16 semanas de aplicação, mas, foi possível coletar informações valiosas tanto para a obra estudada quanto para todas as outras obras em execução pela empresa, e a continuidade e melhoria contínua do processo com certeza proporcionará resultados positivos para a empresa.

O planejamento master, fazendo uso da linha balanço, mostrou ser de grande importância para mudança de paradigma para a empresa, onde tinha apenas uma cultura de cronograma utilizando o Gantt. A gestão visual é primordial para a obra, para toda equipe executora, e é de grande relevância para o andamento do projeto.

A implantação de um planejamento de médio prazo fez falta, principalmente quando a obra entrar em fases de acabamento (onde existem diversas atividades simultâneas). Idealmente, a melhor concepção da metodologia seria a implantação de todas as hierarquias do planejamento (longo, médio e curto prazo), porém, isso exigiria uma equipe dedicada para a implantação de todos os conceitos e treinamentos de todos os funcionários que exercem alguma função dentro do canteiro de obras.

Com esses dados, pode-se dizer que os objetivos buscados inicialmente foram cumpridos, apesar da análise ter sido em relação a um curto período, seria de grande valia, continuar com o estudo durante o restante da execução de obra, a fim de obter dados durante os períodos com maior quantidade atividades sendo executadas em paralelo na obra, além de pegar a etapa de finalização de obra, que

também, geralmente, é uma fase complexa e exige um controle de produção assertivo para que não haja atrasos e problemas durante a execução.

## REFERÊNCIAS

ABRAINC – Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias. **ABRAINC explica a importância da construção civil para impulsionar a economia brasileira**. 2021. Disponível em: < <https://www.abrainc.org.br/abrainc-explica/2021/06/28/abrainc-explica-a-importancia-da-construcao-civil-para-impulsionar-a-economia-brasileira/> >. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

ANGELIM, V.; ALVES, T.; LIMA, M.; & NETO, J. **Planejamento de médio prazo: panorama de sua aplicação na construção civil**. 2019. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/ac/a/8LQd6KfDyDBYQBhW96YsVdc/?lang=pt> >. Acesso em 31 de outubro de 2021.

ARO, C. R. **A modernização tecnológica: seu patamar nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. 2004. 158 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, 2004. Disponível em: < <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4695/DissCRA.pdf?sequence=1> >. Acesso em 10 de outubro de 2021.

BALLARD, G. **Shielding Production: An essential step in production control**. 1998. Disponível em: < <https://www.researchgate.net/publication/238626514> >. Acesso em: 31 de outubro de 2021.

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. Disponível em: <<https://leanconstruction.org/uploads/wp/media/docs/ballard2000-dissertation.pdf>>. Acesso em: 31 de outubro de 2021.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Implementing Lean Construction: Understanding and action**. 1998. Disponível em: < [https://leanconstruction.org/uploads/media/files/shares/readings/Implementing\\_Lean\\_Construction\\_Understanding\\_and\\_Action.pdf](https://leanconstruction.org/uploads/media/files/shares/readings/Implementing_Lean_Construction_Understanding_and_Action.pdf) >. Acesso em 31 de outubro de 2021.

BERTELSEN, S. **Lean Construction: Where are we and how to proceed?** 2004. Disponível em: < [https://leanconstruction.org/uploads/wp/media/docs/ktll-add-read/Lean\\_Construction\\_Where\\_Are\\_We\\_And\\_How\\_To\\_Proceed.pdf](https://leanconstruction.org/uploads/wp/media/docs/ktll-add-read/Lean_Construction_Where_Are_We_And_How_To_Proceed.pdf) >. Acesso em: 07 de novembro de 2021.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Produtividade da Construção Civil Brasileira**. 2015. Disponível em: < <http://www.cbicdados.com.br/menu/estudos-especificos-da-construcao-civil/produtividade-da-construcao-civil-brasi> (CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção , 2021)leira >. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Sondagem Indústria da Construção**. 2021. Disponível em: < <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2021/08/sondagemindconstrjul2021v5.pdf> >. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

DAVIDSON, R. **Last Planner System – Business Process Standard and Guidelines**. 2013. Disponível em: <

[https://leanconstruction.org/uploads/wp/media/docs/chapterpdf/israel/Last\\_Planner\\_System\\_Business\\_Process\\_Standard\\_and\\_Guidelines.pdf](https://leanconstruction.org/uploads/wp/media/docs/chapterpdf/israel/Last_Planner_System_Business_Process_Standard_and_Guidelines.pdf) >. Acesso em 10 de outubro de 2021.

FORMOSO, C.; BERNARDES, M.; OLIVEIRA, L.; & OLIVEIRA, K. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. 1999. Disponível em: <

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/198813/000296598.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >. Acesso em 31 de outubro de 2021.

GUIA DA ENGENHARIA. **Entendendo o diagrama de redes do seu projeto**. 18 jan. 2019. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/diagramas-redes-elementos/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

HOWELL, G. **What is Lean Construction**. 1998. Disponível em: <

<https://leanconstruction.org.uk/wp-content/uploads/2018/09/Howell-1999-What-Is-Lean-Construction-1999.pdf> >. Acesso em: 31 de outubro de 2021.

KEMMER, S.; HEINECK, L.; BRITO, F.; BEZERRA, B.; & CARDOSO, H.

**Planejamento de médio prazo: contribuição ao gerenciamento do plano com base em aplicação prática**. 2006. Disponível em: <

<http://docplayer.com.br/62651556-Planejamento-de-medio-prazo-contribuicao-ao-gerenciamento-do-plano-com-base-em-aplicacao-pratica.html> >. Acesso em 04 de dezembro de 2021.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. Disponível em: <

[https://www.researchgate.net/publication/35018344\\_An\\_Exploration\\_Towards\\_a\\_Production\\_Theory\\_and\\_its\\_Application\\_to\\_Construction](https://www.researchgate.net/publication/35018344_An_Exploration_Towards_a_Production_Theory_and_its_Application_to_Construction) >. Acesso em: 03 de novembro de 2021.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**.

1992. Disponível em: < <https://leanconstruction.org/uploads/wp/media/docs/Koskela-TR72.pdf> >. Acesso em: 03 de novembro de 2021.

KOSKELA, L. **Management of production in construction: a theoretical view**.

1999. Disponível em: <

[https://www.researchgate.net/publication/2323248\\_Management\\_Of\\_Production\\_In\\_Construction\\_A\\_Theoretical\\_View](https://www.researchgate.net/publication/2323248_Management_Of_Production_In_Construction_A_Theoretical_View) >. Acesso em: 31 de outubro de 2021.

LAUFER, A, & TUCKER, R. **Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role, and process**. 1987.

LUCIDCHART. **O que é e como fazer gráfico de Gantt**. Disponível em:

<https://www.lucidchart.com/pages/pt/o-que-e-grafico-de-gantt/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

MACHADO, R. **Um modelo de PCP de curto prazo para a construção civil**. 2009.

Disponível em: < <https://www.researchgate.net/publication/333745178> >. Acesso em: 12 de outubro de 2021.

MACOMBER, H.; HOWELL, G. **Two Great Wastes in Organizations: a typology for addressing the concerns for the underutilization of human potential**. 2004.

Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/303632476\\_Two\\_Great\\_Wastes\\_in\\_Organizations\\_the\\_source\\_of\\_untapped\\_inventiveness\\_talents\\_and\\_wisdom\\_a\\_typology\\_for\\_addressing\\_the\\_concern\\_for\\_the\\_underutilization\\_of\\_human\\_potential](https://www.researchgate.net/publication/303632476_Two_Great_Wastes_in_Organizations_the_source_of_untapped_inventiveness_talents_and_wisdom_a_typology_for_addressing_the_concern_for_the_underutilization_of_human_potential) >. Acesso em: 04 de dezembro de 2021;

MAGALHÃES, R.; MELLO, L.; & BANDEIRA, R. **Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro**. 2018.

Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/gp/a/c6TYKdKRG9ZdKvC8ZrSz9YR/abstract/?lang=pt> >. Acesso em 31 de outubro de 2021.

MUBARAK, S. **Construction Project scheduling and control (2. Ed)**. New Jersey: John Wiley & Sons. 2010

OLIVIERI, H.; GRANJA, A. D.; & PICCHI, F. A. **Planejamento tradicional, Location-Based Management System e Last Planner System: um modelo integrado, Ambiente Construído**, 2016. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/ac/a/hgNBcP7YfBXVYpzV3QsCkrJ/abstract/?lang=pt> >, Acesso em 31 de outubro de 2021.

PREVISION. **O que é linha de balanço**. Disponível em:

<https://www.prevision.com.br/blog/linha-de-balanco-o-que-e/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SHINGO, S. **A study of the Toyota Production System**. Revised Edition. Cambridge: Productivity Press, 1989.

SLACK, N; JONES, A. B; Johnston, R. **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

TOMASI, A. P. N. **A modernização da construção civil e os impactos sobre a formação do engenheiro no contexto atual de mudanças**. Revista Educação Tecnológica, Belo Horizonte (MG), v. 10, n. 2, p. 39-45, dez. 2005.

VARGAS, F; & FORMOSO, C. **Método para planejamento e controle da produção baseado em zonas de trabalho com apoio de BIM**. 2019. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/ac/a/RdqkWVNHgWy5hdSLVrLknQj/?lang=pt> >, Acesso em: 31 de outubro de 2021.

YIN, R. **Estudo de caso – Planejamento e Métodos**. Bookman. 2003

ZAFALON, A.; SILVA, B. **Construção civil: Importância de Planejamento de obras**. 2019. Disponível em: <

[https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/construcao\\_civil-\\_importancia\\_do\\_planejamento\\_de\\_obras.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/construcao_civil-_importancia_do_planejamento_de_obras.pdf) >. Acesso em 23 de outubro de 2021.

**APÊNDICE A - Formulário de planejamento de curto prazo**





## **APÊNDICE B - Planejamento de longo prazo (Etapa 2)**

