

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE  
CURSO DE ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA

JONATHAN RAFAEL CRISTOFOLINI

COMPARAÇÃO DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA PRÓPRIA COM A MÃO DE  
OBRA TERCEIRIZADA, ATRAVÉS DO SISTEMA LAST PLANNER DE  
PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO - ESTUDO DE CASO

Joinville  
2018

JONATHAN RAFAEL CRISTOFOLINI

COMPARAÇÃO DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA PRÓPRIA COM A MÃO DE  
OBRA TERCEIRIZADA, ATRAVÉS DO SISTEMA LAST PLANNER DE  
PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO - ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia de Infraestrutura,  
no curso Engenharia de Infraestrutura da  
Universidade Federal de Santa Catarina,  
Centro Tecnológico de Joinville.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Hastenpflug

Joinville  
2018

## RESUMO

A construção civil pouco se desenvolveu em seus processos gerenciais ao longo do tempo, ficando para trás se comparado com outros setores da indústria de manufatura. Para fazer com que o processo seja mais eficiente, algumas construtoras apostaram em um sistema de Planejamento e Controle de Produção. Este sistema para a construção civil é denominado de *Last Planner*. Contudo, mesmo com este sistema sendo mais difundido, se apresentando como um sistema mais produtivo, algumas construtoras optaram por trocar sua mão de obra própria pela terceirização na tentativa de aumentar a produtividade. A subcontratação e terceirização se tornou uma prática comum, porém as dificuldades de se administrar uma equipe externa no empreendimento, podem fazer com que a produtividade da obra seja comprometida. Portanto, esta monografia reproduzirá a comparação da produtividade da mão de obra própria em relação a mão de obra terceirizada, quantificando a aderência ao planejamento através de indicadores. A forma de obtenção dos dados para comparação será através de estudo de caso. O estudo trará o conceito, a origem, os cálculos dos indicadores de produção e o impacto no avanço da obra. A obra escolhida está localizada ao norte de Santa Catarina, na cidade de Joinville. A busca pela referência bibliográfica, em conjunto com a análise dos dados coletados, irão visar o melhor entendimento do sistema de planejamento e controle de produção, *Last Planner*, bem como analisar os indicadores de produção gerados por este controle.

**Palavras-chave:** *Last Planner*. Construção civil. Mão de obra.

## ABSTRACT

The civil construction has developed little in its managerial processes over the time, lagging behind compared to other sectors of the manufacturing industry. To make the process more efficient, some construction companies have opted for a Production Planning and Controlling system. This system for civil construction is named *Last Planner*. Even with this system being more widespread, presenting itself as a more productive system, some contractors opted to change their own workforce by outsourcing in an attempt to increase the productivity. Subcontracting and outsourcing has become a common practice. However, the difficulties of managing an external team in the site can compromise the work's productivity. Therefore, this monograph will reproduce a comparison of productivity between own workforce and outsourced labor. Quantifying the adhesion of the planning through productivity indicators. The way to obtain the comparison will be through study case. The study will bring the concept, the origin, the production indicators calculus and the impact on construction development. The selected building is located on north of Santa Catarina, in the city of Joinville. The bibliography research, summed with the analysis of the collected data, will reach the better understanding of the Last Planner planning and controlling system. The research will analyze the production indicators generated by this system.

**Keywords:** Last Planner. Civil Construction. Workforce.

"A felicidade só é real quando  
compartilhada"

---

Alexander Supertramp

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processo de planejamento horizontal . . . . .	12
Figura 2 – Preparação de Planos - Gantt tradicional . . . . .	14
Figura 3 – Preparação de Planos - CPM/PERT . . . . .	15
Figura 4 – Preparação de Planos - Linha de Balanço . . . . .	16
Figura 5 – Preparação de Planos - Linha de Balanço . . . . .	16
Figura 6 – Last Planner - Dever, poder e fazer . . . . .	18
Figura 7 – Last Planner - Hierarquização do Planejamento . . . . .	19
Figura 8 – Last Planner - Exemplo de Médio Prazo . . . . .	21
Figura 9 – Last Planner - Lookahead work flow . . . . .	22
Figura 10 – Last Planner - Exemplo de Curto Prazo . . . . .	25
Figura 11 – Last Planner - Procedimento plano de comprometimento . . . . .	25
Figura 12 – Valores referência de PPC . . . . .	27
Figura 13 – Causas de não cumprimento de planos . . . . .	28
Figura 14 – PPCP para MOT . . . . .	44
Figura 15 – PPC para MOT . . . . .	44
Figura 16 – PPCP para MOP . . . . .	45
Figura 17 – PPC para MOP . . . . .	46
Figura 18 – Pareto de Causas para MOT . . . . .	47
Figura 19 – Pareto de Causas para MOP . . . . .	47
Figura 20 – Linha de Balanço Ideal MOT . . . . .	49
Figura 21 – Linha de Balanço Real MOT . . . . .	50
Figura 22 – Linha de Balanço Ideal MOP . . . . .	51
Figura 23 – Linha de Balanço Real MOP . . . . .	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de Causas . . . . .	37
Tabela 2 – Tempo ideal de execução em dias úteis para cada atividade estudada	39
Tabela 3 – Planejamento Mestre . . . . .	41
Tabela 4 – Planejamento Mestre Mão de Obra Terceirizada - Caso A . . . . .	41
Tabela 5 – Planejamento Mestre Mão de Obra Própria - Caso B . . . . .	42
Tabela 6 – Planejamento de Comprometimento . . . . .	43
Tabela 7 – Planejamento de Curto Prazo para MOT . . . . .	44
Tabela 8 – Planejamento de Curto Prazo para MOP . . . . .	45
Tabela 9 – Atividades do planejamento separadas por semana e pavimento MOT	48
Tabela 10 – Atividades executadas separadas por semana e pavimento MOT . .	48
Tabela 11 – Ritmo de produção MOT e MOP . . . . .	52
Tabela 12 – VarPrazo e DP para MOT e MOP . . . . .	53
Tabela 13 – Comparação indicadores MOT e MOP . . . . .	53

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivo Geral</b>	<b>9</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Planejamento</b>	<b>11</b>
2.1.1	Planejamento Horizontal	11
2.1.2	Preparação dos Planos	13
2.1.2.1	Diagrama de Gantt - Gráfico de barras	13
2.1.2.2	Método do Caminho Crítico - CPM/PERT	14
2.1.2.3	Linha de balanço	15
2.1.3	Planejamento Vertical	17
<b>2.2</b>	<b>Planejamento e Controle de Produção - PCP</b>	<b>17</b>
2.2.1	Planejamento de longo prazo - Estratégico	19
2.2.2	Planejamento de médio prazo - Tático	20
2.2.3	Remoção de restrições	22
2.2.4	Transparência da informação	23
2.2.5	Planejamento de curto prazo - Operacional	23
2.2.6	Indicadores de Produção	26
2.2.6.1	Percentual de planos concluídos - PPC	26
2.2.6.2	Causas do não cumprimento de planos	27
2.2.6.3	Desvio de prazo - DP	29
2.2.6.4	Desvio de custo - DC	29
<b>2.3</b>	<b>Mão de Obra</b>	<b>30</b>
2.3.1	Terceirização de mão de obra	30
2.3.2	Mão de Obra Própria	31
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>33</b>
<b>3.1</b>	<b>Delineamento da Pesquisa</b>	<b>33</b>
3.1.1	Característica do Empreendimento em estudo	34
3.1.2	Característica de PCP Construtora	35
3.1.2.1	Característica do Planejamento de Longo Prazo da Construtora	35
3.1.2.2	Característica do Planejamento de Médio Prazo da Construtora	35
3.1.2.3	Característica do Planejamento de Curto Prazo da Construtora	36
3.1.3	Característica de mão de obra	37
3.1.4	Característica de cadeia de Suprimentos	38



3.1.5	Serviços Analisados no estudo . . . . .	39
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO . . . . .</b>	<b>40</b>
4.1	Planejamento Mestre . . . . .	40
4.2	Planejamento de Comprometimento, Índices de PPC e PPCP . .	42
4.3	Causas de não cumprimento dos planos . . . . .	46
4.4	Linha de Balanço . . . . .	48
4.5	Desvio de Prazo (DP) . . . . .	53
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES . . . . .</b>	<b>54</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>56</b>
	<b>APÊNDICE A . . . . .</b>	<b>58</b>
	<b>APÊNDICE B . . . . .</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil pouco se desenvolveu em seu processo de gerenciamento ao longo dos últimos anos, ficando para trás comparado a outros setores da indústria de manufatura. Mesmo com grande importância sobre o Produto Interno Bruto (PIB) do país, pouco deste recurso tem seu destino ao desenvolvimento dos processos empresariais. Segundo Kureski et al. (2008) o PIB do macro setor da Construção Civil corresponde a 7,59%. Além do baixo interesse em desenvolver o setor gerencial, alguns fatores como a baixa qualificação de mão de obra, resistência a mudanças por parte da alta administração, falta de um planejamento assertivo e baixo controle do estoque, fez com que a indústria da construção civil não se desenvolvesse de acordo com o aumento da complexidade dos seus empreendimentos, tornando o setor da construção civil altamente custoso e pouco produtivo.

Visando melhorar as características negativas do setor, é que parte da indústria da construção civil passou a utilizar o sistema de planejamento e controle de produção *Last Planner*. Mesmo assim existem fatores externos que podem fazer com que a produtividade do setor continue baixa e altamente custosa. Neto (1995) explica que o acirramento da concorrência empresarial no setor da construção civil, fez com que muitas empresas decidissem trocar sua mão de obra própria (MOP) para a terceirização, na tentativa de aumentar a produtividade e diminuir os altos custos tributários da MOP. Por outro lado, Beardsworth et al. (1988) expõe as dificuldades no gerenciamento das equipes de mão e obra terceirizada (MOT), alegando menor controle sobre o colaborador, uma vez que os mesmos respondem a uma empresa terceira ao empreendimento, sendo necessário um encarregado como ponte entre obra e colaboradores. Esta ligação indireta com os trabalhadores que atuam na obra, pode fazer com que a aderência ao planejamento proposto pelo profissional *Last Planner* seja afetado, diminuindo a produtividade da obra como um todo.

### 1.1 Objetivo Geral

Portanto, esta pesquisa propõe-se a comparar a produção de equipes de MOT e MOP, utilizando como ferramenta assistiva, o sistema de planejamento e controle de produção *Last Planner*, visando demonstrar, para um mesmo cenário, qual das duas mãos de obra tem a maior produtividade.

## 1.2 Objetivos Específicos

Para que este objetivo fosse alcançado, fez-se necessário desenvolver objetivos secundários:

- a. Abordar as características da mão de obra própria e terceirizada;
- b. Revisar conceitos de planejamento e controle de produção;
- c. Desenvolver uma abordagem geral do sistema de *Last Planner*;
- d. Determinar os indicadores de produtividade a serem utilizados para comparação;

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Planejamento

Existem várias definições para planejamento. Para Formoso et al. (1999 apud BERNARDES et al., 2001, p. 17), o planejamento é definido como "o processo de tomada de decisão que envolve o estabelecimento de metas e dos procedimentos necessário para atingi-las, sendo efetivo quando seguido de um controle".

Para Ballard e Howell (1998), planejamento é o produto entre cronograma, orçamento e detalhamento dos passos a serem seguidos, somados das dependências entre atividades a serem respeitadas. Quando a produção é iniciada, o gerenciamento requer esforços para controlar estes passos.

Laufer e Tucker (1988) apontam que em geral o planejamento não é considerado um processo gerencial, utilizando informações pouco consistentes ou em muitas vezes baseadas na experiência das empreiteiras. O autor ainda refere-se ao planejamento como uma combinação de técnicas de preparação de plano.

Bernardes et al. (2001) acusam que a deficiência de um bom planejamento e o controle deste está entre as principais causas de baixa produtividade e qualidade do produto no setor da construção civil. Para Magalhães, Mello e Bandeira (2017) um bom planejamento é essencial para diminuir atrasos, balancear a mão de obra a ser utilizada e coordenar atividades com múltiplas interdependências, também ideal para aumentar a produtividade do setor.

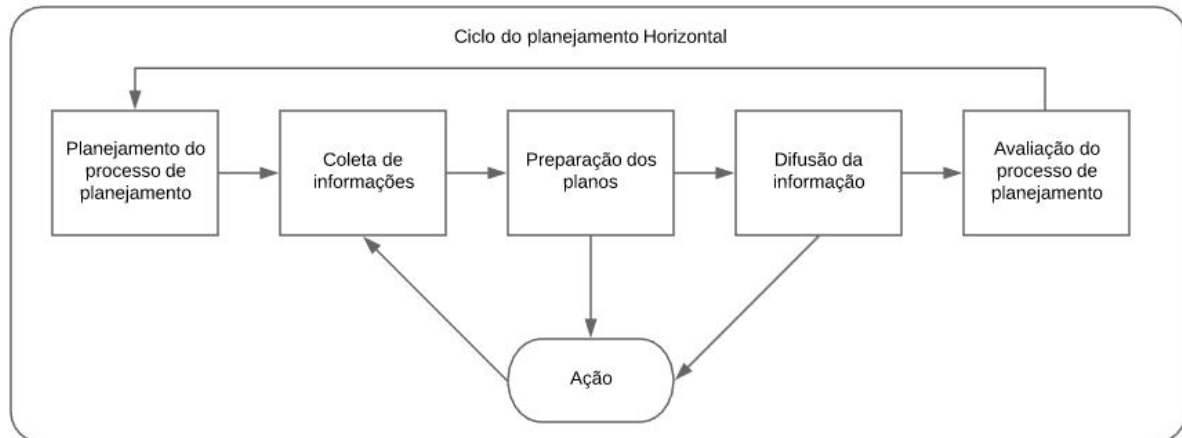
Para obter um planejamento com qualidade, Laufer e Tucker (1988) sugerem que este processo passe por quatro etapas: definir as atividades a serem realizadas, como realizá-las, quem irá executá-las e quando serão executadas. Moura (2008) divide o processo de planejamento em dois horizontes: planejamento vertical e horizontal. O planejamento horizontal refere-se ao planejamento e controle da produção, em que envolve o processo de planejamento, coleta de informações, preparação dos planos e avaliação da eficiência destes planos. O planejamento vertical refere-se à "como as etapas são articuladas entre os diferentes níveis gerenciais de uma organização"(LAUFER; TUCKER, 1988 apud WANDERLEY, 2005, p. 20).

#### 2.1.1 Planejamento Horizontal

A Figura 1 demonstra o processo de planejamento horizontal (LAUFER; TUCKER, 1988). Percebe-se que há um ciclo de replanejamento, inicia-se no

planejamento de como será feito o processo de planejamento, partindo então para coleta de informações, preparação dos plano e difusão da informação, terminando em avaliação do que foi planejado.

Figura 1 – Processo de planejamento horizontal



Fonte adaptada: Laufer e Tucker (1988)

A primeira e a última etapa são fixas, diferente das etapas intermediárias que são repetidas durante o andamento da obra. JUNIOR e JUNIOR (2010) detalha as cinco etapas do planejamento:

a) Planejamento do processo de planejamento: Este passo envolve a padronização do processo de planejamento, determinando as diretrizes para execução do planejamento. Nesta etapa é feita a definição dos participantes no planejamento e controle junto de suas responsabilidades. Define-se os níveis de hierarquização do planejamento e a periodicidade em que este planejamento será executado. Nesta fase ainda é determinado o nível de detalhamento das divisões e subdivisões do planejamento assim como as técnicas a serem utilizadas.

b) Coleta de informações: Antes de se iniciar o empreendimento busca-se informações técnicas, de contrato da obra e das metas globais estabelecidas pela alta gerência. Após iniciar a obra, esta etapa de coleta de informações é voltada para a obtenção contínua de informação do estado atual do empreendimento em relação a produção, contratos, clima e recursos.

c) Preparação dos plano: Nesta etapa são criados os planos da obra com ferramentas de planejamento como Diagrama de Gantt, *Critical Path Method* (CPM), do inglês, Método do Caminho Crítico, *Program Evaluation Review Technique* (PERT), em português, Técnica de avaliação e revisão de programasPERT, Linha de Balanço ou ainda a união do PERT e CPM.

d) Difusão da informação: Koskela (1992) aponta que a falta de transparência e difusão da informação favorece à erros, resultando na redução de visibilidade, diminuindo em consequência à motivação pela melhora contínua do processo. Por isso,

esta etapa refere-se à difusão desta informação, buscando a tomada de ações quando necessário.

e) Avaliação do processo de planejamento: Neste processo são feitas as avaliações da assertividade do planejamento, alimentando o replanejamento com informações obtidas pela obra.

O planejamento horizontal é um ciclo constante de replanejamento da obra, modificando as metas intermediárias do empreendimento de acordo com o seu andamento, adiando ou atrasando objetivos secundários para alcançar as metas globais.

### 2.1.2 Preparação dos Planos

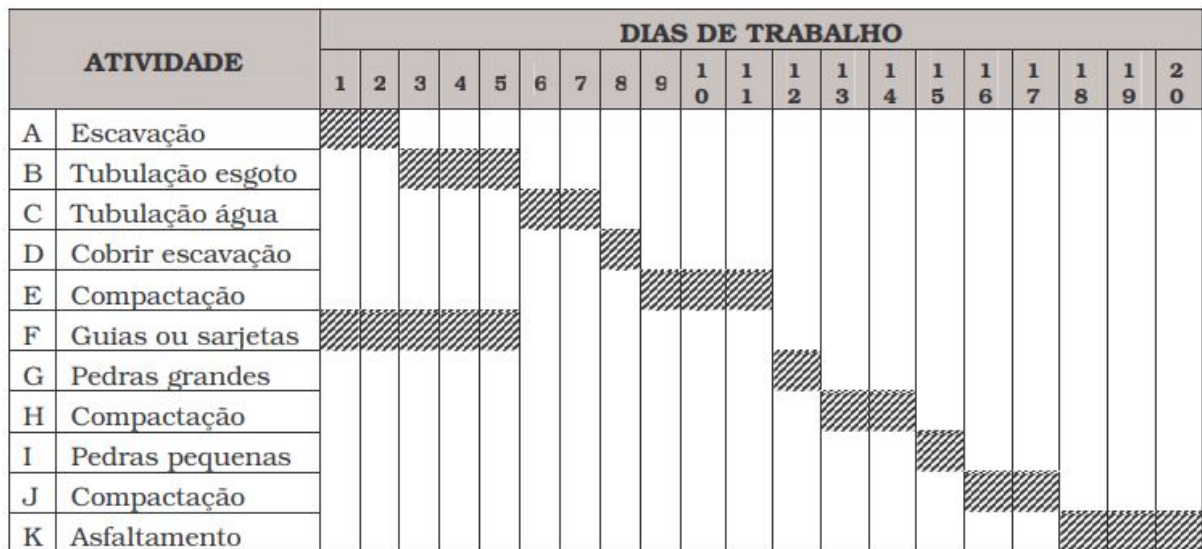
Para a preparação de um plano de obra é necessário um escopo. Para isso exige-se a identificação de todas as atividades que serão executadas durante as fases da obra e o detalhamento das mesmas. Ao identificar as atividades, é necessário fazer a separação das atividades que agregam ou não valor à Estrutura Analítica do Projeto (EAP) (JUNIOR; JUNIOR, 2010). Segundo o autor, as atividades que não agregam valor não devem ser automaticamente descartadas, pois apesar de não agregarem valor à EAP, podem ser importantes para manutenção do fluxo das atividades. As atividades que não agregam valor e nem ao fluxo devem ser eliminadas automaticamente do planejamento (JUNIOR; JUNIOR, 2010). Com as atividades já separadas e definidas, é hora de demonstrar visualmente o planejamento. Para isso podem ser utilizadas ferramentas de planejamento como: Diagrama de Gantt, Método do Caminho Crítico CPM/PERT e Linha de Balanço.

#### 2.1.2.1 Diagrama de Gantt - Gráfico de barras

O gráfico em barras, conhecido como Diagrama de Gantt, foi criado por Henry L. Gantt em 1917 (BORGES et al., 2013). O diagrama foi criado como instrumento de controle da produção de suprimentos militares para guerra em 1918 onde sua primeira publicação foi o planejamento da manufatura de itens de guerra (ALFORD, 1934). O planejamento através do gráfico de Gantt é tão claro e simples que pode ser entendido em seus detalhes ou como um todo por qualquer pessoa, não somente para a alta gerência (ALFORD, 1934).

Portanto o projeto deve ser dividido em tarefas pouco detalhadas e que possam ser facilmente controladas para a criação do gráfico de Gantt. Cada tarefa possui sua duração estimada que são representadas por barras horizontais, datando o início e fim de cada atividade. De acordo com o Alford (1934), o elemento principal da produção não é a quantidade, mas o tempo.

Figura 2 – Preparação de Planos - Gantt tradicional



Fonte: Peinado e Graeml (2007)

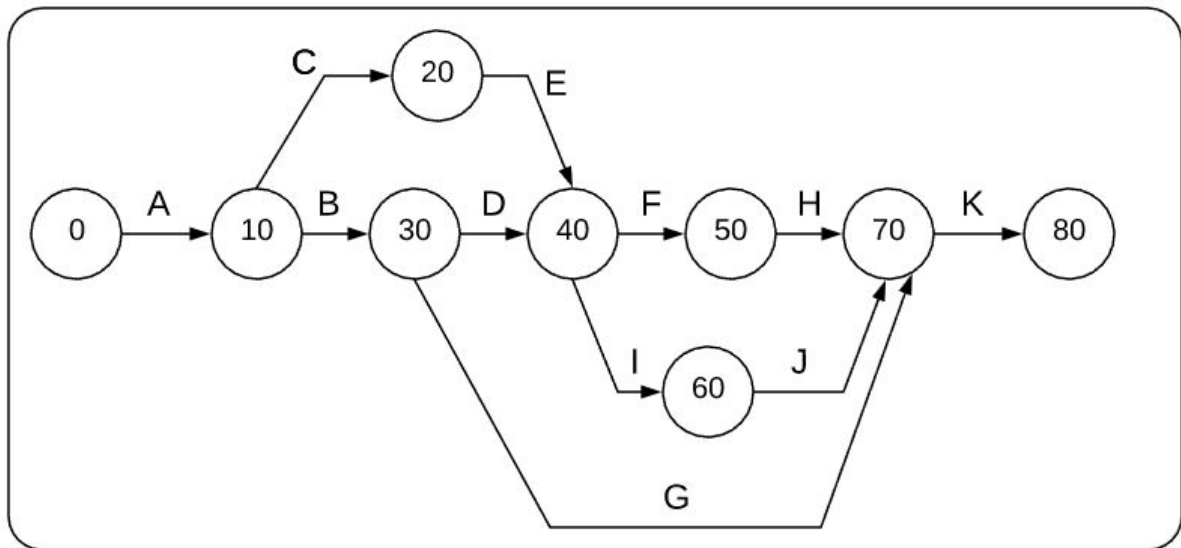
Na Figura 2 pode ser observado um exemplo de planejamento utilizando a metodologia proposta por Gantt para o projeto de pavimentação de uma rua em um bairro urbano (PEINADO; GRAEML, 2007). O mesmo modelo pode ser utilizado para uma edificação por exemplo. Os diagramas de Gantt mais atuais possuem link de interdependência entre atividades. Quando somados de uma análise de caminho crítico podem possuir folgas associadas a cada tarefa (PEINADO; GRAEML, 2007).

#### 2.1.2.2 Método do Caminho Crítico - CPM/PERT

O método CPM em conjunto do método PERT formam o método CPM/PERT. De acordo com Bernardes et al. (2001), essa técnica é indispensável para a criação dos planos.

Esta metodologia de criação de planos permite que sejam indicadas lógicas entre interdependências de atividades do projeto, possibilitando ainda a identificação do caminho crítico. O caminho crítico pode ser simplificado como atividades interligadas onde o atraso destas promovem o atraso da obra como um todo. Nem todas as atividades são caminho crítico da obra, e este método permite identificar quais os são (MATTOS, 2010).

Figura 3 – Preparação de Planos - CPM/PERT



Fonte adaptada: Mattos (2010)

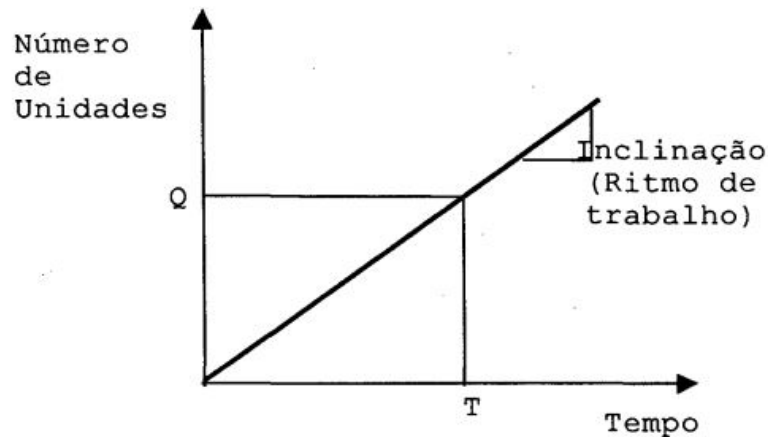
A Figura 3 é um exemplo básico de um diagrama CPM/PERT. As atividades são representadas pelas letras e os eventos pelos números. Cada atividade possui um tempo de execução associado, podendo determinar o tempo de folga em relação ao caminho crítico para cada atividade (MATTOS, 2010).

#### 2.1.2.3 Linha de balanço

De acordo com Junior et al. (1999, p. 33) a linha de balanço é "nada mais que um diagrama quantidade-tempo (i.e., uma curva de produção) para todo o processo". Para um determinado tempo de obra haverá um número  $x$  de unidades concluídas. Portanto fornece o ritmo de produção e informação do tempo de processo de forma rápida, sendo esta a vantagem do uso desta metodologia. Utilizando esta forma de representação, é fácil identificar o erro na programação das tarefas de empreendimentos que utilizam de produção repetitiva, identificando as dificuldades desta produção (JUNIOR et al., 1999).



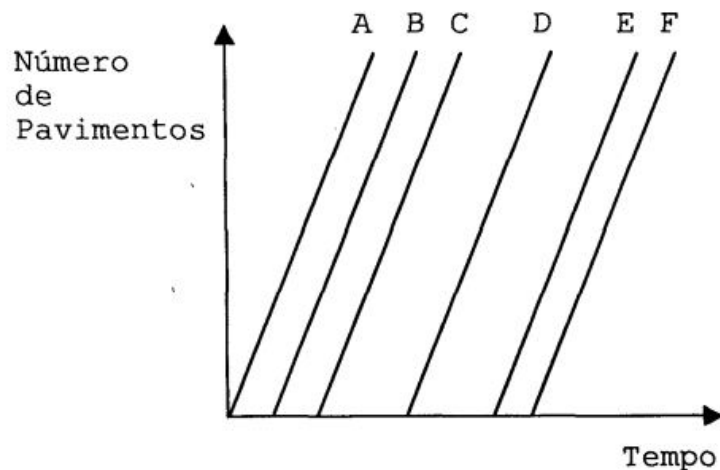
Figura 4 – Preparação de Planos - Linha de Balanço



Fonte adaptada: Junior et al. (1999)

A Figura 4 demonstra a inclinação da curva, representando o ritmo daquela unidade. No eixo x tem-se o tempo a métrica de tempo, e o eixo y o número de unidades produzidas ao longo do tempo. Traçando uma reta vertical a partir do eixo x de tempo, ao interceptar a linha de balanço e traçar uma reta horizontal interceptando o eixo y, obtêm-se o número de unidades naquele instante. A inclinação é obtida através da relação do tempo e do número de unidades.

Figura 5 – Preparação de Planos - Linha de Balanço



A - Formas	D - Desforma
B - Armaduras	E - Descimbramento
C - Concretagem	F - Alvenaria

Fonte adaptada: Junior et al. (1999)

A Figura 5 exemplifica o processo como um topo, onde a distância entre as curvas representam as esperas de tempo entre a execução das tarefas na mesma

unidade, tornando a interdependência entre tarefas mais visual e numérica.

### 2.1.3 Planejamento Vertical

De acordo com Laufer e Tucker (1988), planos altamente detalhados em todos os níveis podem se demonstrar ineficientes devido ao alto grau de incerteza da construção civil, resultando em maior esforço para o processo de replanejamento. O autor ainda sugere que o nível de detalhamento deve variar de acordo com a aproximação da implantação. Por isso, é necessário desenvolver níveis diferentes no planejamento para controlar o grau de detalhamento e grau do controle do processo. Hopp e Spearman (1996) sugerem para a indústria de manufatura três níveis de planejamento: estratégico, tático e operacional. Ballard (2000) traduz para a construção civil como: Planejamento de Longo Prazo (Estratégico), Planejamento de Médio Prazo (Tático) e Planejamento de Comprometimento (Operacional).

Para Wanderley (2005), no nível estratégico é que são respondidas questões primordiais do empreendimento como: Quais são metas globais do empreendimento? Como deverá ser a produção? Onde se construir? Como financiar e vender a produção? Onde obter materiais? Como conduzir a produção? São perguntas feitas e respondidas pela alta gerência do empreendimento. Este nível deve proporcionar um ambiente propício à alcançar os objetivos da construtora, combinando capacidade, força de trabalho e local (HOPP; SPEARMAN, 1996).

O nível tático condiz com o período em que devem ser separados os pacotes de trabalho, determinando o que deverá ser produzido e por quem, providenciando os recursos necessário para tal. Neste nível também é determinado o sequenciamento lógico das atividades a serem executas em um período limitado de tempo procurando um fluxo contínuo de atividades (BALLARD; HOWELL, 1998).

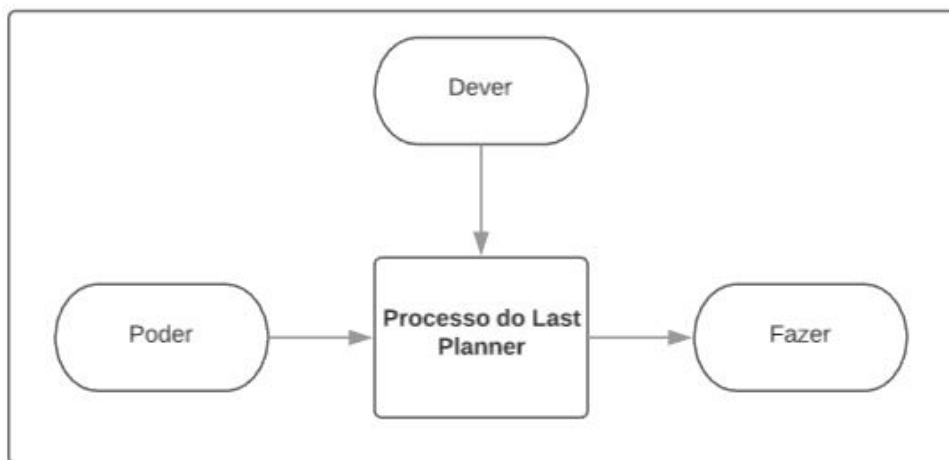
Finalmente o nível operacional é o nível mais próximo da implantação do empreendimento, responsável pelo planejamento e controle da produção em um curto período de tempo. Aqui são designados trabalhos para as equipes da obra, analisando o comprometimento delas perante planejamento. Nesta etapa também são observadas as recorrências de problemas na produção, coletando informações para utilizar no nível tático e estratégico (HOPP; SPEARMAN, 1996).

## 2.2 Planejamento e Controle de Produção - PCP

Ballard (2000) cita que as atividades mais complexas da obra necessitam de um controle por diferentes pessoas, em diferentes setores da organização e em diferentes fases do projeto durante a vida da obra. Quando o planejamento de uma construção é assertivo, a tendência da organização é focar nas metas globais de produção, removendo todas as restrições para concluir as atividades. Partindo de um

futuro distante a um futuro mais próximo, onde um planejamento mais específico é necessário para alcançar as metas de longo prazo. E então, alguém (indivíduo ou grupo) determinará quais atividades específicas serão feitas no presente. De acordo ainda com Ballard (2000), importando o conceito de PCP da indústria de manufatura, o profissional que faz o papel do PCP na construção civil e responsável pela determinação destas atividades é conhecido como *Last Planner* (LP). O *Last Planner* determina, dentre as atividades planejadas de curto prazo, o que será feito, respeitando ao máximo a linha tênue entre o que deverá ser feito e o que pode ser feito (BALLARD, 2000).

Figura 6 – Last Planner - Dever, poder e fazer



Fonte adaptada: Ballard (2000)

A Figura 6 demonstra o papel do LP na tomada de decisão em adicionar ou não a atividade para ser executada. Esta forma de controle faz com que a produção tenda a se corrigir ao decorrer do tempo, ora adiantando atividades e ora atrasando-as. O adianto ou atraso de atividades depende basicamente de três setores, produção, suprimentos e engenharia.

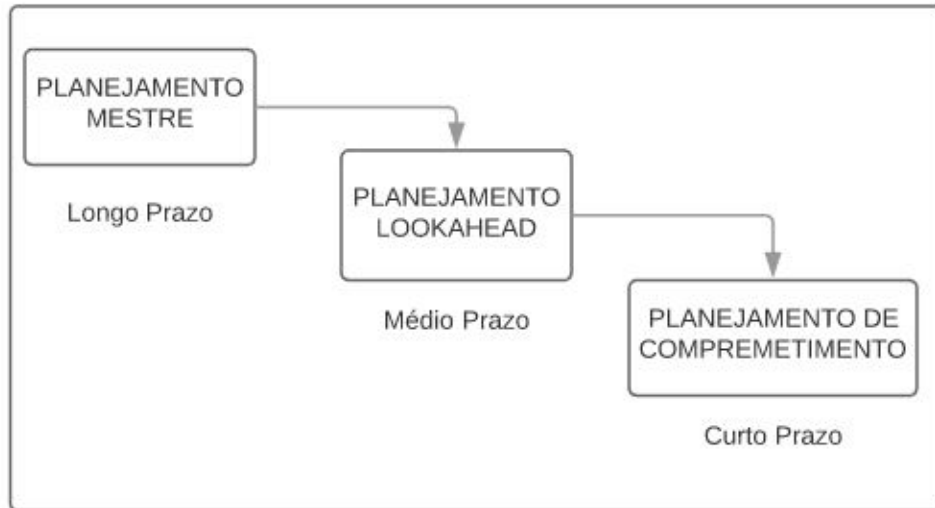
O mecanismo tradicional de produção é baseado na produção empurrada em que a data da execução da atividade é fixada e determinada pelo setor de planejamentos. E, para que esta atividade seja executada, gera-se a necessidade de material para o setor de suprimentos. Independente do insumo chegar ou não a tempo, a atividade é programada para execução.

O sistema *Last Planner*, envolve um conceito diferente, fundada na produção puxada. Somente será programada as atividades em que todos os recursos estão disponíveis, materiais e serviços, antes mesmo de serem programadas para execução (BALLARD, 2000). Respeitando o fluxo da Figura 6, se a necessidade gerada pode ser feita, então será programada, caso contrário não.

De acordo com Moura (2008), o LP adota um sistema de hierarquização de planejamento, evitando precocemente o detalhamento exacerbado dos planos. O sistema está dividido normalmente em três níveis: Longo Prazo, Planejamento

*Lookahead* e Planejamento de Comprometimento. Figura 7.

Figura 7 – Last Planner - Hierarquização do Planejamento



Fonte adaptada de Ballard e Howell (1998)

Ballard e Howell (1998) sintetizam estes níveis, iniciando com o longo prazo como um acordo de produção planejada (baixo detalhamento), seguido do *Lookahead* como coordenação de material e determinação da capacidade de trabalho. Por último, o curto prazo, sendo uma ordem de atividades a serem executadas em conjunto do controle da produção.

### 2.2.1 Planejamento de longo prazo - Estratégico

Ballard e Howell (1998) descreve o planejamento mestre, ou de longo prazo, como fornecedor das informações globais de cronograma e orçamento, além de ser orientador das metas globais a serem alcançadas pelo empreendimento. Destas metas globais podem ser extraídas as datas de conclusão e entrega do empreendimento. De acordo com Codinhoto (2003), neste nível de planejamento as atividades são minimamente detalhadas, mais direcionado para estabelecer o ritmo de produção da obra. Tommelein e Ballard (1997) ainda referem-se ao planejamento mestre como incorporador de metas estratégicas, voltado à alta gerência do empreendimento, prevendo as atividades que estão por vir com intenção de preparar a construtora para estes eventos.

Com as datas pré-estabelecidas no longo prazo, busca-se antecipar a requisição de recursos que exigem um maior prazo de entrega (*lead time*). A antecipação não somente é dada para recursos materiais, mas também pode ser dada para a contratação de mão de obra e serviços (MOURA, 2008).

Codinhoto (2003) justifica o baixo detalhamento do planejamento, nesta etapa, devido ao grau de incerteza elevado proporcionado pelos longos prazos de execução

dos empreendimentos. No decorrer da execução da obra os cronogramas de execução são atualizados e o detalhamento de forma mais primitiva acaba minimizando os esforços para esta atualização (CODINHOTO, 2003).

### 2.2.2 Planejamento de médio prazo - Tático

Devido ao planejamento de longo prazo ser muito abstrato e pouco detalhado, não especifica as necessidades reais das semanas atuais da obra (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). Por isso, o gerenciamento dos recursos para realização das atividades é feito em um prazo limitado de tempo, fazendo com que seja mais tangível a administração. De acordo com Tommelein e Ballard (1997), este prazo varia entre três a quatro semanas. O médio prazo limita-se a estas semanas do empreendimento e o processo de análise deste período é chamado de *Lookahead* (do inglês, olhar à frente). Moura (2008) cita ainda que o período do *Lookahead* pode variar entre duas semanas à três meses, dependendo da complexidade e duração da obra.

De acordo com Tommelein e Ballard (1997), um plano de *Lookahead* deverá conter um pacote de atividades no qual seja possível identificar e remover suas restrições em tempo hábil para execução. O autor ainda aponta que o plano deve conter ações agrupadas com interdependências para manter o sequenciamento da produção, ajustando carga e capacidade de trabalho com um estoque de atividades reservas, prontas para serem executadas.

Para entender um pouco melhor sobre o processo de *Lookahead*, pode ser exemplificado com uma atividade que em determinada fase da obra deverá ser executada em quatro semanas a frente do dia de planejamento, estando dentro do cronograma de médio prazo. Porém, se para esta atividade ainda não se tem a certeza que dentre as três semanas a frente não se terá todos os recursos para execução, esta atividade terá seu cronograma modificado e postergado para o próximo planejamento de *Lookahead* (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). Podem ainda serem feitos planos de ação para remover suas restrições, tanto de recursos materiais como de serviços, para que seja possível realizar esta atividade ainda dentro do *lookahead* atual.

A Figura 8 é um exemplo de planejamento de Médio Prazo. Neste exemplo em específico, o *Lookahead* tem quatro meses de abrangência e possui as informações dos dias das execuções das atividades, assim como as necessidades de remover as restrições até estas datas. Bernardes et al. (2001) aponta que o médio prazo começa a partir da segunda semana, pois a primeira semana é separada para o curto prazo.

A maioria dos praticantes do *lookahead* permitem que a atividade permaneça no cronograma até que se tenha certeza de que esta não poderá ser executada. Porém, de acordo com Tommelein e Ballard (1997) o LP que utiliza esta ferramenta de planejamento somente deverá permitir que a atividade se mantenha no cronograma

Figura 8 – Last Planner - Exemplo de Médio Prazo

Obra: PORTO PRÍNCIPE Engenheiro: José Mestre: João Data:01/01/1999 Folha: 01																						
ATIVIDADES	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	NECESSIDADES	
<b>Equipe:</b> Hélio e Miguel																						
PISO CERÂMICO APT. 201 E 202	x	x	x	-	x	x																Mat. No canteiro até 30/08
AZULEJO APT. 301						x	x	x	-	x	x											Preparar azulejo até 08/09
AZULEJO APT. 401											x	x	x	-	x	x						Contratar + 1 azulej. Até 12/09
AZULEJO APT. 403																x	x	x	-	x	x	Necessidade.....
<b>Equipe:</b> Pintores																						
1ª demão apts. 203 e 204						x	x	x	-	x	x											Necessidade.....
Massa corrida apts. 304											x	x	x								Necessidade.....	
2ª demão apt. 404																x	x	x	-	x	x	Necessidade.....
1ª demão apt. 202 e 203	x	x	x	-	x	x																Necessidade.....
Massa corrida portaria														x	x						Necessidade.....	

Fonte: Bernardes et al. (2001) adaptado de Ballard (1997)

se há a certeza de que a atividade poderá ser feita, respeitando que uma atividade somente será programada com todos recursos disponíveis em tempo de execução.

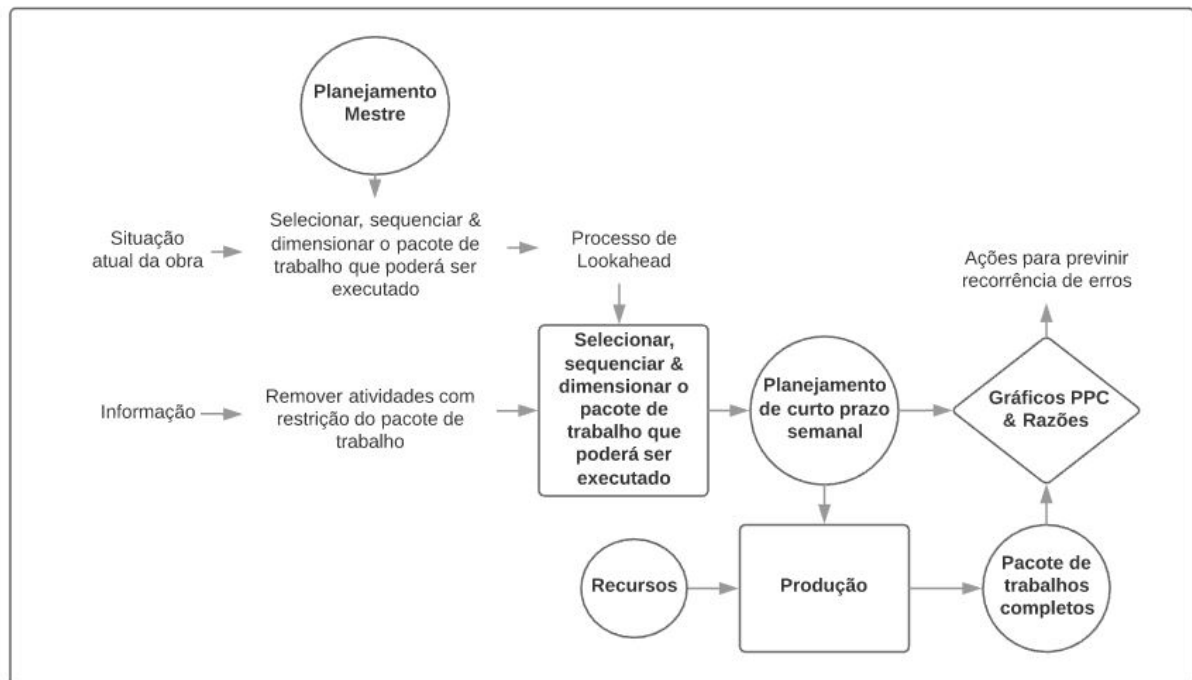
Para Ballard (2000), a indústria de manufatura utiliza o processo de *Lookahead* de forma mais simples, contemplando basicamente qual atividade será ou não será programada. Porém, a metodologia de *Last Planner* proporciona uma função mais carregada, envolvendo múltiplas ações.

Na Figura 9 pode ser observado um exemplo de workflow de *Lookahead*. Ballard (2000) cita 6 importantes papéis do LP neste processo:

- Desenhar a sequência do *work flow* (fluxo de trabalho) e definir o ritmo de operação;
- Combinar o *work flow* com capacidade dos pacotes;
- Decompor as atividades do planejamento mestre em pacotes de execução e operação;
- Detalhar os métodos para execução das atividades dos pacotes;
- Manter pacotes atrasados prontos para serem executados no *lookahead*;
- Atualizar e revisar as atividades programadas para os níveis mais elevados do cronograma caso for necessário.

Dentro destes papéis citado por Ballard (2000), é importante se atentar ao

Figura 9 – Last Planner - Lookahead work flow



Fonte adaptada de Ballard (2000)

item e). Pois, caso os pacotes estiverem prontos para serem executados e não o forem devido à razões adversas, estas necessitam ser exploradas na tentativa de evitar que se tornem recorrentes. A presença destas atividades no *Lookahead* evita desviar positivamente e erroneamente o índice de remoção de restrições (IRR).

### 2.2.3 Remoção de restrições

Com o planejamento de médio prazo feito através da análise de *Lookahead*, tem-se identificadas as atividades que não serão cumpridas dentro do prazo de execução. Estas atividades estão sujeitas à algum tipo de restrição que deverão ser mapeadas e acompanhadas pelo profissional LP. Caso o LP consiga remover esta restrição em tempo hábil e esta atividade esteja em condições normais de ser executada, esta passa a ter caráter de restrição removida. O índice que mede a remoção ou não desta restrição é dada pelo IRR, representado pela Equação 2.1 (MOURA, 2008).

$$IRR = \sum \frac{\text{Restrições}}{\text{Restrições Removidas}} \quad (2.1)$$

Ainda segundo Moura (2008), o cálculo do IRR permite identificar a eficiência na remoção das restrições, na busca de uma melhoria contínua na atuação em cima das causas. A divulgação da lista de restrições a todos envolvidos torna o processo mais transparente, fazendo com que seja mais fácil removê-las. Portanto busca-se a

transparência da informação.

#### 2.2.4 Transparência da informação

De acordo com Koskela (1992) o princípio da transparência consiste na compreensão e visualização do fluxo de trabalho por todos. O que pode ser obtido de forma organizacional e física, pela disposição de informações de forma pública e através de medições respectivamente. Após ser identificadas as atividades que possuem restrições, o LP deve agir, traçando planos de ação para que as restrições das atividades sejam removidas.

Koskela (1992) ainda adverte que a falta de transparência favorece a erros, reduzindo a visibilidade dos mesmos, além de diminuir a motivação pela melhoria contínua pelos colaboradores. O objetivo da transparência é substituir o controle pessoal de informações pelo controle formal das mesmas em âmbito público, relacionado com a obtenção de informação. O autor descreve algumas boas práticas de transparência que podem ser aplicadas na rotina do LP:

- Estabelecer operações básicas de organização como o 5-S;
- Fazer com que o processo seja diretamente observado de forma organizada e com layout apropriado;
- Trazer a tona atributos invisíveis do processo através de medições;
- Utilizar controle visual dos processos para identificação imediata de padrões e os desvios dos mesmos.

#### 2.2.5 Planejamento de curto prazo - Operacional

Com o planejamento de médio prazo em mãos, o LP gera pacotes de atividades que satisfazem a oportunidade e a capacidade de trabalho da equipe que irá executá-la (BALLARD; HOWELL, 1998). Estes pacotes são subdivididos e geram um plano de comprometimento. Para o autor, planejamento de curto prazo é definido como um planejamento de manutenção e comprometimento. Neste nível de planejamento as tarefas são delegadas diretamente para a produção. É um comprometimento com as tarefas que poderão ser realizadas após a averiguação dos pré-requisitos. As pesquisas do autor sugerem que a mudança de como a organização controla a produção começa com este plano de comprometimento.

Nesta etapa é preferível não adicionar uma atividade ao plano de comprometimento, caso esta não esteja com os recursos prontos para iniciar, do que falhar no planejamento (BALLARD; HOWELL, 1998). Evitando assim a descontinuidade nos fluxos de trabalho (WANDERLEY, 2005).

Wanderley (2005) cita que a aplicação da técnica de *Lookahead* é de extrema importância para o curto prazo assertivo, pois diminuem as incertezas e



descontinuidades dos fluxos de trabalho. De acordo ainda com Ballard (2000), as unidades de produção do curto prazo são geralmente semanais e devem seguir algumas especificações de qualidade quanto a:

- Definição: As atividades necessitam ser detalhadas o suficiente, tendo quantificado corretamente o material e a mão de obra, permitindo que esta atividade ocorra sem atrapalhar o sequenciamento das outras, sendo possível avaliar se a atividade foi ou não concluída no final da semana;

- Disponibilidade: Todas as atividades devem ter projeto, materiais disponíveis em mãos, e pré-requisitos concluídos até uma semana antes da semana de execução da tarefa. Deve também prever a possibilidade de outras atividades estarem sendo executadas simultaneamente no mesmo ambiente de trabalho;

- Sequência: O sequenciamento de atividades deve estar adequado tanto para o fluxo de produção quanto para o processo de produção do empreiteiro que irá executar a atividade. Caso haja atividades reservas devido à falha de atendimento ao cronograma ou subestimação da produção, estas deverão estar igualmente orientadas pelo sequenciamento técnico e de fluxo;

- Tamanho: O conjunto de atividades deve ser estimado de acordo com a capacidade de produção da equipe que irá executá-las;

- Aprendizado: A razão do não cumprimento das atividades deverá ser rastreado e identificado.

A Figura 10 é um exemplo de planejamento de curto prazo. A primeira coluna se refere a descrição da tarefa a ser executada. As próximas colunas tratam-se dos dias da semana e a quantia de funcionários utilizados para a atividade. Na oitava coluna há o "OK" de cumprimento ou não da atividade e, seguida desta, a última coluna aponta as razões para não execução.

Atividades planejadas com qualidade previnem incertezas no fluxo de trabalho. A falha ao executar o planejamento desta forma faz com que a produção tenha múltiplas paradas e recomeços, tornando o sequenciamento ineficiente e promovendo retrabalho (BALLARD, 2000).

Para Novais et al. (2000), para a programação do planejamento de curto prazo é interessante que o mestre de obras se faça presente. O mestre está presente na rotina da obra e é o responsável que tem o contato mais fácil com os empreiteiros. Segundo Ballard (1997) a equipe responsável pelo planejamento do curto prazo deve estar alinhado com os chefes das equipes de trabalho (encarregados) por meio de reuniões semanalmente.

Como a programação do curto prazo é dada em geral semanalmente, Ballard (1997) propõe um procedimento para realização do mesmo, demonstrados no *workflow* da Figura 11. O tempo deliberado para o planejamento deve ser livre de pressão

Figura 10 – Last Planner - Exemplo de Curto Prazo

LISTA DE TAREFAS SEMANAIS								
Semana: <u>21/07 a 25/07</u>				Mestre: <i>Alber</i> Engenheiro: <i>Carlos</i>				
Tarefa	S	T	Q	Q	S	S	OK	Problemas
<i>Colocação das fôrmas do 4º pavimento</i>	6	6	6	6			X	OK!
<i>Desformar 2º pavimento</i>		4	4	4	4		X	OK!
<i>Alvenaria área 1 do 1º pavimento</i>			3	3	3			<i>Faltou Material</i>
PPC = 2/3 = 66.67 %								
Tarefas Reservas:								
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Preparação das armaduras das vigas do 4º pavimento</i></li> <li>• <i>Colocação da armadura das vigas no 4º pavimento</i></li> </ul>								

Fonte: Bernardes et al. (2001) adaptado de Ballard (1997)

para que a tomada de decisão possa ser ponderada (LAUFER; TUCKER, 1988). Por isso esta etapa deve ser executada com bastante cautela. A combinação errada de capacidade de trabalho braçal e a necessidade de cumprir com o planejamento pode resultar em baixa produtividade e desmotivação por parte dos envolvidos (KOSKELA, 1992).

Figura 11 – Last Planner - Procedimento plano de comprometimento



Fonte adaptada: Ballard (1997)

O primeiro passo para programação do curto prazo pelo LP é separar as atividades do planejamento de médio prazo, capazes de serem executadas em uma semana. Após as atividades estarem separadas, é a hora de compatibilizar a capacidade de trabalho dos empreiteiros envolvidos com o planejamento e sequenciamento do fluxo de trabalho. Tendo o agrupamento destas atividades, o supervisor da obra deverá tomar ciência do cronograma e revisar o plano caso necessário. Com o planejamento revisado, tem-se a avaliação da semana que se passou, levantando em pauta, perante reuniões com os empreiteiros, quais atividades não foram cumpridas e os porquês. Por último, agir nas causas raízes da falha de

comprometimento, planejando evitar erros recorrentes (BALLARD, 1997).

## 2.2.6 Indicadores de Produção

O entendimento de alguns conceitos básicos de medição do desempenho de produção e gestão do empreendimento foi necessário para desenvolver este trabalho. Para medir a produção dos empreiteiros com finalidade de comparação, foi utilizado o indicadores de produção. O indicador de planejamento e controle de produção utilizado foi, Percentual de Planos Concluídos Ponderado (PPCP). Em conjunto do PPCP foi levantamento também um estudo das causas de não cumprimento dos planos. O indicador de gestão do empreendimento utilizado foram, Desvio de Prazo (DP) e Desvio de Custo (DC). Estes indicadores e causas de não cumprimento serão discorridos abaixo.

### 2.2.6.1 Percentual de planos concluídos - PPC

A eficiência do processo de planejamento do curto prazo se dá pelo indicador de percentual de pacotes concluídos (PPC). De acordo com os princípios do sistema de LP de Koskela (1992), o indicador PPC é o número de atividades concluídas dividido pelo número total de atividades planejadas e expresso como um percentual. Ballard (1997) propõe este indicador como medida de confiabilidade, qualificando os pacotes de tarefas. O cálculo do PPC está descrito na Equação 2.2.

No exemplo de curto prazo da Figura 10, o PPC resultou em 66.67%, apenas uma das três atividades não foram executadas. Neste exemplo, o PPC estaria abaixo da média ideal proposta por Ballard (2000) que seria de 75 a 85%. Valores acima de 85% podem indicar que os pacotes de atividades planejados para a semana foram muito fáceis de serem executados, e abaixo de 75% podem indicar que os pacotes foram superdimensionados, não combinando capacidade de trabalho e atividades planejadas.

$$PPC = \sum \frac{(\text{Número de Pacotes } 100\% \text{ Concluídos})}{(\text{Número de Pacotes Planejados})} \quad (2.2)$$

Com planos bem elaborados, Moura (2008) refere-se ao PPC como um indicador de tendência de alta eficiência da elaboração dos planos, além de demonstrar que o avanço físico da obra está sendo adequado. Segundo o autor, nenhum trabalho publicado ainda conseguiu comprovar quantitativamente a relação entre avanço físico e o indicador de PPC. O autor alerta quanto a qualidade da elaboração dos planos, podendo gerar indicadores distorcidos de PPC. Esta distorção pode vir de duas formas:

a) Dimensionamento e definição das tarefas inadequados, propondo tarefas muito fáceis ou muito difíceis de serem alcançadas comparadas a capacidade real de produção das equipes (OLIVEIRA, 1999);

b) Divisão dos pacotes muito pequena propondo aumentar o indicador de PPC (AKKARI, 2003).

Estas distorções do indicador de PPC podem ser prejudiciais a produção, pois mesmo que o indicador tenha valores elevados, o curto prazo acaba descolando do longo prazo, podendo comprometer o avanço físico do empreendimento.

Adicionalmente, Moura (2008) traz a média do PPC para alguns países, este em forma de tabela, referenciando os autores dos estudos para cada caso Figura 12.

Figura 12 – Valores referência de PPC

PPC médio	ANO	Descrição	País	AUTORES
69,00%	1996-1997	PPC médio de um prédio comercial com 7600m <sup>2</sup>	Finlândia	Koskela, Ballard e Tanhuanpää (1997)
70,58%	1996-2005	PPC médio de diversas obras de diversos nichos de mercado	Brasil	Bortolazza (2006)
69,27%	1998-2003	PPC médio de obras industriais para clientes privados de uma única empresa	Brasil	Soares (2003)
75,46%	1999	PPC médio de 41 semanas de um empreiteiro de revestimento e sistemas de coberturas em um único empreendimento	Reino Unido	Ballard (2000)
63,00%	2001	PPC médio em 77 empreendimentos de 12 empresas	Chile	Alarcón <i>et al.</i> (2005)
67,00%	2002			
71,00%	2003			
75,50%	2003	PPC médio de diversas empresas no nicho de habitações de interesse social	Colômbia	Botero e Alvarez (2005)

Fonte adaptada: Moura (2008)

O PPC médio global está abaixo do indicado por Ballard (2000), podendo ser fruto de um superdimensionamento dos pacotes de atividades de forma global, uma má aplicação do sistema de *Last Planner* ou ainda uma baixa produtividade do setor em geral.

#### 2.2.6.2 Causas do não cumprimento de planos

O processo de criação do plano de comprometimento exige uma retroalimentação no sentido de enxergar as causas raízes do não cumprimento dos planos, evitando que estes não sejam recorrentes. Para isso, é necessário analisar as possíveis causas de não conformidade e, de acordo com a filosofia de transparência da informação, padronizar estas causas.

Moura (2008) aponta que as causas de desvio do plano de curto prazo podem variar de acordo com as características econômicas e trabalhistas da região da aplicação do planejamento. Os recursos naturais da região também podem interferir nas causas.

Costa et al. (2005) desenvolveu uma lista com exemplos de causas de não cumprimento para a construção civil, disponibilizado no manual de utilização SISIND-NET de 2005. A lista conta com 8 grupos e 36 causas, pode ser observado na Figura 13.

Figura 13 – Causas de não cumprimento de planos

<b>MÃO-DE-OBRA</b>	
1.	Absenteísmo
2.	Falta de comprometimento do empreiteiro
3.	Baixa produtividade (mesma equipe)
4.	Modificação da equipe (decisão gerencial)
5.	Afastamento por acidente
6.	Falta de programação de mão-de-obra
7.	Superestimação da produtividade
8.	Interferência entre equipes de trabalho
9.	Falta de dados sobre a produção de um novo serviço
<b>MATERIAIS</b>	
10.	Falta de programação de materiais
11.	Falta por perda elevada (acima da estimada)
12.	Falta de materiais do empreiteiro
<b>EQUIPAMENTO</b>	
13.	Falta de programação de equipamento
14.	Manutenção de equipamento da construtora
15.	Mau dimensionamento
<b>PROJETO</b>	
16.	Falta de projeto
17.	Má qualidade do projeto
18.	Incompatibilidade entre projetos
19.	Alteração do projeto
20.	Falta de conferência do projeto
<b>PLANEJAMENTO</b>	
21.	Modificações dos planos
22.	Má especificação da tarefa
23.	Atraso da tarefa antecedente
24.	Pré-requisito do plano não foi cumprido
25.	Falha na solicitação do recurso
26.	Problema não previsto na execução
27.	Problema na gerência do serviço
<b>INTERFERÊNCIA DO CLIENTE</b>	
28.	Solicitação de modificação do serviço que já estava sendo executado
29.	Solicitação de inclusão de pacote de trabalho no plano (diário ou semanal)
30.	Solicitação de paralisação dos serviços
31.	Indefinição por parte do cliente (projeto e/ou execução)
32.	Liberação de serviços extras
<b>PROBLEMAS METEOROLÓGICOS</b>	
33.	Condições adversas do tempo
<b>FORNECEDORES</b>	
34.	Fornecedor
35.	Atraso na entrega
36.	Manutenção de equipamento do fornecedor

Fonte adaptada: Costa et al. (2005)

### 2.2.6.3 Desvio de prazo - DP

Existem diversas causas para o atraso das atividades e, estes atrasos podem ser mensurados. O desvio de prazo (DP) é a uma medida de variação de prazo, comparando prazo previsto e prazo realizado, e tem como principal objetivo monitorar o andamento da obra (MOURA, 2008). Variação do prazo (VarPrazo) é a diferença entre o prazo planejado e o prazo efetivo (TURNER, 1993). A variação do prazo pode ser descrita pela Equação 2.3, e o desvio de prazo pode ser descrito pela fração do VarPrazo pelo prazo previsto, demonstrado em porcentagem conforme a Equação 2.4.

$$VarPrazo = (PrazoReal - PrazoPrevisto) \quad (2.3)$$

$$DP = \frac{(PrazoReal - PrazoPrevisto) \times 100}{PrazoPrevisto} \quad (2.4)$$

O prazo real é o prazo e que uma atividade foi executada. Em contrapartida o prazo previsto é o prazo ideal para que uma atividade seja executada, sendo derivado do planejamento mestre. Se o DP for maior que 1 significa que a obra está atrasada referente ao serviço analisado, e se o prazo der abaixo de 1 a obra está adiantada. Quando o DP é igual a 1 a obra está dentro do prazo de execução.

De acordo com Costa et al. (2005) o DP tem como objetivo principal é avaliar o desempenho da obra finalizada. Como objetivo secundário, o mesmo autor indica também a utilização deste indicador ao longo da obra, combinado com outras ferramentas de ritmo de produção, como a linha de balanço.

### 2.2.6.4 Desvio de custo - DC

Assim como o DP, o Desvio de Custo (DC) tem como objetivo monitorar o andamento da obra, mas este de forma a olhar para o desvio de custo em relação ao custo orçado e o custo real em um determinado período de tempo.

Através da curva-S se pode obter o custo orçado e o custo real da obra. A diferença entre estes custos é denominada de VarCusto (TURNER, 1993). O custo real, ou atual, engloba todo o custo da obra até o momento da análise. Turner (1993) cita que é importante lembrar que mesmo os custos referentes a atividade em andamento deverão ser adicionado a análise de custos. Segue abaixo a Equação 2.5 referente a variação de custo.

$$VarPrazo = (Custo Orçado - Custo Real) \quad (2.5)$$

Já o índice de desvio de custo (DC) é a razão entre o custo orçado e o custo real para a obra em um determinado período de tempo (MOURA, 2008), vide Equação 2.6.

$$DC = \frac{(Custo Real - Custo Orçado)}{Custo Orçado} \cdot 100 \quad (2.6)$$

Contudo Turner (1993) analisa que este índice tradicional pouco representa em questão de avanço físico da obra. Isto devido ao fato que, se durante aquele tempo em específico analisado, a obra gastou menos do que o previsto, pode ser que as atividades que deveriam ter sido executadas não foram de fato executadas, dando a falsa impressão de que a obra está com os custos abaixo do previsto. A obra está na verdade atrasada. Em um caso extremo, poderia ser ter nenhum trabalho executado, e mesmo assim acumulado despesas, promovendo um índice de DC errôneo (TURNER, 1993). Para o autor, a forma correta de analisar o desvio de custo, é analisar o orçamento somente das atividades executadas, comparando com o orçamento previsto pela obra para estas mesmas atividades, proporcionando um análise mais completa de avanço físico da obra com custo.

## 2.3 Mão de Obra

### 2.3.1 Terceirização de mão de obra

Brandli et al. (1999) citam a terceirização de mão de obra como a transferência das atividades meio, ou atividades apoio, para subcontratadas. Para Neto (1995), o acirramento da concorrência empresarial fez com que as empresas focassem suas energias e seu coró no negócio central (*core business*), deixando as atividades de apoio para as empresas subcontratadas. Em síntese, a estratégia de terceirização tem como objetivo maior fazer com que a grande empresa montadora possa se concentrar em apenas um conjunto limitado de tarefas, operacionais e gerenciais (NETO, 1995). Com menos tarefas o processo passa a ser mais eficiente. Para isto ser possível, é necessário constituir um leque de fornecedores competentes. Montaño (1999) aponta ainda que a atual tendência do mercado de reduzir a mão de obra própria e aumentar a mão de obra terceirizada se dá também pelo menor custo quanto ao desligamento de colaboradores. Quando a situação do mercado não é favorável, tende-se a desligar temporariamente os colaboradores. Para Brandli et al. (1999) vários são os motivos que justificam a utilização da subcontratação, mas todos estão intimamente ligados a flexibilidade de reação as incertezas do mercado da construção civil.

Neste sentido, Neto (1995) explica que há ainda uma grande resistência por parte dos sindicatos trabalhistas que preferem ignorar os benefícios da terceirização e

tendem a boicotar a operação de desverticalização das montadoras. De forma a olhar para o trabalhador, Neto (1995, p. 40) comenta:

"Pelo lado dos trabalhadores, é importante que se crie maior consciência de que este processo de terceirização delinea-se como algo irreversível, em termos de busca de maior eficiência industrial como um todo, e não apenas como mais uma estratégia a ser utilizada contra seus interesse".

### 2.3.2 Mão de Obra Própria

Apesar da tendência do mercado da construção civil ser de terceirizar seus serviços de apoio, existem vantagens de se utilizar da mão de obra própria. A busca da industrialização da construção civil como utilização de pré-moldados, faz com que os projetos se tornem repetitivos, popularmente chamados de projetos carimbo. Treinar uma equipe para executar o mesmo tipo de serviço é mais vantajoso do que subcontratar uma empresa, devido a subcontratada ter a necessidade de passar por um aprendizado a cada novo empreendimento. Nem sempre a empresa terceirizada estará disponível para ser subcontratada, tendo a possibilidade de necessitar contratar outra empreiteira a cada novo empreendimento (BEARDSWORTH et al., 1988).

Beardsworth et al. (1988) descrevem as dificuldades de supervisionar uma equipe externa no empreendimento. Quando se tem mão de obra própria, você conhece os colaboradores muito bem, os conhece pelo nome, sabe suas dificuldades, suas qualidades, e o modo como cobrá-los. Você sabe ainda quais deverão estar sendo supervisionados e quais não, e ainda sabe qual trabalho deverá designar para cada um. Já quando se trata de terceiros, na maioria dos casos, não se conhece os colaboradores por muito tempo, pois eles rotacionam para outros empreendimentos, mudando constantemente a equipe de trabalho.

Na teoria, o gerente de obra não deveria se preocupar com a supervisão dos subcontratados, pois estes devem contratar um encarregado para o serviço. Porém, para Beardsworth et al. (1988), isto não ocorre na prática. Há um esforço muito grande despendido para supervisionar o serviço das terceirizadas, e em paralelo gera-se uma dificuldade em liderá-los, pois a desverticalização criada pela terceirização dificulta na cobrança dos subcontratados pelo gerente de obra. O autor traz em seus estudos um exemplo disto. Um de seus entrevistados comenta que há uma enorme dificuldade em gerenciar os subcontratados por conflito de interesses do encarregado com o do gerente de obra, podendo ocorrer situações como "Eu estou fazendo outra atividade porque eu não trabalho para você, meu supervisor disse para eu fazer isto".

Portanto para empreendimentos onde haja um elevado nível de industrialização, em aspectos de gerenciamento de equipe de produção, há vantagens na utilização de mão de obra própria ao invés da utilização de subcontratados.



Portanto, com o embasamento teórico já percorrido, pode-se ter uma melhor base para o entendimento dos próximos capítulos. Uma vez que as teorias aqui percorridas, serviram de auxílio ao entendimento dos fatos retratados no estudo de caso.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho utilizou o estudo de caso como estratégia de pesquisa e desenvolvimento, que é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo, visando compreender e interpretar mais a fundo fatos isolados, idealizando a não generalização dos resultados (COSTA et al., 2005).

A natureza do estudo de caso desta pesquisa foi responder a perguntas de "como" e "porque":

- "Como medir e comparar a produção de duas equipes diferentes em obra, sendo uma delas terceirizada e outra de mão de obra própria?";
- "Porque a empreiteira terceirizada é mais ou menos produtiva do que equipes de mão de obra própria?"

Para responder a questão de "como" e "porque" foi necessário um estudo de revisão bibliográfica de indicadores de produção. Portanto este estudo se dividiu basicamente em duas etapas principais. A primeira foi a revisão bibliográfica, que se estendeu ao longo de todo trabalho e, a segunda, foi a análise do banco de dados. A análise dos dados foi favorecida devido a empresa em estudo disponibilizar as informações coletadas pelo profissional de PCP durante o andamento da obra no período em observação.

O banco de dados do estudo é proveniente do software de gerenciamento de dados utilizado pela empresa, SAP®. Portanto foi crucial para estratégia da pesquisa a utilização deste software como fonte de extração de dados. Já para a análise das informações extraídas do SAP®, foi utilizado o software online de criação de planilhas Google Spreadsheet®, interagindo os dados coletados pelo PCP com a metodologia de cálculos de indicadores de desempenho de produção.

#### 3.1 Delineamento da Pesquisa

Para delimitar o estudo de caso, foi necessário primeiro determinar qual empreendimento foi estudado. Após a definição do mesmo, buscou-se trazer as características mais relevantes deste. Com o empreendimento já definido, foi adquirido as características da obra em si, como metragem quadrada, áreas internas e externas, localização e método construtivo. Posteriormente foram analisadas as características do modelo de planejamento e controle de produção da construtora, tanto nos horizontes de longo, médio e curto prazo, acentuando ainda os indicadores de desempenho

de produção utilizados pela empresa. Após isto, foi relevante o levantamento das características de mão de obra do empreendimento, uma vez que o objetivo do estudo foi comparar a mão de obra própria com a terceirizada.

Para que fosse possível fazer a comparação de mão de obra, foi necessário delimitar as tarefas executadas para atividades em que ambas executaram no mesmo empreendimento, com finalidade de promover a comparação adequada. Portanto, este capítulo teve como principal função discorrer sobre estas características e delineamentos do empreendimento do estudo de caso.

### 3.1.1 Característica do Empreendimento em estudo

O estudo de caso foi realizado em uma construtora do norte do estado de Santa Catarina, que possui sua matriz na cidade de Joinville-SC. A construtora e incorporadora está a aproximadamente 10 anos no mercado e seu principal nicho de mercado é o de edifícios residenciais, atuando também no nicho comercial. Os edifícios são construídos por blocos estruturais e lajes pré-moldadas. Este produto é um produto popular, financiável por programas de incentivo do governo. A construtora possui fábrica própria de lajes pré-moldadas, em que se auto fornece os produtos pré-moldados.

Dentre os empreendimentos da construtora, a obra em estudo conta com cinco torres de edifício, oito pavimentos e meio por torre e oito apartamentos por pavimento. Cada pavimento é constituído por quatro apartamentos tipo um e quatro apartamentos tipo dois. Os apartamentos tipo um possuem  $58,70\text{m}^2$  de área privativa, enquanto o tipo dois possui  $64,75\text{m}^2$ . O apartamento tipo um térreo possui uma maior área devido à possuir uma sacada estendida,  $64,75\text{m}^2$ . Já o tipo dois térreo possui  $70,05\text{m}^2$  pelo mesmo motivo. A sua área externa contém dois quiosques, duas piscinas adulto e duas piscinas infantil, *playground*, área *fitness* descoberta, redário, duas casas de lixeiras, duas casas de GLP, central de câmera, salão de festas, guarita e um edifício garagem de 3 pavimentos para as cinco torres. O total em área construída soma-se  $32.525,55\text{m}^2$ , de um terreno de  $11.702,25\text{m}^2$ .

A supraestrutura dos edifícios são construídas em bloco estrutural e lajes pré-moldadas, somente uma pequena parcela desta é executada em forma e concreto usinado, que seriam as vigas do térreo e os pilares dos ganchos de ancoragem do bombeiro na estrutura da caixa d'água. A mão de obra principal da supraestrutura é a mão de obra própria, os demais serviços tem como característica a mão de obra terceirizada. Para esta construção em específico, a construtora também utilizou equipe terceirizada na execução dos itens estruturais de uma das cinco torres devido a falta de equipe disponível em tempo hábil de planejamento. A utilização da equipe terceirizada não estava prevista, mas foi necessário devido a mudança na estratégia de vendas por parte da incorporação.

### 3.1.2 Característica de PCP Construtora

A incorporadora atua com o planejamento nos horizontes de curto, médio e longo prazo. Como ferramenta de auxílio para a elaboração dos planos, a empresa conta com o SAP®. Este software auxilia tanto na elaboração dos planos quanto no controle de produção.

O setor de Planejamento atua nos horizontes de longo e médio prazo. O setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP) atua em conjunto com o setor de Planejamentos no planejamento de médio prazo e, exclusivamente na elaboração dos planos de comprometimento, de curto prazo. No setor de PCP, os profissionais planejam e controlam o horizonte de curto prazo. Este planejamento e controle é feito semanalmente. Os profissionais do setor de PCP são chamados pela literatura de *Last Planners* (LPs), porém a construtora os denomina de Planejadores e Controladores da Produção, abreviadamente "PCPs".

#### 3.1.2.1 Característica do Planejamento de Longo Prazo da Construtora

Antes do início de qualquer obra da construtora, é elaborado um macrofluxograma físico-financeiro. Este é denominado de planejamento mestre, em que contempla todas as fases da obra, incluindo cada atividade que será executada informando seu prazo para execução e o seu custo associado. Nesta fase algumas atividades que tem a sua execução mais a frente da obra, por falta de definição de projeto, podem ter seu orçamento pouco detalhado, tendo somente uma verba associada. Todas as outras atividades do planejamento mestre possuem insumos e mão de obra inseridas na tarefa.

Ao longo da obra são feitos replanejamentos mensais, os quais podem fazer com que o planejamento mestre sofra ajustes. Atividades que no planejamento mestre poderiam ser executadas em um determinado mês, devido à falta de definição, ou falta de mão de obra disponível, podem ser postergadas e remanejadas para outros meses. O oposto também pode ocorrer, onde atividades que estavam programadas para meses subsequentes podem ser adiantadas devido à terem frentes liberadas antecipadamente, ou por decisão da alta gerência de querer antecipar alguma frente de trabalho por aspectos adversos como aspectos ambientais, financeiros e até mesmo estéticos. Mesmo que ocorram mudanças e ajustes mensais no planejamento, a construtora busca credibilidade no mercado, não alterando as datas de entrega dos empreendimentos.

#### 3.1.2.2 Característica do Planejamento de Médio Prazo da Construtora

O planejamento de médio prazo, também descrito na literatura como planejamento tático, é feito mensalmente, atuando em um horizonte de 6 meses à frente da data de realização. Este sendo revisado semanalmente pelo setor de Planejamento

e pelo setor de PCP em obra. Em reunião com os responsáveis pela obra, mestre e engenheiro, são analisadas semanalmente quais atividades causarão desvios de cumprimento da meta, e quais as causas destes desvios. Esta análise é considerada ao serem elaborados os replanejamentos.

Nestas reuniões semanais é analisado um período de seis meses a frente do empreendimento, observando se as restrições das atividades deste período estão mapeadas ou não. Caso não estejam mapeadas, cria-se um plano de ação e formaliza-se na planilha. A planilha é elaborada online com o software Google Spreadsheet®, de forma que todos envolvidos nas restrições das atividades estejam cientes do andamento e das responsabilidades de cada restrição em tempo real. As restrições possuem datas e responsáveis associados, além de um campo de observação para dar ciência do andamento da tarefa. Trabalhar de forma a ter a informação online permite que o processo seja mais transparente, divulgando a informação a todos envolvidos. A planilha serve também de ferramenta para alta gerência atuar nas restrições de maior relevância, dando um norte na atuação da remoção das restrições.

### 3.1.2.3 Característica do Planejamento de Curto Prazo da Construtora

No âmbito de curto prazo, os PCPs em conjunto com os responsáveis da obra, mestre e engenheiro, elaboram uma lista de atividades a serem executadas na semana. Esta lista de atividades é formalizada e repassada em formato de reuniões semanais com todos encarregados das empreiteiras que atuam na obra. Na mesma reunião são repassadas quais atividades não foram executadas do planejamento operacional e extraídas as causas do não cumprimento. As causas são levadas em consideração ao ser elaborado o novo plano operacional. Após revisado e formalizado, o novo plano é repassado para a produção.

Para controlar a produção, a empresa utiliza a ferramenta de PPCP (Percentual de Planos Concluídos Ponderado). Este índice é uma variação do PPC que é indicado na literatura, o objetivo é buscar demonstrar o comprometimento das empreiteiras com as metas do empreendimento, uma vez que é considerado o peso das tarefas em relação ao valor orçamentário associada a cada uma. Tarefas que pesam mais tem uma maior relevância no índice de PPCP e tarefas que pesam menos aparecerão como não cumpridas, porém pouco somarão ao indicador de PPCP. Abaixo segue a Equação que formata o PPCP, equação 7.

$$PPCP = \sum \frac{(\text{Número de Pacotes } 100\% \text{ Concluídos}) \times (\text{Peso})}{(\text{Número de Pacotes Planejados}) \times (\text{Peso})} \quad (3.1)$$

Ao adotar o índice de PPCP e não PPC, a empresa dá prioridade aos itens de maior valor monetário que, em geral, são as tarefas de caminho crítico da obra. Outra

característica de controle dos planos de curto prazo é a causa de não cumprimentos das atividades. A Tabela 1 descreve as causas padrões utilizadas pela construtora e aplicadas pelo PCP para registrar o porque do não cumprimento. Estas buscam trazer transparência e evitar dupla interpretação por parte dos interessados. As causas também são utilizadas nas reuniões de médio prazo para minimizar recorrências e planejar atividades passíveis de serem cumpridas nas próximas programações, além de servir como ferramenta para traçar planos de ações de remoção de restrições.

Tabela 1 – Tabela de Causas

<b>Causas</b>	<b>Descrição</b>
C1	Necessidade não prevista na EAP
C2	Especificação de projeto
C3	Interpéries
C4	Baixo efetivo de mão de obra
C5	Frente de trabalho não liberada
C6	Atraso na programação de material
C7	Baixa produtividade
C8	Escopo técnico não disponível
C9	Falta de material por sobreconsumo
C10	Retrabalho
C11	Planejamento não atendido
C12	Segurança do trabalho
C13	Indisponibilidade de equipamentos
C14	Atraso na entrega de material pelo fornecedor
C15	Serviço não contratado
C16	Material não comprado
C17	Material entregue não conforme
C18	Atraso no material do fornecedor
C19	Planejado acima da meta

### 3.1.3 Característica de mão de obra

As torres 1,2,3 e 5 utilizaram mão de obra própria, já a torre 4 utilizou mão de obra terceirizada. O planejamento de longo prazo acelerado exigiu que a construtora realizasse a quarta torre com mão de obra terceirizada, pois as equipes de mão de obra própria já estavam alocadas em outras torres e em outros empreendimentos.

A empresa terceirizada contratada para fazer o serviço trabalha com seus colaboradores por empreitada, ou seja, quanto mais se produz mais se recebe. O valor de cada atividade depende do nível de dificuldade e exigência de qualidade de acabamentos. A terceirizada é responsável por desenvolver ou disponibilizar um de seus colaboradores para ser responsável pelas atividades e cumprimento do cronograma da obra. Este colaborador é denominado de encarregado e também exerce a função de gerenciar a equipe de trabalho, adicionando ou retirando colaboradores da equipe,

regido conforme cronograma disponibilizado semanalmente através das reuniões de PPC.

Já as equipes de mão de obra própria trabalham como mensalistas. Independente de quanto se produza, o salário será mensal, podendo variar o salário de acordo com a função. A construtora possui um gerente geral de mão de obra para todas as obra e um encarregado por torre de cada obra. Os encarregados, junto com o gerente, tem como função remanejar as atividades dos colaboradores conforme cronograma de obra. A equipe de trabalho é pouco mutável, tendo uma reação muito lenta contra mudanças de planejamento, pois quando se necessita adiantar algum serviço, faz-se necessário contratar novos funcionários e, quando é exigido travar algumas frentes de serviço devido à diversos fatores, é preciso dispensar os colaboradores. Este remanejamento de funcionários tem um alto custo atribuído devido a tributos trabalhistas. Os processos de contratação e desligamentos de colaboradores passam pela equipe de recrutamento de Recursos Humanos (RH), sendo necessário marcar entrevistas, executar exames e promover treinamento, diminuindo o tempo de reação a eventos extraordinários.

#### 3.1.4 Característica de cadeia de Suprimentos

Para suprimir as demandas de materiais e contratação de serviços dos horizontes de médio e longo prazo, a empresa construtora utiliza o sistema de produção empurrada MRP. O MRP é alimentado pelo software de gerenciamento de dados SAP®. Os materiais e serviços necessários para a execução de cada atividade do planejamento de longo prazo, e replanejamentos mensais de médio prazo, passam por um sistema de retroalimentação via MRP. Este sistema empurra a informação de necessidade de material para os compradores, agrupando os materiais em comum das atividades. Este agrupamento é feito semanalmente com seis meses de antecedência, fornecendo tempo suficiente para efetuar a ordem de compra dos materiais/serviços de acordo com o *leadtime* de cada insumo/contratação.

Neste nível de planejamento de materiais e serviços, quando o orçamento dos horizontes de longo e médio prazo não são definidos e orçados, o setor de orçamentos é acionado para ajustes finos. Muitas vezes, o orçamento das atividades mais a frente no cronograma não possuem os insumos e serviços atrelados, deixando a atividade em verba, vezes por falta de definição de projeto e vezes por prioridade de demanda. Quando a atividade está em verba, significa que se tem uma estimativa para o orçamento desta atividade. Contudo não se tem o quantitativo bem definido, não havendo insumo e mão de obra inseridos na EAP. Para estes caso é necessário que se faça um plano de ação de médio prazo para eliminar qualquer restrição, pois a falta de informação no planejamento impede o funcionamento do MRP corretamente, uma vez que não tem insumos/serviços para agrupar e gerar necessidade conforme

planejamento.

### 3.1.5 Serviços Analisados no estudo

Para poder comparar adequadamente a produtividade entre duas equipes diferentes, foi necessário analisar atividades em que ambas as equipes, mão de obra própria e mão de obra terceirizada, executassem no empreendimento. Com o histórico do planejamento de curto prazo, coletado pelo LP, foi possível fazer este comparativo e identificar as atividades em comum, listadas na coluna "Atividade" da Tabela 2.

Tabela 2 – Tempo ideal de execução em dias úteis para cada atividade estudada

<b>Atividade</b>	<b>Tempo de Execução (Dias Úteis)</b>
Execução de Bloco Estrutural (Lado 1)	6
Execução de Laje (Lado 1)	1
Execução de Bloco Estrutural (Lado 2)	6
Execução de Laje (Lado 2)	1
Execução de Alvenaria de Vedação Interna	3
Execução de Churrasqueira	6
Execução de Alvenaria de Vedação da Churrasqueira	1
Execução de Casa de Gás	2
Execução de Shaft	2
Execução de Janelas	4
Execução de Impermeabilização de Banheiros	6
Execução de Impermeabilização de Sacadas	5

Cada uma destas atividades possuem um tempo ideal de execução, determinados pelo planejamento mestre da obra. Este tempo de execução pode ser observado na coluna "Tempo de Execução" da Tabela 2. O tempo demonstrado é em dias úteis, contando somente os dias produtivos.



## 4 ESTUDO DE CASO

O Estudo de caso foi dividido em Caso A e Caso B, porém a metodologia para obtenção das informações, tanto para o Caso A quanto para o Caso B foram as mesmas. Pensando em deixar o trabalho mais enxuto, partiu-se do pressuposto que ao detalhar o processo do estudo de Caso A, o mesmo se vale para o Caso B. Portanto, a estrutura deste Capítulo se deu por três etapas, a primeira detalhando a obtenção dos resultados para o Caso A, a segunda demonstrando somente os Resultados do Caso B, e a terceira por fim, comparando os resultados do Estudo de Caso A com o Estudo de Caso B.

O estudo de Caso A analisa a produtividade da mão de obra terceirizada para o empreendimento descrito no capítulo anterior. Já para o estudo de Caso B analisa-se também a produtividade, mas com o foco na mão de obra própria. Através dos indicadores de produção PPCP e DP, e ritmo de produção com as LBs foi possível fazer o levantamento da produtividade para os dois casos e compara-los. Para fazer a compilação dos dados disponibilizados pela construtora do empreendimento, foram criadas planilhas online com o Google SpreadSheet®, gerando gráficos e dados com finalidade de discussão e comparação dos resultados.

### 4.1 Planejamento Mestre

Para que seja possível determinar se a obra está aquém do prazo ou adiantada, é necessário ter acesso ao planejamento mestre da obra. O software utilizado para a coleta foi o SAP®. Do SAP® foram extraídas somente as informações das atividades em interesse para o estudo. A Tabela 3 demonstra parte do cronograma da obra para a execução das atividades do estudo de Caso A.

As atividades do cronograma possuem datas de início e fim. As datas de início podem ser modificadas de acordo com o replanejamento da obra. Para melhor análise, o replanejamento escolhido para o estudo foi o mais próximo anterior ao término da primeira atividade a ser executada, 05 de Abril de 2017. Desta forma nenhuma atividade começou atrasada.

As datas de fim fixadas no planejamento, se não forem caminho crítico para a obra, podem ter uma data fim cedo e uma data fim tarde. A data fim cedo é a data mais cedo que a atividade pode acabar, dimensionada pelo tempo mínimo de execução

Tabela 3 – Planejamento Mestre

Emissão		24.05.2018 - 20:34:31							
Data Base Zero		20.01.2017							
Data Plan. Base Zero		20.01.2017							
Visão Replanejamento		Data Fim Replanejamento							
Data Gravação		05.04.2017							
Ano	Mes	Σ Orç.OBZ	Gra	Σ Gra	Σ Grau Orç.OBZ	Σ Grau Orç.OBZ(...)	Txt.breve operação	1ºDtInBase	1ºFimBase
2017	2	138.264,97			137.570,07	0,4423			
	3	104.062,50			104.062,50	0,3346			
	4	104.862,95			107.742,39	0,3463			
		34.031,41	1...		34.031,41	0,1094	Exec. Bl. Estrut. 4MPa (Lado1)8ºPAV*T1	29.03.2017	05.04.2017
		36.087,02	1...		36.087,02	0,1160	Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado1) 2ºPAV*T3	05.04.2017	12.04.2017
		34.744,52	1...		34.744,52	0,1117	Exec. Bl. Estrut. 6MPa (Lado1) 3ºPAV*T3	17.04.2017	25.04.2017
		0,00	1...		360,87	0,0012	Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado1) 2ºPAV*T1	11.01.2017	19.01.2017
		0,00	1...		347,45	0,0011	Exec. Bl. Estrut. 6MPa (Lado1) 3ºPAV*T1	30.01.2017	02.02.2017
		0,00	1...		347,45	0,0011	Exec. Bl. Estrut. 4MPa (Lado1)5ºPAV*T1	13.02.2017	20.02.2017
		0,00	1...		350,30	0,0011	Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado1) 1ºPAV*T2	24.10.2016	31.10.2016
		0,00	1...		446,16	0,0014	Exec. Bl. Estrut. 6MPa (Lado1)4ºPAV*T2	09.12.2016	16.12.2016
		0,00	1...		347,45	0,0011	Exec. Bl. Estrut. 4MPa (Lado1)5ºPAV*T2	09.12.2016	19.12.2016
		0,00	1...		339,88	0,0011	Exec. Bl. Estrut. 4MPa (Lado1)6ºPAV*T2	16.01.2017	23.01.2017
		0,00	1...		339,88	0,0011	Exec. Bl. Estrut. 4MPa (Lado1)7ºPAV*T2	23.01.2017	27.01.2017
	5	246.482,36			246.482,36	0,7924			
	6	277.071,99			277.071,99	0,8908			
	7	170.739,15			170.739,15	0,5490			
	8	34.031,41			34.031,41	0,1094			

Tabela 4 – Planejamento Mestre Mão de Obra Terceirizada - Caso A

Atividade	Data Início	Data fim	Dias	Sem. Fim
Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado 1) Tér.*T4	03.04.2017	13.04.2017	10	14
Exec. 1ª Laje (Lado 1) *T4	17.04.2017	17.04.2017	0	15
Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado 2) Tér.*T4	07.04.2017	20.04.2017	13	15
Exec. Alv. Vedação Interna Térreo *T4	19.04.2017	24.04.2017	5	16
Exec. 1ª Laje (Lado 2) *T4	24.04.2017	24.04.2017	0	16
Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado1) 1ºPAV*T4	20.04.2017	02.05.2017	12	17
Exec. 2ª Laje (Lado 1) *T4	03.05.2017	03.05.2017	0	17
Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado2) 1ºPAV*T4	25.04.2017	04.05.2017	9	17
Exec. Alv. Vedação Interna 1º Pav *T4	03.05.2017	05.05.2017	2	17
Exec. 2ª Laje (Lado 2) *T4	05.05.2017	05.05.2017	0	17
Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado1) 2ºPAV*T4	04.05.2017	12.05.2017	8	18
Exec. 3ª Laje (Lado 1) *T4	15.05.2017	15.05.2017	0	19
Exec. Casa do Gás/Rede Incênd Térreo *T4	15.05.2017	16.05.2017	1	19
Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado2) 2ºPAV*T4	08.05.2017	16.05.2017	8	19
Exec. Col. Jan/Ard/PortaJanela Tér. *T4	12.05.2017	17.05.2017	5	19
Exec. Alv. Vedação Interna 2º Pav *T4	15.05.2017	17.05.2017	2	19
Exec. 3ª Laje (Lado 2) *T4	17.05.2017	17.05.2017	0	19

dado o ritmo do empreendimento, já a data tarde é a data mais tarde que a obra pode executar esta atividade e que não comprometa a sua sucessora.

Na Tabela 4 pode ser observado a separação de todas as atividades a serem executadas do Estudo de Caso A, bem como suas datas de execução de início e fim. Através da data fim de execução foi obtida a informação da semana referente a esta data. Para determinar a semana foi preciso comparar com a semana em que o

Tabela 5 – Planejamento Mestre Mão de Obra Própria - Caso B

<b>Atividade</b>	<b>Data Início</b>	<b>Data fim</b>	<b>Dias</b>	<b>Sem. Fim</b>
Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado 1) Tér.*T5	28.04.2017	09.05.2017	11	19
Exec. 1ª Laje (Lado 1) *T5	10.05.2017	10.05.2017	0	19
Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado1) 1ºPAV*T5	11.05.2017	18.05.2017	7	20
Exec. 2ª Laje (Lado 1) *T5	19.05.2017	19.05.2017	0	20
Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado 2) Tér.*T5	05.05.2017	15.05.2017	10	20
Exec. 1ª Laje (Lado 2) *T5	16.05.2017	16.05.2017	0	20
Exec. Alv. Vedação Interna Térreo *T5	12.05.2017	16.05.2017	4	20
Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado2) 1ºPAV*T5	17.05.2017	24.05.2017	7	21
Exec. 2ª Laje (Lado 2) *T5	25.05.2017	25.05.2017	0	21
Exec. Alv. Vedação Interna 1º Pav *T5	23.05.2017	25.05.2017	2	21
Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado1) 2ºPAV*T5	22.05.2017	29.05.2017	7	22
Exec. 3ª Laje (Lado 1) *T5	30.05.2017	30.05.2017	0	22
Exec. Bl. Estrut. 8MPa (Lado2) 2ºPAV*T5	26.05.2017	02.06.2017	7	22
Exec. Bl. Estrut. 6MPa (Lado1) 3ºPAV*T5	31.05.2017	07.06.2017	7	23
Exec. 4ª Laje (Lado 1) *T5	08.06.2017	08.06.2017	0	23
Exec. 3ª Laje (Lado 2) *T5	05.06.2017	05.06.2017	0	23
Exec. Churrasqueira Térreo *T5	02.06.2017	09.06.2017	7	23

planejamento de curto prazo começou, e adaptar para a semana do planejamento de longo prazo com finalidade de determinar o desvio de prazo em semanas.

O mesmo processo se deu para obtenção do planejamento mestre do Estudo de Caso B, tendo a Tabela 5 como resultado. O replanejamento utilizado foi de 01 de Maio de 2017.

Portanto pode-se observar que o planejamento mestre do Caso A inicia-se na semana 14 enquanto o caso B tem seu início na semana 19. O tempo de execução das atividades variam devido ao calendário de dias úteis. Esta diferença entre o início das equipes é pequena, portanto não foi considerado a análise de sazonalidade.

#### **4.2 Planejamento de Comprometimento, Índices de PPC e PPCP**

Com as datas do planejamento mestre, foi necessário extrair as datas reais de execução das atividades. Estas datas foram obtidas através do planejamento de curto prazo, verificando as atividades concluídas e as registrando em uma planilha online do Google SpreadSheet®. O Last Planner utilizou o software SAP® para criação dos planos de comprometimento, portanto foi necessário utilizar deste software para extrair os dados de planejamento. Semana por semana foi consultado todas as atividades para obter o índice de PPCP semanal e as causas de não cumprimento do plano de curto prazo. O planejamento comprometimento feito pelo LP possui o cronograma da semana para todos empreiteiros envolvidos, portanto nesta etapa foi necessário

separar somente as atividades de interesse do estudo.

A Tabela 7 é um exemplo de plano de comprometimento criado pelo LP. A criação do plano é celebrado em formato de reunião de comprometimento das atividades, com periodicidade e abrangência semanais. Nessa reunião, é necessária a participação dos seguintes personagens: PCP, líder de obra, mestre de obra, empreiteiros e encarregados de produção.

Tabela 6 – Planejamento de Comprometimento

Planejamento Curto Prazo											
Obra Eng.Responsável Período 13.04.2017 - 19.04.2017 Semana 15/2017 PPC Semanal 80,65 PPC P Semanal 90,67 Emissão 24.05.2018 - 20:22:33 - JCRISTOFOLIN											
Fl.	Diagrama	Emp.Resp.	Enc.Resp.	Descrição Atividade	PrS.%Plan.	Exec.P	Cód...	PrS.%Plan.Ac.	PrS.%Pre	Observação	Causas
4001351	EMPREITEIRO 1	RESPONSÁVEL 1	RESPONSÁVEL 1	Churrasqueira 1º Pav. *T3	50,0000	SIM		0,0000	0,0026		
4001351	EMPREITEIRO 1	RESPONSÁVEL 1	RESPONSÁVEL 1	Alc. Vedação Churrasq. 1º Pav *T3	50,0000	SIM		0,0000	0,0002		
4001351	EMPREITEIRO 2	RESPONSÁVEL 2	RESPONSÁVEL 2	Distribuição Elétrica 1º Pav *T3	100,0000	NAO	7	0,0000	0,0020	Cabanha	BADXA PRODUTIVIDADE
4001352	EMPREITEIRO 2	RESPONSÁVEL 2	RESPONSÁVEL 2	Distribuição Elétrica 2º Pav *T3	50,0000	NAO	7	0,0000	0,0010	Furações	BADXA PRODUTIVIDADE
4001352	EMPREITEIRO 1	RESPONSÁVEL 1	RESPONSÁVEL 1	3ª Laje (Lado 2) *T3	100,0000	SIM		0,0000	0,0170	13/04	
4001352	EMPREITEIRO 3	RESPONSÁVEL 3	RESPONSÁVEL 3	Dist. Ág Fria/Esg+Pluv. 2º Pav.*T3	50,0000	SIM		0,0000	0,0020		
4001353	EMPREITEIRO 1	RESPONSÁVEL 1	RESPONSÁVEL 1	Bl. Estrut. 6MPa (Lado1) 3ºPAV*T3	100,0000	SIM		0,0000	0,0305		
4001353	EMPREITEIRO 1	RESPONSÁVEL 1	RESPONSÁVEL 1	Bl. Estrut. 6MPa (Lado2) 3ºPAV*T3	30,0000	SIM		0,0000	0,0080	Marcação	
4001359	EMPREITEIRO 5	RESPONSÁVEL 5	RESPONSÁVEL 5	1ª Laje (Lado 1) *T4	100,0000	SIM		0,0000	0,0246	12/04	
4001359	EMPREITEIRO 5	RESPONSÁVEL 5	RESPONSÁVEL 5	Bl. Estrut. 8MPa (Lado 2) Tér.*T4	20,0000	SIM		0,0000	0,0060	Finalizar	
4001359	EMPREITEIRO 5	RESPONSÁVEL 5	RESPONSÁVEL 5	1ª Laje (Lado 2) *T4	100,0000	SIM		0,0000	0,0193	18/04	
4001359	EMPREITEIRO 4	RESPONSÁVEL 4	RESPONSÁVEL 4	Plares do Térreo *T4	20,0000	SIM		0,0000	0,0006		
4001359	EMPREITEIRO 5	RESPONSÁVEL 5	RESPONSÁVEL 5	Churrasqueira Térreo *T4	50,0000	SIM		0,0000	0,0027		
4001359	EMPREITEIRO 5	RESPONSÁVEL 5	RESPONSÁVEL 5	Col. Jan/Ard/PortaJanela Tér. *T4	25,0000	SIM		0,0000	0,0025	Ardósias	
4001359	EMPREITEIRO 4	RESPONSÁVEL 4	RESPONSÁVEL 4	Vigas térreo*T4	10,0000	SIM		0,0000	0,0006		
4001360	EMPREITEIRO 5	RESPONSÁVEL 5	RESPONSÁVEL 5	Bl. Estrut. 8MPa (Lado1) 1ºPAV*T4	70,0000	SIM		0,0000	0,0222		

Semanalmente, antes de iniciar a preparação da reunião de Planejamento de Curto Prazo, o PCP verifica *in loco* o cumprimento das atividades alinhadas na última reunião de planejamento de curto prazo (quando cabível). As atividades devem ser classificadas em “SIM – FORAM CUMPRIDAS” ou “NÃO – NÃO FORAM CUMPRIDAS”. Com a verificação das atividades *in loco*, pode-se então retirar os índices de PPCP. O próprio SAP® fornece o índice de PPCP conforme a 7. Porém foi necessário separar do plano de curto prazo somente as atividades referente aos empreiteiros em estudo.

O mesmo processo que se deu para separar as atividades do planejamento de longo prazo, foi feito com o planejamento de curto prazo. Portanto, foi criado uma tabela na planilha do Google Spreadsheet® para as atividades executadas ou não contendo as informações de: descrição; empreiteira; encarregado; peso; porcentagens de execução; porcentagem de execução acumulada; observação; e causa de não cumprimento com o plano. A tabela gerada para o CP da MOT pode ser observada na Tabela 7.

Com a informação de peso previsto e peso realizado, conforme colunas 7 e 8 respectivamente, em conjunto com a coluna 1 que informa a semana da execução da atividade, foi possível determinar o índice de PPCP de cada semana. O gráfico da Figura 14 demonstra o índice de PPCP das atividades da MOT para todas as semanas analisadas, da semana 13 a semana 30.

Tabela 7 – Planejamento de Curto Prazo para MOT

Semana	Empresa Responsável	Descrição Atividade	Observação	PrS.%Plan.	PrS.%Plan. Ac	PrS.%Prev.	PrS.%Real	Exec.PPC	Causas
13	MOT	Bl. Estrut. 8MPa (Lado 1) Tér.*T4	Marcação	30	0	0,0099	0,0099	SIM	
14	MOT	Bl. Estrut. 8MPa (Lado 1) Tér.*T4	Finalizar	70	100	0,0232	0,0232	SIM	
14	MOT	Bl. Estrut. 8MPa (Lado 2) Tér.*T4		80	0	0,0238	0,0238	SIM	
15	MOT	1ª Laje (Lado 1) *T4	12/04	100	100	0,0246	0,0246	SIM	
15	MOT	Bl. Estrut. 8MPa (Lado 2) Tér.*T4	Finalizar	20	100	0,0080	0,008	SIM	
15	MOT	1ª Laje (Lado 2) *T4	18/04	100	100	0,0193	0,0193	SIM	
15	MOT	Churrasqueira Térreo *T4	Lado A	50	0	0,0027	0,0027	SIM	
15	MOT	Col. Jan/Ard/Porta/Janela Tér. *T4	Ardósias	25	0	0,0025	0,0025	SIM	
15	MOT	Bl. Estrut. 8MPa (Lado 1) 1ªPAV*T4		70	0	0,0222	0,0222	SIM	
16	MOT	Churrasqueira Térreo *T4	Lado B	50	0	0,0027	0,0027	SIM	
16	MOT	Col. Jan/Ard/Porta/Janela Tér. *T4		25	50	0,0025	0,0025	SIM	
16	MOT	Alv. Vedação Churrasq. Térreo *T4	Lado A	50	0	0,0003	0,0003	SIM	
16	MOT	Bl. Estrut. 8MPa (Lado 1) 1ªPAV*T4		30	100	0,0095	0,0095	SIM	
16	MOT	2ª Laje (Lado 1) *T4	26/4	100	100	0,0214	0,0214	SIM	
16	MOT	Bl. Estrut. 8MPa (Lado 2) 1ªPAV*T4		50	0	0,0138	0,0138	SIM	
17	MOT	Casa do Gás/Rede Incênd Térreo *T4		100	100	0,0006	0,0006	SIM	
17	MOT	Churrasqueira Térreo *T4	Lado B	50	100	0,0027	0,0027	SIM	
17	MOT	Col. Jan/Ard/Porta/Janela Tér. *T4	Finalizar	50	100	0,005	0,005	SIM	
17	MOT	Cont. Port. Cort. Fogo/Vent Tér *T4	PCF + VENTILAÇÃO	70	0	0,0010	0,001	SIM	
17	MOT	Alv. Vedação Churrasq. Térreo *T4	Lado B	50	100	0,0003	0,0003	SIM	
17	MOT	Bl. Estrut. 8MPa (Lado 2) 1ªPAV*T4		50	100	0,0138	0,0138	SIM	
17	MOT	2ª Laje (Lado 2) *T4	28/04	100	100	0,0170	0,017	SIM	
18	MOT	Bandeja Salva-Vidas Primária T4		100	100	0,0132	0,0132	SIM	
18	MOT	Shafts Térreo *T4		100	100	0,0033	0,0033	SIM	
18	MOT	Churrasqueira 1ª Pav. *T4	Lado A	50	0	0,0028	0,0028	SIM	
18	MOT	Col. Jan/Ard/Porta/Janela 1ªPav*T4		50	0	0,0062	0,0062	SIM	

Figura 14 – PPCP para MOT

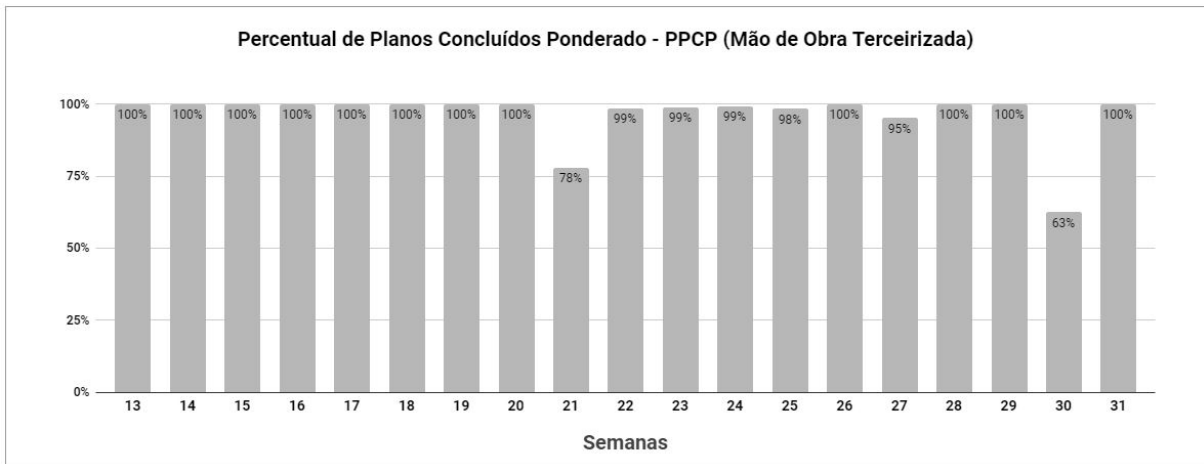
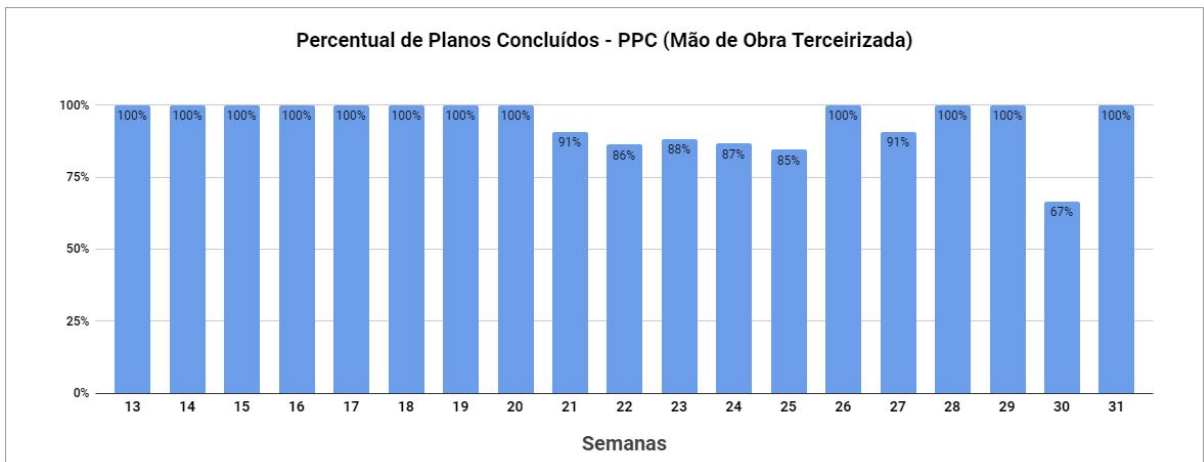


Figura 15 – PPC para MOT



Para comparação com a literatura, foram também retirados os índices de PPC. O PPCP e o PPC divergem por analisarem a eficiência do empreiteiro através de formas distintas, um ponderando as atividades de maior valor monetário, e o outro

considerando apenas o número de atividades. O índice de PPC pode ser observado no gráfico da Figura 15.

A pior semana de acordo com o gráfico de PPCP é a semana 21, com 78% de eficiência, enquanto o PPC da mesma semana resultou em 91%, porém a atividade que não foi executada na semana 21 foi a 6ª laje do lado 1, com peso monetário alto, puxando o indicativo para baixo. Esta não execução da atividade se deu devido a mudança na forma da laje pré-moldada, atrasando a entrega da mesma.

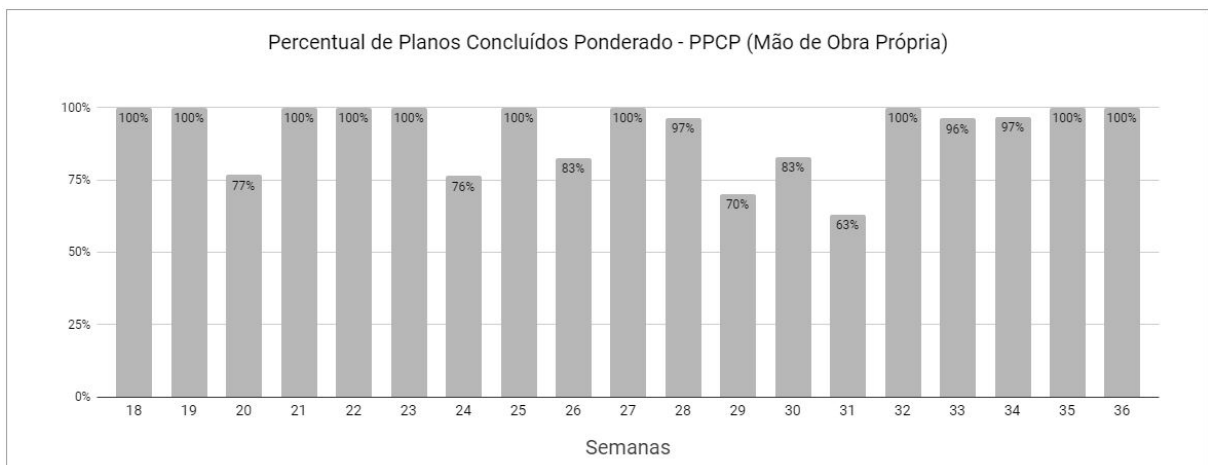
O mesmo processo se fez para obter o planejamento de curto prazo para o Estudo de Caso B, que pode ser observado na Tabela 8.

Tabela 8 – Planejamento de Curto Prazo para MOP

Semana	Empresa Responsável	Descrição Atividade	Observação	Pr\$.%Plan.	Pr\$.%Plan. Ac.	Pr\$.%Prev.	Pr\$.%Real	Exec.PPC	Causas
18	ROGGAT4	Alv. Vedação Interna Térreo *T5		100	100	0,0094	0,0094	SIM	
19	ROGGAT4	Bl. Estrut. 8MPa (Lado 1) Tér *T5		20	100	0,0086	0,0086	SIM	
19	ROGGAT4	1ª Laje (Lado 1) *T5	11/05 - Carreta	100	100	0,0246	0,0246	SIM	
19	ROGGAT4	Bl. Estrut. 8MPa (Lado 2) Tér *T5		20	100	0,0080	0,0080	SIM	
19	ROGGAT4	1ª Laje (Lado 2) *T5	12/05 - Carreta	100	100	0,0193	0,0193	SIM	
19	ROGGAT4	Bl. Estrut. 8MPa (Lado1) 1ªPAV *T5		70	70	0,0222	0,0222	SIM	
19	ROGGAT4	Bl. Estrut. 8MPa (Lado2) 1ªPAV *T5	Marcação	30	30	0,0083	0,0083	SIM	
20	ROGGAT4	Churrasqueira Térreo *T5	1,0000	100	100	0,0054	0,0054	SIM	
20	ROGGAT4	Alv. Vedação Churrasq. Térreo *T5	1,0000	100	100	0,0006	0,0006	SIM	
20	ROGGAT4	Bl. Estrut. 8MPa (Lado1) 1ªPAV *T5	Finalizar	30	100	0,0095	0,0095	SIM	
20	ROGGAT4	2ª Laje (Lado 1) *T5	43238,0000	100	100	0,0214	0,0214	SIM	
20	ROGGAT4	Bl. Estrut. 8MPa (Lado2) 1ªPAV *T5	Finalizar	70	100	0,0193	0,0193	SIM	
20	ROGGAT4	2ª Laje (Lado 2) *T5	24/05 - Carreta	100	0	0,0170	0	NAO	C2
21	ROGGAT4	Shafts Térreo *T5		100	100	0,0033	0,0033	SIM	
21	ROGGAT4	Col. Jan/And/PortaJanela Tér *T5	1,0000	100	100	0,0100	0,0100	SIM	
21	ROGGAT4	2ª Laje (Lado 2) *T5	26/05 - C	100	100	0,0170	0,0170	SIM	
21	ROGGAT4	Bl. Estrut. 8MPa (Lado1) 2ªPAV *T5		50	100	0,0159	0,0159	SIM	
21	ROGGAT4	3ª Laje (Lado 1) *T5	43250,0000	100	100	0,0214	0,0214	SIM	
22	ROGGAT4	Casa do Gás/Rede Incênd Térreo *T5		100	100	0,0006	0,0006	SIM	
22	ROGGAT4	Cont. Port Cort.Fogo/Vent Tér *T5		100	100	0,0014	0,0014	SIM	
22	ROGGAT4	Guarda Corpo 2ª Laje *T5		0	0	0	0	SIM	
22	ROGGAT4	Churrasqueira 1ª Pav. *T5	31/12	100	100	0,0051	0,0051	SIM	
22	ROGGAT4	Shafts 1ª Pav *T5	Lado A	100	100	0,0030	0,0030	SIM	
22	ROGGAT4	Alv. Vedação Interna 1ª Pav *T5		100	100	0,0076	0,0076	SIM	
22	ROGGAT4	Col. Jan/And/PortaJanela 1ª Pav *T5	1	100	100	0,0104	0,0104	SIM	
22	ROGGAT4	Cont Port Cort.Fogo/Vent 1ª Pav *T5		100	100	0,0011	0,0011	SIM	

Com o planejamento de curto prazo da MOP, foi possível retirar os índices de PPCP e PPC, demonstrados nas Figuras 16 e 17 respectivamente.

Figura 16 – PPCP para MOP



Portanto pode-se observar que os índices tanto de PPCP e PPC do Estudo de Caso B ficaram abaixo se comparados com o Estudo de Caso A. Enquanto a média do PPCP para a MOT foi de 96%, para a MOP foi de 92%. Já para o PPC da MOT a

Figura 17 – PPC para MOP



média da MOT foi de 94% em contra partida da MOP de 90%. Ambos os estudos de casos deram acima do exigido pela construtora, de 85%. É nítida a diferença entre o cumprimento do planejamento vide MOP para MOT, pois os índices de PPC e PPCP da MOT foram mais constantes e mais elevados em quase todas as semanas do período analisado. Ambas as porcentagens deram acima do que a literatura exhibe como um bom indicador, indicando um subdimensionamento dos pacotes de trabalhos. Porém como a metodologia de PCP foi a mesma para ambos os casos, a comparação entre os valores é válida.

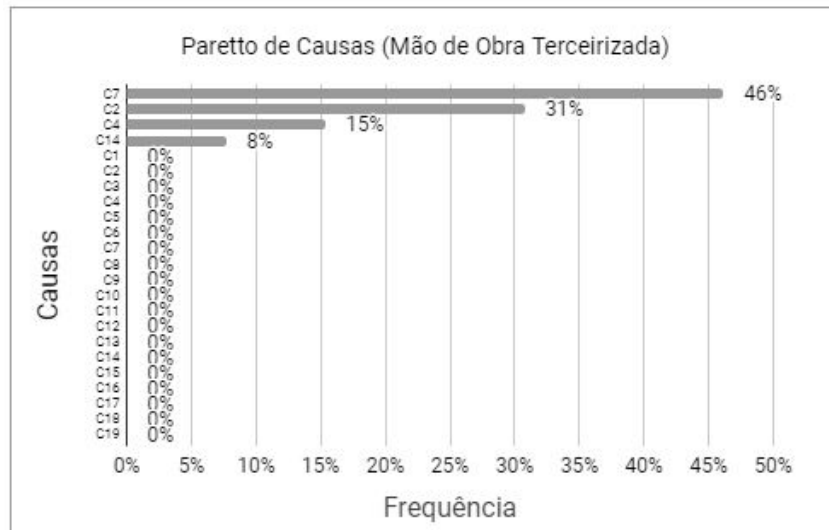
### 4.3 Causas de não cumprimento dos planos

Toda atividade não executada no plano de curto prazo, possui uma causa raiz associada. Para analisar qual causa foi mais frequente durante o intervalo das 18 semanas do planejamento de curto prazo para o Estudo de Caso A, foi utilizado o gráfico de Pareto. Primeiro foi organizado as principais causas junto de suas frequências de ocorrência, em sequência foi organizado da mais frequente para a menos frequente. Com os dados compilados foi então criado o gráfico de Pareto conforme Figura 18.

Pode-se observar que a causa mais frequente para o Estudo de Caso A é a C7, Baixa Produtividade, com 46% de frequência, em seguida da C2 com 31%, Especificação de Projeto, C4 Baixo Efetivo com 15% e por último C14, Atraso na Entrega de Material pelo Fornecedor, com 8% . A causas C7 em conjunto com a C4 estão associadas diretamente com o gerenciamento da mão de obra, em que vezes a equipe suficiente não produz o necessário, e outrora a equipe está deficitária e não consegue suprir o absenteísmo. A C2 e C14 são causas externas a produção, podendo ser evitadas com planos de ação das restrições vistas e mapeadas no MP.

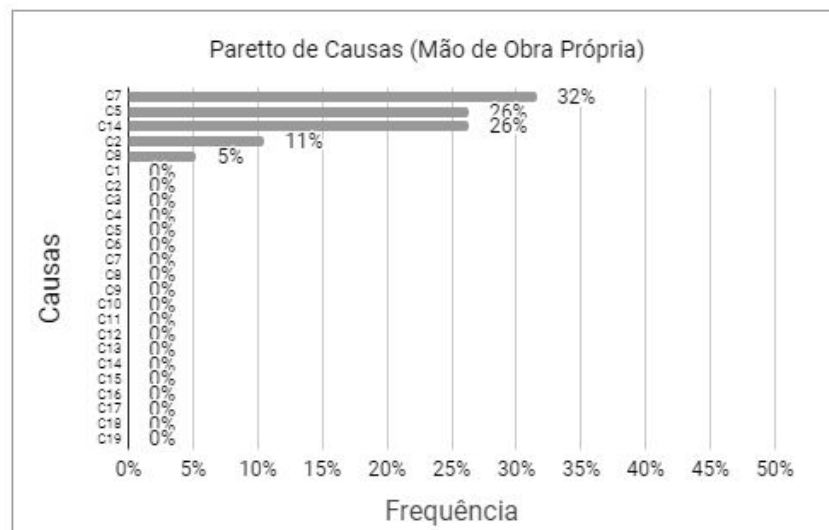
Repetindo o processo para o Estudo de Caso B, tem-se o resultado do gráfico

Figura 18 – Pareto de Causas para MOT



de Pareto na Figura 19.

Figura 19 – Pareto de Causas para MOP



Para a mão de obra própria também se teve a maior ocorrência da causa C7 do que as demais, com 32% de frequência, porém a segunda maior causa foi a C5, Frente Não Liberada, esta causa ocorre quando o próprio empreiteiro não finaliza a tarefa predecessora em tempo hábil. Esta causa pode ter natureza na criação do plano de curto prazo, pois de acordo com a literatura descrita no capítulo de revisão bibliográfica, somente deverá ser planejada atividade que são passíveis de serem executadas, com frente liberada, material disponível e pacote de atividades que seja compatível com a mão de obra disponível. A causa C8, com 5% é referente a Escopo Técnico Não Disponível, o que se dá pela falta de definição, por parte da engenharia, de como deve ser executada tal atividade.



#### 4.4 Linha de Balanço

Com todas as datas de planeamento das atividade, e com as datas das execuções planejadas e controladas pelo profissional de PCP, pode-se então verificar o ritmo de execução das tarefas através da aplicação da Linha de Balanço (LB). A LB tem como objetivo demonstrar o ritmo de produção, tendo como produto uma análise rápida de qual pavimento deverá ser executado para cada semana do planeamento, ou ainda olhando para trás, pode-se observar como decorreu o ritmo de uma determinada atividade do empreendimento ao longo de sua execução.

Na primeira etapa da LB, as atividades programadas e executadas foram associadas pelas semanas de planeamento e de execução. Este processo foi necessário para determinar o ritmo de produção por pavimento de cada atividade. A Tabela 9 refere-se as atividade planejadas pelo planeamento mestre do Estudo de Caso A, já a Tabela 10 está associada as atividade executadas pelo planeamento de curto prazo, também para Estudo de Caso A.

Tabela 9 – Atividades do planeamento separadas por semana e pavimento MOT

Atividades Planejadas MOT	Pavimento	Bloco Estrutural (Lado 1)	Laje Pré-Moldada (Lado 1)	Bloco Estrutural (Lado 2)	Laje Pré-Moldada (Lado 2)	Churrasqueira	Alvenaria de Ved. Churr	Casa de Gás	Janela	Shaft	Alvenaria de Ved. Int	Impermeab Ban	Impermeab Sac
	Térreo	14	15	15	16	19	20	19	19	19	19	16	22
Primeiro	17	17	17	17	21	21	20	21	21	21	17	24	23
Segundo	18	19	19	19	23	23	22	22	22	23	19	25	25
Terceiro	20	20	20	20	24	24	24	24	24	24	20	27	26
Quarto	21	21	22	22	26	26	25	25	25	26	22	28	28
Quinto	23	23	23	23	27	27	26	27	27	27	23	29	29
Sexto	24	24	25	25	28	29	28	28	28	28	25	31	30
Sétimo	26	26	26	26	30	30	29	29	30	30	26	32	32
Oitavo	28	28	-	-	32	32	31	31	31	32	28	34	33

Tabela 10 – Atividades executadas separadas por semana e pavimento MOT

Atividades Realizadas MOT	Pavimento	Bloco Estrutural (Lado 1)	Laje Pré-Moldada (Lado 1)	Bloco Estrutural (Lado 2)	Laje Pré-Moldada (Lado 2)	Churrasqueira	Alvenaria de Ved. Churr	Casa de Gás	Janela	Shaft	Alvenaria de Ved. Int	Impermeab Ban	Impermeab Sac
	Térreo	14	15	15	15	17	17	17	17	17	18	20	23
Primeiro	16	16	17	17	19	19	19	19	19	19	21	24	24
Segundo	18	18	18	18	21	21	20	22	22	21	22	25	25
Terceiro	19	19	19	19	22	22	22	22	22	22	22	26	26
Quarto	20	20	21	21	23	23	23	23	23	23	22	27	27
Quinto	21	22	22	23	25	25	24	26	25	25	23	28	28
Sexto	23	23	24	24	26	26	26	26	26	27	24	29	29
Sétimo	24	25	25	26	27	28	27	27	27	29	25	30	30
Oitavo	27	27	-	-	28	28	28	28	28	29	29	31	31

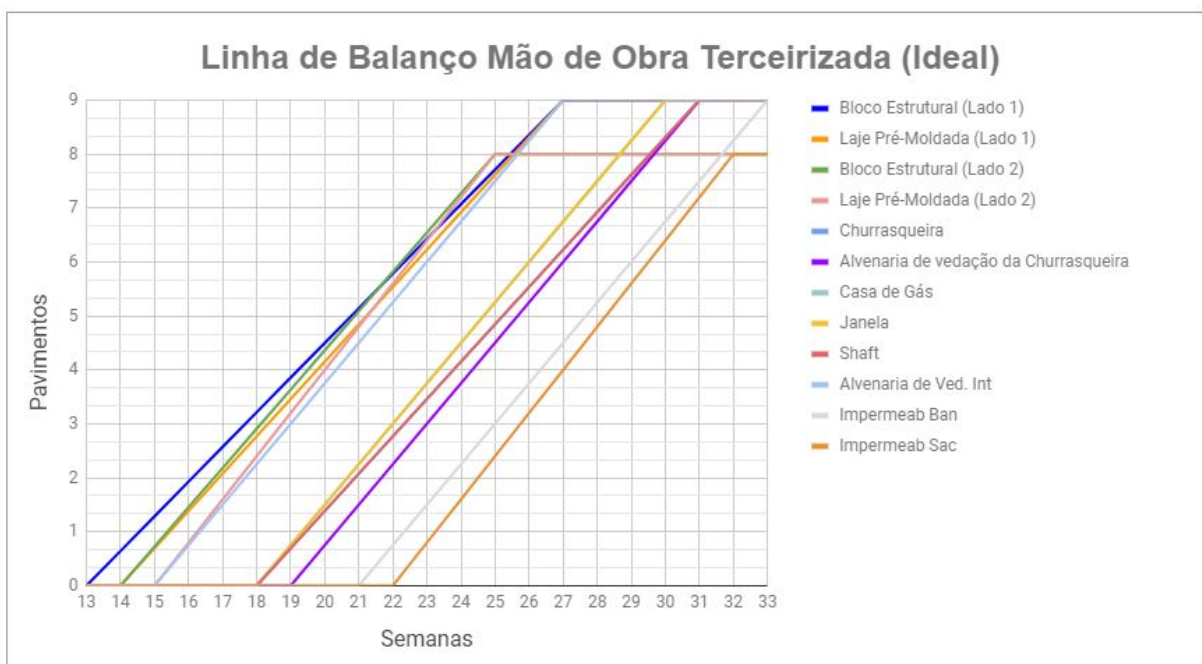
Nas Tabelas 9 e 10 observa-se que a primeira coluna é destinada para os pavimentos, e a primeira linha é separada para as atividades, enquanto as demais lacunas são preenchidas pela semanas de execução.

A próxima etapa para criação da LB foi determinar o ritmo de produtividade de cada atividade. O ritmo de produção pode ser calculado pela fração do número de pavimentos pela duração da execução da atividade, obtendo um resultado em pavimentos por semana. A equação que rege o cálculo do ritmo é a Equação 4.1.

$$\text{Ritmo (Pav/sem)} = \frac{\text{Numero de Pavimentos}}{(\text{Ultima Semana} - \text{Primeira Semana})} \quad (4.1)$$

Após serem determinados os ritmos de produção, foi então criada uma planilha contendo as informações das frações de pavimentos executados conforme ritmo. Exemplo: A atividade de execução da churrasqueira iniciou na semana 19 e finalizou o oitavo pavimento na semana 32, portanto o ritmo de produção para esta tarefa foi de 0,69 pav/semana. De acordo com o ritmo na semana 22 ele terá 2,77 pavimentos de churrasqueira executados. O Apêndice A demonstra este processo tanto para o planejamento quanto para a avaliação do que foi executado para o Estudo de Caso A. A primeira tabela tem suas informações retiradas do planejamento mestre, já a segunda do curto prazo, respectivamente. Com os dados do apêndice, foi possível consolidar as linhas de balanço de planejamento e execução da MOT, conforme Figuras 20 e 21 .

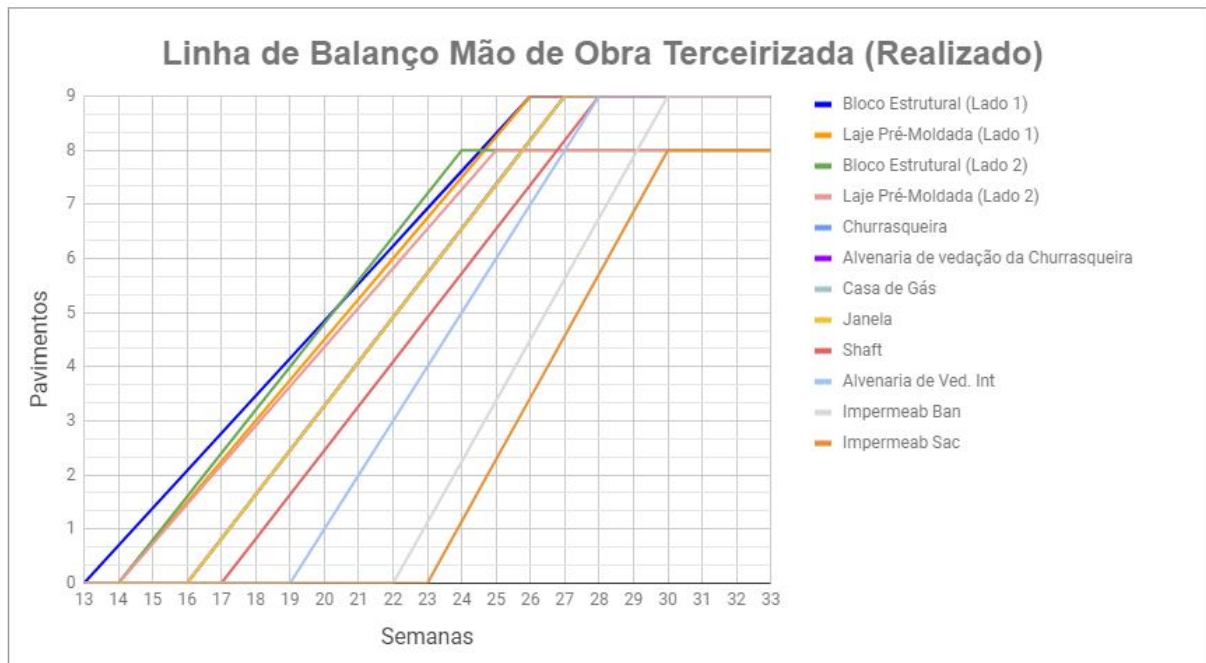
Figura 20 – Linha de Balanço Ideal MOT



Pode-se observar que a linha de balanço de planejamento para as atividades da MOT, está com suas linhas menos anguladas do que a linha de balanço das atividades realizadas. Isto significa que o ritmo realizado foi mais forte do que o ritmo planejado. Podendo ser observado também que de acordo com o planejamento, a última atividade a ser finalizada teve seu fim previsto para a semana 33, porém o LB das atividades realizadas mostra que a mesma foi finalizada na semana 30, com 3 semanas de antecedência.

O mesmo processo que se deu para gerar as linhas de balanço do Estudo

Figura 21 – Linha de Balanço Real MOT



de Caso A, também se deu para o Estudo de Caso B. Assim como o Caso A, foram obtidas duas linhas de balanço, uma para as atividades planejadas e outra para as atividades já executadas.

Conforme o procedimento descrito no Caso A, foi necessário criar a tabela base para alimentar a linha de balanço. O Apêndice B representa as bases para a criação das LBs da mão de obra própria (MOP), tanto com os olhos voltados para o planejamento, quanto para a execução.

Com a base de dados já criada, pode-se gerar as linhas de balanço. A Figura 22 demonstra a linha de balanço para as atividades planejadas do Estudo de Caso B. Já a Figura 23 representa a linha de balanço para as atividades executadas também do Caso B.

Figura 22 – Linha de Balanço Ideal MOP

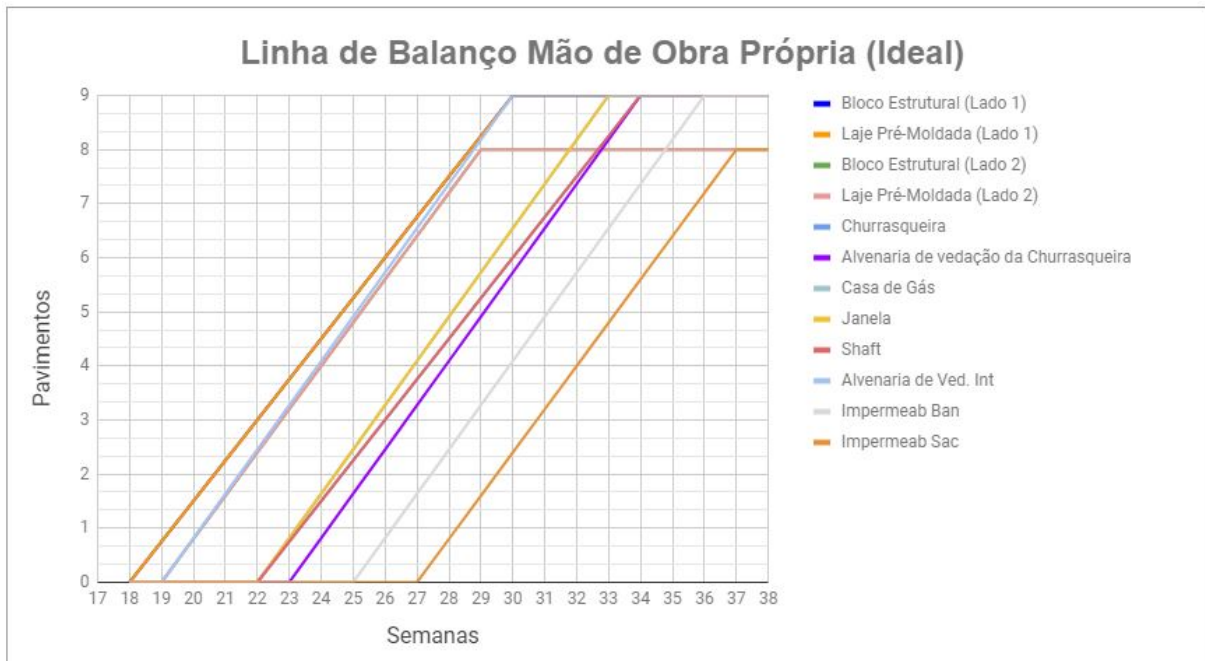
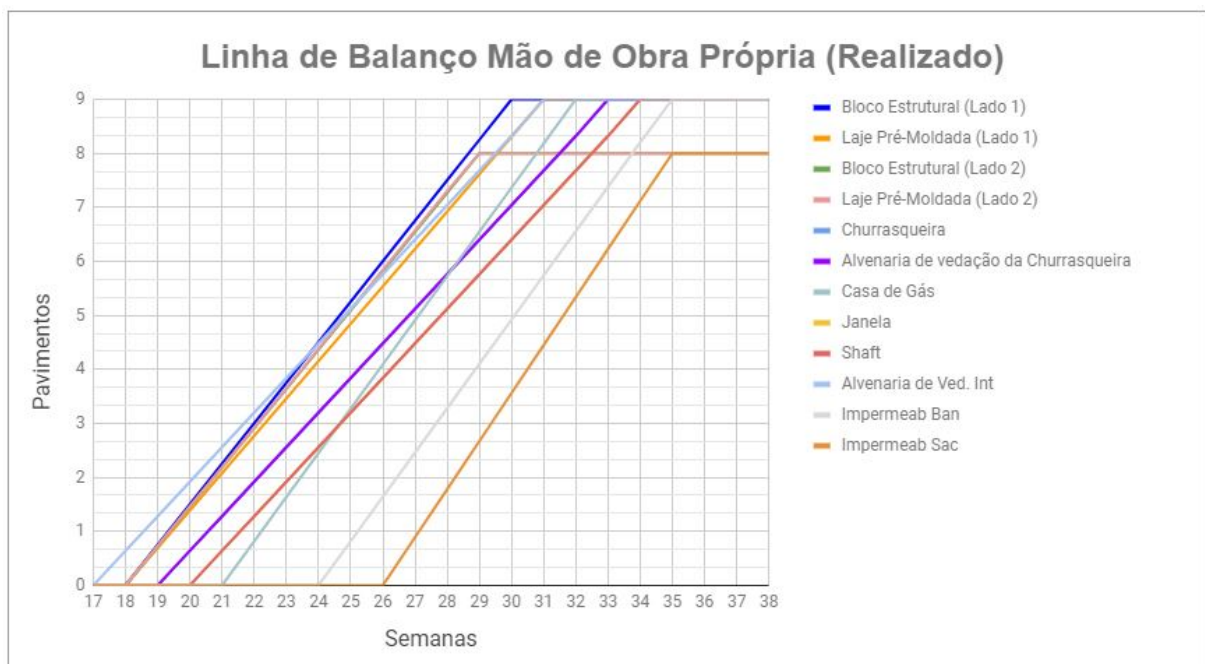


Figura 23 – Linha de Balanço Real MOP



Pode-se observar que de acordo com o planejamento de longo prazo, as atividades deveriam ter seu início na semana 18 e seu fim na semana 37. Porém ao analisar a linha de balanço para as atividades já executadas, conforme Figura 23, percebe-se que as tarefas iniciaram-se um pouco mais cedo do que o planejado, na semana 17, e terminaram também com antecedência, na semana 35. A LB das atividades executadas da MOP mostra também que a maioria das atividades tiveram seu início antecipado em relação ao planejamento, mas seu término não acompanhou

a antecipação, tendo uma linha mais suave, ou seja, um ritmo de produção mais suavizado. Esta antecipação somente ocorreu nas atividades que possuem seu fim cedo diferente do seu fim tarde, permitindo este deslocamento, diferente das atividades de caminho crítico em que existe somente uma data de fim. De forma geral a olhar para o início previsto das atividades, e o fim realizado, teve-se um ganho de 1 semana de produtividade. Na próxima seção, será discutido os resultados da comparação entre os dois estudos de caso.

Ao comparar as LB para o Estudo de Caso A e Estudo de Caso B é possível notar que na LB das atividades executadas para a MOT as linhas correm mais paralelas. Isto significa que a produção teve uma sequência lógica mais equilibrada, espaçando mais o início das atividades para manter uma constante na produção, mas para isso acabou não respeitando o início das atividades conforme planejamento. Ao não respeitar o início planejado, as atividades que poderiam ser antecipadas, assim o foram, fazendo que com as atividades internas acabassem antes do previsto. Para o Estudo de Caso B, o início das atividades também foi antecipado, porém seu fim manteve-se muito próximo do fim ideal, o que fez com que algumas atividades tivessem seu ritmo de produção mais lento do que no Caso A, em alguns casos houve ainda um cruzamento das linhas de balanço, mesmo que este cruzamento se deu para atividades internas de acabamento, é prejudicial a produção que vem na sequência, pois não finaliza-se as atividades de um andar no mesmo ritmo, podendo ocorrer casos de frente não liberada para atividades sucessoras. Esta diferença de ritmo de produção pode ser observada na Tabela 11.

Tabela 11 – Ritmo de produção MOT e MOP

Atividades	Ritmo MOT (Pav/Sem)	Ritmo MOP (Pav/Sem)
Bloco Estrutural (Lado 1)	0,69	0,75
Laje Pré-Moldada (Lado 1)	0,75	0,69
Bloco Estrutural (Lado 2)	0,80	0,73
Laje Pré-Moldada (Lado 2)	0,73	0,73
Churrasqueira	0,82	0,64
Alvenaria de Ved. Churr	0,82	0,64
Casa de Gás	0,82	0,82
Janela	0,82	0,64
Shaft	0,82	0,64
Alvenaria de Ved. Int	1,00	0,64
Impermeab Ban	1,13	0,82
Impermeab Sac	1,14	0,89
Média	0,86	0,72

#### 4.5 Desvio de Prazo (DP)

Com todos os dados de ritmo de produção, primeira e última semana de execução das atividades do planejamento mestre e de curto prazo, foi possível determinar o desvio de prazo para o Estudo de Caso A e B. Nesta etapa, os dois estudos de casos foram analisado simultaneamente. Primeiro foi criado uma tabela para inserir as datas fim de execução e planejamento para a MOT e MOP. Posteriormente foram aplicadas as fórmulas de VarPrazo e DP, conforme Tabela 12.

Tabela 12 – VarPrazo e DP para MOT e MOP

Atividades	Ritmo (Pavimentos /Semana)		MOT / MOP	Prazo Planejamento (Semana)		Execução Planejamento (Semana)		VarPrazo (Semanas)		DP (%)	
	MOT	MOP		MOT	MOP	MOT	MOP	MOT	MOP	MOT	MOP
Bloco Estrutural (Lado 1)	0,69	0,75	92,31%	28	31	27	31	-1 Semanas	0 Semanas	-7,14%	0,00%
Laje Pré-Moldada (Lado 1)	0,75	0,69	108,33%	28	31	27	32	-1 Semanas	1 Semanas	-7,69%	8,33%
Bloco Estrutural (Lado 2)	0,80	0,73	110,00%	26	30	25	30	-1 Semanas	1 Semanas	-9,09%	10,00%
Laje Pré-Moldada (Lado 2)	0,73	0,73	100,00%	26	30	26	30	1 Semanas	1 Semanas	10,00%	10,00%
Churrasqueira	0,82	0,64	127,27%	32	35	28	34	-2 Semanas	2 Semanas	-15,38%	16,67%
Alvenaria de Ved. Churr	0,82	0,64	127,27%	32	35	28	34	-1 Semanas	3 Semanas	-8,33%	27,27%
Casa de Gás	0,82	0,82	100,00%	31	34	28	33	-1 Semanas	0 Semanas	-8,33%	0,00%
Janela	0,82	0,64	127,27%	31	34	28	35	-1 Semanas	3 Semanas	-8,33%	27,27%
Shaft	0,82	0,64	127,27%	32	35	29	35	-2 Semanas	2 Semanas	-15,38%	16,67%
Alvenaria de Ved. Int	1,00	0,64	155,56%	28	31	29	32	-3 Semanas	3 Semanas	-25,00%	27,27%
Impermeab Ban	1,13	0,82	137,50%	34	37	31	36	-4 Semanas	0 Semanas	-33,33%	0,00%
Impermeab Sac	1,14	0,89	128,57%	33	38	31	36	-3 Semanas	-1 Semanas	-30,00%	-10,00%
Média	0,86	0,72	120,11%	-	-	-	Média	-1,6 Semanas	1,3 Semanas	-13,17%	11,12%

Ao analisar os dados obtidos na Tabela 12, observa-se que na maior parte dos casos o DP para a MOT foi negativo, ou seja, terminou no prazo ou antes do prazo estipulado, exceto uma atividade, alvenaria de vedação interna, que ficou abaixo. Já para a MOP nove de doze atividades terminaram atrasadas em relação ao planejamento, inclusive caminhos críticos para a obra, como a colocação e fixação da Laje Pré-Moldada (Lado 1), o que pode ter acarretado no atraso das demais atividades sucessoras internas. Neste contexto o DP do Estudo de Caso A, para mão de obra terceirizada demonstrou um melhor índice de produtividade do que o DP do Estudo de Caso B para a mão de obra própria. Portanto para efeito de comparação direta dos indicadores de produção, foi desenvolvida uma tabela contendo a média para ambas as equipes, Tabela 13.

Tabela 13 – Comparação indicadores MOT e MOP

Indicadores	MOT	MOP	Variação
PPC (%)	94%	90%	4%
PPCP (%)	96%	92%	4%
Ritmo (Pav/Sem)	0,86	0,72	0,14 Pav/Sem
VarPrazo (Sem)	-1,58	1,25	2,9 Semanas
DP (%)	-13,17%	11,12%	24,29%

A Tabela 12 demonstra a variação dos indicadores da MOT com a MOP. Pode-se observar que todos indicadores apontam um maior desempenho para a MOT, tendo como média um PPC de 4% maior, PPCP também 4%, Ritmo de 0,14 pavimentos por semana a mais, contando com um VarPrazo de 2,9 semanas mais adiantado e por fim um DP de 24,29% mais favorável.

## 5 CONCLUSÕES

Ao se adentrar nos resultados do estudo de caso percebe-se que, diante de um mesmo cenário, a mão de obra terceirizada se demonstrou mais produtiva do que a mão de obra própria para a maior parte da análise. A comparação foi iniciada desde o planejamento de longo prazo, até a análise final dos indicadores de produtividade.

O planejamento mestre se demonstrou muito parecido tanto para o Caso A, quanto para o Caso B, portanto o tempo de execução das atividades permaneceu o mesmo para ambas as situações. A análise da linha de balanço permitiu observar esta semelhança de ritmo ideal de produção para os dois casos. Ao analisar a execução do planejamento, interpreta-se um ritmo mais acelerado de produção da MOT em relação a MOP. Além da inclinação das retas serem mais acentuadas, o término das atividades da MOT é visivelmente mais antecipada do que as da MOP, sugerindo um DP menor por parte da primeira. Além do ritmo ser mais acelerado, o planejamento foi mais respeitado no cenário da MOT, pois as retas estão mais paralelas se comparadas com as de MOP, tendo uma melhor continuidade de serviços.

A comparação do ritmo de produção traz uma visão geral de que o ritmo da MOT foi maior que da MOP. Estatisticamente o ritmo da MOT foi, em geral, 20% maior que o ritmo da MOP. Este aumento retrata um melhor indicador de DP e VarPrazo, pois conclui-se mais pavimentos por semana, em consequência um menor VarPrazo e DP. Em média o VarPrazo para as atividades do MOT foi de -1,6 Semanas. Este adiantado em relação ao planejamento mestre em aproximadamente 13,17%. Já a MOP teve um atraso de 1,3 Semanas comparados com ao planejamento mestre, resultando em um DP de 11,2%. A diferença do DP da MOT em relação a MOP foi de 24,29%, um valor muito expressivo, próximo de 3 semanas de diferença, demonstrando maior aderência ao planejamento por parte da MOT.

Apesar da revisão bibliográfica apontar dificuldades em relação ao gerenciamento de equipes terceirizadas, a produtividade da MOT se manteve acima do que a de MOP. Trabalhar de forma empreitada com os colaboradores da MOT, fez com que a produção aumentasse. Quanto mais o colaborador trabalhou, mais ele recebeu, incentivando o término das atividades com antecedência para que pudessem executar outros serviços e receber mais. Outro fator importante foi a presença de um encarregado da MOT em tempo integral, participando das reuniões de CP, alinhando as metas semanais e sendo cobrado para o cumprimento das mesmas. Neste quesito, a MOT também se demonstrou mais aderente aos planejamentos de curto prazo, em

que enquanto a média do PPCP da MOP ficou 92%, para a MOT ficou em 96%. Ambas ficaram acima do mínimo exigido pela empresa, de 85%. A diferença de 4% em favor da MOT também é um indicativo de maior aderência ao cronograma, pois a assertividade do plano criado pelo LP foi maior.

As causas de não cumprimento com os planos também foram levantadas, com finalidade de entender quais foram os principais gargalos para as duas situações, e se estes estão ligados diretamente ao modelo de mão de obra. A principal causa de não cumprimento da MOT foi a baixa produtividade, causa interna, seguida da causa externa, especificação de projeto. A baixa produtividade e o baixo efetivo, logo abaixo da especificação de projetos, podem depender tanto de um mau dimensionamento dos pacotes de trabalho por parte do LP, quanto má gerência da mão de obra por parte do encarregado. A causa de baixa produtividade, C7 também é a mais frequente para a MOP, porém a causa C5, frente de trabalho não liberada, se demonstrou como a segunda maior, o que ao analisar a linha de balanço da MOP, percebeu-se que o cruzamento das tarefas fez com que algumas atividades não pudessem ter frentes liberadas. Isto demonstra que a MOP teve maior dificuldade em sequenciar suas atividades, acarretando em atrasos acumulados e frentes de trabalho não liberadas.

Portanto concluiu-se que, ao trabalhar com a terceirização da mão de obra para um mesmo cenário utilizado pela mão de obra própria, a primeira se demonstrou mais produtiva e aderente ao planejamento de longo e curto prazo, bem como em todos os indicadores levantados e analisados pelo estudo. Mesmo que projetos carimbos favoreçam a utilização da mão de obra própria, a mão de obra terceirizada ainda sim, com suas características, se fez mais produtiva.

Este estudo visou unicamente em comparar a produtividade entre as duas formas de mão de obra, utilizando o sistema de PCP *Last Planner* como forma assistiva do processo. Em sugestão para novos estudos, pode-se buscar identificar e comparar, qual modelo se propõe mais vantajoso economicamente. Além da revisão bibliográfica apontar maiores gastos de encargos tributários para MOP, o fator DP pode gerar um DC indesejado, abrindo portas para análise de custo da utilização destes dois modelos de mão de obra. O que permite gerar comparações de custo-benefícios, de forma a orientar as construtoras sobre as vantagens e desvantagens de ambas situações.



## REFERÊNCIAS

- AKKARI, A. M. P. Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional msproject. 2003.
- ALFORD, L. P. **Henry Laurence Gantt: leader in industry**. [S.l.]: Harper & brothers, 1934.
- BALLARD, G. Lookahead planning: the missing link in production control. In: **Proc. 5 th Annl. Conf. Intl. Group for Lean Constr.** [S.l.: s.n.], 1997.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding production: essential step in production control. **Journal of construction Engineering and Management**, American Society of Civil Engineers, v. 124, n. 1, p. 11–17, 1998.
- BALLARD, H. G. **The last planner system of production control**. Tese (Doutorado) — University of Birmingham, 2000.
- BEARDSWORTH, A. et al. Management, transience and subcontracting: The case of the construction site. **Journal of management Studies**, Wiley Online Library, v. 25, n. 6, p. 603–625, 1988.
- BERNARDES, M. M. et al. Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção. 2001.
- BORGES, J. P. V. et al. Planejamento e controle da produção de uma indústria de cataventos apoiado pelo gráfico de gantt: um estudo de caso. **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais... Salvador: ABEPRO**, 2013.
- BRANDLI, L. L. et al. Estratégias de terceirização e subcontratação na construção civil. **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, v. 19, 1999.
- CODINHOTO, R. **Diretrizes para o planejamento e controle integrados dos processos de projeto e produção na construção civil**. Tese (Doutorado) — University of Bath, 2003.
- COSTA, D. B. et al. Desenvolvimento de um sistema de indicadores para benchmarking na construção civil: utilizando uma abordagem de aprendizagem. **IV SIBRAGEC–I ELAGEC. Porto Alegre, Brazil**, 2005.
- FORMOSO, C. et al. Termo de referência para o planejamento e controle da produção em empresas construtoras. **Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 1999.
- HOPP, W.; SPEARMAN, M. **Factory physics foundations of manufacturing systems**. Irwin, **Times Mirror, USA**, 1996.

DA SILVA JUNIOR, O.; BORGES JUNIOR, C. Roteiro para elaboração do planejamento da produção de empreendimentos da indústria da construção civil, segundo os princípios da construção enxuta. **VII SEGeT-Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Anais...**, UERJ. Rio de Janeiro, 2010.

MENDES JUNIOR, R. et al. Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos. Florianópolis, SC, 1999.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. [S.l.]: Stanford university Stanford, CA, 1992. v. 72.

KURESKI, R. et al. O macrossetor da construção civil na economia brasileira em 2004. **CEP**, v. 82630, p. 900, 2008.

LAUFER, A.; TUCKER, R. Competence and timing dilemma in construction planning. **Construction management and economics**, Taylor & Francis, v. 6, n. 4, p. 339–355, 1988.

MAGALHÃES, R. M.; MELLO, L. C. B. d. B.; BANDEIRA, R. A. d. M. Planning and control of civil works: multiple case study in rio de janeiro construction companies. **Gestão & Produção**, SciELO Brasil, n. AHEAD, p. 0–0, 2017.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. [S.l.]: Pini, 2010.

MONTAÑO, C. **Microempresa na era da globalização: uma abordagem histórico-crítica**. [S.l.]: Cortez, 1999.

MOURA, C. B. Avaliação do impacto do sistema last planner no desempenho de empreendimentos da construção civil. 2008.

AMATO NETO, J. Reestruturação industrial, terceirização e redes de subcontratação. **Revista de Administração de Empresas**, SciELO Brasil, v. 35, n. 2, p. 33–42, 1995.

NOVAIS, S. G. et al. Aplicação de ferramentas para o aumento da transparência no processo de planejamento e controle de obra na construção civil. Florianópolis, SC, 2000.

OLIVEIRA, K. A. Desenvolvimento e implementação de um sistema de indicadores no processo de planejamento e controle da produção: proposta baseada em estudo de caso. **Porto Alegre**, v. 164, 1999.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção. **Operações industriais e de serviços**. Unicenp, 2007.

TOMMELEIN, I. D.; BALLARD, G. Look-ahead planning: screening and pulling. **Seminário Internacional sobre Lean Construction**, v. 2, p. 20–21, 1997.

TURNER, J. R. **The handbook of project-based management: improving the processes for achieving strategic objectives**. [S.l.]: McGraw-Hill, 1993.

LIMA WANDERLEY, R. Planejamento e controle da produção em empresas construtoras: estudo multicaso em construtoras de grande e médio porte na região metropolitana do recife. Universidade Federal de Pernambuco, 2005.

## APÊNDICE A

### Base de dados para linha de balanço - MOT

Atividades Planejadas MOT																										
Ultima Sem	Primeira Sem	PaV/Sem	Pav/Sem	Semanas	Atividades	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
28	14	0.64	0.64	14	Bloco Estrutural (Lado 1)	0.00	0.64	1.29	1.93	2.57	3.21	3.86	4.50	5.14	5.79	6.43	7.07	7.71	8.36	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
28	15	0.69	0.69	13	Laje Pré-Moldada (Lado 1)	0.00	0.00	0.69	1.38	2.08	2.77	3.46	4.15	4.85	5.54	6.23	6.92	7.62	8.31	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
26	15	0.73	0.73	11	Bloco Estrutural (Lado 2)	0.00	0.00	0.73	1.45	2.18	2.91	3.64	4.36	5.09	5.82	6.55	7.27	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
26	16	0.80	0.80	10	Laje Pré-Moldada (Lado 2)	0.00	0.00	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	4.80	5.60	6.40	7.20	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
32	19	0.69	0.69	13	Churrasqueira	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	1.38	2.08	2.77	3.46	4.15	4.85	5.54	6.23	6.92	7.62	8.31	9.00	9.00	
32	20	0.75	0.75	12	Alvenaria de Ved. Churr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.25	6.00	6.75	7.50	8.25	9.00	9.00	9.00	
31	19	0.75	0.75	12	Casa de Gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.25	6.00	6.75	7.50	8.25	9.00	9.00	9.00	
31	19	0.75	0.75	12	Janela	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.25	6.00	6.75	7.50	8.25	9.00	9.00	9.00	
32	19	0.69	0.69	13	Shaft	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	1.38	2.08	2.77	3.46	4.15	4.85	5.54	6.23	6.92	7.62	8.31	9.00	9.00	
28	16	0.75	0.75	12	Alvenaria de Ved. Int	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.25	6.00	6.75	7.50	8.25	9.00	9.00	9.00	
34	22	0.75	0.75	12	Impermeab Ban	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.25	6.00	6.75	7.50	
33	23	0.80	0.80	10	Impermeab Sac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	4.80	5.60	6.40	7.20	

Atividades Realizadas MOT																										
Ultima Sem	Primeira Sem	PaV/Sem	Pav/Sem	Semanas	Atividades	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
27	14	0.69	0.75	13	Bloco Estrutural (Lado 1)	0.00	0.69	1.38	2.08	2.77	3.46	4.15	4.85	5.54	6.23	6.92	7.62	8.31	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	
27	15	0.80	0.80	12	Laje Pré-Moldada (Lado 1)	0.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.25	6.00	6.75	7.50	8.25	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	
25	15	0.73	0.73	10	Bloco Estrutural (Lado 2)	0.00	0.00	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	4.80	5.60	6.40	7.20	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	
26	15	0.73	0.73	11	Laje Pré-Moldada (Lado 2)	0.00	0.00	0.73	1.45	2.18	2.91	3.64	4.36	5.09	5.82	6.55	7.27	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	
28	17	0.82	0.82	11	Churrasqueira	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	1.64	2.46	3.28	4.10	4.92	5.74	6.56	7.38	8.20	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	
28	17	0.82	0.82	11	Alvenaria de Ved. Churr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	1.64	2.46	3.28	4.10	4.92	5.74	6.56	7.38	8.20	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	
28	17	0.82	0.82	11	Casa de Gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	1.64	2.46	3.27	4.09	4.91	5.73	6.55	7.36	8.18	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	
28	17	0.82	0.82	11	Janela	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	1.64	2.45	3.27	4.09	4.91	5.73	6.55	7.36	8.18	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	
29	18	0.82	0.82	9	Shaft	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	1.64	2.45	3.27	4.09	4.91	5.73	6.55	7.36	8.18	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	
29	20	1.00	1.00	9	Alvenaria de Ved. Int	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	
31	23	1.13	1.13	8	Impermeab Ban	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	2.25	3.38	4.50	5.63	6.75	7.88	9.00	9.00		
31	24	1.14	1.14	7	Impermeab Sac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	2.29	3.43	4.57	5.71	6.86	8.00	8.00		

