

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Patrícia Shalom Rosa

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO:
ADERÊNCIA ENTRE PLANEJAMENTO DE CURTO E
MÉDIO PRAZO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Porto Alegre
junho 2016

PATRÍCIA SHALOM ROSA

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO:
ADERÊNCIA ENTRE PLANEJAMENTO DE CURTO E
MÉDIO PRAZO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Civil

Orientador: Eduardo Luis Isatto
Coorientadora: Raquel Hoffmann Reck

Porto Alegre

junho 2016

PATRÍCIA SHALOM ROSA

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO:
ADERÊNCIA ENTRE PLANEJAMENTO DE CURTO E
MÉDIO PRAZO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRA CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, junho de 2016

Prof. Eduardo Luis Isatto
Doutor pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul
Orientador

Raquel Hoffmann Reck
Mestre pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul
Coorientadora

BANCA EXAMINADORA

Luciani Somensi Lorenzi (UFRGS)
Doutora pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul

Roberto Sukster (NEX Group)
Mestre pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul

Raquel Hoffmann Reck (NEX Group)
Mestre pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul

Eduardo Luis Isatto (UFRGS)
Doutor pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Wladimir e Silvia, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Eduardo Luis Isatto, orientador deste trabalho, pela atenção e dedicação. Agradeço por todos os ensinamentos repassados para o desenvolvimento do trabalho, e principalmente por acreditar e apoiar sua realização.

Agradeço à Raquel Hoffmann Reck, coorientadora deste trabalho, pela oportunidade e atenção com que me acompanhou desde o início deste trabalho.

Agradeço à empresa Nex Group pelo apoio na realização do trabalho e, principalmente, pela experiência profissional que levarei pelo resto da minha vida.

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo ensino de qualidade oferecido.

Agradeço à minha família, que compartilhou comigo vitórias e angústias, me apoiando durante toda a graduação.

Aos amigos e colegas, pela compreensão dos momentos em que estive ausente.

Por fim, agradeço à meu namorado, Vinícius, por estar sempre ao meu lado e me incentivar à busca contínua do conhecimento.

O universo sempre conspira a seu favor quando você possui um objetivo claro e uma disponibilidade de crescimento.

Paulo Coelho

RESUMO

Na construção civil, os atuais sistemas de Planejamento e Controle da Produção (PCP) levam em conta a variabilidade dos planos e a incerteza do processo construtivo. Baseando-se no sistema *Last Planner*, são utilizados diferentes indicadores para medir a eficiência do planejamento, de acordo com seu nível: longo, médio e curto prazo. O objetivo do trabalho consiste em avaliar a aderência entre os planos de curto e médio prazo dentro de uma empresa, propondo diretrizes que visem analisar esta aderência para fins de planejamento e de controle da produção. Para esta pesquisa, foi realizado um diagnóstico do setor de planejamento de uma empresa situada em Porto Alegre, assim como o acompanhamento do desenvolvimento do planejamento em uma obra da mesma empresa. Verificou-se a importância da necessidade de formalização do planejamento, da integração entre os diferentes setores gerenciais e do comprometimento das equipes envolvidas no processo. Entre as principais conclusões, o estudo apontou a necessidade de indicadores que avaliem o processo de PCP proativamente, ou seja, antes que ocorra algum atraso na obra. Com base nesse diagnóstico, foi proposta a utilização do Indicador de Aderência (IA) e o % Caminho Crítico Planejado (CCP). O Indicador de Aderência analisa a aderência entre o planejamento de curto e médio prazo, verificando quais os pacotes de atividades que fundamentalmente devem estar alocados no curto prazo, enquanto o % Caminho Crítico Planejado indica se é dada devida importância ao caminho crítico planejado e mensura a confiabilidade da data de entrega da obra estipulada pelo planejamento.

Palavras-chave: Planejamento e Controle da Produção. *Last Planner*. Planejamento de obras.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama das etapas do trabalho	17
Figura 2 – Ciclo do Planejamento	19
Figura 3 – Fluxo de processo da construção enxuta.....	21
Figura 4 – Exemplo de Linha de Balanço	24
Figura 5 – Sistemas de PCP.....	27
Figura 6 – Processo de gerenciamento do escopo do projeto.....	28
Figura 7 – Proposta de nível de componente do escopo de edificações verticais	29
Figura 8 – Método do Valor Agregado	31
Figura 9 – Representação do modelo	34
Figura 10 – Modelo final com artifícios (Sistemas Dinâmicos).....	34
Figura 11 – Associação das atividades do curto prazo ao médio prazo	36
Figura 12 – Organograma da empresa.....	38
Figura 13 – Implantação da obra	39
Figura 14 – Fluxograma do planejamento	41
Figura 16 – Visualização do cronograma de Médio Prazo com Atividade Críticas.....	44
Figura 17 – Lista de Restrições do Médio Prazo no <i>Microsoft Project</i>	45
Figura 18 – Barra de ferramentas desenvolvida no <i>Microsoft Project</i> pela empresa.....	46
Figura 19 – Curto Prazo no <i>Microsoft Excel</i>	47
Figura 20 – Reunião semanal	49
Figura 21 – Visibilidade do Planejamento das Supraestruturas	49
Figura 22 – Aperfeiçoamento da barra de ferramentas desenvolvida no <i>visual basic</i>	50
Figura 23 – Filtro do curto prazo.....	51
Figura 24 – Classificação dos Pacotes de Trabalho	52
Figura 25 – Classificação das Atividades em Planilha <i>Excel</i>	55
Figura 26 – Classificação Global dos Pacotes de Trabalho.....	57
Figura 27 – Evolução do PPC	57
Figura 28 – Motivos PPC	58
Figura 29 – Caminho Crítico da Obra	59
Figura 30 – Indicador de aderência e caminho crítico planejado	60
Figura 31 – Evolução desvio de prazo.....	61
Figura 32 – Composição das atividades programadas no curto prazo	62
Figura 33 – Diretrizes para aplicação do fluxo do PCP	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores.....	33
Quadro 2 – Datas das reuniões acompanhadas.....	40
Quadro 3 – Dados de entrada (cronograma mestre).....	42
Quadro 4 – Cronograma das semanas e reuniões de médio prazo	54
Quadro 5 – Classificação dos Pacotes de Trabalho por Semana.....	56

LISTA DE SIGLAS

BIM – *Building Information Modeling*

CCP – Caminho Crítico Planejado

CPM – *Critical Path Method*

CP – Curto Prazo

EVM – *Earned Value Method*

EAP – Estrutura Analítica do Projeto

IA – Indicador de Aderência

IRR – Índice de Restrições Removidas

ISO – *International Organization for Standardization*

LP – Longo Prazo

MP – Médio Prazo

PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PMBOK – *Project Management Body of Knowledge*

PPC – Percentual de Pacotes Concluídos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA	12
1.2 MOTIVAÇÃO DA PESQUISA	13
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....	15
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	15
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	15
2.2.1 Objetivo principal.....	15
2.2.2 Objetivo secundário.....	15
2.3 PRESSUPOSTO	16
2.4 DELIMITAÇÕES.....	16
2.5 LIMITAÇÕES	16
2.6 DELINEAMENTO.....	16
3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	18
3.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	18
3.2 <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	21
3.3 <i>LAST PLANNER</i>	22
3.4 NÍVEIS HIERÁRQUICOS DO PLANEJAMENTO	22
3.4.1 Planejamento de Longo Prazo (LP).....	23
3.4.2 Planejamento de Médio Prazo (MP).....	24
3.4.3 Planejamento de Curto Prazo (CP)	26
3.5 A GESTÃO DO ESCOPO AO LONGO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PLANEJAMENTO.....	27
3.6 INDICADORES DE DESEMPENHO DE PCP	30
3.6.1 Longo Prazo	30
3.6.2 Médio Prazo	32
3.6.3 Curto Prazo	32
3.6.4 Aspectos dinâmicos envolvidos na implementação de um sistema de indicadores de PCP	32
4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	37
4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA E DO SETOR DE PLANEJAMENTO.....	37
4.2 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO ESTUDADO	38
4.3 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	39
4.3.1 Desenvolvimento do Cronograma Mestre – Planejamento de Longo Prazo	41
4.3.2 Planejamento de Médio prazo	44

4.3.3 Planejamento de Curto prazo.....	46
4.4 PROPOSIÇÃO DE FERRAMENTA PARA AUXILIAR O PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO	49
4.5 ELABORAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE	51
4.6 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E RESULTADOS	53
5 DIRETRIZES PARA APLICAÇÃO DO INDICADOR DE ADERÊNCIA E CAMINHO CRÍTICO PLANEJADO	63
6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
REFERÊNCIAS	68
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIOS APLICADOS	70
APÊNDICE B – QUADRO DE MOTIVOS PADRÃO PARA NÃO EXECUÇÃO DE ATIVIDADES PLANEJADAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão introduzidos os assuntos abrangidos pelo presente trabalho. Desde o contexto da pesquisa e suas justificativas, a motivação da pesquisadora e a estrutura do mesmo.

1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

Na medida em que aumenta a complexidade e incerteza de um projeto, torna-se cada vez mais importante para o desempenho de uma empresa de construção o seu sistema de Planejamento e Controla da Produção (PCP), que tem como objetivo auxiliar na gestão das atividades do projeto, definindo fatores que afetam os processos de planejar, programar e controlar. Frequentemente a utilização destes sistemas não é realizada de maneira a absorver todas as informações e melhorias disponíveis para a empresa, dado que as ferramentas disponíveis atualmente para PCP geram quantidades significativas de informações que, se não analisadas e gerenciadas corretamente, não passam de dados numéricos.

Os sistemas de PCP baseados na construção enxuta se diferenciam em relação aos sistemas tradicionais por levarem em conta a variabilidade e a incerteza quando da elaboração dos planos. A construção enxuta (*Lean Construction*) é um modelo de gestão da produção que analisa o processo como sendo um fluxo e prioriza a geração de valor (KOSKELA, 1992). Entre tais sistemas encontra-se o *Last Planner System*.

Segundo Ballard (2000), o *Last Planner* visa melhorar o desempenho dos processos de gestão, facilitando a implantação através de regras e procedimentos. Esse sistema detalha as atividades na medida em que se aproxima do momento de sua execução, considerando o fator de que no processo construtivo existem incertezas que são solucionadas de acordo com o desenvolvimento do próprio projeto.

No Sistema *Last Planner*, tem-se três níveis: o **longo prazo**, que consiste no cronograma mestre da obra (composto por serviços e sendo compatível aos dados previstos no orçamento); o **médio prazo**, que prevê a relação entre os planos mestre e operacional (os serviços passam

a ser detalhados em pacotes de trabalho) e, o **curto prazo**, que tem a função de definir atividades e recursos físicos necessários para o andamento semanal da obra.

Um aspecto fundamental para o sistema de PCP é a definição do escopo do projeto, atuando paralelamente a decomposição do cronograma físico nos diferentes níveis de prazo. O planejamento inicia no longo prazo e vai sendo subsequentemente detalhado até o nível operacional (curto prazo), na medida em que a produção avança. Já o controle ocorre no sentido contrário, iniciando-se no nível operacional e consolidando as informações até o nível de longo prazo (FORMOSO, 2001). Assim, é fundamental que os horizontes de planejamento se complementem de forma a garantir a relação entre os diferentes níveis.

1.2 MOTIVAÇÃO DA PESQUISA

O cronograma físico de médio prazo deve, além de estabilizar a produção através da visualização de restrições, estar fortemente vinculado ao curto prazo (FORMOSO, 2001). De acordo com a experiência da pesquisadora no setor de planejamento do presente estudo de caso, verifica-se a perda de algumas informações na decomposição do médio para o curto prazo, sendo o primeiro realizado pelo setor de planejamento da empresa e o segundo, pela gestão da obra.

Os indicadores utilizados atualmente no planejamento e controle da produção sinalizam o erro ou atraso da obra depois que ele já ocorreu, e, em vista disso, destaca-se aqui a necessidade de um estudo que colete os dados e analise as informações, de forma que venha a gerar uma ferramenta proativa, que sinalize o problema antes dele ocorrer.

Através deste trabalho pretende-se colaborar com outras pesquisas já realizadas, envolvendo temas como contribuições para a coleta e a análise de indicadores de planejamento e controle da produção na construção civil (BORTOLAZZA, 2006), avaliação do impacto do sistema *Last Planner* no desempenho de empreendimentos da construção civil (MOURA, 2008); integração entre o planejamento e controle da produção e gestão da qualidade (SALDANHA, 2013); gestão do escopo da produção de edificações verticais: decomposição e controle entre os níveis de planejamento (MACHADO, 2014); e, gestão da produção: representação do escopo da construção em um modelo BIM visando o planejamento e controle da produção através de ferramenta 4D (SCHMITZ, 2014).

Este estudo tem por objetivo fazer um levantamento de como é feita a troca de informações nos diferentes níveis de planejamento, e a partir disso, propor um conjunto de diretrizes que assegurem a aderência entre os planos de curto e médio prazo para fins de planejamento e de controle da produção.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por seis capítulos. O primeiro é referente à introdução ao tema abordado e o segundo descreve as diretrizes de pesquisa. O terceiro é resultado da pesquisa bibliográfica, cujos assuntos fazem referência às ferramentas que auxiliam no Planejamento e Controle da Produção (PCP). O quarto capítulo descreve o desenvolvimento da pesquisa, composto pelas etapas citadas abaixo:

- a) descrição da empresa e do setor de planejamento;
- b) descrição do empreendimento estudado;
- c) diagnóstico do sistema de PCP atualmente implantado;
- d) proposição de ferramenta para auxiliar o planejamento de curto prazo;
- e) elaboração do método de análise;
- f) aplicação do método de análise e resultados.

No quinto capítulo é proposto um conjunto de diretrizes para aplicação do indicador de aderência e % caminho crítico planejado. No último capítulo são apresentadas as conclusões e considerações finais do trabalho.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

Para elaboração do presente trabalho foram definidas as seguintes diretrizes de desenvolvimento da pesquisa.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: observando o que ocorre no empreendimento estudado, como avaliar a aderência entre os planos de curto prazo e médio prazo?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundário e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é a proposição de um conjunto de diretrizes visando analisar a aderência entre os planos de curto e médio prazo para fins de planejamento e de controle da produção.

2.2.2 Objetivo secundário

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) elaboração do método de análise para verificação da aderência entre os planos de médio e curto prazo;
- b) identificação de barreiras que dificultam a aderência entre os planos de curto e médio prazo;
- c) proposição de uma ferramenta que auxilie na análise da aderência entre planos;
- d) proposição de um indicador para quantificação da aderência entre planos.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que a empresa possui equipes de planejamento e produção bem estruturadas, com procedimentos gerenciais baseados no sistema *Last Planner*.

2.4 DELIMITAÇÕES

O presente trabalho tem como foco obras de edificações do tipo vertical ou horizontal, seja ela residencial ou comercial.

2.5 LIMITAÇÕES

Em função das limitações de tempo e recursos, este estudo abordará apenas o estudo de caso de uma obra do tipo vertical residencial situada na cidade de Porto Alegre/RS e ficará restrita somente a uma parte dos trabalhos que compõem a construção, mais especificamente a análise de dados de planejamento e controle da produção utilizados durante o desenvolvimento deste trabalho, que não contempla todos os serviços que constituem a obra.

2.6 DELINEAMENTO

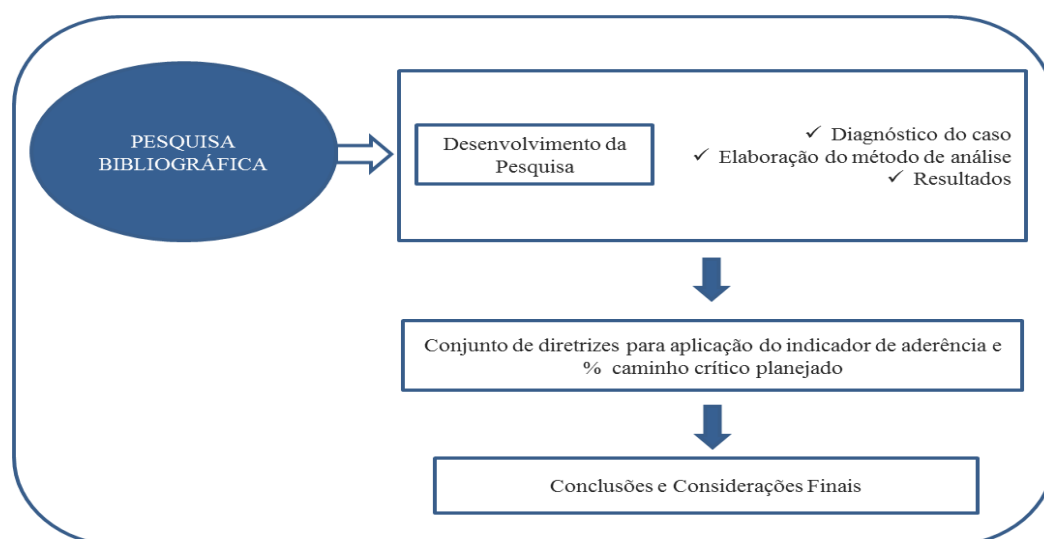
O trabalho foi realizado através das etapas que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos.

A pesquisa bibliográfica se desenvolveu ao longo de todo o trabalho e teve como objetivo aprofundar conhecimentos no contexto do tema da pesquisa, nesta etapa foram feitas consultas a livros, artigos e trabalhos acadêmicos que serviram como embasamentos para o desenvolvimento do trabalho. Dentre os conceitos estudados, foram levantadas questões sobre ferramentas de Planejamento e Controle da Produção citadas abaixo:

- a) gestão baseada na filosofia *Lean Construction*;
- b) sistema *Last Planner*;
- c) níveis hierárquicos de planejamento;
- d) gestão do escopo;
- e) indicadores de desempenho de PCP.

Na etapa de desenvolvimento da pesquisa foram identificadas as características da empresa, como ela se organiza dentre os diferentes setores, e qual é a responsabilidade de cada um no desenvolvimento do planejamento, composto pelos três níveis hierárquicos (longo, médio e curto prazo). Também foram analisados os tipos de obras executadas pela empresa e suas particularidades de projeto. Em paralelo foi realizado o diagnóstico do caso, a análise das informações disponibilizadas pela empresa, tais como históricos de cronogramas de médio prazo e planilhas semanais de curto prazo. Como a autora integra o setor de planejamento da empresa, foi realizado o acompanhamento de reuniões de médio e curto prazo, onde foram utilizados o método de entrevista, a aplicação de questionários de análise documental e a observação direta. Posteriormente a esta etapa, foi proposta uma ferramenta para auxiliar o planejamento de curto prazo.

Figura 1 – Diagrama das etapas do trabalho



(fonte: elaborada pela autora)

Após esta etapa, foi elaborado um método de análise baseado na estruturação e classificação das informações disponibilizadas pela empresa, onde foi organizada uma base de dados. E, através do desenvolvimento deste estudo, obteve-se uma análise qualitativa e quantitativa da aderência entre cronogramas de curto prazo e médio prazo; dessa maneira foi possível a mensuração proativa da eficácia das ferramentas utilizadas para o planejamento e controle da produção. Na sequência foram propostas diretrizes para a aplicação dos indicadores aqui desenvolvidos (Indicador de Aderência e % Caminho Crítico Planejado). E, na última etapa, foram realizadas as conclusões e considerações finais sobre o trabalho.

3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Este capítulo discute o processo de planejamento e controle da produção, com base em conceitos da produção enxuta, destacando a importância do sistema *Last Planner*, assim como, a definição do escopo do projeto e a conceituação dos níveis hierárquicos utilizados no planejamento.

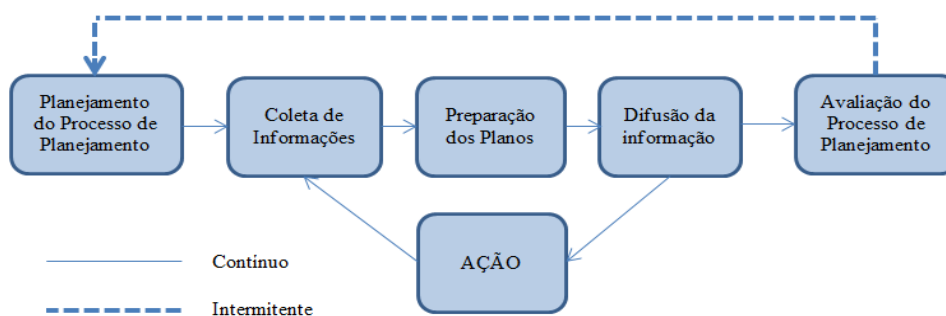
3.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O mercado econômico brasileiro tem passado nestes últimos anos por grandes transformações, afetando diretamente a indústria da construção civil. As empresas passam por ciclos de ascensão e recessão financeira, que se alternam no decorrer dos anos. Durante o crescimento contínuo da economia, são lançados inúmeros empreendimentos e a mão de obra da construção tende a ficar escassa; durante os períodos de crise, se enfraquece o número de investimentos realizados pelas empresas e a quantidade de empreendimentos diminui, de tal modo que se reverte a situação e passam a existir mais operários disponíveis no mercado.

É no período de crise que os conceitos de gestão dos processos destacam-se, a empresa passa a ter um maior interesse em dimensionar seus gastos, formalizar seus processos e diminuir as incertezas. Assim, visando aumentar o desempenho da empresa, tem-se o momento ideal para incorporar e aperfeiçoar o planejamento e controle da produção, que, segundo Laufer e Tucker, pode ser dividido em duas dimensões: horizontal e vertical, “A horizontal se refere às etapas em que o PCP é desenvolvido, e a vertical analisa como é realizada a relação destas etapas entre os diferentes níveis gerenciais de uma organização.” (LAUFER E TUCKER, 1987, p. 245, tradução nossa).

Formoso (2001, p. 5) salienta que existem muitas definições de planejamento, neste trabalho define-se como: “[...] um processo gerencial que envolve o estabelecimento de objetivos e a determinação dos procedimentos necessários para atingi-los, sendo eficaz somente quando realizado em conjunto com o controle.”. Na figura 2, pode ser verificado o ciclo do planejamento na dimensão horizontal proposto por Laufer e Tucker (1987), composto por 5 fases.

Figura 2 – Ciclo do Planejamento



(elaborada pela autora baseado em LAUFER; TUCKER, 1987, p. 252)

Nas fases contínuas, a entrada de dados deve ser recorrente e específica conforme a etapa em que o projeto se encontra e, se necessário, este planejamento deve ser refeito e adaptado às novas restrições, formando um ciclo. Através da coleta de informações inicia-se o processo de PCP, esta etapa é diretamente relacionada à qualidade dos dados disponibilizados com intuito de auxiliar na tomada de decisões. Na preparação dos planos são definidas as ferramentas de PCP que serão utilizadas e elabora-se o plano de obra; a partir da conclusão destes documentos são difundidas as informações conforme a necessidade de cada cliente interno (diretor de produção, projetistas, fornecedores, etc.).

Já a primeira e última fase do ciclo (planejamento e avaliação do processo de planejamento), ocorrem de forma intermitente, normalmente no início (lançamento) ou término (entrega) de um projeto. Mas deve-se destacar aqui, que, com as transformações de mercado e inovações na área da construção civil, para tomada de decisões e melhoria do ciclo de planejamento, estas etapas devem também ocorrer durante todo o processo.

Na dimensão vertical, o planejamento passa a ser realizado de acordo com a estrutura gerencial da empresa, devendo este manter-se integrado entre todos os níveis. Laufer e Tucker (1988) salientam que o grau de detalhe deve variar com o horizonte de planejamento, crescendo com a proximidade da implementação. Planos que contêm muitos detalhes podem se mostrar ineficientes diante de uma situação de alta incerteza, devido ao excessivo esforço necessário para remanejá-los (LAUFER; TUCKER, 1988 *apud* BERNARDES, 2003, p. 17).

¹ LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is Competence and Timing Dilemma in Construction Planning. **Construction Management and Economics**, Londres, n. 6, p. 339-355, 1988.

Na construção civil, cada empreendimento tem suas singularidades, cada projeto é único e ao mesmo tempo modificável durante o desenvolvimento. Segundo Formoso (2001), várias são as causas e consequências da falta de planejamento nas obras, entre elas:

- a) falta de visão do processo: o PCP é responsabilizado apenas por um setor da empresa, não interagindo com outros níveis gerenciais e carecendo de informações;
- b) negligência da incerteza: a variabilidade presente nos processos construtivos é frequentemente negligenciada, os planos são detalhados antecipadamente, causando um esforço que poderia ser empregado na coleta e difusão das informações;
- c) informalidade do planejamento: muitas vezes o plano desenvolvido pelo setor de planejamento da empresa cai em desuso por falta de atualização ou adaptação a realidade da obra, ficando este a cargo do engenheiro ou mestre de obra. Esta deficiência no controle do processo resulta na falta de planejamento operacional (alocação de materiais, equipamentos e mão de obra a médio e longo prazo);
- d) impacto dos computadores: o uso de softwares complexos aumenta a quantidade de dados gerados, muitas vezes o real grau de importância destas informações é confundido. Ocorre que a implantação de programas computacionais geralmente não é realizada de forma integrada, como por exemplo atividades de orçamento e planejamento de obra que acontecem isoladamente;
- e) necessidade de mudanças comportamentais: é muito importante que todas as pessoas estejam envolvidas ao planejamento, do mais alto nível gerencial da empresa ao operário da obra, todos devem seguir o plano e trabalhar em equipe.

Usualmente o planejamento e controle da produção são divididos em três grandes planos: o estratégico, que estuda como atingir os objetivos do cliente; o tático, que analisa quais recursos físicos são necessários e como eles serão alocados, e o operacional, que define exatamente como e quando as atividades serão executadas.

O nível de detalhe varia com o grau de incerteza de cada empreendimento e cabe aos gestores definir quais informações são necessárias a cada etapa. Algumas empresas podem optar por padronizar seus processos de PCP, Bernardes (2003) afirma que a adoção de parâmetros tende a facilitar os processos reduzindo a variabilidade. Por exemplo, através de procedimentos gerenciais e treinamentos internos é possível criar uma base de dados de entrada que uniformize as informações como durações e sequências das atividades, ou até mesmo o modelo de plano de ataque e zoneamento das equipes.

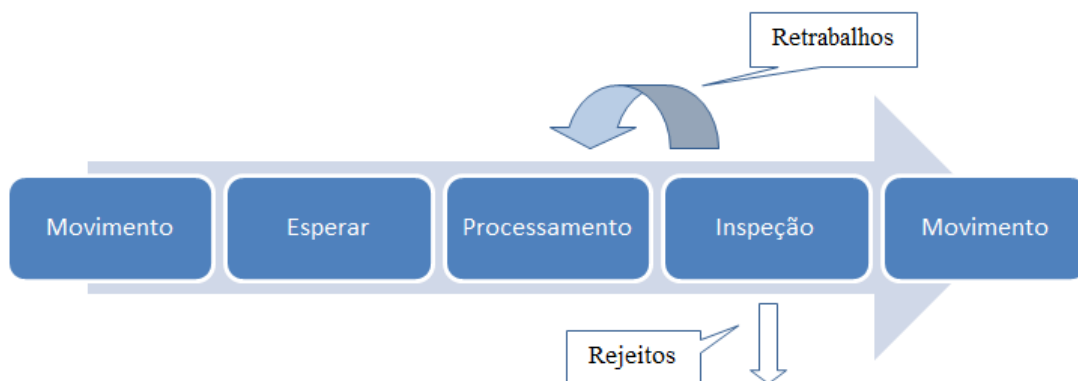
3.2 LEAN CONSTRUCTION

Lean Construction ou Construção Enxuta, segundo Isatto *et al.* (2000), é a utilização de um método de gestão que define os processos; os sistemas de PCP baseados nestes conceitos se diferenciam em relação aos modelos tradicionais por levarem em conta a variabilidade e incerteza quando da elaboração dos planos.

Enquanto o modelo tradicional costuma analisar a produção como um conjunto de atividades de conversão, a Construção Enxuta assume que o processo contém um fluxo de etapas que englobam desde o transporte, a espera, a transformação até a verificação final do produto. É essencial que tais atividades de fluxo e conversão sejam identificadas para que sejam inseridas nos planos de médio prazo.

Na figura 3, pode-se verificar o fluxo de processo da construção enxuta proposto por Koskela (1992), este modelo pode ser aplicado ao desenvolvimento da obra física em si ou ao gerenciamento dos processos, através da relação entre fluxos de informações, materiais, montagem e trabalho; tem-se uma série de procedimentos. De acordo com Isatto *et al.* (2000), vale salientar que o fluxo de trabalho analisa as operações (pessoas) enquanto o fluxo de materiais avalia o processo.

Figura 3 – Fluxo de processo da construção enxuta



(fonte: adaptado de KOSKELA, 1992, p. 15)

No modelo de construção enxuta, o conceito de perdas não está restrito ao uso excessivo de materiais, de acordo com Isatto *et al.* (2000), está relacionado ao consumo de recursos de qualquer caráter, seja material, mão de obra ou financeiro.

3.3 LAST PLANNER

No *Last Planner* procura-se através da redução da variabilidade nas unidades de produção e nos fluxos de trabalho, evitar a interrupção ou até mesmo a execução incorreta da atividade. Ballard (2000) define esse sistema como uma filosofia que busca melhorar o desempenho dos processos de PCP, por meio de medidas que projetam a produção contra os efeitos da incerteza.

Segundo Isatto *et al.* (2000, p. 123): “A ênfase, não reside em otimizar o uso de recursos, mas executar a obra conforme o prazo e sequência planejados, buscando aumentar a **confiabilidade** da produção.”. Em geral uma planilha *Last Planner* contém os seguintes elementos:

- a) o que e onde;
- b) quem;
- c) quando;
- d) avaliação da eficácia;
- e) por que.

Inicialmente esta ferramenta possuía caráter essencialmente operacional, sendo aplicada apenas ao curto prazo. Porém, com o desenvolvimento da técnica se verificou a aplicabilidade dos conceitos a todos os níveis hierárquicos de planejamento. Em cada um dos diferentes prazos de PCP (longo, médio e curto) o processo é constituído pelas fases de planejamento citadas na figura 2: planejamento do processo, coleta de informações, elaboração de plano, difusão da informação, ação e avaliação do planejamento.

São particularmente importantes o planejamento do processo de planejamento e a avaliação do seu desempenho em cada um dos níveis, realizados na primeira e última fases mencionada acima, e descritos na próxima seção.

3.4 NÍVEIS HIERÁRQUICOS DO PLANEJAMENTO

O planejamento e controle da produção é normalmente dividido em três níveis hierárquicos: planejamento de longo, médio e curto prazo. Bernardes (2003) sugere que esta decomposição

dos planos em diferentes horizontes está intimamente relacionada à forma como as metas da produção são fixadas.

A cada ciclo do replanejamento, a gestão da obra pode gerar relatórios que são destinados à alta gerência da empresa, estes refletem o andamento da obra e garantem uma retroalimentação das informações, tornando a relação entre os vários níveis de planejamento mais segura (LANTELME *et al.*, 2001).

3.4.1 Planejamento de Longo Prazo (LP)

O planejamento de longo prazo tem como principal produto o cronograma mestre. Neste plano são definidas a sequência das atividades (relação predecessora/sucessora) e a produtividade das equipes, que definem o ritmo de execução dos processos. De acordo com Isatto *et al.* (2000) este planejamento deve também englobar a programação dos recursos que possuem ciclos de compra/locação de baixa repetitividade ou em lotes únicos, (elevadores e revestimento cerâmico) e a preparação dos leiautes de canteiro adaptados conforme o avanço da obra.

Esta etapa envolve a preparação do processo de planejamento de acordo com especificações técnicas definidas para cada obra. Segundo Formoso (2001), este processo pode ser dividido em etapas que abrangem a definição de padrões gerenciais da empresa e, especificadamente, do setor de planejamento, a identificação de limitações de recursos físicos e a definição do plano de ataque. O plano de ataque é a fixação inicial dos fluxos de trabalho e materiais, onde se apresenta a ordem das atividades de acordo com a logística no canteiro de obra; estes aspectos ajudam a estipular o ciclo das atividades e as datas macros do cronograma.

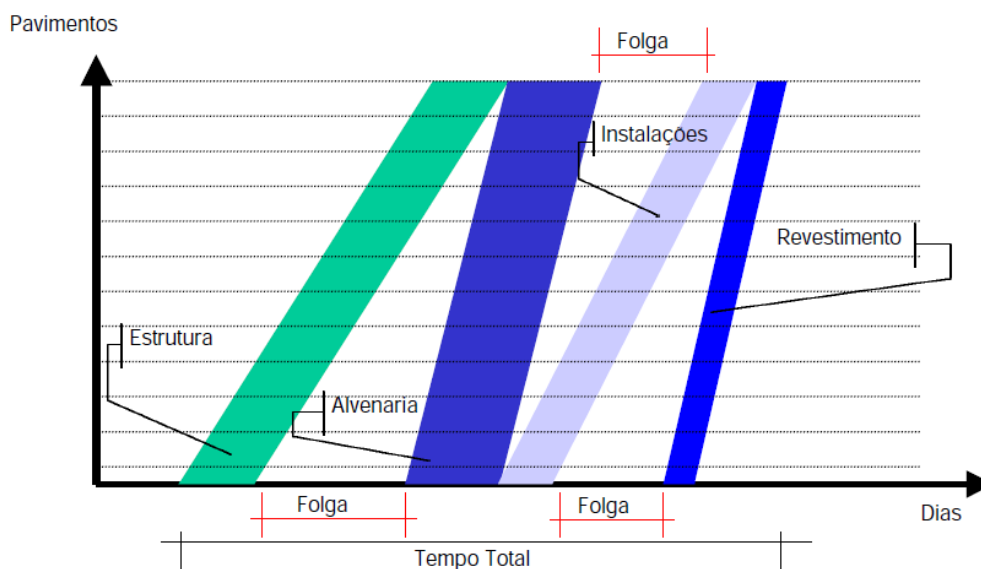
Com o andamento da obra e atualização do cronograma obtêm-se dados reais e precisos em relação à execução das atividades, neste momento podem ser previstas alterações no planejamento, conforme a produtividade das equipes ou sequenciamento das atividades realizadas.

De acordo com Bernardes (2003), o fluxo de caixa utilizado na avaliação da viabilidade do empreendimento possui forte conexão ao plano mestre, servindo de base para o planejamento financeiro da obra. Desse modo, o orçamento inicial previsto é vinculado ao planejamento de longo prazo.

Do inglês *Critical Path Method*, o Método do Caminho Crítico é uma técnica de programação comumente aplicada ao planejamento dentro da construção civil e, segundo o Project Management Institute (2013, p. 552), é um método usado para: “[...] estimar a duração mínima do projeto e determinar o grau de flexibilidade nos caminhos lógicos da rede dentro do modelo do cronograma.”. Em um caminho de rede de precedência, uma atividade torna-se crítica quando suas restrições de início ou durações afetam diretamente a data de término do projeto, a rede CPM analisa quanto cada atividade pode ser atrasada ou prolongada a partir da data de início mais cedo de forma que não atrase a data de término.

Outra técnica de programação também frequentemente utilizada é a linha de balanço. Através da sua forma visual, apresenta-se o fluxo de trabalho das equipes da obra, levando em consideração a repetitividade da atividade e assim, facilitando a definição de ritmos da produção. Na figura 4 podem ser verificadas as informações contidas numa linha de balanço, através da relação do eixo horizontal, normalmente definido em tempo (dias), com o eixo vertical, em pavimentos, podem-se conferir as durações e relações das atividades e folgas entre elas.

Figura 4 – Exemplo de Linha de Balanço



(fonte: ISATTO *et al.*, 2000, p. 83)

3.4.2 Planejamento de Médio Prazo (MP)

No planejamento de médio prazo os serviços que compõem o plano mestre são detalhados de forma a considerar o plano operacional. Bernardes (2003) afirma que neste nível o plano

tende a ser mais flexível, e, por este motivo, denominado *look ahead planning* [planejamento olhado para frente].

As atividades são divididas em lotes de acordo com o zoneamento (identificando as áreas de trabalho: pavimento, parede, apartamento ou espaço específico), assim designando os pacotes de trabalho entre as diferentes equipes (FORMOSO, 2001).

De acordo com Choo et al (1999² *apud* BERNARDES, 2003), um pacote de trabalho compreende um conjunto de tarefas similares a serem realizadas, frequentemente em uma área bem definida, utilizando informações de projetos específicas, bem como material, mão de obra e equipamento, e tendo seus pré-requisitos completados em tempo hábil para a sua execução. Já o Project Management Institute (2013, p. 555) descreve o pacote de trabalho como: “O trabalho definido no nível mais baixo da estrutura analítica do projeto para o qual o custo e a duração podem ser estimados e gerenciados.”. Os pacotes de trabalho se constituem em unidades de controle da produção, e sua adoção está intimamente ligada a necessidade de se assegurar a terminalidade das tarefas realizadas.

A terminalidade de cada pacote de trabalho é um ponto chave de sucesso para o sistema *Last Planner*. A liberação de uma atividade deve ocorrer apenas se a etapa anterior foi terminada com qualidade; sendo que a equipe responsável por esta liberação deve estar definida e bem informada, para que não seja necessária a programação de retrabalhos e/ou arremates que prejudiquem a produção e o andamento das outras atividades (RIGHI, 2009).

Existe uma grande variação na forma como as empresas implementam este nível de planejamento. Segundo Isatto *et al.* (2000), algumas empresas usam planos mensais com um horizonte de três meses, enquanto outras empresas utilizam outros períodos. Normalmente é realizada uma reunião onde é feita a revisão da lista de restrições para o período seguinte (o que confere a denominação de *look ahead planning* a este nível de planejamento). Uma importante função do planejamento de médio prazo é evitar que sejam programados para a execução pacotes de trabalho que ainda possuem restrições não solucionadas, uma vez que como Ballard (2000) ressalta a não-remoção dessas restrições afeta diretamente a

²CHOO, H.; TOMMELEIN, I.; BALLARD, G. Work plan: constraint-based database for work package scheduling. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 125, n. 3, p. 151-160, may-june, 1999.

programação de curto prazo, interferindo na continuidade das atividades no canteiro e diminuindo o desempenho da produção.

Isatto *et al.* (2000) mencionam que, a partir deste plano são programados os recursos que possuem o ciclo de compra e/ou locação do material menor que um mês e, na maioria das vezes, os lotes representam frações da quantidade total de recursos.

Formoso (2001) destaca que em uma planilha para análise de restrições das tarefas, normalmente é explicitado, o período referido, o responsável pela restrição, o nome da tarefa e sua equipe, assim como a data de início da execução e data limite para remoção da restrição. Esta restrição pode existir por adversas necessidades, tais como: especificação de projeto, falta de material, definição de espaço, limitação da mão de obra ou de equipamentos.

3.4.3 Planejamento de Curto Prazo (CP)

Este nível de planejamento é normalmente realizado semanalmente pela gestão da obra, tem como objetivo alocar pacotes de trabalho às equipes, conforme a execução, sendo caracterizado como plano semanal de caráter operacional.

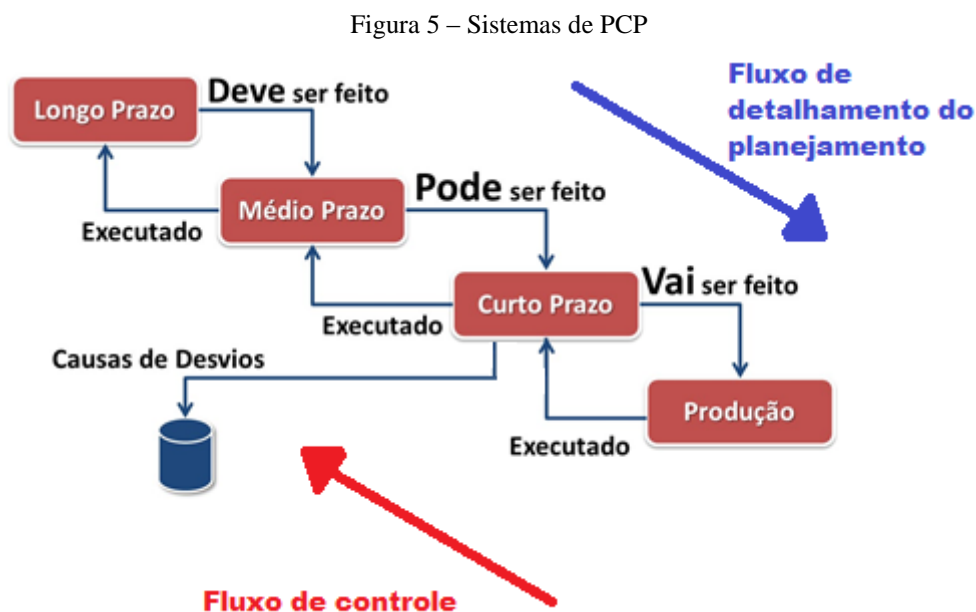
O controle da produção é correlacionado à eficácia do planejamento, e em termos de indicadores, é neste momento que se analisa os resultados relativos à qualidade e execução dos serviços. Formoso (2001) afirma que o objetivo deste controle é dar continuidade dos serviços de modo que a equipe trabalhe em conjunto para que o resultado seja alcançado de forma completa e em sincronia, aconselha-se que as reuniões sejam semanais e tenham a presença dos encarregados de cada equipe para que estes estejam cientes e de acordo com as metas estabelecidas.

Quando o plano operacional passa a ser uma informação formalizada obtêm-se indicadores que traduzem o real desenvolvimento do empreendimento. Contudo, é necessário que seja estipulada a rotina de reuniões, de forma que fique clara a seriedade do planejamento (COSTA et al, 2005).

O material a ser utilizado na reunião deve ser preparado antecipadamente, de maneira que não venha a gerar dúvidas durante o desenvolvimento da mesma. Isatto *et al.* (2000), salientam que devem ser previstas tarefas reservas, para o caso de haver problemas relacionados às

outras tarefas ou até mesmo uma produtividade subestimada das equipes. Neste nível de planejamento é realizada a programação daqueles recursos que possuem intervalos curtos de abastecimento (ISATTO *et al.*, 2000).

Na figura 5 podem ser resumidos os conceitos adotados pelo sistema *Last Planner* entre os diferentes níveis hierárquicos de PCP.



(fonte: elaborada pela autora)

A definição do escopo do projeto é fundamental para o sistema de PCP, atuando paralelamente a decomposição do cronograma nos diferentes níveis de prazo. Bernardes (2003) afirma que, a elaboração da Estrutura Analítica do Projeto (EAP) deve ser realizada em simultaneidade com o estudo das zonas de trabalho apropriadas para as equipes de produção; segundo o autor: “[...] isso se deve à importância do estabelecimento do vínculo das metas de produção com o local de trabalho do operário.” (BERNARDES, 2003, p. 12).

3.5 A GESTÃO DO ESCOPO AO LONGO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PLANEJAMENTO

De acordo com o Project Management Institute (2013, p. 105):

O gerenciamento do escopo do projeto inclui os processos necessários para assegurar que projeto inclui todo o trabalho necessário, e apenas o necessário, para

terminar o projeto com sucesso. O gerenciamento do escopo do projeto está relacionado principalmente com a definição e controle do que está e do que não está incluso no projeto.

As etapas de gerenciamento do escopo podem ser descritas como no ciclo do planejamento, possuindo certo grau de similaridade entre os dois. A figura 6 fornece uma visão geral dos processos de gerenciamento do escopo do projeto.

Figura 6 – Processo de gerenciamento do escopo do projeto



(fonte: elaborada pela autora com base em PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013)

Define-se escopo do projeto como: “O trabalho que deve ser realizado para entregar um produto, serviço ou resultado com as características e funções especificadas.” (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013, p. 105). Neste processo a etapa ‘Criar a EAP (Estrutura Analítica do Projeto)’, corresponde à subdivisão das entregas e do trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis. De forma a organizar e definir, a decomposição do escopo total do trabalho.

A partir das macroentregas do empreendimento, Machado (2014), propõe diretrizes para decomposição do escopo do produto, o autor sugere que o escopo seja definido por setores que não se sobrepõem entre si e, representam os espaços das edificações, tais como:

- a) nível do produto do escopo em edificações verticais: torres e periferias;
- b) nível de setor do escopo em edificações verticais: infraestrutura, pavimento tipo, pavimento não tipo, implantação, ático, fachada.

Na figura 7 está representada uma proposta de escopo de projeto, compostos por elementos físicos que resultam nos componentes.

Figura 7 – Proposta de nível de componente do escopo de edificações verticais

Instalações provisórias	Instalações gás	Revestimento de piso
Serviços gerais	Instalações mecânicas	Rodapé, soleira e peitoril
Trabalhos em terra	Instalações ar-condicionado	Vidro
Fundações	Instalações piscina e sauna	Pintura
Estrutura	Alvenaria	Aparelhos
Instalações elétricas	Cobertura	Jardim
Instalações lógicas	Tratamento	Limpeza
Instalações hidráulicas	Esquadrias	
Instalações sanitárias	Revestimento de parede e teto	

(fonte: MACHADO, 2014, p. 53)

O nível de **serviço** se associa ao escopo do projeto e é formado pelo conjunto de ações que são realizadas, para que se produzam os produtos necessários para entrega dos componentes planejados. A partir da parcela do pacote de trabalho realizado por determinada equipe, tem-se a decomposição do serviço, esta parcela é chamada de **atividade**. Realizada por uma equipe dimensionada especificamente e composta por uma fração da atividade, chega-se a **tarefa**, e, só é possível estabelecer estes níveis do escopo do projeto a partir do momento que se tem os escopos dos contratos dos empreiteiros com suas respectivas produtividades por equipe (MACHADO, 2014).

No nível mais baixo da EAP tem-se o trabalho planejado, também chamado de pacote de trabalho; frequentemente utilizado no planejamento de obras durante o desenvolvimento do cronograma de médio e curto prazo. Vale aqui ressaltar que no conceito do sistema *Last Planner*, não se deve seguir a regra dos 100%, na qual os trabalhos devem estar conectados desde os níveis mais baixos até os mais altos, sem que nada seja excluído ou executado a mais (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013), pois os trabalhos são detalhados à medida da necessidade.

Para padronização dos pacotes de trabalho, Schmitz (2014) propõem em seu estudo, exemplos de forma de separação das atividades do curto prazo em três níveis: ação, elemento e local; sendo que cada elemento possui etapas de execução conforme o projeto. Estas informações permitem que, futuramente sejam identificados os diferentes tipos de pacotes de trabalho que geram evolução ou não no modelo BIM (*Building Information Modeling*) 4D.

3.6 INDICADORES DE DESEMPENHO DE PCP

Os indicadores de desempenho do PCP fazem parte da última fase do planejamento segundo o modelo proposto por Laufer e Tucker (1987). A análise dos indicadores permite auxiliar na tomada de decisão, seja gerencial ou estratégica, com relação a uma determinada estrutura, processo ou produto. Os indicadores aplicados ao Sistema *Last Planner* visam avaliar a eficácia do processo de planejamento e controle da produção, e juntos, busca-se entender as relações de causa e efeito entre as variáveis que influenciam os seus resultados, e não somente buscar justificativas ou culpados (COSTA *et al.*, 2005). Neste item serão discutidos os principais indicadores de desempenho utilizados nos sistemas de PCP, de acordo com cada nível hierárquico do planejamento.

3.6.1 Longo Prazo

Para avaliar e comparar o desempenho da obra antes e depois do término da mesma, Costa *et al.* (2005) destacam a utilização do indicador de desvio de prazo da obra; esta análise é realizada através da relação entre o prazo real e o prazo previsto de execução do empreendimento. Se o número de dias necessários à execução da obra é maior que o previsto, a obra estará atrasada; se o número de dias necessários à execução da obra é menor que o previsto, a obra estará adiantada.

Para representação da relação entre quantidade de trabalho executado e o total previsto no empreendimento, utiliza-se o % de Avanço Físico, que deve ser analisado em conjunto com o desvio de prazo, pois seu valor elevado não reflete necessariamente o adiantamento da obra, e as tarefas antecipadas podem não estar no caminho crítico (AKKARI *et al.*, 2006).

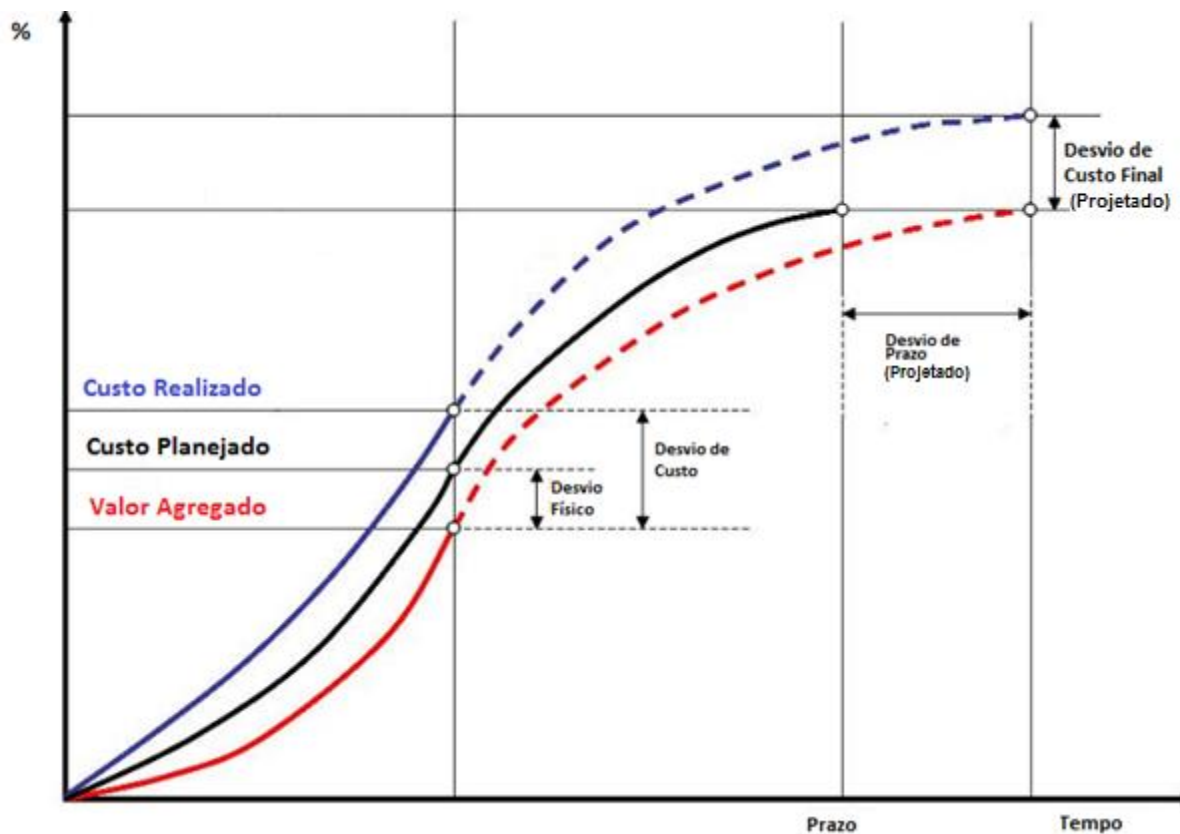
Ao longo da obra o desvio de custo também deve ser avaliado, dentro de uma rotina mensal a obra deve realizar um controle sistemático dos custos, para que sejam sinalizados os custos acima ou abaixo do que foi planejado (Costa *et al.*, 2005).

É importante observar que o indicador de desvio de prazo, na forma como proposto por Costa *et al.* (2005), implica em recalcular a duração da obra a partir do uso das técnicas de programação antes descritas, o que nem sempre pode ser viável. Também, merece consideração que o índice de desvio de custo como proposto por Costa *et al.* (2005) acaba por incluir variações de preços de aquisição ou ineficiências que se encontram além da área de

responsabilidade da gestão da produção. Em decorrência dessas dificuldades, são geralmente utilizados em seu lugar outros indicadores, os quais compõem o Método do Valor Agregado (*Earned Value Method – EVM*) e são preconizados pelo *Project Management Institute* (2013).

Valor agregado é a medida do trabalho executado expressa em termos do orçamento autorizado para tal trabalho. Assim o desvio físico substitui o desvio de custo, e é expresso através da relação entre o valor orçado dos serviços efetivamente realizados até um determinado momento e o valor orçado dos serviços previstos até aquele momento. Já o desvio de prazo adota uma diferente definição que o proposto no próximo item 3.6.4 (quadro 1), sendo expresso pelo intervalo do tempo existente entre o momento da medição e o momento em que estava previsto ser alcançado aquele volume de produção. Ambos os indicadores podem ser vistos na figura 8.

Figura 8 – Método do Valor Agregado



(fonte: elaborado pela autora com base em PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE , 2013)

3.6.2 Médio Prazo

Um indicador frequentemente utilizado como ferramenta de controle de médio prazo é o Índice de Restrições Removidas (IRR); que é a porcentagem de restrições removidas antes da data estipulada como limite para remoção da restrição. Abaixo são citados os critérios de análise conforme Akkari *et al.* (2006, p. 1966):

- a) IRR alto ($IRR > 80\%$);
- b) IRR médio ($60\% < IRR < 80\%$);
- c) IRR baixo ($IRR < 60\%$).

Quanto mais próximo de 100%, maior a eficácia no processo de remoção de restrições.

3.6.3 Curto Prazo

Bernardes (2003) alega que, através da Percentagem de Pacotes Concluídos (PPC) e das causas do não cumprimento das atividades é possível examinar a eficiência da produção e se necessário, tomar medidas que foquem na melhoria do processo. Este indicador transparece também o grau de envolvimento das equipes e pode ser calculado da relação entre o número de pacotes de trabalho 100% concluídos e o número total de pacotes de trabalho planejados.

De acordo com Costa *et al.* (2005), um baixo índice de PPC Médio pode revelar dificuldades no planejamento e execução das atividades de curto prazo, podendo ser associado à incorreta análise das restrições, à não implementação de ações corretivas quanto ao não cumprimento de atividades, à desconsideração dos pacotes de trabalho alocados no médio prazo ou até à falta de definição de responsabilidades entres os gestores da obra.

3.6.4 Aspectos dinâmicos envolvidos na implementação de um sistema de indicadores de PCP

O quadro 1 apresenta uma compilação de estudos que abrangem os principais indicadores atualmente utilizados na gestão da produção e suas funções.

Quadro 1 – Indicadores

	INDICADOR		OBJETIVO	Fórmula	Estudo de
LONGO	AF	Avanço Físico	Representa a relação entre quantidade de trabalho executado e o total previsto no empreendimento	% de trabalho realizado/ % trabalho total previsto	Akkari (2003)
	DP	Desvio de Prazo da Obra	Avaliar o desempenho da obra, através da relação entre o prazo previsto e o prazo efetivo	(Prazo efetivo - prazo previsto / prazo previsto) x 100	Costa et al. (2005)
	DC	Desvio de Custo	Avaliar o desempenho da obra, através da relação entre o custo orçado e o custo efetivo	(Custo efetivo - custo orçado / custo orçado) x 100	Costa et al. (2005)
MÉDIO	IRR	Índice de Remoção de Restrições	Verificar o percentual de restrições removidas no médio prazo	(Número de restrições removidas / Número total de restrições planejadas) x 100	Moura (2008)
CURTO	PPC	Porcentagem de Pacotes Concluídos	Verificar o percentual de tarefas executadas em relação ao total de tarefas relacionadas na programação	(Número de pacotes de trabalho 100% concluídos/ Número de pacotes de trabalho planejados) x 100	Sukster (2006)
	PPC Empreiteiro	Porcentagem de Pacotes Concluídos do Empreiteiro	Verificar o percentual de tarefas executadas integralmente pelos empreiteiros em relação ao total de tarefas relacionadas na programação dos empreiteiros	(Número de pacotes de trabalho por empreiteiro 100% concluídos/ Número de pacotes de trabalho planejados) x 100	Sukster (2006)
	PPCQ	Porcentagem de Pacotes Concluídos com Qualidade	Verificar o percentual de tarefas concluídas com qualidade em relação ao total de tarefas concluídas na programação semanal	(Número de tarefas completadas integralmente com qualidade / Número de tarefas completadas integralmente) x 100	Sukster (2006)

(fonte: elaborado pela autora)

Na pesquisa de Mota *et al.* (2010), os autores procuraram estabelecer uma simulação para analisar as relações entre os indicadores associados ao *Last Planner*. Com auxílio de uma ferramenta que visa majorar o aprendizado de sistemas complexos e é conhecido como método para sistemas dinâmicos.

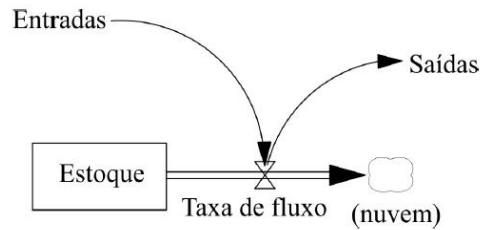
Através de observações bibliográficas os autores verificaram que os planejamentos semanais possuem um padrão recorrente, e que “[...] basicamente consiste em flutuações cíclicas e uma gradual.” (MOTA *et al.*, 2010, p. 3). Os autores tinham como hipóteses que as flutuações do PPC poderiam ser explicadas por eventos ocorridos anteriormente e que, a taxa de comprometimento da produção poderia ser influenciada pelo atraso da produção da obra.

Simulado no *software* Vensim®, foi utilizado um modelo dinâmico que trabalha com as seguintes representações, para estoques, fluxos, entradas e saídas (figura 9):

- a) caixa: estoque de algo que irá fluir para o próximo estoque, de acordo com uma taxa de fluxo;

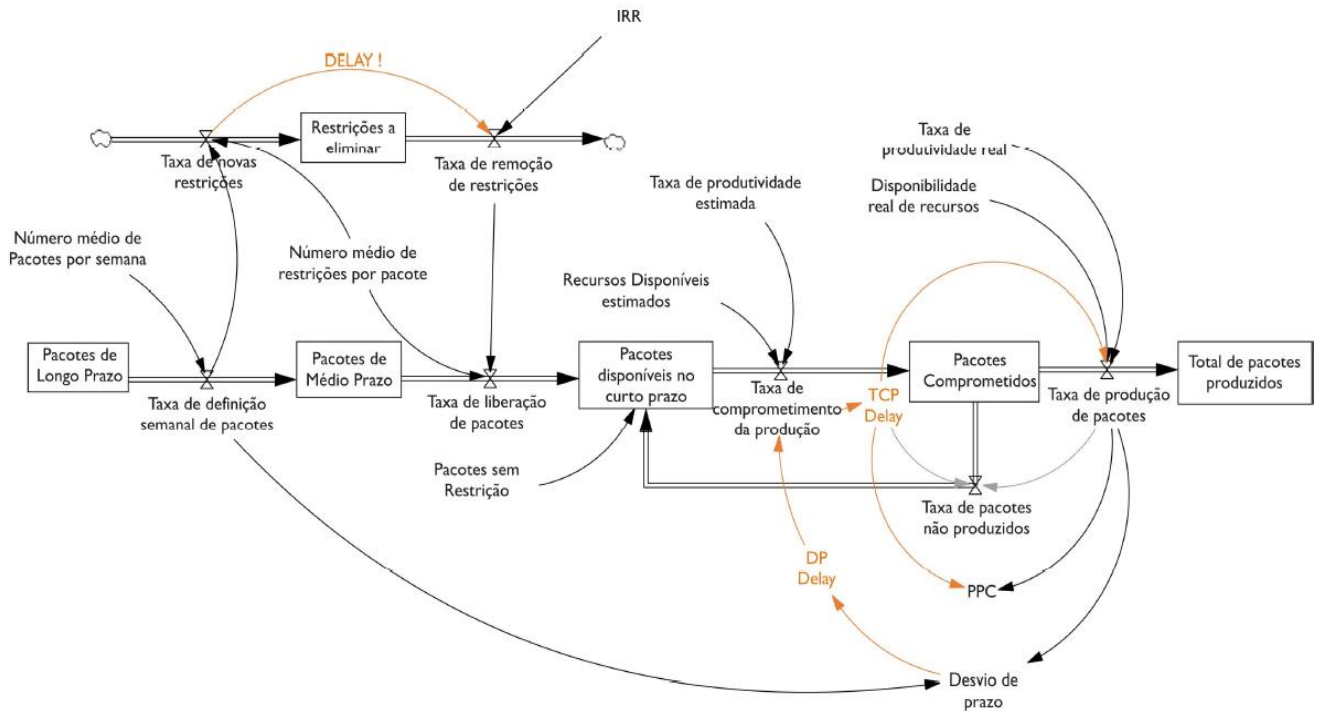
- b) flecha de linha dupla: taxa de fluxo;
- c) flechas de linhas simples representam taxas que podem ser entradas ou saídas, de acordo com a direção da flecha;
- d) nuvem: limite do modelo, ou seja, que não interessa de onde a taxa vem.

Figura 9 – Representação do modelo

(fonte: MOTA *et al.*, 2010, p. 4)

Na figura 10, exemplifica-se o modelo dinâmico final obtido por Mota *et al.* (2010).

Figura 10 – Modelo final com artifícios (Sistemas Dinâmicos)

(fonte: MOTA *et al.*, 2010, p. 8)

Neste modelo os autores verificaram que o real comportamento do PPC consiste “[...] numa tendência de apresentar uma maior variação de natureza cíclica no início da implementação

do sistema, e de estabilizar em torno uma média após algum período de tempo e da taxa de comprometimento (MOTA *et al.*, 2010, p. 8).”.

De acordo com Sterman (2001), os elementos mais problemáticos na complexidade do mundo dinâmico são os feedbacks, as demoras no tempo, os fluxos e a não linearidade. Estes elementos influenciam diretamente no planejamento e controle da produção, sendo que, os indicadores utilizados atualmente para auxiliar no PCP são retroativos, ou seja, seus resultados são analisados depois que o problema já ocorreu e a obra já está atrasada.

O estágio compreendido, no modelo de Mota *et al.*, entre o médio e curto prazo é controlado pela taxa de liberação de pacotes que formam os estoques de pacotes disponíveis ao curto prazo. A taxa de comprometimento da produção influencia diretamente o planejamento de curto prazo (transferência de pacotes para efetiva execução na semana seguinte), os pacotes são aceitos pelos responsáveis de cada atividade após a autorização da produção (baseada em estimativas de produtividade e recursos disponíveis); e, assim que estes pacotes ficam comprometidos, se a taxa de produção for menor que o total de pacotes comprometidos, eles retornam como pacotes disponíveis no curto prazo, provocando um ciclo repetitivo e gerando o atraso da atividade (MOTA *et al.*, 2010).

Dentro do sistema *Last Planner*, a função essencial do pacote de trabalho é garantir a terminalidade da atividade, e para aproximar-se deste resultado é necessário que o comportamento das taxas de comprometimento e de produção estejam sincronizados. A partir do desempenho das equipes de produção é possível o aprimoramento da alocação dos pacotes de curto prazo que **completam** o planejamento de médio prazo.

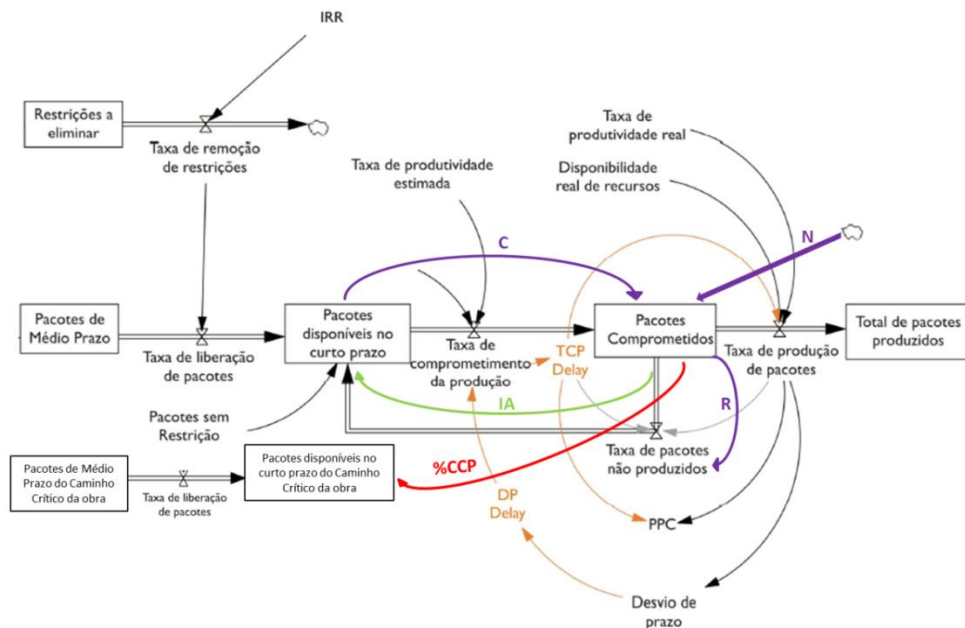
No entanto, o modelo proposto por Mota *et al.* (2010) merece algumas considerações. A primeira diz respeito à origem dos pacotes de trabalho que são formalizados nos planos de curto prazo, a qual somente considera os planos de curto prazo. Em situações reais, é comum se encontrar nos planos de curto prazo **pacotes que não foram previstos** nos planos de médio prazo, mas introduzidos por iniciativa da equipe de gestão da obra durante a reunião de planejamento de curto prazo. A presença de tais pacotes indica que o planejamento de médio prazo não foi eficaz em prever a necessidade de sua realização, e inviabiliza a gestão das restrições a eles associadas com a devida antecedência.

Ainda, existem situações em que pacotes de trabalho possam ser **equivocadamente dados como concluídos** durante o controle de produção, e posteriormente identificada a necessidade de pequenos arremates ou reprovados no controle de qualidade (MOTA *et al.*, 2010). Em tais casos, tais pacotes devem ser reprogramados para os próximos períodos, sendo reinsertos nos planos de curto prazo sem, no entanto, voltar a fazer parte dos planos de médio prazo.

Os pacotes de trabalho programados para o curto prazo podem ser classificados de acordo com a associação das atividades do curto prazo ao médio prazo (figura 11):

- Completa (C): pacotes de trabalho comprometidos e disponíveis no CP após a liberação destes pacotes no MP;
- Não relaciona (N): pacotes de trabalho programados no CP e que não estão previstos no MP;
- Retrabalho (R): pacotes de trabalho dados como concluídos no MP e reinsertos no CP.

Figura 11 – Associação das atividades do curto prazo ao médio prazo



(fonte: elaborado pela autora com base em MOTA *et al.*, 2010)

Outro aspecto a ser observado é que o modelo de Mota *et al.* (2010) não faz qualquer menção a condição de criticidade dos pacotes de trabalho, isto é, se eles estão ou não no caminho crítico. É de se esperar que a não programação de pacotes que estão no caminho crítico venha a ser um indicador de um eventual atraso do cronograma, o qual será tornado visível no futuro, na forma do índice % Caminho Crítico Planejado (%CCP) previsto no modelo.

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo será realizado o desenvolvimento da pesquisa, desde a descrição da empresa e apresentação do empreendimento, o entendimento do setor de planejamento, o diagnóstico do sistema de PCP implantado, a elaboração do método de análise, sua aplicação e os resultados.

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA E DO SETOR DE PLANEJAMENTO

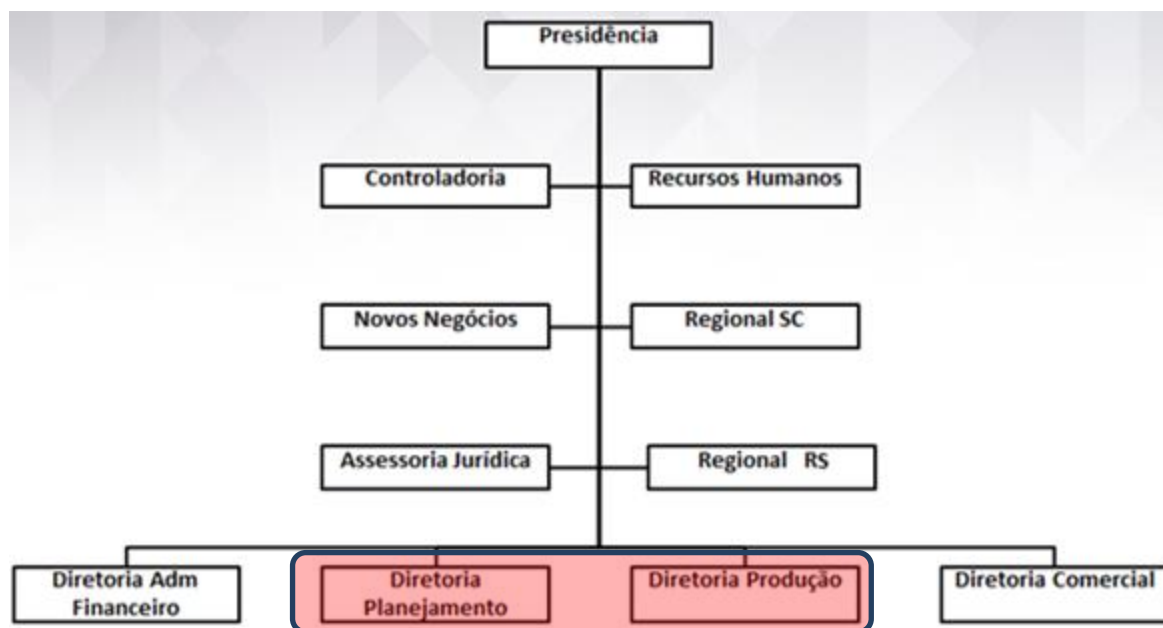
Incorporadora gaúcha da construção civil, atua em cidades como Porto Alegre, Canoas, Santa Maria, Santa Cruz do Sul, Pelotas e Itajaí. Possui empreendimentos do tipo Programa Minha Casa, Minha Vida, condomínios verticais fechados, condomínios horizontais fechados e em nichos, como imóveis de alto padrão e corporativos. Certificada em 2012 pela DNV *Business Assurance*: ISO 9001:2008 - “Incorporação, projeto e construção de empreendimentos residenciais e comerciais” e PBQP-H – Nível A “Execução de obras de edificações”.

A empresa utiliza ferramentas online que auxiliam no registro e difusão das informações de gestão, disponibilizando dados necessários ao desenvolvimento dos empreendimentos de forma flexível, tais como Processos Gerais das áreas de Administrativo Financeiro, Comercial, Planejamento (Padrão, Planejamento Físico, Qualidade, Viabilidade), Recursos Humanos e Projetos.

A empresa se organiza conforme o organograma apresentado na figura 12, sendo o foco deste trabalho a troca de informações entre os setores de Planejamento e Produção.

A diretoria de planejamento da empresa desenvolve e revisa os cronogramas no longo e médio prazo, enquanto a atualização dos mesmos é de responsabilidade da diretoria de produção; já o curto prazo é elaborado e atualizado pela produção.

Figura 12 – Organograma da empresa



(fonte: elaborada pela autora)

4.2 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO ESTUDADO

Para a aplicação do presente trabalho, foi estudado um empreendimento da empresa anteriormente apresentada. A obra foi selecionada devida à participação da autora no planejamento físico, juntamente ao acompanhamento do controle da produção no canteiro.

Situado em Porto Alegre e previsto para ser executado em 28 meses, o empreendimento é constituído por seis torres de apartamentos e um edifício garagem, totalizando a área construída de 36.105,91m².

O empreendimento é constituído por seis torres de apartamentos e um edifício garagem. As torres A, B, C, D, E, F possuem térreo, quinze pavimentos tipo e cobertura com casa de máquinas e reservatório superior. Cada torre contém três apartamentos no pavimento térreo e quatro apartamentos por pavimento tipo, totalizando (63) sessenta e três apartamentos. Nas torres A, B, C, D os apartamentos possuem dois dormitórios. Nas torres E, F os apartamentos possuem três dormitórios sendo uma suíte, com possibilidade de retirada de um dormitório para criação de living estendido. No total, o empreendimento contará com (378) trezentos e setenta e oito apartamentos.

Cada torre será atendida verticalmente por dois elevadores e uma escada pressurizada, totalizando doze elevadores e seis escadas pressurizadas. O edifício garagem contém três

pavimentos, térreo, 1º subsolo e 2º subsolo, com estacionamento para (378) trezentas e setenta e oito vagas simples privativas, (4) quatro vagas PNE e (19) dezenove vagas simples para visitantes. Cada pavimento será atendido verticalmente por uma rampa exclusiva de automóveis, duas escadas comuns e um elevador.

Na implantação do empreendimento (figura 13), estará localizada a infraestrutura de lazer do condomínio conforme os itens a seguir: portaria e acesso principal, salão de festas adulto, salão de festas infantil, praça de boas-vindas com estar multiuso, playground, praça central, jardim zen, quiosques, piscina, fitness, pet agility e quadra poliesportiva.

Figura 13 – Implantação da obra



(fonte: informações fornecidas pela empresa)

4.3 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O diagnóstico do sistema de PCP aplicado na empresa foi desenvolvido em três etapas: entrevista, acompanhamento de reuniões de médio e curto prazo e análise de dados. Para análise qualitativa e validação do diagnóstico do sistema de planejamento e controle da produção do referido estudo, foi elaborado um roteiro de entrevista que foi aplicado no início do acompanhamento das reuniões de curto prazo (a cada 7 dias) e médio prazo (a cada mês). Estes roteiros foram estruturados com base nos conceitos adquiridos com a pesquisa

bibliográfica (RECK, 2010), bem como dos procedimentos gerenciais da empresa. Os roteiros encontram-se no Apêndice A deste trabalho.

Primeiramente, foi realizada a entrevista com o engenheiro da obra, referente ao planejamento de curto prazo, onde constavam questões sobre o desenvolvimento das reuniões, indicando como são as tomadas de decisões, quais são os padrões e métodos aplicados no processo. E em um segundo momento, foi realizada a segunda entrevista, desta vez com a analista de planejamento da empresa, com o objetivo de obter informações referentes aos cronogramas de médio e longo prazo.

Para o diagnóstico do sistema de planejamento utilizado na obra, foi necessário o acompanhamento da pesquisadora em 7 reuniões de curto prazo (semanais), indicadas no quadro 2.

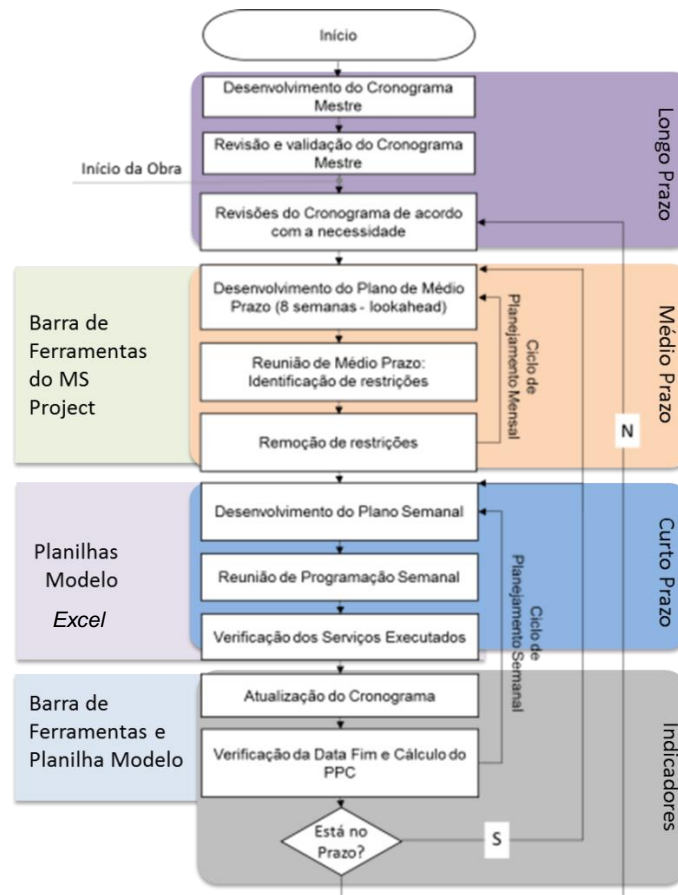
Quadro 2 – Datas das reuniões acompanhadas

Nº	Data
01	06/11/2015
02	13/11/2015
03	27/11/2015
04	04/12/2015
05	11/12/2015
06	08/01/2016
07	15/01/2016

(fonte: elaborada pela autora)

O Procedimento Gerencial da empresa tem o objetivo de padronizar e fornecer diretrizes para o planejamento e o controle da produção. Fundamentando seu planejamento no sistema *Last Planner* a empresa segue o fluxograma abaixo descrito na figura 14. Destaca-se que, para a empresa, o cronograma de longo prazo é aquele estruturado antes do início da obra, e a partir do momento em que as atividades iniciam, o longo prazo passa a ser detalhado e nomeado de médio prazo. O procedimento de PCP da empresa possui estruturação do cronograma de longo e médio prazo através do *software Microsoft Project*, enquanto o curto prazo é elaborado em uma planilha padrão *Excel*.

Figura 14 – Fluxograma do planejamento



(fonte: informações fornecidas pela empresa)

Semanalmente o plano de curto prazo (*Excel*) e o cronograma atualizado (*Project*) da obra são encaminhados à diretoria de produção para disponibilização de tais documentos na rede da empresa. O setor de planejamento possui acesso a tais documentos para acompanhar a evolução dos indicadores e planos da obra. As próximas etapas deste capítulo descrevem o processo de planejamento da empresa.

4.3.1 Desenvolvimento do Cronograma Mestre – Planejamento de Longo Prazo

O cronograma inicial da obra chamado Cronograma Mestre, é elaborado pelo setor de planejamento. São necessários os dados de entrada apresentados no quadro 3, e a indisponibilidade de algum desses dados de entrada compromete a elaboração do cronograma, sendo necessário estimar os parâmetros a serem utilizados.

Quadro 3 – Dados de entrada (cronograma mestre)

Dados de Entrada
Projetos Arquitetônicos e Complementares
Prazo de execução utilizado no estudo de viabilidade
Implantação de Vendas (Faseamento)
Previsão de Lançamento

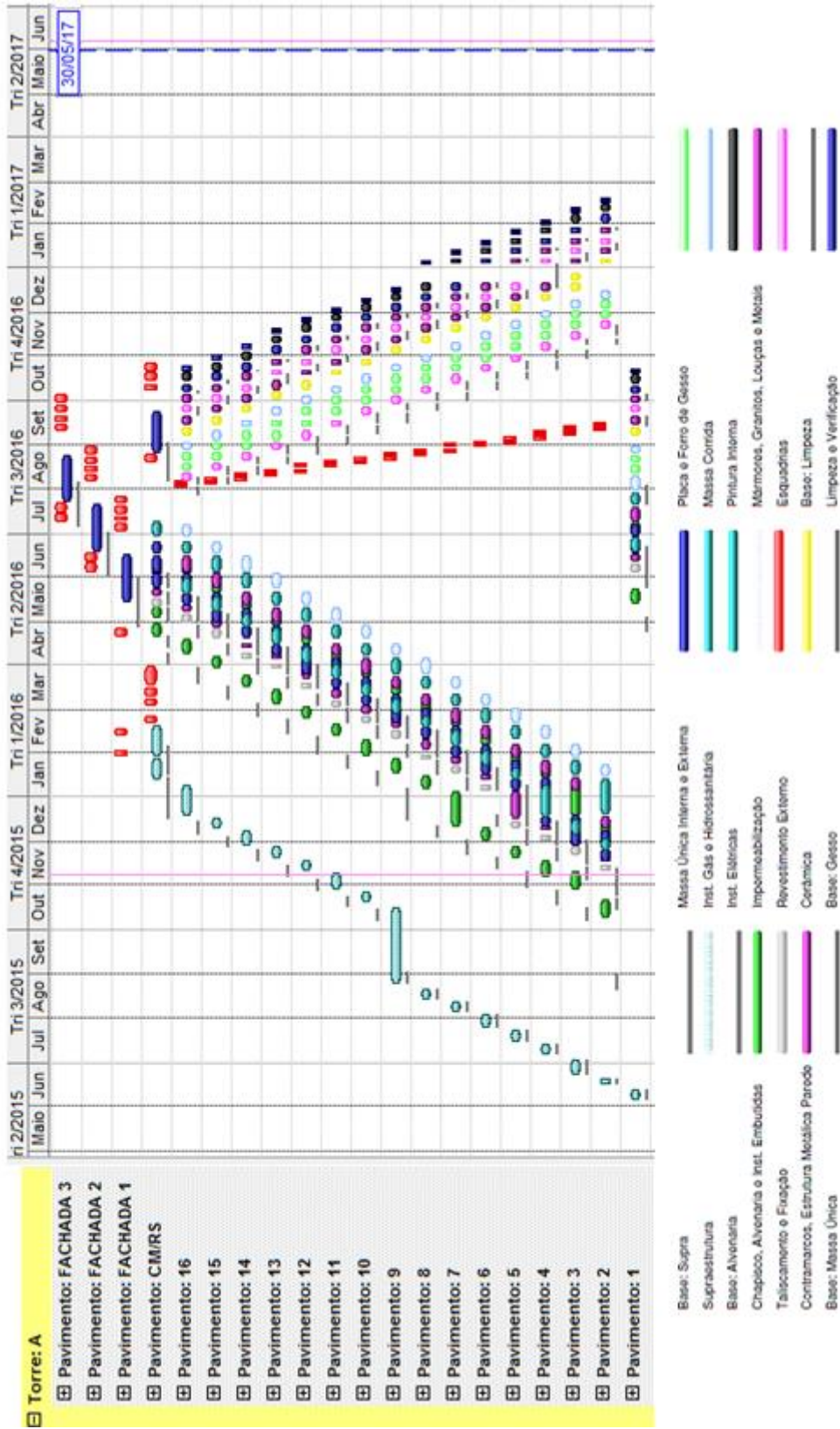
(fonte: informações fornecidas pela empresa)

Após a conclusão do desenvolvimento do cronograma, este é analisado e validado em conjunto entre os setores de planejamento e produção. As revisões do cronograma mestre durante o período de execução da obra ocorrem sempre que houver a necessidade de alguma alteração e for de comum acordo entre os setores de produção e planejamento. São exemplos de motivos para a reavaliação do cronograma de longo prazo a modificação de estratégia de ataque, o redimensionamento das equipes e a alteração na data prevista de término da obra.

Abaixo são exemplificadas as técnicas de programação utilizada pela empresa para melhor visualização do longo prazo:

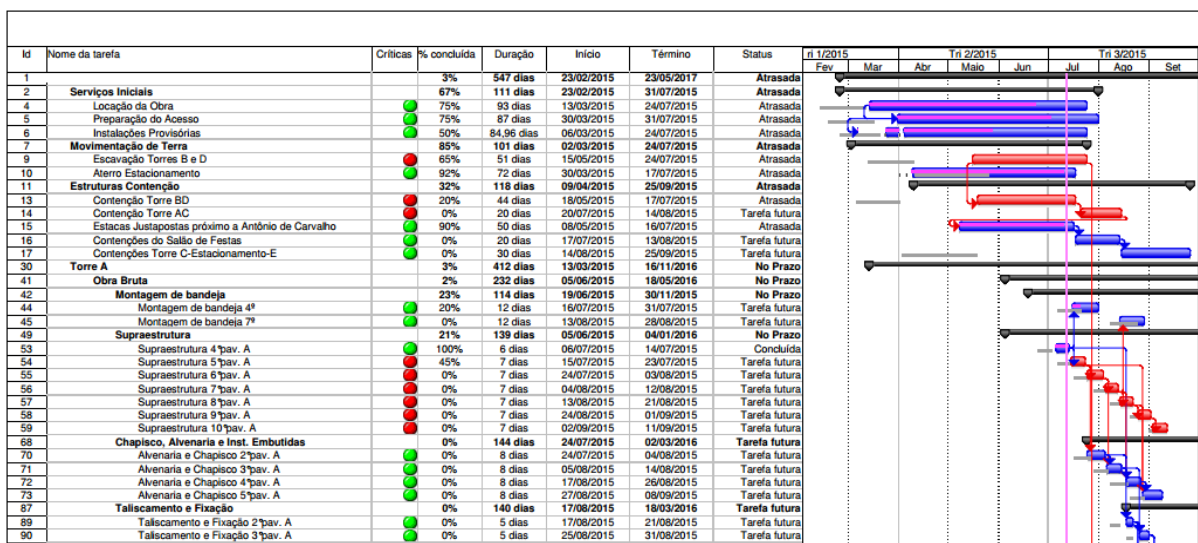
- a) aderência ao plano através da Linha de Balanço, visualizada na figura 15; e,
- b) sinalização das atividades que compõem o caminho crítico da obra, visualizado na figura 16 (coluna críticas).

Figura 15 – Linha de Balanço



(fonte: informações fornecidas pela empresa)

Figura 16 – Visualização do cronograma de Médio Prazo com Atividade Críticas



(fonte: informações fornecidas pela empresa)

4.3.2 Planejamento de Médio prazo

A realização do planejamento de médio prazo ocorre mensalmente (a cada 30 dias), e acontece entre equipes de produção e planejamento. É filtrado, do cronograma atualizado, um período de 8 semanas a partir da data em que o planejamento está sendo feito (filtro nomeado como *Look Ahead*). É feita uma análise dos recursos necessários para executar as atividades, conhecida como restrições. Dessa forma são disponibilizados para as atividades recursos, como: materiais, projetos, mão de obra, itens de segurança e a logística necessária para a sua realização. A partir dessa análise são identificadas as restrições em uma lista, identificando uma pessoa responsável e uma data limite para a remoção.

A lista de restrições, exemplificada na figura 17, é acompanhada pela equipe de obra para que a remoção das restrições aconteça de acordo com os prazos e os responsáveis estabelecidos.

Figura 17 – Lista de Restrições do Médio Prazo no *Microsoft Project*

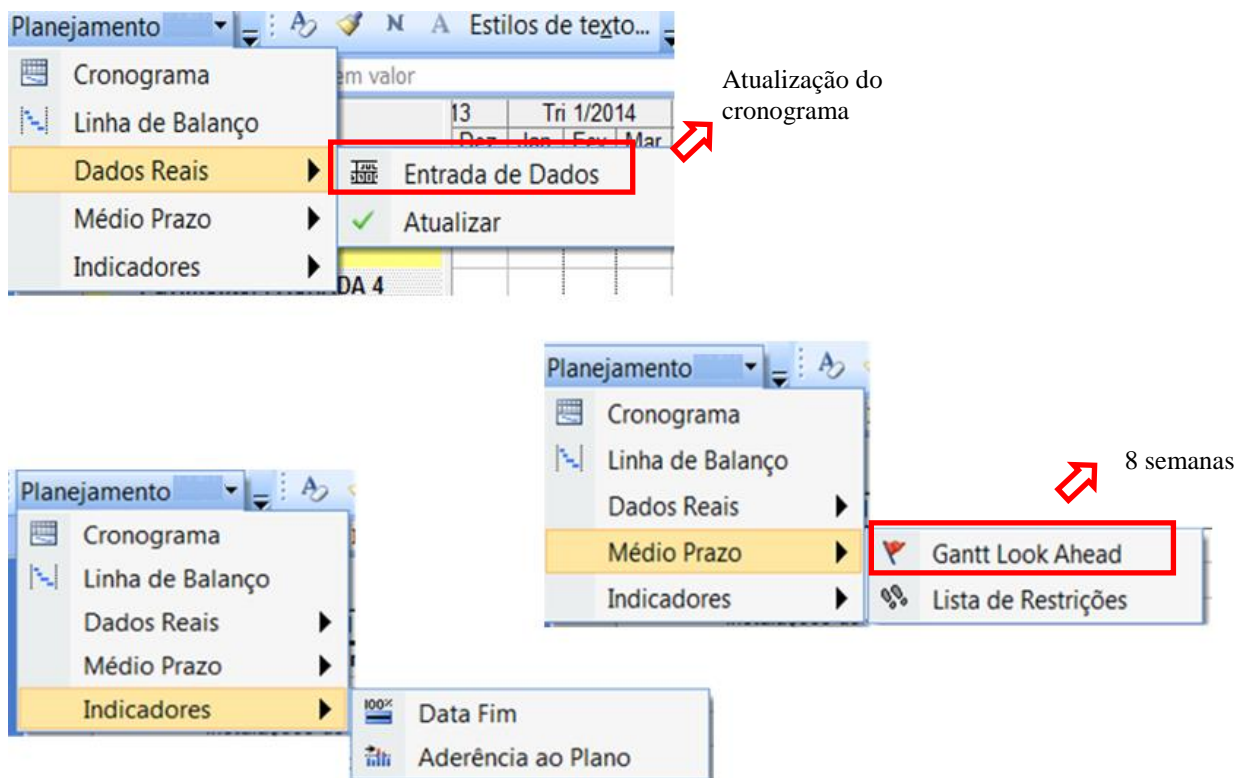
	Nome da tarefa	% concluído	Duração	Início	Término	Restrição 1	Data1	Responsável 1	Status 1
1	Obra	6%	557 dias	23/02/2015	06/06/2017		ND		
11	Estruturas Contenção	32%	196 dias	09/04/2015	29/01/2016	Definição dos projetos contenções	30/10/2015	Assistente / Eng.	Pendente
18	Infraestrutura Loteamento - R. Atílio Bilibio e Rua Projetada (3082)	0%	162 dias	01/02/2016	22/09/2016		ND		
19	Corte e Aterro	0%	25 dias	01/02/2016	08/03/2016	Definir contratação dos serviços	20/11/2015	Diretor / Eng.	Pendente
20	Instalação de Esgoto Pluvial e Cloacal	0%	30 dias	17/02/2016	30/03/2016	Definir contratação dos serviços	20/11/2015	Diretor / Eng.	Pendente
30	Torre A	6%	469 dias	13/03/2015	16/02/2017		ND		
41	Obra Bruta	8%	290 dias	05/06/2015	09/08/2016		ND		
74	Chapisco, Alvenaria e Inst. Embutidas	10%	146 dias	09/10/2015	23/05/2016	Pedir escantilhão	09/10/2015	Eng.	Pendente
131	Instalações de Gás	0%	142 dias	23/11/2015	28/06/2016	Orçar MO e material	09/10/2015	Eng.	Pendente
165	Massa Única Interna (Reboco Teto)	0%	145 dias	16/11/2015	24/06/2016	Pedir cavaletes e madeiras	16/10/2015	Eng.	Pendente
167	Massa Única Interna 2º pav. A	0%	8 dias	16/11/2015	25/11/2015	Orçar MO e contratar	16/10/2015	Eng.	Pendente
184	Massa Única Interna (Reboco Parede)	0%	145 dias	26/11/2015	06/07/2016	Pedir gabaritos marco	16/10/2015	Eng.	Pendente
203	Estrutura Metálica Paredes	0%	145 dias	08/12/2015	18/07/2016	Solicitar dutos das coifas (pedido global)	30/11/2015	Eng.	Pendente
599	Obra Uso Comum	0%	305 dias	09/11/2015	16/02/2017		ND		
600	Elevadores e Escada Pressurizada Torre A	0%	260 dias	09/11/2015	02/12/2016		ND		
601	Compra elevadores	0%	180 dias	09/11/2015	05/08/2016	Confirmar compra com Paiva	30/10/2015	Eng.	Pendente
610	Instalação de Incêndio Torre A	0%	39 dias	29/11/2016	03/02/2017	Solicitar marcos das portas- corta fogo	16/10/2015	Eng.	Pendente
650	Torre C	6%	463 dias	23/03/2015	16/02/2017		ND		
661	Obra Bruta	8%	295 dias	27/05/2015	08/08/2016		ND		
675	Supraestrutura	63%	175 dias	27/05/2015	17/02/2016	Orçar gabarito de Gas e hidro	29/05/2015	Eng.	Resolvido

(fonte: informações fornecidas pela empresa)

Estes cronogramas elaborados através do *software Microsoft Project* são retroalimentados semanalmente e serviram como base para os dados do presente trabalho. Vale aqui ressaltar que, Saldanha (2013) realizou um estudo na mesma empresa, e naquele período ainda não eram feitas a análise e remoção das restrições.

Para um melhor controle destes dados, a empresa desenvolveu em linguagem *visual basic* uma barra de ferramentas que, acoplada ao *Microsoft Project* (figura 18), facilita o manuseio e a interface com o planejador, seja na atualização do cronograma ou na exibição do médio prazo e lista de restrições.

Figura 18 – Barra de ferramentas desenvolvida no *Microsoft Project* pela empresa



(fonte: informações fornecidas pela empresa)

4.3.3 Planejamento de Curto prazo

No plano de curto prazo são listadas as atividades do período que tem condições de ser executadas durante a semana e que possam ser concluídas ao término da mesma. Essa planilha de programação de curto prazo é elaborada manualmente pelo gestor da obra e deve ser realizada antes da reunião semanal, tendo como base o cronograma de médio prazo atualizado, que deve incluir apenas atividades sem restrições para a sua execução. Além das atividades do cronograma de médio prazo, o plano semanal pode conter atividades auxiliares e necessárias ao controle da produção no canteiro de obras (limpeza, instalações de segurança, entre outros). Também é importante que sejam previstas atividades de reserva, sempre que possível, a fim de não comprometer o andamento da produção.

Cada item deve ser programado como na figura 19 (planilha padrão da empresa), de maneira que fique claro **o quê, quem e onde** será executado.

Figura 19 – Curto Prazo no *Microsoft Excel*

Semana: 26/10/2015 a 01/11/2015										
Obra: Obra										
Fase: I										
PPC da Obra 62% Amarelo										
Engenheiro: -										
ID	Atividade	Fornecedor: BROCCA	2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira	5ª Feira	6ª Feira	sábado	Motivo	PPC
1										
2	Torre D									
3	Concluir blocos de fundação				*				1.4	N
4	Iniciar poço elevador					*				S
5	Torre B									
6	Concretagem bloco P7 e bloco ensaio estaca				*					S
7	Torre A									
8	Concretagem Laje 10ª Pav			*						S
9	Desformar laje trecho minigrua (para permitir elevação)				*					S
10	Torre C									
11	Concretagem laje 10ª Pav		*							S
12	Concretagem Pilares 11ª Pav						*			S
13	Desformar laje trecho minigrua (para permitir elevação)									S
14	Torre E									
15	Concretagem Pilares 8ª Pav					*				S
16	Desformar laje trecho minigrua (para permitir elevação)		*							S
Verde										90.00%

(fonte: informações fornecidas pela empresa)

Semanalmente é realizada uma reunião de programação, onde o plano é apresentado a todos os envolvidos (estagiários, mestres, empreiteiros, técnicos, etc.), e discutido para promover uma relação de comprometimento com o plano. É ideal que essa reunião envolva todas as equipes que tem suas atividades interdependentes para minimizar interferências no canteiro.

Além disso, é analisada a semana anterior quanto ao cumprimento das atividades programadas:

Sim: quando a atividade prevista foi 100% executada na semana;

Não: quando a atividade prevista não foi 100% executada na semana.

Após a verificação de conclusão das atividades é calculado o PPC (Percentual de Pacotes Concluídos) da semana e o PPC por empreiteiro. Este indicador é inserido, como S “sim” ou N “não” na última coluna da tabela exemplificada na figura 19, e obtido pela fórmula a seguir, devendo incluir, no cálculo, todas as atividades programadas, independente do motivo do não cumprimento.

$$\%PPC = \frac{\text{n}^\circ \text{ de pacotes concluídos na semana}}{\text{n}^\circ \text{ total de pacotes planejados no CP}} \times 100 \quad (1)$$

Além disso, quando a atividade não é 100% executada é analisado e registrado o motivo do não cumprimento da mesma, pois este afeta diretamente a aderência entre os planos de médio

e curto prazo. Por exemplo, quando um funcionário não é fornecido pelo empreiteiro, as taxas de produtividades são menores que as taxas de comprometimento, causando o atraso do pacote de trabalho. Esses motivos devem estar indicados na planilha do PPC, e são representados em um gráfico com a soma dos motivos de todo o período de obra.

A equipe de engenharia atualiza semanalmente o cronograma de longo prazo com os dados das atividades (data de início e término real), de acordo com a evolução das mesmas. Desta atualização sai uma nova data de previsão de término para a obra, e com essas datas é gerado um gráfico de evolução da data de entrega da obra (também conhecido como desvio de prazo – indicador no longo prazo), a qual é comparada com a data de entrega de engenharia e data de entrega para o cliente.

Após a verificação do processo adotado como padrão pela empresa, foi realizado o diagnóstico da situação real executada, na qual as reuniões desenvolviam-se da seguinte forma: os empreiteiros e encarregados eram avisados do dia e horário da reunião antecipadamente, fixando-se o horário das 14h30min, às sextas-feiras. As reuniões eram divididas em duas etapas, primeiramente sendo revisadas as atividades concluídas da semana anterior e em caso de não cumprimento, preenchendo-se a justificativa do motivo e, na segunda etapa elaborando-se o planejamento para a semana seguinte. O cronograma de médio prazo (*Microsoft Project*) é atualizado em paralelo à execução da reunião do planejamento semanal, sendo concluído posteriormente ao término da mesma. Vale ressaltar que, antes do acompanhamento da pesquisadora nestas, não existia a rotina de realização das reuniões semanais, e, os gestores da obra justificavam que com poucas atividades em andamento as reuniões não se faziam necessárias.

Na figura 20, pode-se visualizar a infraestrutura disponibilizada para a reunião semanal, onde normalmente estavam presentes: engenheiro, assistente, mestre, contramestre, encarregados e empreiteiros. Durante o período desta pesquisa, a obra se encontrava em fase de supraestrutura (convencional), onde a produção utilizava um quadro para visualização do planejamento do ciclo de concretagens, onde constavam as datas macros de cada torre (entregas de aço, concretagens de pilares e lajes) – figura 21.

Durante este acompanhamento foi vivenciado e visualizado o interesse dos envolvidos no planejamento das atividades, dois episódios se destacaram:

- 1º Mestre da obra sinalizando que anteriormente à realização das reuniões, ele não era formalmente informado sobre as atividades em andamento; e,
- 2º Encarregado das estruturas questionando porque de sua não participação nas reuniões (pois sua programação era fixa e visual através do quadro exposto na sala).

Figura 20 – Reunião semanal



(fonte: foto da autora)

Figura 21 – Visibilidade do Planejamento das Supraestruturas

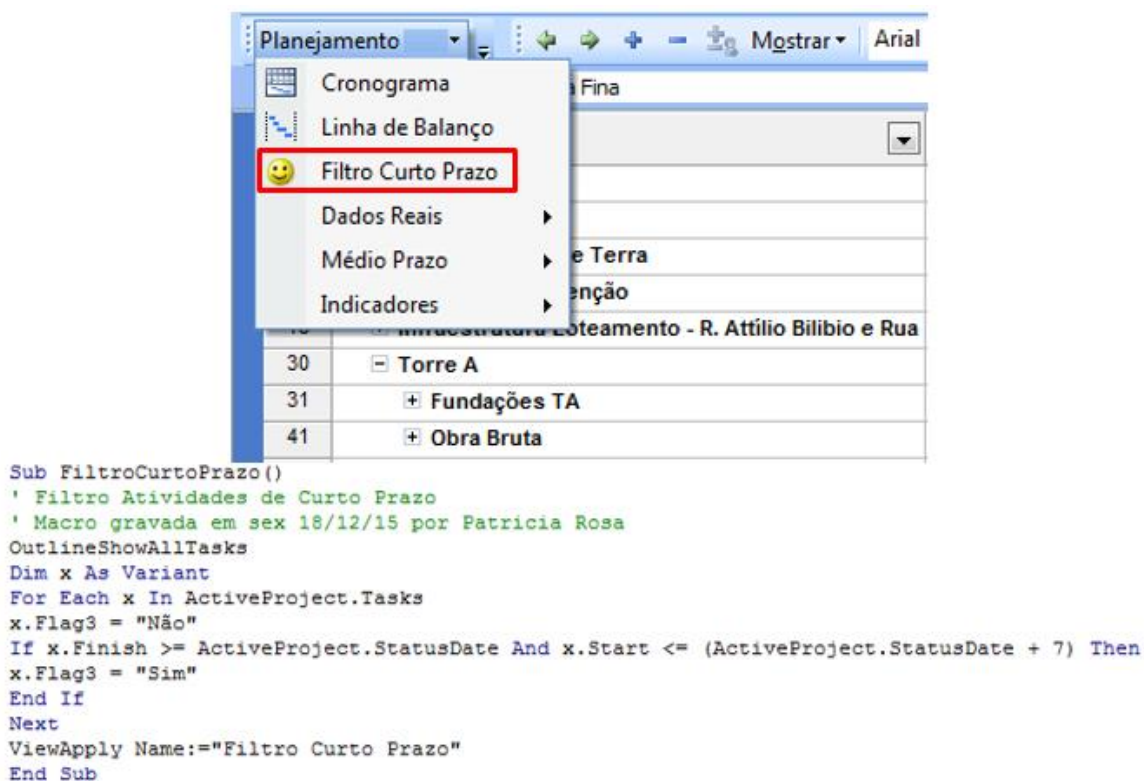
SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB
02 FERUDO	03	04 LAJE 2ª E PILAR 1ª A RISC. 10/10/10 C	05 LAJE 1ª C ACO LAJE 1ª C ACO PILAR 1ª A ACO PILAR 2ª E	06 FORÇA 1000 1000 - 10/10/10 MIDIA 1000 C	07
08 LAJE 1ª A MIDIA 1000 C ACO PILAR 1ª A ACO LAJE 1ª A ACO 10/10/10 MIDIA 1000 C	09 PILAR 3ª E CONCRETO ENTRAC. 10/10/10	10 PILAR 2ª C MIDIA 1000 A ACO PILAR 2ª A ACO PILAR 3ª E ACO LAJE 2ª E	11 CONCRETO D	12 LAJE 3ª E PILAR 3ª A	13

(fonte: foto da autora)

4.4 PROPOSIÇÃO DE FERRAMENTA PARA AUXILIAR O PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO

Após o diagnóstico percebeu-se a necessidade de uma ferramenta dentro do cronograma de longo prazo (*Microsoft Project*), que filtrasse de maneira rápida o período de uma semana, e assim incentivar o uso deste plano e facilitar a alocação dos pacotes de trabalhos (mesmo que manual) na planilha de curto prazo.

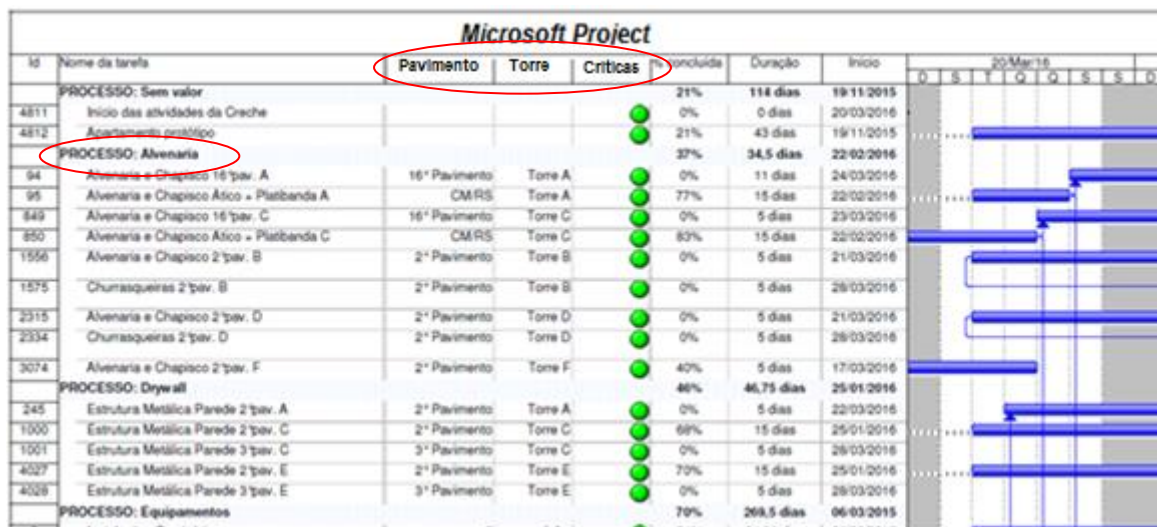
Para suprir essa demanda, foi realizado o aperfeiçoamento da barra de ferramentas já existente. Adicionando-se o botão “Filtro Curto Prazo” (figura 22), tem-se uma visualização rápida e personalizada das atividades que devem ser alocadas nos planos de curto prazo.

Figura 22 – Aperfeiçoamento da barra de ferramentas desenvolvida no *visual basic*

(fonte: elaborada pela autora)

Para desenvolver a linha de balanço, o procedimento da empresa possui uma coluna padronizada por processo, a qual foi utilizada para o Filtro do Curto Prazo. Após a categorização dos pacotes de trabalho por processo, com a ajuda do filtro, o *software* sinaliza as atividades que estarão em desenvolvimento nos 7 dias a partir da data de status do cronograma. Ainda é possível personalizar esta visualização (figura 23), de acordo com as informações que se deseja ter, por exemplo, para atualização do cronograma, deve-se inserir as colunas de “início real” e “término real”.

Figura 23 – Filtro do curto prazo



(fonte: elaborada pela autora)

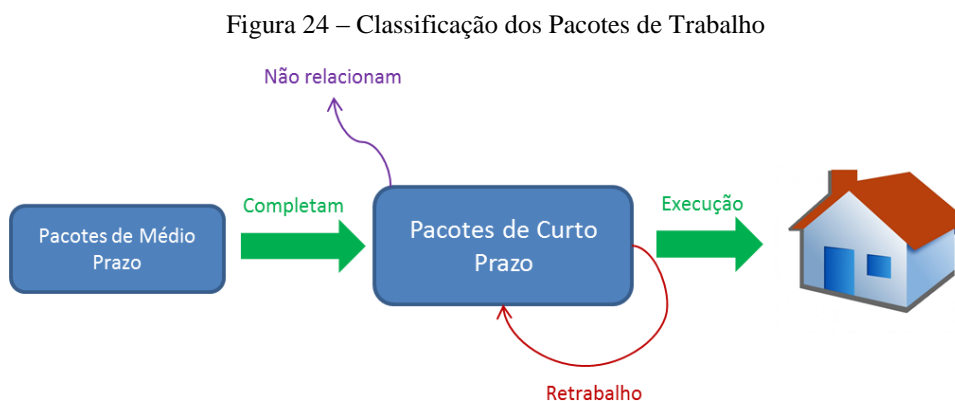
Através desta ferramenta de aperfeiçoamento é possível atualizar o cronograma de médio prazo de forma mais eficiente e transferir os pacotes semanais para a planilha de curto prazo *Excel*, assim promovendo a aderência entre curto e médio prazo.

4.5 ELABORAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE

O método de análise tem como objetivo analisar o processo de planejamento e a aderência dos planos de curto prazo aos planos de médio prazo. Enquanto o %PPC mede a confiabilidade do planejamento como processo, (não analisando se o que está sendo programado é realmente o que precisa ser executado); os indicadores de desvio de prazo e desvio físico destacam os problemas depois que eles já ocorreram. No processo da empresa, os desvios de prazo são analisados semanalmente enquanto os desvios físicos são recalculados mensalmente, porém os planos de curto prazo não são analisados detalhadamente.

Com intuito de auxiliar o controle da produção no contexto qualitativo do planejamento (pacotes de trabalho que, de acordo com o médio prazo, efetivamente necessitam ser programados), elaborou-se neste capítulo o método de análise. O procedimento foi baseado na criação de dois indicadores, IA (Indicador de Aderência) e CCP (Caminho Crítico Planejado), que seguindo a lógica do método do caminho crítico, tem como objetivo evitar atrasos sem mitigar seus efeitos.

Os pacotes de trabalho são classificados de acordo com a associação das atividades do curto prazo ao médio prazo, citados anteriormente na pesquisa bibliográfica do presente trabalho, são eles: Completam (C), Não Relacionam (N) e Retrabalho (R). Leva-se em consideração a presença da classificação de um comportamento sistemático representado através da figura 24.



(fonte: elaborada pela autora)

Com as categorizações, é possível medir a aderência do curto prazo ao médio prazo, assim como o percentual das composições de cada período. Os percentuais são calculados conforme as seguintes fórmulas:

MP – médio prazo
CP – curto prazo

$$\%IA \text{ (Indicador de aderência)} = \frac{\text{Pacotes do MP planejados no CP}}{\text{Total de pacotes disponíveis do MP}} \times 100 \quad (2)$$

Composição dos pacotes de curto prazo:

$$\%C \text{ (Completam)} = \frac{\text{Total de pacotes classificados como "completam"}}{\text{Total de pacotes planejados no CP}} \times 100 \quad (3)$$

$$\%N \text{ (Não relacionam)} = \frac{\text{Total de pacotes classificados como "não relacionam"}}{\text{Total de pacotes planejados no CP}} \times 100 \quad (4)$$

$$\%R \text{ (Retrabalho)} = \frac{\text{Total de pacotes classificados como "retrabalho"}}{\text{Total de pacotes planejados no CP}} \times 100 \quad (5)$$

Utilizando os dados da obra, juntamente com as atividades classificadas como “Completam”, é possível mensurar o percentual de atividades do caminho crítico da obra planejada no curto prazo. Nesta etapa, para destacar quais são as atividades do caminho crítico da obra, se faz necessária a utilização da técnica de programação “Caminho Crítico” disponibilizada pelo *software Microsoft Project*. Lembrando que, desta maneira obtém-se uma estimativa quantitativa onde são sinalizadas as atividades que, ao atrasarem sua execução em 1 dia, afetam diretamente a data de entrega da obra. É admissível que o gestor da obra considere outros fatores no caminho crítico real da obra, levando em consideração exemplos de oscilações pontuais da disponibilidade de recursos físico-financeiros, ou até a mão de obra disponível no mercado para determinado serviço.

$$\%CCP \left(\begin{array}{c} \text{Caminho Crítico} \\ \text{Planejado} \end{array} \right) = \frac{\text{Pacotes de trabalho do caminho crítico no MP e planejados no CP}}{\text{Total de pacotes de atividades do caminho crítico no MP}} \times 100 \quad (6)$$

4.6 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E RESULTADOS

Neste item é desenvolvida uma análise quantitativa dos dados fornecidos pela empresa em conjunto com os dados obtidos pela pesquisadora. E, por se tratar de uma pesquisa construtiva, o artefato gerado possibilita a geração de conhecimento, atribuindo à pesquisadora a competência de analisar a situação do estudo de caso e propor melhorias para solucionar problemas encontrados durante as etapas do desenvolvimento do trabalho. De acordo com Siqueira e Erdmann (2007, p. 296), este método de pesquisa “[...] apresenta-se como um processo dinâmico de aprendizagem, utiliza como instrumento a discussão, a reflexão dialógica, é capaz de modificar o modelo mental dos sujeitos e construir novos modos de pensar e agir.”.

Inicialmente, por meio dos dados disponibilizados pela empresa verificou-se a falta de históricos do planejamento durante as 7 primeiras semanas (quadro 4), este fator destacou a falta de controle de PCP no período inicial da obra, resultando na classificação das atividades apenas a partir da 8ª semana de obra. Foram analisados dados da empresa anteriores ao período de acompanhamento, pela pesquisadora, das reuniões de curto prazo.

Quadro 4 – Cronograma das semanas e reuniões de médio prazo

Nº	Semana			Data da Reunião de Médio Prazo	Período (Mês)	Nº	Semana			Data da Reunião de Médio Prazo	Período (Mês)
1 - 7	02/02/2015	a	22/03/2015	Não realizado		20	15/06/2015	a	21/06/2015	09/06/2015	4
8	23/03/2015	a	29/03/2015	13/03/2015	1	21	22/06/2015	a	28/06/2015		
9	30/03/2015	a	05/04/2015			22	29/06/2015	a	04/07/2015		
10	06/04/2015	a	12/04/2015			23	06/07/2015	a	12/07/2015		
11	13/04/2015	a	19/04/2015			24	13/07/2015	a	19/07/2015		
12	20/04/2015	a	26/04/2015	15/04/2015	2	25	20/07/2015	a	26/07/2015	13/07/2015	5
13	27/04/2015	a	03/05/2015			26	27/07/2015	a	02/08/2015		
14	04/05/2015	a	10/05/2015			27	03/08/2015	a	09/08/2015		
15	11/05/2015	a	17/05/2015			28	10/08/2015	a	16/08/2015		
16	18/05/2015	a	24/05/2015	18/05/2015	3	29	17/08/2015	a	23/08/2015	13/08/2015	6
17	25/05/2015	a	31/05/2015			30	24/08/2015	a	30/08/2015		
18	01/06/2015	a	07/06/2015			31	31/08/2015	a	06/09/2015		
19	08/06/2015	a	14/06/2015			32	07/09/2015	a	13/09/2015		

(fonte: elaborada pela autora)

Para fins desta análise, foram excluídos pacotes de trabalho referentes à manutenção/segurança do canteiro de obra e atividades planejadas como reservas. Estes pacotes são importantes e devem ser considerados em conjunto para o planejamento global; porém, não são relevantes no contexto do objetivo deste trabalho, pois são atividades que são inseridas no planejamento semanal de acordo com a necessidade da obra, não estando detalhadas no médio e longo prazo.

Na Figura 25 pode ser visualizado o modelo de planilha *Excel* estruturado pela pesquisadora para a classificação das atividades do curto prazo; os pacotes de trabalho planejados semanalmente foram organizados e divididos em abas. Cada coluna representa da esquerda para a direita:

- Semana – referente ao pacote;
- Pacote de Trabalho no Curto Prazo – conforme o planejamento semanal disponibilizado através do histórico da obra;
- Classificação – de acordo com os critérios estabelecidos anteriormente;
- Código do Pacote de Trabalho no Médio Prazo – previsto no *Microsoft Project*;
- Pacote de Trabalho no Médio Prazo – nome do pacote de trabalho no *Microsoft Project*.

Figura 25 – Classificação das Atividades em Planilha Excel

Semana	Pacote de Atividade CP	Classificação	Código do Pacote de Atividade no MP	Pacote de Atividade MP
24	Escavar restante trecho solo grampeado	C	10	Aterro Estacionamento
24	Escavar 2º trecho cortina c/ tirantes (trechos concretados)	C	13	Contenção Torre BD
24	Concluir Instalação Bandeja Torre A	R		
24	Instalar escoras bandeja primária Torres A e C	R		
24	Iniciar Bandeja da Torre E	C	3112	Montagem de bandeja Pilotis
24	Iniciar bandeja secundária Torres A e C	C	44	Montagem de bandeja 4º
24	Reiniciar estacas Torre B	C	1261	Estaqueamento TB
24	Concretagem 5 estacas Torre B	C	1261	Estaqueamento TB
24	Concretagem 5 estacas Torre B	C	1261	Estaqueamento TB
24	Concretagem 5 estacas Torre B	C	1261	Estaqueamento TB
24	Concretagem 5 estacas Torre B	C	1261	Estaqueamento TB
24	Concretagem Laje 4º Pav Torre A	R	53	Supraestrutura 4º pav. A
24	Concretagem Pilar 5º Pav Torre C	C	668	Supraestrutura 5º pav. C
24	Concretagem Pilar 2º Pav Torre E	C	3120	Supraestrutura 2º pav. E
24	Marcação Laje 4º Pav Torre A	R	53	Supraestrutura 4º pav. A
24	Marcação Laje 5º pav torre C	C	668	Supraestrutura 5º pav. C
24	Marcação Laje 2º pav torre E	C	3120	Supraestrutura 2º pav. E
24	Conclusão abertura blocos torre F	C	2490	Blocos e Vigas
24	Apoio estaqueamento Torre B	C	1261	Estaqueamento TB
24	Abertura 100% blocos estacionamento trecho A (fora trecho)	C	3715	Estaqueamento/Blocos
24	Conclusão 50% talude bacia de retenção (reserva)	C	3736	Reservatório Inferior
24	Concluir concretagem trecho 1 cortina (1ª linha de tirantes)	C	16	Contenções do Salão de Festas
24	Conclusão montagem viga coramento (armadura e fôrma) estacas	C	15	Estacas Justapostas próximo a Antônio de Carvalho
24	Conclusão blocos torre F	C	2490	Blocos e Vigas
24	Conclusão 75% vigas de fundação Torre F	C	2490	Blocos e Vigas

Calendário

Resumo

Auxiliar CP

CP - 1

CP - 2

CP - 3

CP - 4

CP - 5

CP - 6

+

(fonte: elaborada pela autora)

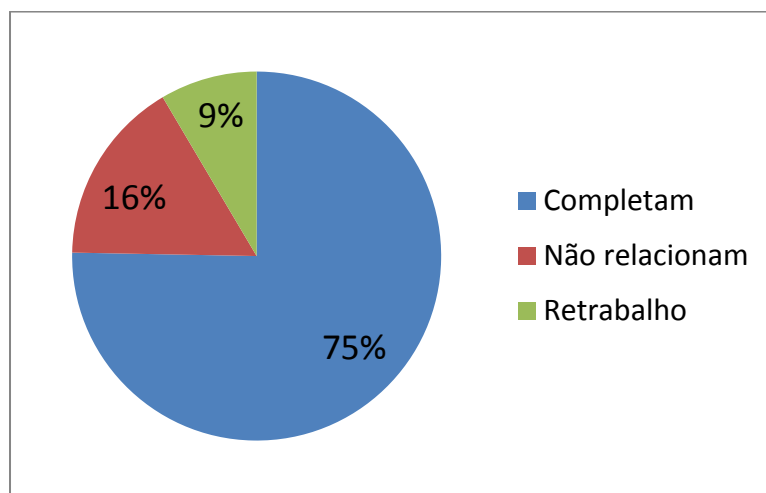
Foram analisados 753 pacotes de trabalho do curto prazo e 274 pacotes de trabalho do médio prazo, o quadro 5 representa a distribuição destes pacotes de trabalho nas semanas analisadas, e a figura 26, o percentual global de cada categoria.

Quadro 5 – Classificação dos Pacotes de Trabalho por Semana

Semana	C	N	R	Total
8	5	2	0	7
9	6	2	0	8
10	3	5	0	8
11	2	16	0	18
12	13	5	1	19
13	9	1	1	11
14	10	2	0	12
15	16	4	1	21
16	19	5	4	28
17	21	7	3	31
18	25	6	1	32
19	20	2	5	27
20	23	2	3	28
21	29	4	0	33
22	24	2	0	26
23	24	10	1	35
24	31	0	5	36
25	27	1	4	32
26	31	5	2	38
27	43	3	2	48
28	34	9	4	47
29	42	1	8	51
30	50	11	11	72
31	32	6	4	42
32	28	11	4	43
Total	567	122	64	753

(fonte: elaborada pela autora)

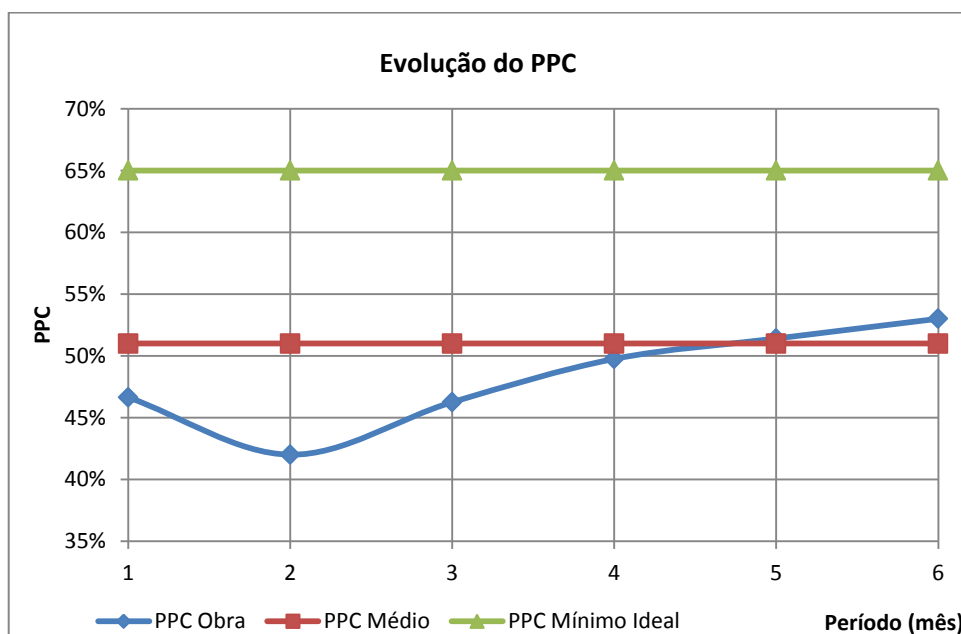
Figura 26 – Classificação Global dos Pacotes de Trabalho de Curto Prazo



(fonte: elaborada pela autora)

No período analisado por esta pesquisa, verificou-se que o PPC médio da obra era de 51%, porém Isatto *et al* (2000) destacam que níveis de PPC acima de 80% indicam que a obra alcançou um nível de previsibilidade satisfatório; enquanto que o Diretor de Produção da empresa, sugere que é aceitável um PPC maior que 65% (figura 27).

Figura 27 – Evolução do PPC

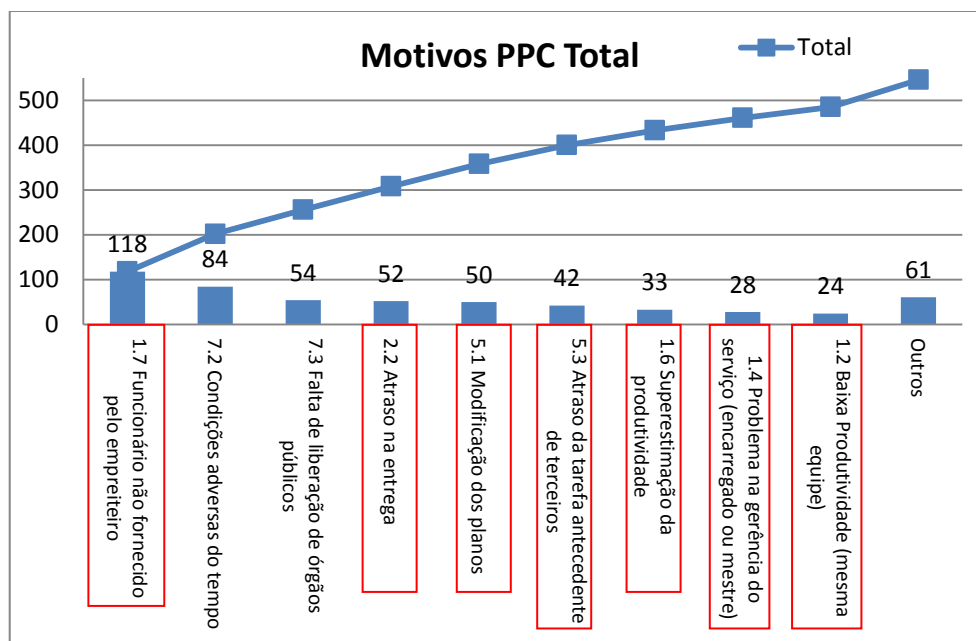


(fonte: informações fornecidas pela empresa)

A justificação deste baixo desempenho do índice de PPC é verificada na figura 28, onde estão destacados em vermelho os principais motivos de não cumprimentos dos planos que afetam o

%IA. No Apêndice B pode ser visualizado o quadro utilizado pela empresa, nele constam todos os motivos padrões para não execução de atividades planejadas.

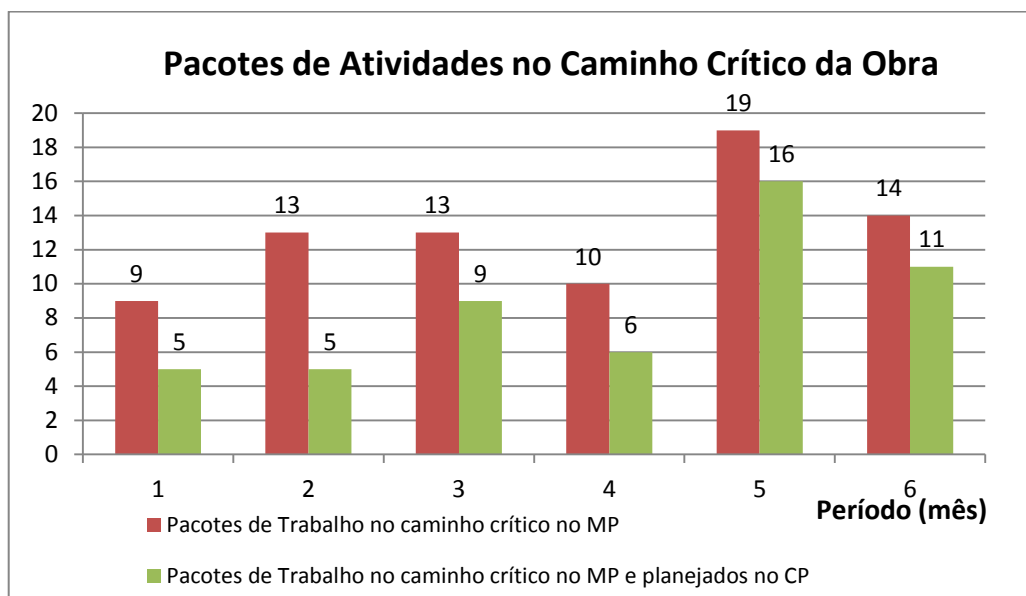
Figura 28 – Motivos PPC



(fonte: informações fornecidas pela empresa)

Na figura 29 são visualizados os totais de pacotes de trabalho presentes no caminho crítico da obra conforme o cronograma de médio prazo. Através das atividades classificadas como “completam” que compõem o caminho crítico, verifica-se o total de pacotes que foram previstos no curto prazo de acordo com cada período. A relação entre estes dois valores resulta no %CCP.

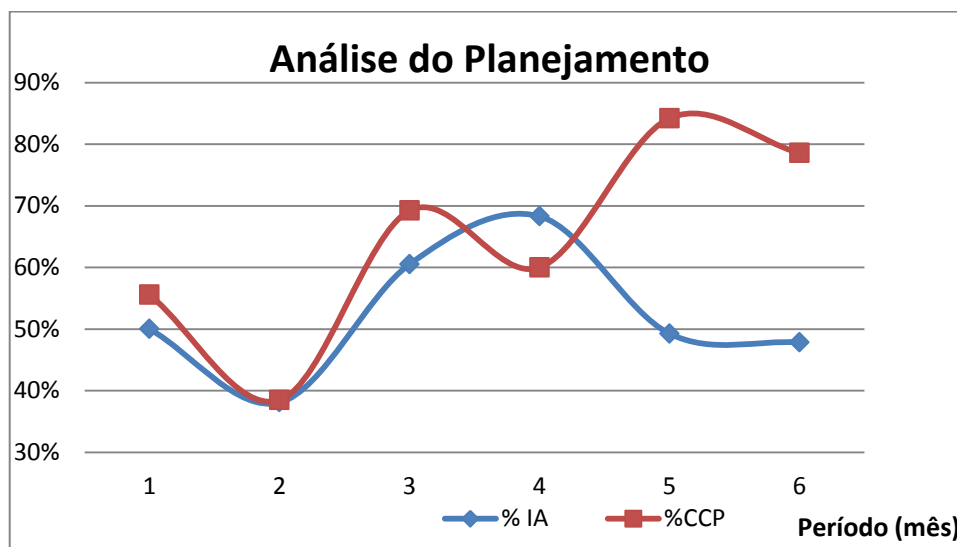
Figura 29 – Caminho Crítico da Obra



(fonte: elaborada pela autora)

Na figura 30, pode ser visualizado os índices %IA e %CCP, obtidos através do método de análise. No 6º período o planejamento de curto prazo teve baixa aderência ao cronograma de médio prazo (IA=48%), porém como indica o CCP=79%, as atividades que influenciavam diretamente a data de entrega da obra foram amplamente planejadas. Conclui-se que, o %IA auxilia no controle do acompanhamento integral dos pacotes de trabalho, enquanto o %CCP estima a confiabilidade da data de término da obra definida no planejamento. A redução do %IA nos períodos 5 e 6 pode ter sido causada pela elevada introdução de pacotes do longo para o médio prazo, aumentando o denominador.

Figura 30 – Indicador de aderência e caminho crítico planejado

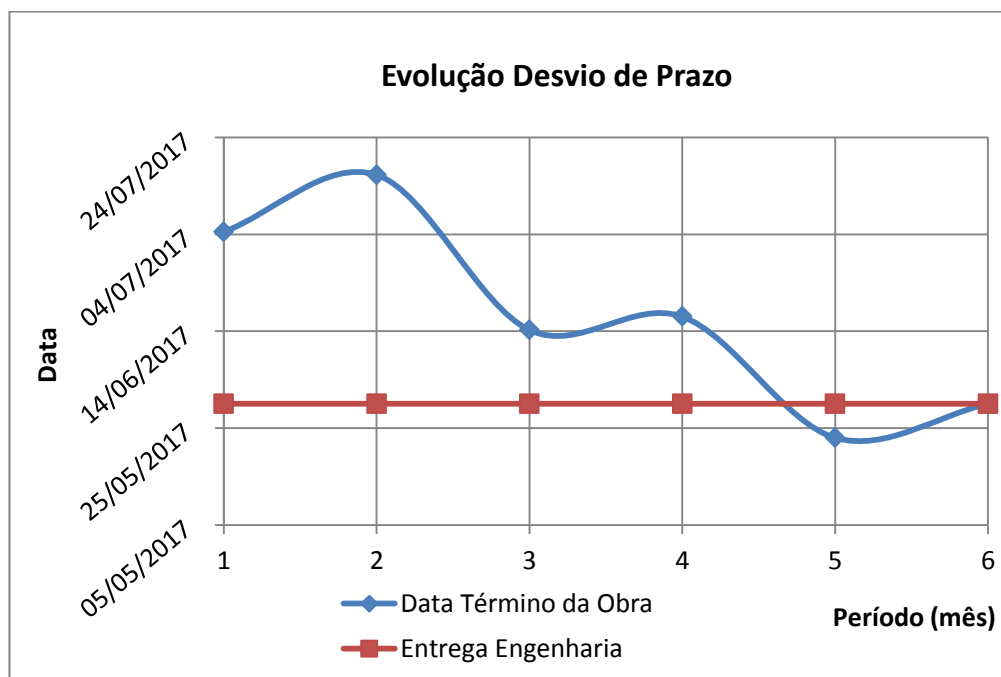


(fonte: elaborada pela autora)

A figura 31 representa a evolução do desvio de prazo da data de entrega da obra, e para que a entrega fique dentro do prazo inicial estipulado, percebe-se a adaptação dos planos (conforme prazos estipulados pela gestão da empresa) no decorrer destes 6 períodos. É ampla a importância deste indicador, pois, se um erro for continuamente reproduzido, um dia de atraso na entrega da obra durante o desenvolvimento pode refletir no atraso de vários dias ao término da mesma.

A comparação entre as figuras 30 e 31, sugere uma correlação entre o %CCP e o desvio de prazo, uma vez que quando o %CCP é baixo, o desvio de prazo aumenta, e vice-versa. O que difere a utilização dos dois indicadores é o momento de sua aplicação, pois o %CCP prevê a indicação do atraso enquanto o desvio de prazo confirma posteriormente ao atraso esta informação.

Figura 31 – Evolução desvio de prazo



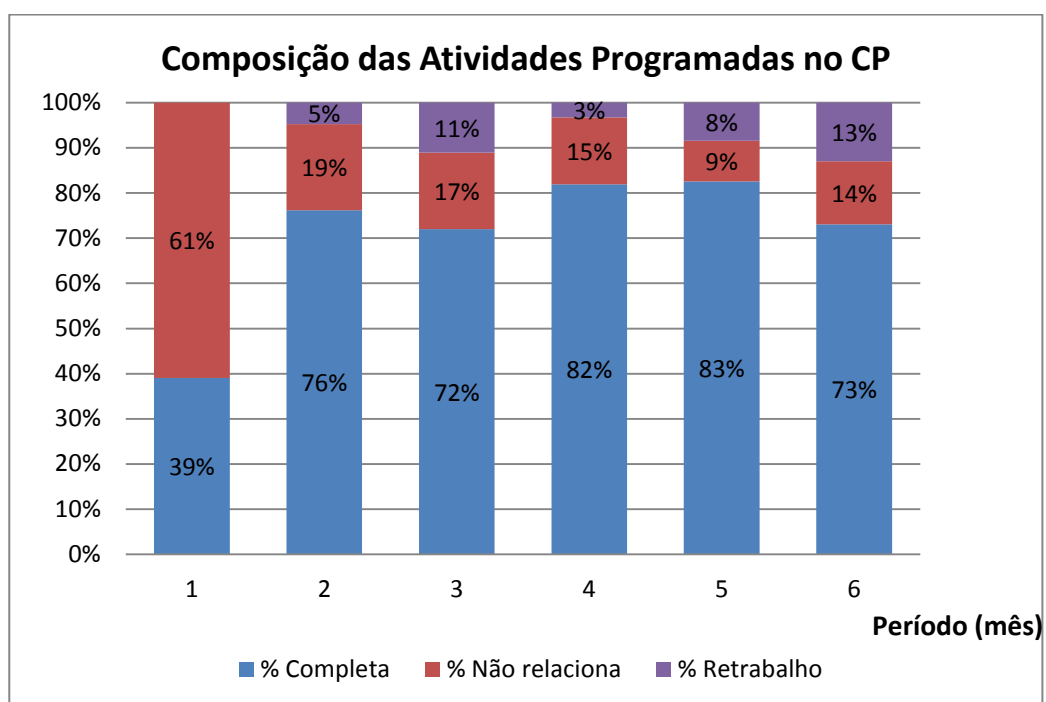
(fonte: informações fornecidas pela empresa)

A partir da classificação dos pacotes de trabalho, foram analisadas as composições das atividades programadas no curto prazo em relação ao médio prazo (figura 32). O “% Retrabalho” sinaliza a falta de terminalidade dos pacotes de trabalho, enquanto o “% Não Relaciona” demonstra a frequência de recursos gastos em atividades que não estavam previstas no médio prazo.

No período 1 verifica-se que os setores de planejamento e produção não estavam sincronizados, refletindo-se como o pior período de aderência entre os planos. Este resultado provavelmente foi consequência de fatores inerentes ao processo construtivo, como adaptação inicial dos planos e disponibilidade de recursos. Nos períodos subsequentes as variações foram menores, as atividades “Completam” se mantiveram entre 72% e 83%, enquanto as “Não Relacionam” estiveram entre 9% e 19%.

Também é possível afirmar que o cenário com menor desvio de prazo está aparentemente associado com uma maior participação das atividades que “completam”, ou seja, existe uma menor participação das atividades que não foram previstas no médio prazo.

Figura 32 – Composição das atividades programadas no curto prazo



(fonte: elaborada pela autora)

5 DIRETRIZES PARA APLICAÇÃO DO INDICADOR DE ADERÊNCIA E CAMINHO CRÍTICO PLANEJADO

Fundamentando-se na pesquisa bibliográfica realizada para este estudo de caso, são citados abaixo alguns critérios que devem ser considerados na organização do planejamento:

- formalização do processo de planejamento;
- visão do processo de PCP e integração entre os diferentes setores gerenciais;
- mudanças comportamentais;
- comprometimento com a retroalimentação dos dados.

No planejamento de curto prazo, estes critérios implicam em fatores como:

- formalização da reunião semanal (pontualidade, assiduidade);
- preparação do planejamento semanal em um momento prévio à reunião, onde o PPC da semana anterior deve ser verificado para que na reunião possam existir cobranças aos responsáveis;
- esclarecimento aos empreiteiros/encarregados a importância do andamento das atividades conforme os pacotes de trabalho estipulados na semana;
- capacitação dos funcionários da empresa para que liderem e motivem as equipes de forma a organizar o processo e aceitar mudanças;
- integração entre o setor de planejamento da empresa e a obra, para que sejam revistas algumas interferências entre atividades do cronograma e mão de obra disponível;
- utilização do cronograma de médio prazo desenvolvido no *Microsoft Project*, para que auxilie na atualização e preparação dos pacotes de trabalho do curto prazo (desenvolvido no *Microsoft Excel*);
- padronização da quebra dos pacotes de trabalho de médio prazo através de etapas pré-especificadas e baseadas no processo da atividade/ tarefa.

Para real eficácia dos dois indicadores propostos neste trabalho, é necessário que o sistema de PCP esteja estruturado e organizado, conforme as equipes responsáveis para cada etapa e setor do processo. A aplicabilidade dos níveis hierárquicos dos cronogramas, conforme seus horizontes (longo, médio e curto prazo), devem estar claros e definidos. Na figura 33, podem ser verificadas as diretrizes propostas para a aplicação sistemática do fluxo de Planejamento e Controle da Produção incluindo os indicadores aqui desenvolvidos (%IA e %CCP).

Figura 33 – Diretrizes para aplicação do fluxo do PCP

	Ferramenta	Implantação/ Controle	Dados de entrada	Técnica de programação	Indicadores (%)
Longo Prazo	<i>Ms Project</i>	Antes do início da obra (atualização automática através do médio prazo)	Projetos	Linha de balanço	AF**
			Prazos/ Viabilidade	Filtro Caminho Crítico	DP DC**
			EAP/ Plano de Ataque		
Médio Prazo	<i>Ms Project</i>	Durante a obra - Revisão mensal e atualização semanal das datas reais	Pacotes de trabalho categorizados conforme processo	Filtro <i>Look Ahead</i> (8 semanas)	IRR
			Produtividade das equipes	Filtro Caminho Crítico	
Curto Prazo	<i>Ms Excel</i>	Durante a obra - Elaboração semanal	Padronização do detalhamento dos pacotes de trabalho	* Filtro Semanal	IA CCP
					PPC PPCQ
*Filtrado no <i>Ms Project</i> de Médio Prazo e transferido para o <i>Ms Excel</i>					
**Planilha auxiliar					

(fonte: elaborada pela autora)

No **longo prazo** é necessário que seja formalizado e validado o plano de ataque selecionado para a obra, antes do início da mesma. Como dados de entrada são necessários os projetos arquitetônicos, os prazos de viabilidade do empreendimento, assim como a EAP da obra estruturada para o *Microsoft Project*. Como técnica de programação é utilizada a linha de balanço e o método do caminho crítico; o Planejamento e Controle da Produção devem ser monitorados através de indicadores como Avanço Físico, Desvio de Prazo e Desvio de Custo, podendo também ser adaptado o Método do Valor Agregado.

A partir do início da obra, passa-se ao detalhamento do longo prazo chamado então de **médio prazo**, nesta etapa os pacotes de trabalho devem estar definidos e classificados por processo em uma coluna específica dentro do *Project*. Estes planos devem ser revisados mensalmente (Índice de Remoção de Restrições) e atualizados semanalmente; como técnica de programação são utilizados o Filtro Look Ahead (8 semanas olhadas para frente) e o filtro do caminho crítico.

Para que seja possível a utilização do filtro semanal e filtro do caminho crítico para o **curto prazo**, o momento da preparação dos planos deve ser anterior ao momento da reunião semanal, e o cronograma de médio prazo deve estar atualizado de acordo com suas datas de início e término reais. Assim, o *Project* servirá como ferramenta auxiliar na padronização dos pacotes de trabalho por processo e quantificação dos mesmos, e conseqüentemente, para cálculos dos indicadores de %IA e %CCP.

Após atualização do médio prazo, com utilização do filtro semanal deve-se transferir os pacotes de trabalho do médio prazo para a planilha modelo *Excel* de curto prazo. Para que então, o curto prazo seja detalhado conforme a atividade e empreiteiro. Para obter-se o %IA e %CCP, deve-se após a reunião semanal, comparar os dois horizontes de planejamento, médio e curto prazo, e caso haja pacotes de trabalho excluídos ou adicionados deve-se reavaliar o planejamento.

Outros trabalhos como de Machado (2014) e Akkari (2003) aconselham a decomposição do escopo do projeto para o curto prazo através do software *Microsoft Project*, aqui neste trabalho sugere-se que o processo de planejamento na empresa seja mantido com a estrutura atual; longo e médio prazo desenvolvidos no *Microsoft Project* enquanto o curto prazo é estruturado em uma planilha padrão *Microsoft Excel*. Esta proposta tem origem no fato de que o software *Microsoft Project* exige do usuário conhecimentos específicos quanto ao seu funcionamento, o que demandaria mais tempo na preparação dos planos semanais por parte da gestão da obra, reconhecendo-se assim o software *Microsoft Excel* como mais acessível a todos os envolvidos neste processo.

6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal a proposição de um conjunto de diretrizes visando assegurar a aderência entre os planos de curto e médio prazo para fins de planejamento e de controle da produção. Para chegar a este resultado foram necessários outros quatro objetivos secundários.

Primeiramente foram identificados pontos entre os diferentes níveis de planejamento que interferem na aderência entre médio e curto prazo, e, a partir deste item, foi elaborada uma ferramenta auxiliar para a visualização do filtro do curto prazo. Para avaliação quantitativa dos dados obtidos através do diagnóstico do trabalho, foi desenvolvido o método de análise, e chegou-se a proposição de dois novos indicadores: o indicador de aderência (IA) e % caminho crítico planejado (%CCP).

Buscando aumentar a confiabilidade da produção, os benefícios deste trabalho podem ser descritos como agilidade no *feedback* e avaliação da eficácia do planejamento de médio e curto prazo. A utilização de mais dois indicadores para o sistema de PCP visa tornar mais eficiente o fluxo de avaliação do processo, indicando a possibilidade de atraso da obra antes que ele ocorra; estes indicadores possibilitam o controle e maior acerto dos pacotes de trabalho que realmente precisam estar planejados nos planos semanais, para que assim, o prazo estipulado no planejamento de longo e médio prazo seja alcançado.

Um fator que dificulta a análise da aderência entre planos de curto e médio prazo é a falta de comprometimento das equipes e não formalização do planejamento de curto prazo, deixando os operários predispostos a “escolherem” as atividades que desejam realizar. Deste modo, limita-se a eficácia do planejamento e do sistema *Last Planner*, comprometendo a função de terminalidade dos pacotes de trabalhos. Os responsáveis pela elaboração do planejamento também devem estar conscientes da importância da retroalimentação dos dados nos diferentes níveis de cronogramas.

Algumas sugestões para futuros trabalhos podem ser propostas:

- a) estudar a possibilidade de compilação de todas as informações do sistema de PCP (incluindo a automatização de indicadores) em uma única plataforma. De

forma que todos os documentos referentes ao empreendimento estejam em um único lugar, e disponível instantaneamente a qualquer pessoa envolvida no processo;

b) analisar a frequência de um mesmo pacote de trabalho planejado repetidas semanas, assim como a qualidade e terminalidade das atividades planejadas no curto prazo;

c) analisar o indicador de aderência e % caminho crítico planejado para o conjunto de todas as etapas de um empreendimento, pois o presente trabalho compreendeu apenas o período inicial da obra.

REFERÊNCIAS

- AKKARI, A. M. P. **Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional MICROSOFT PROJECT 2003**. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- AKKARI, A. M. P.; SILVA, C. C. A.; VALE, F. A.; ESPINHEIRA, R. P.; SENA, R. C. Impacto do indicador de remoção de restrição em relação ao prazo da obra e ao indicador de avanço físico no planejamento e controle da produção avaliação de 14 empreendimentos da cidade de Salvador-BA. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2006. p. 1964 - 1973.
- BALLARD, G. **The last planner system of production control**. 2000. 191 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.
- BERNARDES, M. M. e S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- BORTOLAZZA, R. C. **Contribuições para a coleta e a análise de indicadores de planejamento e controle da produção na construção**. 2006. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.
- COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T.; LIMA, H. M. R.; BARTH, K. B. **Sistema de Indicadores para Benchmarking na construção Civil: Manual de Utilização**. Porto Alegre, 2005.
- FORMOSO, C. T. (Org.) **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre. Norie/UFRGS, 2001.
- ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T.; DE CESARE, C. M.; HIROTA, E. H.; ALVES, T. C. L. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000. Série Construção Civil n. 5.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: CIFE, 1992. Technical Report n. 72.
- LANTELME, E. M. V.; TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T. **Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil**. Porto Alegre: NORIE, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. (Relatório de Pesquisa).
- LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, London, n. 5, p. 243-266, 1987.

MACHADO, A. M. **Gestão do escopo da produção de edificações verticais: decomposição e controle entre os níveis de planejamento.** 2014. 87 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MOTA, B. P., VIANA, D. D., ISATTO, E. L.. **A Simulação do Last Planner como Sistema Dinâmico.** XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Canela, RS, 2010.

MOURA, C. B. **Avaliação do Impacto do Sistema Last Planner no Desempenho de Empreendimentos da Construção Civil.** 2008. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®).** 5. ed. Pensilvânia: EUA. 2013.

RECK, R. H. **Aplicação do índice de boas práticas de planejamento em empresas construtoras da região metropolitana de Porto Alegre.** 2010. 94 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RIGHI, M. R. **Sistemas de Controle da Qualidade e Planejamento de Curto Prazo na Construção Civil: integração e compartilhamento de informações.** 2009. 73f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SALDANHA, L. C. **Gestão da Produção: integração entre o planejamento e controle da produção e a gestão da qualidade.** 2013. 88 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SCHMITZ, C. **Representação do escopo da construção em um modelo BIM visando o planejamento e controle da produção através de ferramentas 4D.** 2014. 87 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SIQUEIRA, H. C. H. de; ERDMANN, A. L. **Construtivismo como método de pesquisa: possibilidade de geração de conhecimentos.** Revista de Enfermagem UERJ, Rio de Janeiro, v. 15, n 2, p. 291-297.

STERMAN, J. D.. **System Dynamics Modeling: Tools for learning in a complex world.** California Management Review, California, v. 43, n. 4, p. 7-25, summer 2001.

SUKSTER, R. **A Intregração entre Sistema de Gestão da Qualidade e o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras.** 2005. 158f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

APÊNDICE A – ROTEIROS DE ENTREVISTAS APLICADOS

a) roteiro para o engenheiro da obra (referente ao curto prazo – quadro 6);

Data de início obra:		Previsão de conclusão:
Fase em que se encontra a obra: () fundações () estrutura () acabamentos () outra:		
Quantidade de funcionários:		
Reuniões de Curto Prazo		
Decisão	1.1	Quem participa (equipes)?
	1.2	Todos participam juntos da reunião?
	1.3	Quem define os pacotes de trabalho?
	1.4	Há discussão dos pacotes planejados na semana?
Padrões	2.1	Dia da semana
	2.2	Horário
	2.3	Local
	2.4	Quem prepara os documentos apresentados?
	2.5	Como são preparados estes documentos? Software
	2.6	Como são desenvolvidas as reuniões?
	2.7	Os responsáveis recebem o plano? Completo ou apenas as atividades de sua responsabilidade?
	2.8	Realizam ata de reunião? Se sim, onde fica registrada?
Complementares	3.1	O plano de médio prazo é utilizado durante a reunião?
	3.2	Quando são programadas as atividades reservas?
	3.3	O que é feito a partir da identificação das causas do não cumprimento dos pacotes?
	3.4	Exemplo de melhorias aplicadas:
	3.5	São incluídos no plano de curto prazo pacotes de trabalho com restrições?
	3.6	Exemplo:
	3.7	Como é realizado o registro e compartilhamento destas informações?
	3.8	Há quanto tempo o engenheiro da obra esta trabalhando na empresa?
	3.9	Onde e quando o engenheiro aprendeu o Last Planner?

(fonte: adaptado de RECK, 2010)

b) roteiro para o responsável do setor de planejamento da empresa (referente ao médio e longo prazo – quadro 7);

Reuniões de Médio Prazo		
Padrões	1.1	Qual a frequência das reuniões?
	1.2	Dia do mês:
	1.3	Como é preparado o plano? Software?
	1.4	Quantas semanas são consideradas na análise de restrições?
Decisões	2.1	É utilizado um indicador para identificar a remoção das restrições? Qual?
	2.2	Como é feita a lista de restrições?
	2.3	Como são desenvolvidas as reuniões?
	2.4	Quem participa (equipes), mesmos integrantes do curto prazo?
	2.5	Os responsáveis de cada equipe recebem o plano de médio prazo?
	2.6	São discutidos fluxos físicos? (materiais, equipamentos, M.O.)
	3.1	Como é realizado o registro e compartilhamento destas informações – Lista de Restrições?
	3.2	Esse planejamento foi modificado ao longo das etapas da obra? (Identificar por etapa – Fluxos Físicos)
Plano de Longo Prazo		
Padrões	1.1	Que software é utilizado?
	1.2	Quem elabora?
	1.3	Quem valida?
	1.4	Técnicas utilizadas:
	1.5	() método do caminho crítico () linha de balanço () cronograma físico-financeiro
	1.6	O cronograma é atualizado semanalmente conforme procedimento gerencial da empresa?
	1.7	É visível em obra?
	1.8	Realizam ata de reunião de revisão de cronograma? Se sim, onde fica registrada?
	1.9	Existe um indicador que informa se a obra está atrasada ou adiantada? Qual?
	1.10	Conforme a constatação do desvio de prazo, o que é feito?
Gerencial	2.1	O plano mestre já foi revisado alguma vez ao longo do empreendimento?
	2.2	Quantas vezes foi revisado?
	2.3	Por que?
	2.4	O que é feito com todos os dados coletados do planejamento?
	2.5	A direção de produção realiza uma análise crítica dos dados?
	2.6	A gerência controla os indicadores gerados na obra? PPC, Causas de não cumprimento
	2.7	São realizadas reuniões para análise crítica do conjunto de dados?
	2.8	Há quanto tempo a empresa utiliza o Last Planner? Quem implementou?
Data da entrevista: _____		

(fonte: adaptado de RECK, 2010)

**APÊNDICE B – QUADRO DE MOTIVOS PADRÃO PARA NÃO
EXECUÇÃO DE ATIVIDADES PLANEJADAS**

1	1.1 Falta no Trabalho	Mão de Obra
2	1.2 Baixa Produtividade (mesma equipe)	
3	1.3 Modificação da equipe (decisão gerencial)	
4	1.4 Problema na gerência do serviço (encarregado ou mestre)	
5	1.5 Falta de programação de mão de obra	
6	1.6 Superestimação da produtividade	
7	1.7 Funcionário não fornecido pelo empreiteiro	
8	2.1 Falta de programação de materiais	Materiais
9	2.2 Atraso na entrega	
10	2.3 Falta de materiais por perda acima do previsto	
11	2.4 Falta de materiais do empreiteiro	
12	3.1 Falta de programação de equipamentos	Equipamentos
13	3.2 Falta de programação de equipamentos do empreiteiro	
14	3.3 Manutenção	
15	3.4 Mau dimensionamento	
16	4.1 Falta de projeto	Projeto
17	4.2 Má qualidade no projeto	
18	4.3 Incompatibilidade entre projetos	
19	4.4 Alteração de projeto	
20	5.1 Modificação dos planos	Planejamento
21	5.2 Atraso da tarefa antecedente do próprio	
22	5.3 Atraso da tarefa antecedente de terceiros	
23	5.4 Pré-requisito do plano não foi cumprido	
24	5.5 Falha na solicitação do recurso	
25	5.6 Interferência entre equipes de trabalho	
26	6.1 Solicitação de paralisação por falta de prot. coletiva	Seg.Trabalho
27	6.2 Solicitação de paralisação por falta de EPI	
28	7.1 Falha na inspeção dos serviços	Outros
29	7.2 Condições adversas do tempo	
30	7.3 Falta de liberação de órgãos públicos	

(fonte: informações fornecidas pela empresa)