



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE OBRA

**Estudo de Caso: Recuperação do Cronograma de Implantação de
um Edifício Comercial no município de Teutônia/RS**

Amanda Strohaecker

Lajeado, junho de 2017



Amanda Strohaecker

APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE OBRA

Estudo de Caso: Recuperação do Cronograma de Implantação de um Edifício Comercial no município de Teutônia/RS.

Trabalho de Conclusão de curso apresentada no Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, do Centro Universitário Univates, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ms. Antônio Pregeli Neto

Lajeado, junho de 2017.

Amanda Strohaecker

APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE OBRA
Estudo de Caso: Recuperação do Cronograma de Implantação de
um Edifício Comercial no município de Teutônia/RS.

A Banca examinadora abaixo aprova a Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, na linha de formação específica em Engenharia Civil, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Bacharel em Engenheiro Civil:

Prof. Ms. Antonio Pregeli Neto – orientador
Centro Universitário Univates

Prof. Ms. Rafael Mascolo
Centro Universitário UNIVATES

Prof. Ms. João Batista Gravina
Centro Universitário UNIVATES

Lajeado, junho de 2017.

“Oro para que Cristo habite em seus corações, à medida que confiastes nele, e que vocês aprofundarem suas raízes no solo do amor maravilhoso de Deus; e que vocês, junto com todos os filhos de Deus, possam compreender a largura, o comprimento, a altura e a profundidade do amor de Cristo; e por si mesmos possam experimentar esse amor, embora seja ele tão grande que vocês nunca verão o seu fim, nem poderão conhecer ou compreender completamente. E dessa maneira vocês ficarão cheios de toda a plenitude do próprio Deus.”

Efésios 3: 17-20;

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Arnaldo José e Elisete Strohaecker, que foram fundamentais para minha formação acadêmica e pessoal, desde o princípio foram grandes incentivadores da minha formação acadêmica. Sou privilegiada por ter uma família unida que sempre serviu como base e suporte nos momentos de maior necessidade e por este motivo tenho amor incondicional por ela. Ao meu namorado Maurício Pompermaier, por sua paciência e admiração.

Ao meu orientador e mestre, Antonio Pregeli Neto, que se empenhou em me orientar na elaboração deste trabalho, contribuindo com sua vasta experiência na área de gerenciamento. A banca avaliadora pelas suas contribuições para melhorias deste trabalho e aos demais professores da instituição, que foram fundamentais para minha formação acadêmica.

RESUMO

Sabe-se que o gerenciamento é de extrema importância em diversas áreas, na construção civil recebeu maior ênfase nos últimos anos. Diversos autores dividem o planejamento em etapas, um planejamento ideal ocorre quando é subdividido e explanado conforme o horizonte e grau de necessidade de detalhamento, causando maior assertividade. O planejamento de longo prazo tem como horizonte o término da obra, desta forma são menos detalhados, e, quanto menor o período a ser planejado este tende a ser mais elaborado. Compreende-se também que projetos de maior dificuldade, ou menor recorrência tendem a ser de menor grau de detalhamento por sua particularidade. Desta forma, o presente estudo realizou a recuperação do cronograma de obra de uma edificação, após o levantamento dos serviços executados até o momento da concretagem da laje do pavimento térreo, com utilização dos volumes, índices de produtividades locais e um novo cronograma que foi aferido pelo quantitativo de funcionários necessário para cada período. Em seguida ocorreu a elaboração de planilhas para o Planejamento de Médio Prazo onde foram detectadas as restrições e para o Planejamento de Curto Prazo, ponto em que ocorreu maior detalhamento e divisão das tarefas, bem como a conferência e registro dos problemas que ocasionavam o não cumprimento dos planos feitos.

Palavras-chave: Planejamento de obra, Recuperação de Cronograma, Prazo de entrega, Planejamento de Longo Prazo.

ABSTRACT

It is known that management is of extreme importance in several areas, on construction, it has received a greater emphasis in the last years. Various authors divide the planning in stages, an ideal planning occurs when it is subdivided and explained according to the horizon and degree of necessity of details, causing greater assertiveness. The long-term planning has as its horizon the conclusion of the construction, this way, they are less detailed, and the smaller the period to be planned it tends to be more elaborated. It is comprehended, also, that projects with greater difficulty, or less recurrence tend to be less detailed for their particularities. This way, the present study achieved the recovery of the schedule of a construction, after the inspection of the services made until the moment of the concreting of the slab of the ground floor, with usage of the volumes, local productivity indexes and a new schedule that was checked by the quantitative of employees needed for each task, as well as the checking and register of the problems which caused the non-compliance of the planning done.

Keywords: Construction Planning, Make up for scheduling, deadline, Long-term planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de Planejamento	18
Figura 2 – Características dos atrasos	21
Figura 3 – Exemplificando do processo no gerenciamento tradicional.....	26
Figura 4 – Demonstração hipotética de planejamento de uma mesma obra	27
Figura 5 - Possibilidade de se detectar problemas com maior ocorrência	31
Figura 6 – Registro dos problemas e ilustração gráfica das ocorrências	33
Figura 7 – Exemplo de Diagrama de Fluxos de Dados	36
Figura 8 – Níveis de Planejamento LPS.....	37
Figura 9 – Exemplo de WBS	40
Figura 10 – Representação dos níveis hierárquicos	43
Figura 11 – Ilustração para exemplificação de Linha de Balanço	46
Figura 12 – Ilustração para exemplificação de Linha de Balanço	46
Figura 13 - Ilustração para exemplificação de planejamento de atividade com redimensionamento das equipes para reduzir a folga entre atividades.....	48
Figura 14 – Diagrama de pesquisa	51
Figura 15 – Imagem ilustrativa de como o empreendimento será.....	54
Figura 16 – Linha de Balanços – Mês de Maio de 2017	60
Figura 17 – Linha de Balanço – Mês de Junho de 2017	61
Figura 18 – Linha de Balanço – Mês de Julho de 2017	61

Figura 19 – Linha de Balanço – Mês de Agosto de 2017	62
Figura 20 – Linha de Balanço – Mês de Setembro de 2017	63
Figura 21 – Linha de Balanço – Mês de Outubro de 2017	64
Figura 22 – Linha de Balanço – Mês de Novembro de 2017	64
Figura 23 – Linha de Balanço – Mês de Dezembro de 2017	65
Figura 24 – Linha de Balanço – Mês de Janeiro de 2018	65
Figura 25 – Indicação do registro de restrições no Planejamento Semanal.....	69
Figura 26 – Gráfico do registro de tipos de problemas com maior ocorrência	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais causas dos atrasos de obras	22
Quadro 2 – Comparação entre três enfoques de generalização do TPS	24
Quadro 3 – Níveis de planejamento conforme diversos autores	35
Quadro 4 – Índices de produtividade das atividades alvo deste estudo	59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo principal	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
1.2 Justificativa	16
1.3 Problema de Pesquisa	17
1.4 Estrutura do Trabalho	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 Conceitos de Planejamento	18
2.2 A influência do planejamento nos resultados obtidos.	20
2.3 Sistema Toyota de Produção.....	23
2.4 Lean Construction.....	25
2.5 Target Costing	28
2.6 Planejamento e Controle de Produção (PCP)	30
2.7 Etapas do planejamento	34
2.7.1 Planejamento de Longo Prazo	37
2.7.2 Planejamento de Médio Prazo	38
2.7.3 Planejamento de Curto Prazo	39
2.8 O controle realizado nas atividades previstas/executadas	41

2.9 Ferramentas utilizadas para o planejamento	44
2.10 Linha de balanço.....	45
2.11 Planejamento aplicado em diversas etapas da obra.....	48
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	50
3.1 Elementos de um projeto de Pesquisa	50
3.2 Formulação do problema de Pesquisa	51
3.3 Classificação da Pesquisa	52
3.3.1 Estudo de caso.....	53
3.4 Definição da Unidade Caso	53
3.4.1 Premissas do Estudo	56
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	58
4.1 Linha de Balanço	59
4.2 Dimensionamento de equipes.....	66
4.3 Verificação das Restrições	67
4.4 Planejamento Semanal.....	68
4.5 Registro dos problemas que impedem a execução dos serviços previstos	68
5 CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
APÊNDICES	77
APÊNDICE A – Dimensionamento da equipes de trabalho	78
APÊNDICE B – Lista de restrições.....	82
APÊNDICE C – Descrição das restrições	83
APÊNDICE D – Planejamento semanal.....	84
APÊNDICE E – Indicativo dos problemas que provocaram o não cumprimento das atividades	85
APÊNDICE F – Quantitativo de atividades não realizadas	88

1 INTRODUÇÃO

No período entre 1994 e 2013 o setor da construção civil cresceu aproximadamente 74,25% por sofrer uma grande demanda de serviços públicos, conforme pesquisa realizada pelo Sindicato da Indústria da Construção de Minas Gerais (Sinduscon-MG) divulgada pela revista Construção Mercado (2014). O pico deste período de desenvolvimento foi registrado no ano de 2010, quando o PIB (Produto Interno Bruto) da construção civil cresceu 13,1% segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Temos no Brasil mais de 100 construtoras com área superior a 80 mil metros quadrados construídos.

No entanto, no final de 2013, o setor da construção civil sofreu grandes danos devido à instabilidade econômica, que ocasionou aumento do preço dos materiais utilizados, além da variação do PIB em cerca de 4,5%, conforme o IBGE.

A mudança na forma de pensar se tornou inevitável para que as empresas da construção civil pudessem amenizar os sintomas da instabilidade econômica. Desta forma se fez necessária a mudança na forma de gerenciamento das empresas da construção civil, mais coerente com a sua realidade prática que é complexa e muitas vezes imprevisível (MATTOS 2010) De acordo com Resende (2013), com mais concorrência no ramo, conseqüentemente as empresas do setor da construção civil terão menos margem de lucro, maior Concorrência e menor Prazo de execução.

Mattos (2010) afirma que a construção civil abrange diversas variáveis, se fazendo necessário um gerenciamento muitas vezes complexo. Por muitas vezes a

escolha do procedimento mais eficaz de gerenciamento ou sua implantação de modo formal não é fácil, no entanto o resultado obtido é significativo, principalmente em épocas de baixa lucratividade.

Ainda para Mattos (2010), estudos realizados tanto no Brasil quanto no exterior apontam que deficiência no planejamento e no controle de obras são as principais causas da baixa produtividade, além de elevadas perdas e baixa qualidade dos produtos.

A elaboração do planejamento, e conseqüente gerenciamento do projeto, se dão em consecutivas etapas. Para o autor o projeto é dividido em quatro estágios. No estágio I se define a concepção e viabilidade do projeto, é onde é definido o escopo¹ do trabalho, são estimados os custos, é feito um estudo da viabilidade do projeto e também é desenvolvido um anteprojeto, ou seja, um projeto básico capaz de fornecer os elementos necessários para o orçamento, especificações e identificação dos serviços necessários.

No estágio II são elaborados os detalhamentos do projeto e do planejamento. É reavaliado o orçamento anterior e redefinido com base de menor erro, também é construído um planejamento realista de obra com cronograma e definição de prazos. Ao mesmo tempo é produzido o detalhamento do projeto básico, com a inclusão de todos os elementos necessários à execução da obra, gerando o projeto executivo.

O estágio III contempla a execução do projeto. Nessa etapa são conduzidas a execução de serviços de campo, as montagens mecânicas e as instalações elétricas e sanitárias, também é realizado o controle de qualidade para verificação dos parâmetros técnicos e contratuais. É realizada a medição do andamento da obra, o diário de obras, aplicação de penalidade e aditivos ao contrato. Outro ponto relevante é a fiscalização da obra. Nela é feita a supervisão das atividades, além de reuniões de avaliação do progresso e resolução de problemas avaliados.

¹ Escopo é o conjunto de componentes que perfazem o produto e os resultados esperados do projeto, em outras palavras, é a abrangência, o alcance do projeto como um todo, segundo Mattos (2010).

No estágio IV ocorre a finalização da obra. São feitos testes do produto final, assim como sua inspeção. É feita a transferência de responsabilidade para o comprador do produto. Além do firmamento do termo de recebimento do projeto.

Para Goldman (2004) o projeto é simplificado em três diferentes fases. Na primeira fase são discutidos os termos de viabilidade econômica e planejamento técnico da edificação. A segunda fase é a etapa de produção da edificação. A última e terceira fase é a conclusão da obra onde é feita a entrega do empreendimento e a avaliação dos resultados.

Ambos os autores concordam na importância da separação de diferentes etapas de planejamento, embora Mattos (2010) tenha uma classificação a mais que Goldman (2004) ambos possuem similaridades quanto as suas visões. Tanto Mattos (2010) como Goldman (2004) confirmam que o planejamento é um dos fatores para o sucesso atualmente, para qualquer empreendimento.

No entanto nem todos os empreendimentos são realmente planejados. Ainda hoje, muitas obras são executadas artesanalmente, ou seja, sem ou com muito pouco planejamento, sem garantia alguma do cumprimento de prazos estabelecidos e, muito menos, de orçamentos. Segundo Mattos (2010) na construção civil pode ser detectada com facilidade a falta de um planejamento ou sua realização de forma inadequada, sendo ainda mais efetiva esta postura em obras de menor porte.

Sanvicente (2000) afirma que planejar se trata em pré-estabelecer as atividades e recursos necessários para determinado período de tempo a fim de diminuir os riscos de problemas que ocasionem o não cumprimento das atividades que devem ser executadas.

O planejamento de obra é um processo de gerenciamento utilizado para evitar os prejuízos gerados com o atraso em obras, que geram impactos negativos não apenas em construtoras, mas também aos envolvidos. Pensando nos impactos causados pelos atrasos em obras públicas podemos perceber de forma mais clara a abrangência do problema. (RESENDE, 2013)

O sistema de gestão será mais complexo e criterioso caso seja aplicado a um projeto com um valor mais elevado. O gerenciamento visa principalmente evitar possíveis erros para que a obra não gere prejuízo e o aumento total no seu custo final (CARVALHO, 2012).

Mesmo que para se planejar obras muito diferentes, o planejamento segue as mesmas etapas, independentemente do tipo ou tamanho da edificação, os passos que se deve seguir para o planejamento sempre serão os mesmos. Para Mattos (2010) o roteiro do planejamento se dá da seguinte forma:

- a) Identificação das atividades;
- b) Definição das durações;
- c) Definição da precedência;
- d) Montagem do diagrama de rede;
- e) Identificação do caminho crítico;
- f) Geração do cronograma e cálculo de folgas.

A identificação das atividades consiste na percepção das atividades que formarão o cronograma de obra, para Mattos (2010) esta identificação ocorre mais facilmente através elaboração da Estrutura Analítica do Projeto (EAP)².

A definição das durações é a quantidade de tempo que a atividade demora para ser executada. Conforme o autor, há tarefas que tem duração fixa e há outras que dependem da quantidade de recursos e da produtividade da equipe. Mattos (2010, p. 45) diz que quando o planejador define uma relação entre a quantidade de trabalhadores necessários e a duração da atividade em questão, “a obra passa a contar com uma integração orçamento-planejamento”, ou seja, as produtividades estabelecidas são incorporadas ao orçamento juntamente com as durações atribuídas no planejamento.

² EAP é uma estrutura hierárquica, em níveis, mediante a qual se decompõe a totalidade da obra em pacotes de trabalho menores. Tem a vantagem de organizar o processo de desdobramento do trabalho, facilitando a checagem e correção das atividades, segundo Mattos (2010).

Desta forma, o presente trabalho buscou a utilização do Planejamento de Médio e Curto Prazo integrados ao Planejamento de Longo Prazo, no qual serão aplicados os conceitos básicos de gestão como o Planejamento e Controle de Produção e ferramentas em busca de ganhos com o cumprimento do prazo de execução.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo principal

Este trabalho possui como objetivo principal, apresentar os resultados obtidos na implementação do Planejamento de Obra, visando a recuperação do cronograma inicial, após atrasos na etapa de fundação e contenção em uma obra predial/comercial de 3.062 m² localizada no município de Teutônia/RS.

1.1.2 Objetivos específicos

- Revisar teoricamente sobre planejamento e controle de obras;
- Elaborar ferramentas que auxiliem no ganho de produtividade e na implementação do Planejamento de Curto, Médio e Longo Prazo;
- Implementar o sistema de Planejamento e Controle de Produção PCP.

1.2 Justificativa

O planejamento tem se tornado cada vez mais necessário dada a atual situação do mercado da construção civil. O Planejamento e Controle de Produção é conhecido pela grande parte dos profissionais, contudo, a maioria deles apresenta grande dificuldade de utilizá-lo e torná-lo eficaz.

Em muitos os casos ocorre um planejamento macro realizado antes de iniciar o empreendimento, de forma superficial e com grande deficiência de informações. E quando ocorre o planejamento em obra apresenta lacunas em sua fundamentação:

- a) Geralmente não é formalizado;
- b) Não ocorre a conferência entre atividades previstas e executadas;
- c) Não é realizada a investigação das restrições;
- d) Não é relacionado com o planejamento de Longo Prazo;
- e) Quando relacionado com o Planejamento de Longo Prazo, faltam informações.

Ainda que haja o planejamento formalizado na obra (curto ou médio prazo), se o mesmo não for embasado no planejamento de Longo Prazo haverá uma ineficiência no processo, visto que os planos realizados não buscam a conclusão da obra no prazo, servindo apenas como uma lista de tarefas à ser realizada. Outro problema apresentado por este modal é a possibilidade de uma atividade não iniciar quando necessário, podendo assim atrasar a conclusão da obra.

O Planejamento de Médio prazo se torna uma ponte entre o Planejamento de Longo Prazo e Curto Prazo, garantindo a relação entre os dois que torna o gerenciamento deste processo mais operativo.

1.3 Problema de Pesquisa

De que forma o Planejamento de Médio Prazo pode auxiliar na recuperação do cronograma de execução de um empreendimento?

Qual o ponto crítico encontrado para a recuperação do cronograma e de que forma foi superado?

Quais ferramentas tem maior eficiência para o planejamento e controle de produção?

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho abordou em seu segundo capítulo, uma revisão teórica sobre o planejamento de obra, seus conceitos, controle, suas etapas e a fundamentação da metodologia da construção enxuta que se baseia no Sistema Toyota de produção.

O terceiro capítulo expõe a metodologia adotada para o presente estudo, bem como a definição da Unidade Caso e as Premissas do Trabalho realizado.

A apresentação dos resultados foi realizada no quarto capítulo, onde foi desenvolvida a análise do Planejamento de Curto, Médio e Longo Prazo, bem como da escolha de metodologia para Planejamento e Controle de Produção.

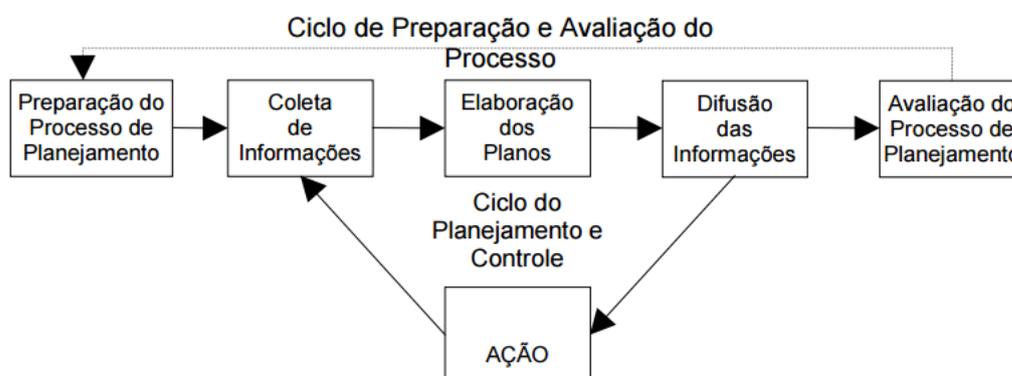
O quinto capítulo é composto pela conclusão gerada após realização do presente estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceitos de Planejamento

Planejamento consiste na determinação de metas e apontamento das ações à serem desenvolvidas para sua realização, juntamente com a realização do controle. Laufer & Tucker (1987) propuseram uma subdivisão do processo de planejamento apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Ciclo de Planejamento



Fonte: Laufer & Tucker (1987).

a) **Preparação do processo de planejamento:** etapa onde realiza-se a definição de metodologia e padrões à serem adotados para realização dos planos. Neste processo são definidos os responsáveis pelo planejamento, com qual frequência serão realizados os planos e qual será seu nível hierárquico, qual a necessidade de detalhamento do planejamento em cada nível hierárquico e quais serão os métodos e ferramentas utilizadas para o planejamento. Nesta etapa pode

ser realizada uma análise prévia das restrições existentes para a realização das principais atividades.

b) **Coleta de informações:** a coleta de informações é de alta importância para a realização de um planejamento eficaz e de qualidade. Quanto maior a quantidade e a qualidade das informações, tende-se à um resultado melhor de planejamento.

c) **Elaboração dos planos:** geralmente etapa na qual se detém maior foco devido à sua importância, pois nela é realizado o plano da obra. A escolha da técnica utilizada para esta etapa está relacionada ao tipo de obra, ao nível de detalhamento desejado e ao conhecimento no processo de planejamento que os responsáveis por sua elaboração têm.

d) **Difusão das informações:** após a elaboração dos planos se faz necessária a difusão das informações para os demais setores como os projetistas, subempreiteiros e fornecedores. Essas informações devem ter um padrão de apresentação e de periodicidade com que serão fornecidas.

e) **Avaliação do processo de planejamento:** com a finalidade de melhorar o processo de planejamento se faz necessária a realização de uma avaliação do mesmo. Desta forma, através da obtenção de indicadores de desempenho e determinação a periodicidade com que será avaliado este processo, visando a realização melhorias sempre que possível. Estes ciclos têm período de acordo com as características do empreendimento e da empresa.

Para Bernardes et al (2001), juntamente com a ação, compreendida como a implementação do planejamento realizado, as etapas acima citadas formam dois ciclos. O ciclo de preparação e avaliação do processo, refere-se às definições do processo de planejamento e controle feito antes de execução, em conjunto com as avaliações realizadas. Na construção civil este ciclo é muito ineficiente, por ser considerado de importância inferior. Em contraponto, o ciclo de planejamento e controle é realizado por diversas vezes durante a execução da obra, funcionando de forma mais operacional. Nesta etapa em grande parte das empresas há uma deficiência na difusão de informações.

2.2A influência do planejamento nos resultados obtidos.

O gerenciamento tem impacto direto na rentabilidade de uma empresa, na construção civil pode acarretar desde o lucro inferior ao desejado, entregas após o prazo estabelecido ou em um empreendimento de má qualidade ou até mesmo na não conclusão do empreendimento, gerando prejuízos para o cliente e para o construtor.

Segundo Valle (2016) o desenvolvimento provocou nas empresas do ramo da construção civil a necessidade de otimizar as tomadas de decisões através da implementação ou melhoria do planejamento.

Conforme Valle:

Consolidado como um dos grandes pilares da economia nacional, o setor da construção civil vem passando por uma série de mudanças no País, uma vez que há um crescente aumento da competitividade no setor e maior exigência dos usuários. Buscar qualidade e produtividade tornou-se fundamental para os empreendimentos terem sucesso no mercado. (VALLE 2016, p.12)

Para reduzir os riscos é feito o planejamento, onde são traçados objetivos com a finalidade de restringir possíveis danos à construtora e ao cliente final.

Sanvicente afirma que:

Planejar é estabelecer com antecedência ações a serem executadas, estimar recursos que serão necessários e alocados, assim como, atribuir às responsabilidades em relação a um período futuro pré-determinado, desta forma é possível identificar a existência de oportunidade e restrições tanto no âmbito interno da organização quanto externamente. (SANVICENTE, 2000, p.16)

Conforme Assumpção (1996), a falta de utilização dos conhecimentos de planejamento, programação e controle de produção traz um impacto negativo na qualidade do gerenciamento. Sendo executado de forma correta trazem vantagens e aumento do potencial de competitividade.

Quando o projeto não for bem planejado pode gerar resultados negativos, conforme lembra Mattos (2010): “[...] a deficiência do planejamento pode trazer

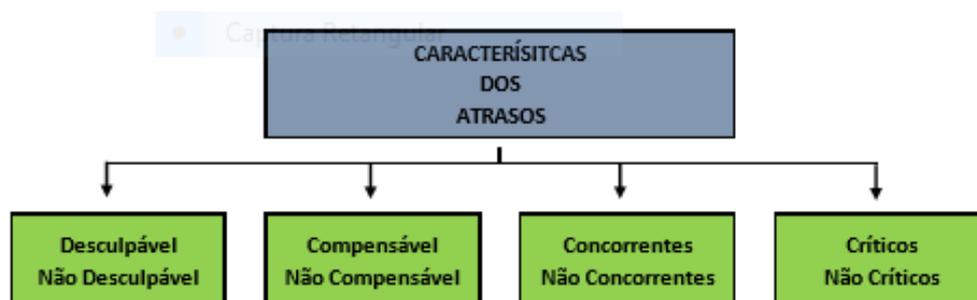
consequências desastrosas para uma obra e, por extensão, para a empresa que a executa. Um descuido em uma atividade pode acarretar atrasos e escalada de custos, assim como colocar em risco o sucesso do empreendimento [...]” (MATTOS, 2010, p. 19). Por isso é de suma importância um projeto bem planejado, pois para um projeto ser eficaz, deve ser executado exatamente conforme os planos realizados.

Para Trauner (1990) as principais causas de atrasos na construção civil são:

- a) Problemas no orçamento;
- b) Aumento do custo estimado para materiais e equipamentos utilizados;
- c) Complexidade do projeto de gestão;
- d) Diminuição da margem de lucros e aumento no custo total da obra.

Ainda conforme Trauner (1990), o atraso pode ser gerado por um ou pelo somatório de vários fatores de risco, aos quais, a construção civil está ligada. Desta forma, a Figura 2 caracteriza os tipos de atrasos aplicados na construção civil, sendo seu estudo.

Figura 2 – Características dos atrasos



Fonte: Trauner (1990).

Conforme Assumpção (1996), a falta de utilização dos conhecimentos de planejamento impacta negativamente na qualidade do gerenciamento, e quando realizado de forma eficiente traz benefícios e o aumento do potencial de competitividade.

Cardoso (2010) apresenta análises e estudos onde o planejamento e controle realizados de forma inadequada são apontados como o maior influenciador no atraso em obras na maioria dos países, como registrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais causas dos atrasos de obras

PAÍSES ANALISADOS X CAUSAS DOS ATRASOS	PAÍSES ANALISADOS												
	ARÁBIA SAUDITA	EMIRADOS ÁRABES UNIDOS	GANÁ	HONG KONG	INDONÉSIA	JRDÂNIA	MALÁSIA	NIGÉRIA	PORTUGAL	TAILÂNDIA	TURQUIA	VIETNÃ	ZÂMBIA
Alteração de ordens e suspensão dos trabalhos por ordem do dono de obra	x			x	x	x			x		x	x	x
Planejamento e controle inadequado	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x
Inexperiência do empreiteiro							x						
Falta de comunicação entre os intervenientes				x		x	x			x			
Baixa produtividade	x	x	x	x	x	x		x					
Problemas Financeiros	x		x			x	x	x			x	x	x
Inflação			x										
Problemas com subempreiteiros				x			x		x				
Escassez de mão-de-obra	x	x			x	x	x			x			
Escassez de materiais			x	x	x	x	x	x		x	x		x
Atraso na entrega de materiais				x	x			x	x				
Problemas com equipamentos							x						x
Tecnologia obsoleta												x	
Questões burocráticas									x			x	
Condições climáticas				x				x	x		x		

Fonte: Cardoso (2012)

2.3 Sistema Toyota de Produção

Sistema criado pela Toyota Motor Company, o Sistema Toyota de Produção revolucionou a forma de pensar no que se diz respeito a produção devido aos resultados obtidos. Para Lustosa *et al* (2008) os maiores ganhos que o sistema ocasionou foram a redução dos custos de produção e o aumento da competitividade. Desenvolveram-se diversos estudos referente aos ganho e aprimoramento deste sistema japonês, tendo como característica principal o domínio da produtividade, flexibilidade, qualidade e agilidade.

Nos anos 90 após o sucesso de suas realizações no setor industrial os conceitos do Sistema Toyota de Produção foram implementados na construção civil gerando o que hoje conhecemos como *Lean Construction*. (MATTOS, 2006).

Koskela (1992) apresenta 11 princípios para serem focados de forma a melhorar o processo produtivo na construção civil:

- a) Minimizar parcela de atividade que não agrega valor;
- b) Sobrepor o valor do produto final;
- c) Diminuir a variabilidade;
- d) Diminuir o tempo de ciclo;
- e) Aumentar da transparência do processo;
- f) Aumentar a flexibilidade de saída;
- g) Procurar sempre melhorias para o processo;
- h) Focar no controle do processo global;
- i) Equilibrar melhorias;
- j) Equilibrar fluxos;

k) Gerar *benchmarkin* ³.

O Sistema Toyota de Produção foi desenvolvido sem considerar as particularidades existentes na construção civil, desta forma não podendo ser originalmente a ela aplicado. Com o conhecimento da necessidade desta adaptação, foram criadas algumas metodologias que podem ser melhor aplicadas, como o *Lean Thinking*, cujos conceitos são iguais ao do *Lean Production*. Após a utilização do TPS em empresas americanas, três autores explanaram algumas regras para a utilização do sistema, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Comparação entre três enfoques de generalização do TPS

Womack e Jones (1998)	Spear e Bowen (1999)	Fujimoto (1999)
Valor - Entender o que é valor para o cliente e oferecer maior valor agregado, sem desperdícios		
Fluxo de Valor - Identificar e eliminar desperdícios ao longo de toda a cadeia de valor, da matéria prima ao cliente final		
Fluxo - produção em fluxo, estável, sem interrupções	Caminho: para todo produto e serviço, deve ser simples e direto Trabalho: deve ser altamente especificado quanto a conteúdo, seqüência, ritmo, saídas	Capacidade de manufatura rotinizada – forma padronizada de realizar atividades em todos os processos da empresa
Puxar - produzir somente quando demandado pelo cliente ou processo posterior	Conexões: todas comunicações devem ser diretas e sem ambigüidades	
Perfeição – melhoria contínua através da rápida detecção e solução de problemas na base	Melhorias: devem ser feitas usando um método científico, no mais baixos níveis hierárquicos da organização	Capacidade de aprendizado rotinizado – rotinas para identificação e solução de problemas e retenção da solução Capacidade de aprendizado evolutivo –aprendizado intencional e oportunístico de lidar com mudanças e construir as capacidades rotinizadas de manufatura e aprendizado

Fonte: Picchi (2003).

³ Realizar “feedbacks” ao final da produção em busca de melhorias nas práticas de produção (KOSKELA 1992)

2.4 Lean Construction

A busca de desenvolvimento na área de gestão tem sido impulsionada pela tomada de uma nova postura pelo mercado, que tem buscado evitar atrasos. Um dos estudos que tem crescido ultimamente é o de Construção Enxuta (*Lean Construction*) que iniciou nos anos 90 e se baseia no Sistema Toyota e *Just-in-Time* (MATOS, 2006).

Lean Construction é uma filosofia que busca apresentar um novo sistema organizacional a fim de gerar menos atrasos e maior produtividade para a obra. Seu objetivo é reduzir o desperdício de materiais, de mão de obra de baixa produtividade, a falha de planejamento e gerenciamento (ROCHA, 2009).

Conforme Rocha (2009) *Lean Thinking* (pensamento enxuto) visa fragmentar a operação em processos. Pegando o produto final e analisando cada mínimo detalhe de sua produção para procurar pontos de desperdício onde possam ser aplicadas ideias agis e econômicas.

Atualmente com o aprimoramento da Mentalidade Enxuta (*Lean Thinking*⁴), existe um grupo internacional que realiza pesquisas na área de gestão da construção civil. Formado em 1990, por Lauri Koskela, através do seu trabalho “*Application of the new production phylosophy in the construction industry*” hoje se chama *International Group for Lean Construction* (IGLO) (MATOS, 2006).

De acordo com Koskela *apud* (FORMOSO, 2005) o processo de produção é visto como a transformação da matéria prima em produto final (conforme demonstra a Figura 3, onde este processo pode ser subdividido em etapas menores).

⁴ Lean Thinking: de acordo com Hansen e Teixeira (2001), tem sua melhor tradução para a língua portuguesa como “custo-meta”. Este número é definido como o custo máximo que se pode incorrer na produção de um determinado produto ou na prestação de um serviço

Figura 3 – Exemplificando do processo no gerenciamento tradicional



Fonte: Koskela apud (MATOS, 2006).

O princípio básico está na visualização de cada etapa, denominada de subprocesso na Figura 3, da execução de um produto, imaginando-se o passo a passo desde a matéria prima até o produto final.

Segundo Koskela (1992) os princípios da construção enxuta baseiam-se nas ideias do Sistema Toyota de Produção (STP) sustentado pelo sistema *Just-in-Time*⁵ (JIT) e *Jidoka*:

a) **Just-in-Time** traz a ideia principal em produzir-se a quantidade necessária no momento propício. Aplicado na Construção Civil, este sistema sugere a redução dos estoques de matéria-prima, de modo que a aquisição seja realizada no momento exato da necessidade.

b) **Jidoka**. Baseia-se na aplicação de máquinas para o exercício correto, conforme sua função e a necessidade. Gera qualidade e agilidade do produto, trabalho e serviço. O sistema Jidoka procura evitar os retrabalhos causados pela má execução.

Para Shimokawa (2011) a principal diferença do princípio *just-in-time* é chamada “puxada” gerada pela demanda existente, na qual anteriormente havia uma mentalidade de se “empurrar” a produção ocasionando desperdício.

⁵ *Just-in-time* é o conceito no qual os materiais ou informações são disponibilizados para a produção de acordo com o progresso do setor Moura (2008)

Conforme Fomoso (2005) há uma ineficiência neste sistema, uma vez que o mesmo não contempla algumas partes do processo de produção que não agregam valor. Sendo que reduzir estas atividades é um dos principais focos do sistema de produção enxuta.

Koskela (1992) categoriza as atividades executadas em atividades de conversão ou transformação e atividades de fluxo. Sendo as atividades de conversão ou transformação consideradas atividades que agregam valor e as atividades de fluxo consideradas como atividades que não agregam valor. Uma vez que ambas as atividades utilizam tempo e requerem investimento, contudo são as atividades de conversão que valorizam o material, tornando-o um produto.

Tendo como objetivo a diminuição do tempo de ciclo da execução, de desperdícios e a produção por etapas, a Figura 4 a seguir exemplifica de que forma as mesmas etapas podem ser planejadas em um menor período:

Figura 4 – Demonstração hipotética de planejamento de uma mesma obra

ALTERNATIVA 1 (LONGO TEMPO DE CICLO)									
Etapa	Período 1	Período 2	Período 3	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	Período 8
A									
B									
C									
D									

ALTERNATIVA 2 (PEQUENO TEMPO DE CICLO)									
Etapa	Período 1	Período 2	Período 3	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	Período 8
A									
B									
C									
D									

Fonte: Fomoso (2005).

Fomoso (2005) explana que o tempo de ciclo é definido o período levado para a realização de um conjunto de atividades que geram uma parcela da obra.

Outro foco do sistema de produção enxuta é a redução da variabilidade existente hoje em dia na construção civil, visando a qualidade final do produto através de um sistema de padronização da execução de atividades, desta forma

evitando os retrabalhos que são atividades que não agregam valor. (MATTOS, 2006).

2.5 Target Costing

Com a crescimento dos programas de empreendimentos habitacionais de interesse social (EIHs) a indústria da construção civil buscou formas de atender a competitividade do mercado sem diminuir a margem de lucratividade, desta forma introduzido o princípio do *Target Costing* (custo-meta) com a apropriada utilização dos conceitos de valor, desempenho e custos no desenvolvimento de produtos, segundo Jacomit *et al* (2010).

O custeio-meta originou-se de empresas japonesas ao longo de três décadas, baseando-se nos conceitos da Engenharia de Valor (EV), e sendo um sistema de planejamento tendo como seus principais focos o preço, projeto, funcionalidade e o consumidor. Acredita-se que este princípio deve ser empregado desde o início da concepção.

Um dos autores pioneiros na aplicação do custeio-meta na construção civil americana Ballard (2008), define o método como uma aplicação da filosofia do gerenciamento orientado pela produção, na qual uma empresa se compromete com a busca da melhoria contínua. Conforme Jacomit *et al* (2010) existem diversas definições para o conceito de custeio-meta, resumidamente estando baseados nos princípios de se saber o quanto o cliente está disposto a pagar e estudar como manter o lucro executando um produto com qualidade condizente com o mercado. Um ponto importante deste princípio se baseia no equilíbrio entre custo e preço, funcionalidade e qualidade.

Compreende-se que o impacto causado pela redução do custo de um empreendimento é dado pela redução da qualidade e funcionalidade, assim como, um aumento significativo na qualidade de um imóvel acarretará em seu maior custo

e preço final. Um princípio bastante aplicado no *Target Costing* é o custo-meta, que é baseado na subtração da margem de lucro desejada pelo preço de mercado (JACOMIT *et al* 2010).

Segundo Robert (2007), o desenvolvimento de produtos em algumas empresas bastante tradicionais é realizado pelos princípios de custeio-meta. A elaboração de um produto pelos conceitos do custo-meta é dada pela diferença entre o preço admitido, atendendo aos critérios de qualidade do cliente, em conjunto com a margem de lucro almejada. A implantação deste sistema de pode promover adicionalmente a integração da cadeia produtiva do setor, rumo ao melhor gerenciamento e colaboração entre seus agentes (JORGENSEN, 2005).

Para Nicolini *et al.* (2000), o custeio-meta é uma nova forma de desenvolver produtos que objetiva reduzir seus custos ao longo do ciclo de vida enquanto pretende garantir a qualidade, confiabilidade e outros requisitos que irão agregar valor ao produto, através do exame de “todas” as possíveis ideias para redução de seu custo nas fases de planejamento e projeto.

Segundo Jacomit (2011) pesquisas demonstram que a implementação do *Target Costing* na construção civil obteve resultados favoráveis, apontando também que para sua utilização se faz necessária a padronização dos processos de execução e integração entre o projeto de obra. Em alguns casos o custo-meta pode ser baseado no valor disponível para a execução da obra e não pelo mercado.

Ballard (2006) aponta uma especificidade da utilização do *Target Costing* para a construção civil, o projeto inicial deve ser revisado em diversas etapas da execução, prevendo e detalhando os pontos críticos, buscando soluções e dando uma maior eficiência e reduzindo a margem de erro.

Conforme Jacomit (2010) há um ganho significativo na redução de custos, eficiência de produção ou em melhoria de qualidade. Ainda que em algumas aplicações o *Target Costing* não pode ser aplicado devidamente, pois nem sempre na construção civil existe um cenário estável onde os parâmetros auxiliam na implementação do processo gerencial, apresenta bons resultados.

Jacomit (2010) afirma que quando considerado apenas o termo custeio-meta, existe uma variedade de definições extintas. Monden (1995), Ansari, Bell e Swenson (2006) e Ellram (2006), classificam o custo-meta de cada produto como aquele determinado baseando-se na diferença entre o valor de venda e a margem de lucro obtida. Entretanto para Cooper e Slagmulder (1997), Ballard e Reiser (2004), Dekker e Smidt (2003) e Nicolini *et al.* (2000), esta mesma definição refere-se ao denominado custo permissível. Definindo então o custo-meta deve ser determinado com base no potencial produtivo e na capacidade de reduzir custos que a equipe de engenharia e produção detém, ainda se levando em consideração o custo permissível.

2.6 Planejamento e Controle de Produção (PCP)

Conforme Bonney (2000), o PCP compreende planejar e controlar a produção, de modo que o produto final seja condizente com os requisitos e padrões desejados e realizado no tempo determinado. Normalmente o planejamento agregado está associado com horizontes de planejamento de longo prazo e planejamento detalhado é associado com horizontes de curto prazo.

Formoso (2001) define o planejamento como “[...] o processo de tomada de decisão que envolve o estabelecimento de metas e dos procedimentos necessários para atingi-las, sendo efetivo somente se seguido de controle”. Para que o planejamento seja eficiente se faz necessário o controle.

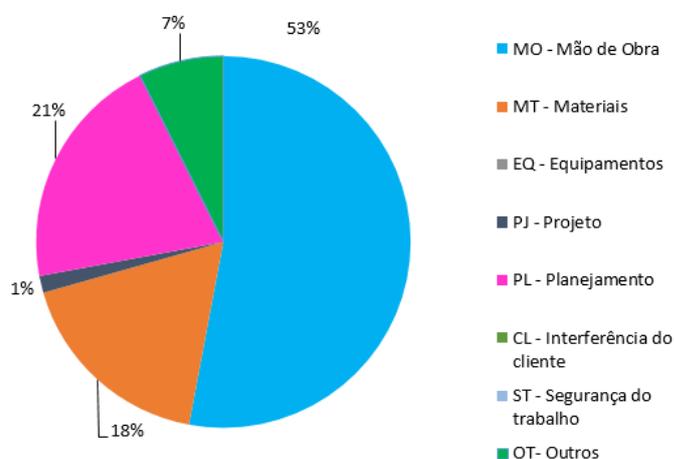
Em geral o PCP é baseado na programação do longo prazo, sendo refinado para períodos menores. Pontuando de forma clara os responsáveis pelas realizações das atividades, bem como as tomadas de decisões para realização das mesmas como: contratação de mão de obra, compra de material, aluguel de equipamentos, entre outras medidas que devem ser tomadas para evitar imprevistos.

Segundo Neves *et al* (2002) o PCP tem como um de seus fundamentos o aprendizado, desta forma, é realizada a conferência das atividades realizadas e coleta de dados, gerando um indicador de assertividade visando a melhoria do planejamento e aprendizado. Procura-se compreender e justificar quando uma atividade prevista não foi realizada, evitando que os problemas ocorram novamente, assim realizando a tomada de decisão antes do surgimento dos problemas sempre que possível.

O controle de execução e a busca por melhorias no sistema de gestão tende a ser focado nos processos individuais e não no sistema geral de produção. Utilizando um procedimento de execução padrão definido pela empresa, e o planejamento e controle adequados, em conjunto com o a disponibilidade dos recursos necessários haverá o funcionamento do processo de produção com qualidade (BERNARDES 2003).

São classificados como problemas tudo o que impedir o cumprimento de uma atividade planejada, conforme a Figura 5. Desta forma há uma classificação da origem destes problemas para a realização do agrupamento dos problemas em grandes grupos (projeto, fornecimento de materiais, planejamento, entre outros. Desta forma, conhecendo a origem do problema pode-se aprimorar o planejamento prevendo os problemas e tomando decisões mais eficazes para sua resolução.

Figura 5 - Possibilidade de se detectar problemas com maior ocorrência



Fonte: Da autora (2017).

Havendo nesta etapa apenas a verificação da execução ou não das atividades e registro dos problemas na planilha de planejamento semanal, sem realização da avaliação da qualidade do serviço executado (NEVES, et al. 2002).

Tão fundamental quanto detectar o motivo pelo qual uma atividade não foi realizada é compreender a natureza do problema. Discriminando os problemas como de natureza externa ou interna, sendo de natureza externa todos os problemas pelos quais não temos controle como o atraso na entrega por parte do fornecedor. E para problemas internos como superdimensionamento ou um pré-requisito não previsto realiza-se uma análise buscando a aprendizagem e melhoria do planejamento semanal (NEVES et al., 2002).

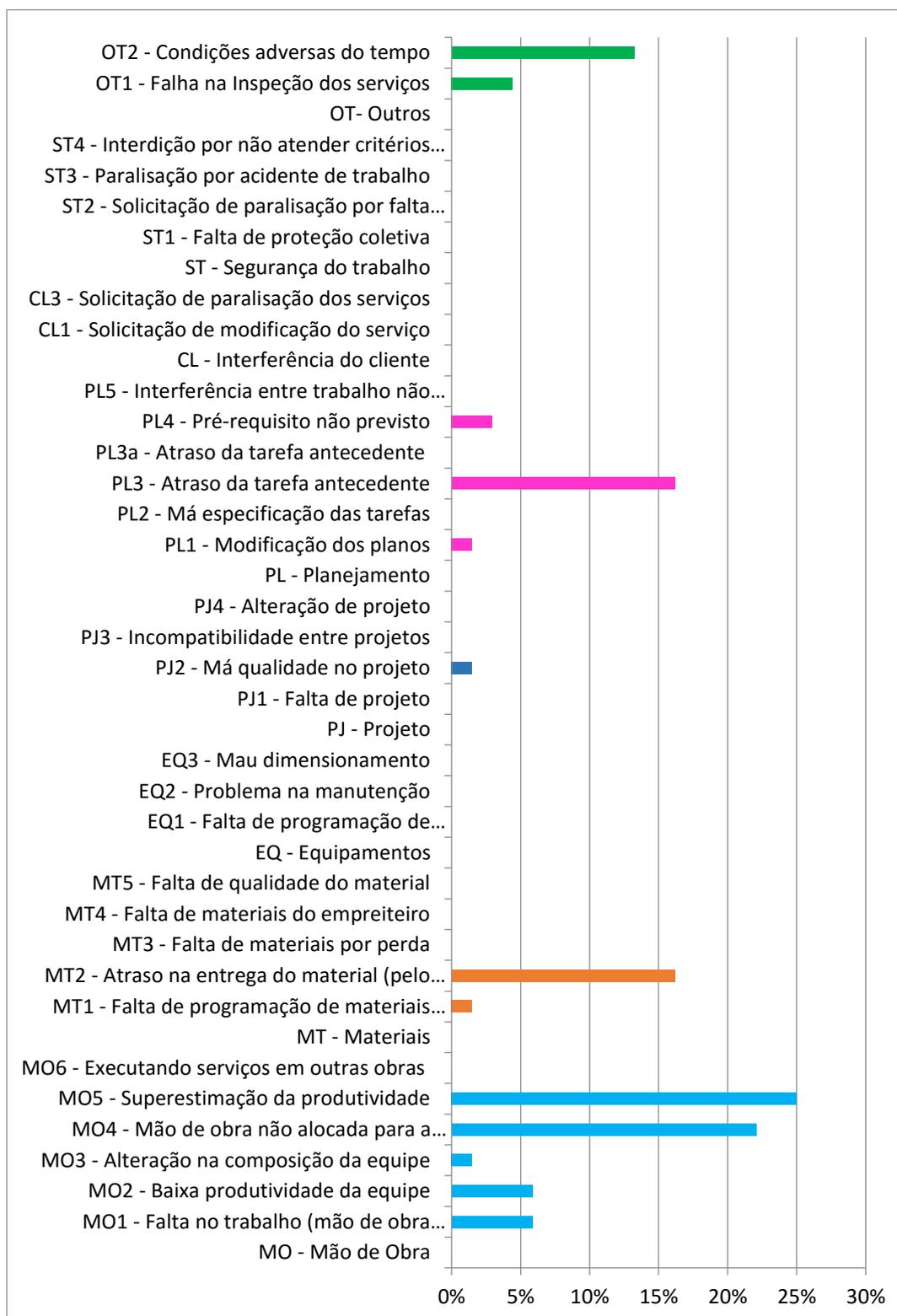
Laufer e Tucker (1987) propuseram que o planejamento inicial fosse realizado de forma menos detalhada, desta forma evitando problemas decorrente de mudanças e ficando obsoleto em pouco tempo. Segundo os autores, nesta etapa não devem ser adotados métodos de execução.

Segundo Moura (2008) devido a necessidade de justes no sistema de Planejamento e Controle de Produção nos anos 90 foi criado um novo modelo de PCP, chamado de *Sistema Last Planner*⁶, que é voltado para o setor da construção civil, buscando uma hierarquia nos níveis de planejamentos que serão mencionados no item 2.7.

Na Figura 6 observamos um desmembramento do problemas, há a abertura dos grandes grupos para problemas mais específicos como OT Outros para OT 2 “Condições adversas do tempo” utilizado para períodos de chuva.

⁶ Ballard (2000) define LPS como uma filosofia, regras e procedimentos, e um conjunto de ferramentas que os auxiliam.

Figura 6 – Registro dos problemas e ilustração gráfica das ocorrências



Fonte: Da autora (2017).

2.7 Etapas do planejamento

O planejamento deve ser elaborado de forma condizente com os níveis de incerteza⁷ apresentados, devendo ter o detalhamento apropriado e desmembramento para funcionar como conjunto entre todos os níveis de gerenciamento existentes ou participantes deste processo na organização (BERNARDES, 2003)

O Sistema *Last Planner* foi desenvolvido com o intuito de aprimorar o Sistema de Planejamento e Controle de Produção, Ballard (2000) afirma que tal mudanças foram realizadas à partir de conceitos de Engenharia de Produção. A confiabilidade é dada pela redução do fluxo de trabalho das equipes.

O aprofundamento com que o planejamento é realizado deve estar condizente com o projeto onde o mesmo será aplicado, quando realizado em obra de maior valor tende à escolha de um sistema de gestão com maior critério. O gerenciamento tem a finalidade de reter erros minimizando os prejuízos e o aumento total no custo final da obra. (CARVALHO, 2006).

Bernardes (2003) afirma que a precisão do planejamento deve acompanhar o horizonte dos planos, devendo ser de maior detalhe de acordo com a proximidade de sua realização. Sistemas de planejamentos muito detalhados onde há uma grande imprecisão presente devem se tornar ineficientes com facilidade. Para amenizar o impacto gerado pelo grau de incerteza nos planos são utilizados *buffers*⁸, que devem ser dimensionados de acordo com os graus de incertezas.

O planejamento está dividido em três graus em sua hierarquia:

⁷ Bernardes (2003) define incerteza como a diferença entre as informações existentes e as informações necessárias para a realização do planejamento.

⁸ Segundo Bernardes (2003) os *buffers* são descritos como um estoque de tempo utilizado para o planejamento não sofrer com erros causados pelas incertezas presentes.

- **Estratégico:** onde ocorre a definição dos objetivos em seu determinado período de tempo, consiste no planejamento de longo prazo;
- **Tático:** são apontadas as restrições existentes e as medidas à serem tomadas a fim de alcançar os objetivos, consiste no planejamento de médio prazo;
- **Operacional:** delimita a sequencia de ações necessárias para obtenção dos resultados desejados, consiste no planejamento de curto prazo;

Ainda conforme Bernardes (2003), cada um destes níveis de planejamento tem necessidade de um detalhamento diferente, se fazendo necessária a relação entre eles com a finalidade de atingir-se as metas propostas descritos no Quadro 3.

Quadro 3 – Níveis de planejamento conforme diversos autores

Autores	Neale & Neale	Laufer & Tucker	Melles & Wamelink	Turner	Hopp & Sperman	Shingo	Polloni	
Níveis	Estratégico	Objetivos	Nível de controle do empreendimento	Agregado		Estratégico	Plano agregado de produção	Nível de controle estratégico
	Tático	Meios		Detalhado		Tático	Plano mestre de produção	Nível de controle executivo
	Operacional	Soluções		nível de controle da unidade de produção		Nível de controle	Plano detalhado de produção	Nível de controle operacional
Motivação para divisão	Objetivos do plano	Objetivos do plano		Eficácia no controle	Incerteza	Objetivos do plano	Incerteza	Objetivos do plano

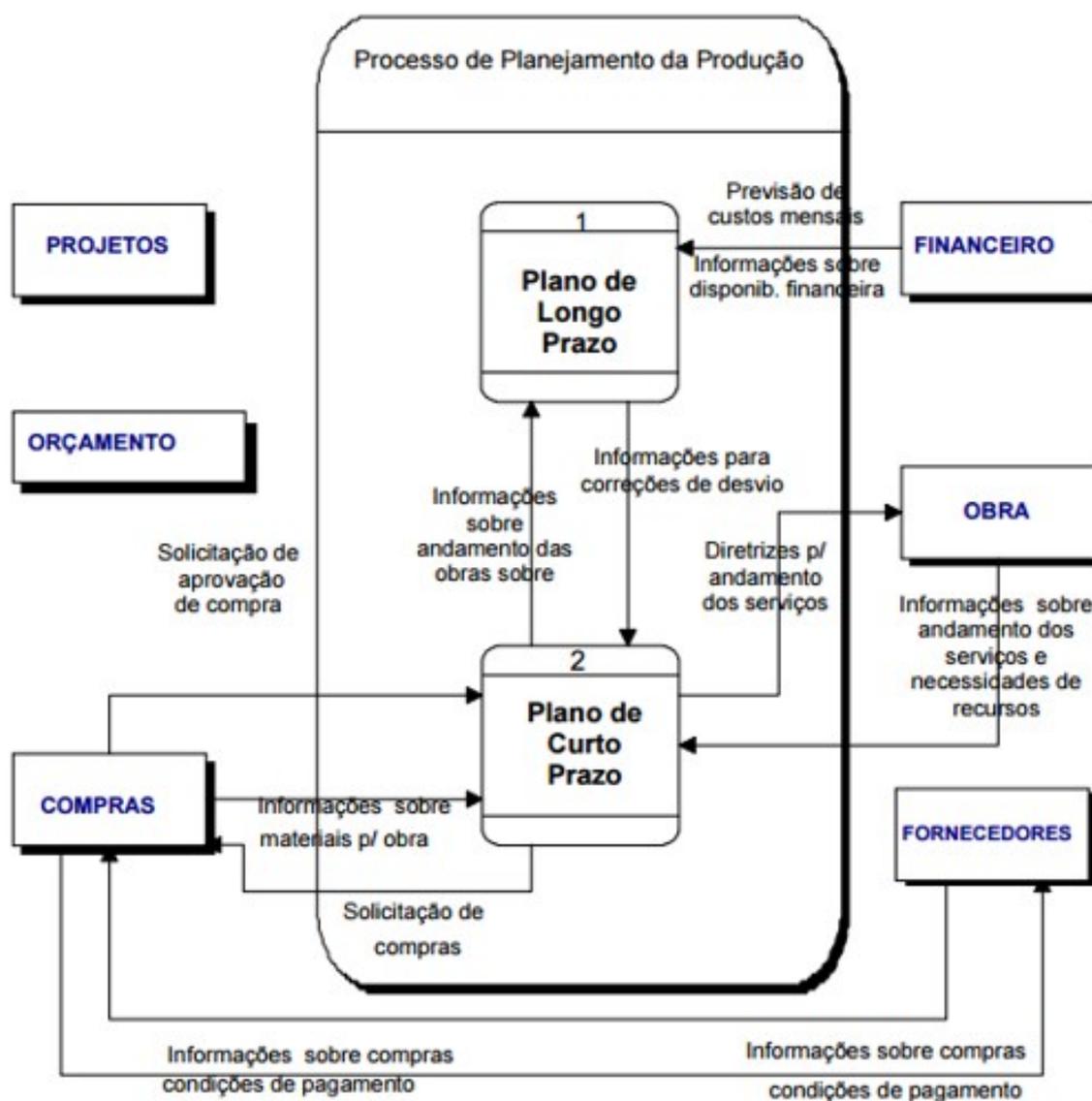
Fonte: Coelho (2003)

Segundo Bernardes (2003), para o início do processo de planejamento deve ser estabelecido o fluxo de informações de maneira formalizada, para isso, a ferramenta mais utilizada é o DFD (Diagrama de Fluxo de Dados) demonstrado na Figura 7. Ele funciona como um diagrama de contexto que apresenta de modo geral o processo de planejamento.

O Sistema *Lats Planner* é citado por Laufer e Tucker (1987) como um sistema de planejamento hierárquico com a finalidade de reduzir erros ocasionados em planos feitos com excessivo grau de detalhe em etapas iniciais. Geralmente sendo dividido em três etapas conforme a Figura 8; Planejamento Mestre (Longo

Prazo), Planejamento *Lookahead*⁹ (Médio Prazo) e Planejamento de Comprometimento (Curto Prazo).

Figura 7 – Exemplo de Diagrama de Fluxos de Dados



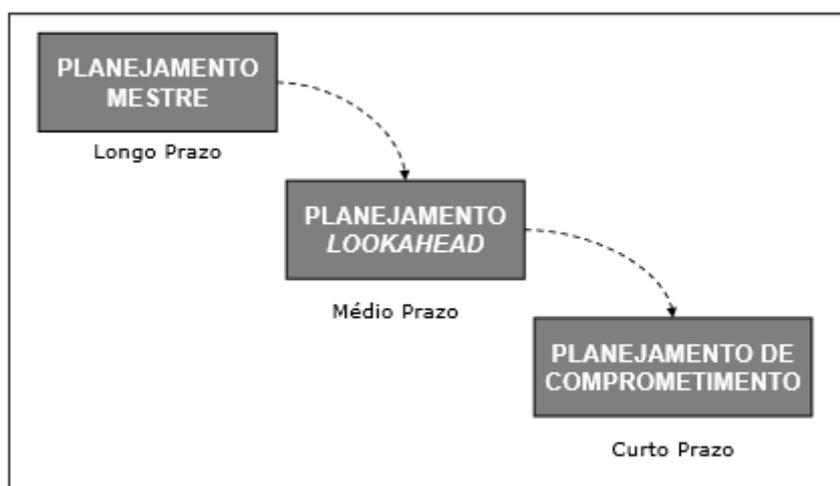
Fonte: Bernardes et al (2001),

O Sistema *Lats Planner* é citado por Laufer e Tucker (1987) como um sistema de planejamento hierárquico com a finalidade de reduzir erros ocasionados em planos feitos com excessivo grau de detalhe em etapas iniciais. Geralmente

⁹ Lookahead: olhar à frente, conforme Coelho (2003)

sendo dividido em três etapas conforme a Figura 10; Planejamento Mestre (Longo Prazo), Planejamento *Lookahead*¹⁰ (Médio Prazo) e Planejamento de Comprometimento (Curto Prazo).

Figura 8 – Níveis de Planejamento LPS



Fonte: Coelho (2003) adaptado de Ballard e Howell (1998)

2.7.1 Planejamento de Longo Prazo

Abrangendo um grande período de tempo e devido a geralmente não deter um suficiente número de informações no momento de sua elaboração (alto nível de incerteza presente), segundo Ballard (2000), Coelho (2003) e Bernardes (2003) o planejamento de longo prazo não deve ser composto por um alto nível de detalhamento. Ele deve propor metas gerais para todos os serviços que devem ser executados.

O planejamento de longo prazo ou planejamento mestre, conforme Coelho (2003) por muitas vezes é realizado próximo ao início da execução da obra. Nele são baseados muitos fatores, desde os planos que serão realizados à partir dele ou previsão dos gastos durante este período. Ballard e Howell (1998) afirmam que a

¹⁰ Lookahead: olhar à frente, conforme Coelho (2003)

partir do longo prazo também podem ser produzidos o orçamento, cronogramas gerais e datas como a de entrega do empreendimento.

Bernardes (2003) define a Linha de Balanço como uma ferramenta ideal para elaboração do longo prazo, a fim de demonstrar de forma gráfica e clara os principais processos de produção existentes.

2.7.2 Planejamento de Médio Prazo

Esta etapa do planejamento serve como elo de ligação entre o planejamento de longo prazo com os planos realizados à curto prazo, sendo assim de extremo valor para a eficiência do processo de planejamento (BERNARDES 2003). Para Ballard e Howell (1998) o planejamento de médio prazo funciona como um detalhamento de plano mestre, uma vez que no momento de sua execução existe um número maior de informações disponíveis e menor risco de erros com o detalhamento.

Nesta etapa, definem-se as tarefas de médio prazo, visando a realização das ações necessárias por parte dos gerentes para o sucesso de cada atividade, e em caso de não execução, sua reprogramação (COELHO 2003).

Para Bernardes (2003), sua importância é dada pelo fato de que o planejamento de médio prazo, sendo realizado de forma móvel, impacta de modo a melhorar os planos realizados a curto prazo e dá ritmo e sequência às atividades, explicitando os recursos necessários, as restrições e métodos utilizados para realização de cada serviço. Um ponto fundamental na realização do planejamento de médio prazo consiste no *lookahead planning*¹¹ para sua relação com o planejamento de longo prazo. Desta forma, em sua elaboração é observado no

¹¹ No contexto do planejamento de médio prazo *lookahead planning* é descrito por Bernardes (2003) especificamente na mobilidade da realização dos planos, para que este funcione como uma ponte entre o curto e o longo prazo.

longo prazo as informações iniciais necessárias para sua elaboração. BERNARDES (2003).

Ainda conforme Bernardes (2003) após os planos de médio prazo e apontamento das restrições das atividades é utilizado um mecanismo denominado *pull*¹², através dele os recursos faltantes para cada atividade devem ser disponibilizados antes do início da tarefa a fim de não comprometer o fluxo de execução.

A implementação do planejamento *Lookahead* no sistema LPS segundo Ballard (2000) foi feito para melhorar a previsão das restrições em um horizonte maior, o que não ocorria no planejamento de curto prazo já existente. Bernardes (2003) comenta que o andamento das atividades do curto prazo ocorre conforme ocorre a liberação das atividades no médio prazo.

Coelho (2003) afirma que o horizonte do planejamento de médio prazo tem variação entre duas ou três semanas, conforme o prazo da obra e seu grau de dificuldade.

2.7.3 Planejamento de Curto Prazo

O planejamento de curto prazo é apontado por Ballard e Howell *apud* (BERNERDES 2003) como o planejamento de maior detalhe, deve ser elaborado de forma a eliminar a incerteza e para seu funcionamento necessita ser pensado de forma executável, pensando-se na viabilidade que existe das atividades previstas serem executadas. Outro ponto importante desta etapa é a análise dos motivos pelos quais os serviços anteriormente planejados não foram executados.

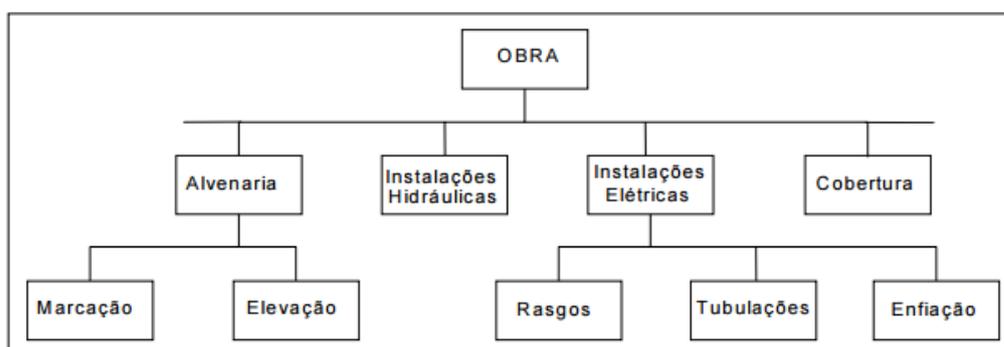
¹² Segundo Bernardes (2003) o mecanismo *pull* é dado como a realização de um conjunto de ações ou de uma ação única, que possibilita a execução de uma atividade através da remoção de uma restrição com a disponibilização dos recursos necessários.

O curto prazo pode ser adotado como diário, semana ou quinzenal, e no final deste período é feita a conferência e o registro dos motivos ou restrições que impediram as atividades previstas de serem executadas, desta forma o sistema de planejamento tende a melhorar com o passar do tempo. Para Bernardes (2003) uma atividade pode ser prevista no planejamento semanal quando:

- Está com o seu pacote de serviço definido, possibilitando a verificação de sua execução ou não no final do período;
- Os recursos necessários estão disponíveis;
- Há uma sequência lógica, priorizando os serviços mais necessários e que são restrições de outras etapas bem como ter as etapas de pré-requisito finalizadas;
- Atender à capacidade de produção da equipe.

Segundo Bernardes et al (2001) os pacotes de trabalho devem ser pré-definidos para realização do planejamento conforme já comentado anteriormente, para isso cada pacote deve deixar claro quais etapas devem ser executadas ou qual porcentagem destas etapas devem ser cumpridos, qual equipe deverá realizar o serviço e o local de sua realização. Deste modo forma-se o WBS - *Work Breakdown Structure*¹³ exemplificada na Figura 9 que pode ser adotada por obra ou como um padrão da empresa.

Figura 9 – Exemplo de WBS



Fonte: Bernardes et al (2001).

¹³ Estrutura de divisão do trabalho, apresentada por Bernardes et al (2001) de forma exemplificada na Figura 9.

2.8 O controle realizado nas atividades previstas/executadas

O planejamento se trata do estabelecimento de objetivos à serem alcançados e à partir destes fazer a tomada de decisões necessárias com a finalidade de atingi-los. O controle é dado pelo acompanhamento dos planos feitos e seu desenvolvimento tendo como foco a definição de ações necessárias para auxiliar na obtenção dos resultados esperados. Ambos são fundamentais para qualquer ramo da economia (VARALLA, 2003).

Para Coelho (2003) a funcionamento do processo de Planejamento e Controle é se deu pela sua adequação ao processo de produção na construção civil.

Além de realizar planos, se faz necessário um acompanhamento dos mesmos para seu controle e ajuste sempre que necessário. Conforme Sanvicente (2000, p.22) “Controlar é essencialmente, acompanhar a execução de atividades da maneira mais rápida possível, e comparar o desempenho efetivo com o planejado...”

Martins (1993, p.323) afirma que: “[...] controle significa conhecer a realidade, compará-la com o que deveria ser, tomar conhecimento rápido das divergências e suas origens e tomar atitudes para sua correção [...]”. Desta forma, o controle se torna inevitável para o desenvolvimento e implementação de um sistema de planejamento eficiente.

Em alguns casos, a execução das obras não tem um planejamento com objetivos e metas registradas o que dificulta seu controle, sendo embasada apenas na vivência de obra. Para execução de empreendimentos, a utilização e acompanhamento de um sistema de planejamento eficaz é fundamental para atender aos prazos e qualidade do produto final (SANTOS, 2002).

De acordo com Gomes e Salas (2001, p. 22):

O Controle, seja muito ou pouco formalizado, é fundamental para assegurar que as atividades de uma empresa se realizem de forma desejada pelos membros da organização e contribuam para a manutenção e melhoria da posição competitiva e a consecução das estratégias, planos, programas e operações, consentâneos com as necessidades identificadas pelos clientes. (GOMES E SALAS, 2001, p. 22).

Da mesma forma, segundo Bernardes (2001) a realização de planejamento e controle de produção na construção civil tem impacto direto no desenvolvimento da empresa e seu desempenho, mesmo assim, não é feito de forma eficaz sendo realizado de forma muito básica, sem aprofundamento e aperfeiçoamento.

O controle tem como objetivo, garantir a eficácia do planejamento através de melhorias que podem ser adotadas partindo das informações coletadas, propiciando o estabelecimento de um sistema confiável e com resultados de acordo com as metas estabelecidas

Segundo Sanvicente (2000) o controle e acompanhamento da execução, a conferência das atividades executadas e sua comparação com os planos realizados é de grande importância com a finalidade de identificar desvios e elaborar ações corretivas.

A gestão é essencial para promover resultados satisfatórios na construção civil e diminuir os custos. Controle de produção e planejamento são etapas-chave do gerenciamento. (MORAES, 2007)

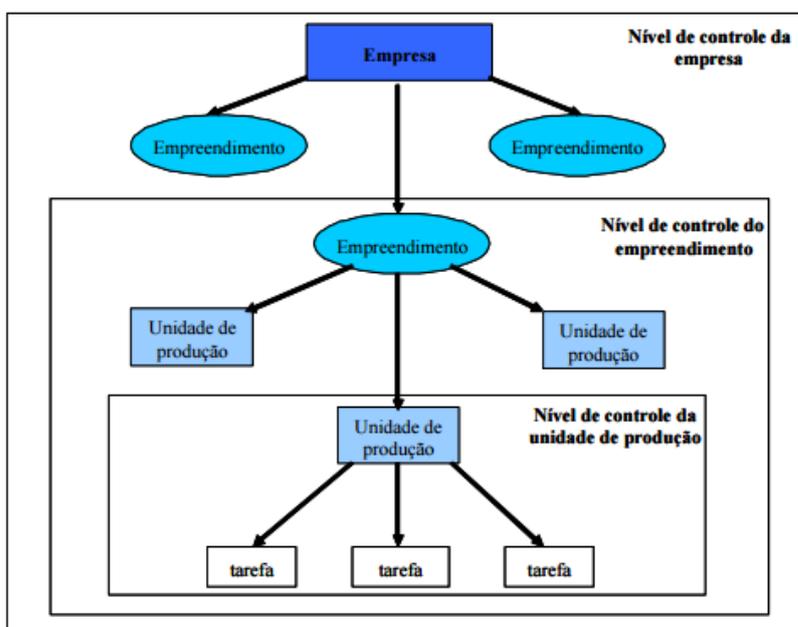
Coelho (2003) descreve a importância do planejamento ser executado em diversas etapas, de acordo com os objetivos de cada nível gerencial existente na administração do empreendimento. Sendo proposto três níveis:

- a) Nível dos objetivos: realizado pela diretoria, onde é determinado o tipo de empreendimento, qualidade, prazo para execução e o investimento para sua realização;
- b) Nível dos meios: neste nível são determinados os meios pelos quais serão atingidas as metas estabelecidas, feito pela média gerencia;

c) Nível das soluções: responsabilidade da baixa gerencia, escolha das ações.

Conforme demonstrado na Figura 10 inicialmente os empreendimentos têm seus objetivos alinhados com os objetivos da empresa, posteriormente são analisados os meios pelos quais os objetivos de cada empreendimento isoladamente serão alcançados. O controle é realizado primeiramente em conjunto e em seguida, por unidade na qual ocorre o monitoramento e a coleta de dados (COELHO 2003).

Figura 10 – Representação dos níveis hierárquicos



Fonte: Coelho 2003 adaptado de Melles e Wamelink 1993.

Um grande implicador deste modelo se dá pela dificuldade do cumprimento da hierarquia, por isso é feita uma integração entre as partes para que funcionem parcialmente em conjunto ou de forma sobreposta.

2.9 Ferramentas utilizadas para o planejamento

Conforme OLIVEIRA (2005), as ferramentas apresentadas a seguir são as principais utilizadas para o controle:

- **EAP (Estrutura Analítica do Projeto)** utilizada para organizar as atividades de acordo com a ordem à serem executadas em obra, possibilidade gerar relatórios, alocar ou presumir recursos para determinadas atividades, estimar o tempo de duração de uma etapa e programar insumos com antecedência.
- **Gráfico de Gantt** também conhecido como cronograma de barras, é dividido em abscissas¹⁴ (tempo estimado) e nas ordenadas¹⁵ onde são alocadas as atividades. De fácil compreensão pois é um sistema visual, muito utilizado por este motivo. Para sua elaboração é necessário conhecimento prático para prever a sequência construtiva de forma coerente e executável.
- **Rede Pert-CPM** utilizada para estabelecer a relação entre o tempo e os recursos necessários com apontamento das folgas, momento de início e término das atividades, DMC (datas mais cedo) e DMT (datas mais tarde).
- **Linha de Balanço** bastante utilizada em obras onde as atividades são executadas de forma replicada onde há um ganho de produtividade devido à prática adquirida pela repetição de sua execução de forma modular. As abscissas apresentam o tempo e as ordenadas os serviços que são representados graficamente por linhas inclinadas. Apresenta fácil visualização dos pontos de conflito onde pode haver interferência entre as tarefas e tem como ponto fraco a falta de clareza sobre os insumos (não apresenta nem analisa o fluxo de materiais).
- **Curva de Agregação de recursos** utilizada para incorporar o gerenciamento de custo e de produção, apresenta a curva de agregação (Curva S ou Curva de Agregação Acumulada), realizado em grande parte das vezes de forma

¹⁴ Abscissas: coordenada cartesiana pela qual se determina a posição de um ponto em relação a dois eixos ortogonais, representada geralmente por x no eixo horizontal Fonte: Aulete Dicionário Online

¹⁵ Ordenadas: a segunda coordenada de um sistema cartesiano, representada por y no eixo vertical. Fonte: Aulete Dicionário Online

mensal. Podendo também informar os valores mensais não acumulados (que auxilia no fluxo de caixa).

- **Curva S** utilizada para representar de maneira acumulada o andamento do empreendimento através dos recursos nele agregados.
- **Curva ABC** a curva ABC apresenta os pontos de maior relevância na obra, sinalizando que estes necessitam de atenção especial para um resultado satisfatório.
- **Fluxo de Caixa** ferramenta para melhorar o gerenciamento financeiro de forma bastante simples: receita menos despesas efetivas.
- **Cronograma físico-financeiro** abrange todas as etapas da obra, apresentando um cronograma da execução de serviços de forma gráfica.

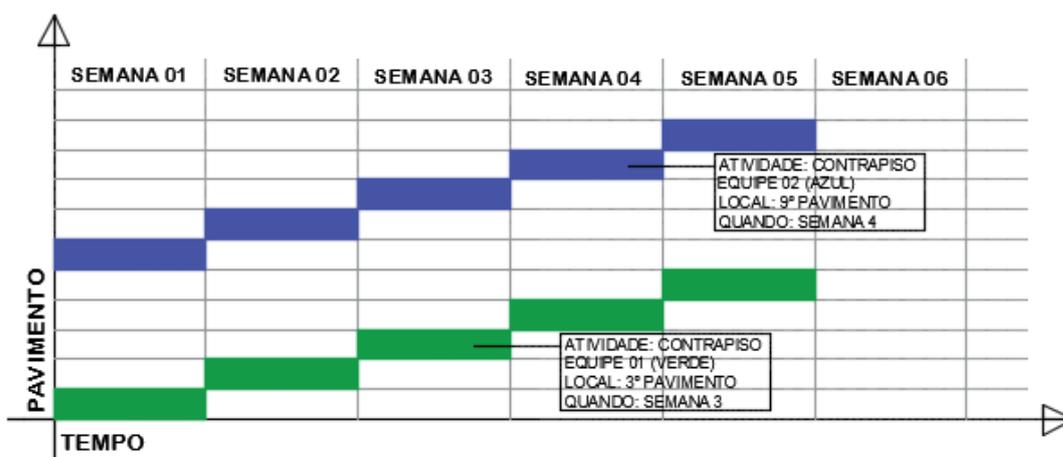
2.10 Linha de balanço

Para Matos (2005) a Linha de Balanço é a principal ferramenta de planejamento de longo prazo, utilizada em edificações onde os processos são repetitivos. Uma de suas vantagens é a possibilidade de se obter diversas informações existentes no seu cronograma de barras.

Apesar de ainda ser pouco utilizada no Brasil, a Linha de Balanço tem ganhado mais espaço devido à sua facilidade de elaboração e entendimento. Realizada em um diagrama onde o tempo percorre o eixo horizontal e os pavimentos ou etapas no eixo vertical, consiste em uma representação gráfica conforme a Figura 11.

Para elaboração da Linha de Balanço se faz necessário o conhecimento de algumas informações como o volume de trabalho por unidade que deve ser contemplada no orçamento da obra, para determinação do tamanho de equipe de acordo com o tempo estipulado para duração da atividade.

Figura 11 – Ilustração para exemplificação de Linha de Balanço



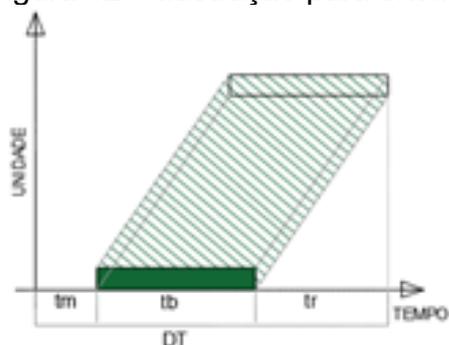
Fonte: Adaptado pela autora de Mattos (2005) aput Prado (2002)

Na Linha de Balanço utilizada como exemplo os serviços de contrapiso será executado no período de uma semana por cada uma das equipes 01 e 02 para cada unidade. (MATOS, 2006)

O prazo para conclusão da obra é influenciado por fatores externos e neste prazo máximo está incluso um período de folga que auxilia a diminuir o impacto causado por eventuais imprevistos.

Dentre os fatores externos que influenciam no Planejamento está o tempo total da obra e a Linha de Balanço é embasada neste prazo. O cálculo realizado para se estimar o tempo total de execução da obra deve ser executado conforme demonstrado na Figura 12.

Figura 12 – Ilustração para exemplificação de Linha de Balanço



Fonte: Adaptado pela autora de Mattos (2005) aput Prado (2002).

Desta forma, ainda conforme Matos (2006), o tempo de duração total da obra deve ser obtido através das Equações 1 e 2.

$$Dt = tm + tb + tr + k \quad (1)$$

$$R = n - 1/tr \quad (2)$$

Onde temos:

Tb - Tempo de base

Tr - Tempo de ritmo

Tm - Tempo de mobilização

R - Ritmo de execução da unidade básica

DT - Duração total da obra

DU - Duração total da execução da unidade básica

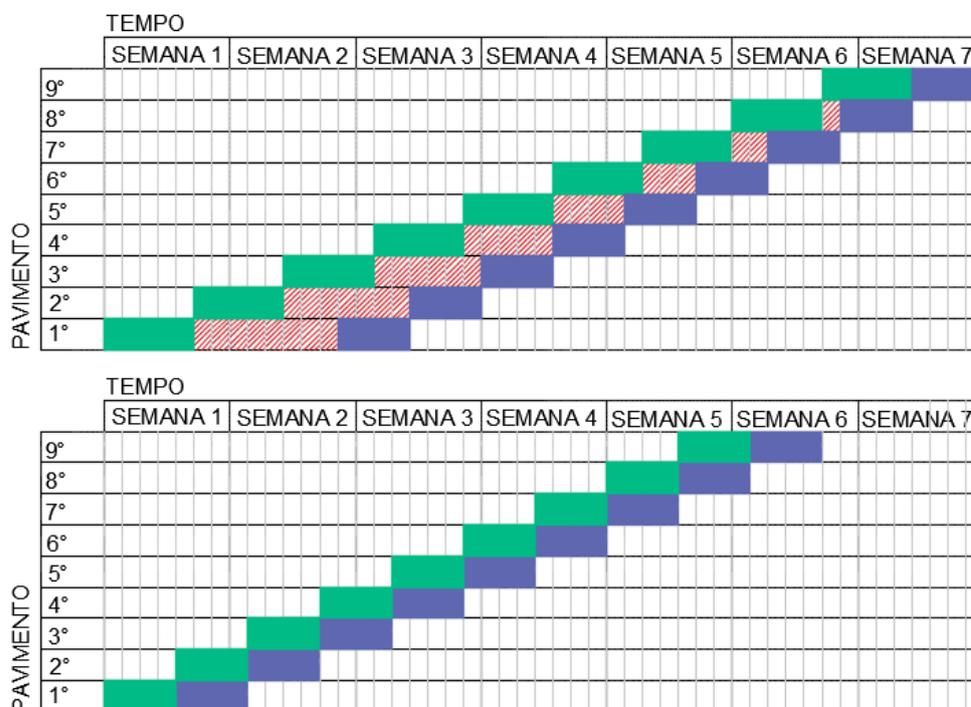
n - Número de unidades básicas

Encontrando-se o ritmo de execução de unidade básica "R", é indicada a quantidade de equipes necessárias para realização de cada atividade. O ponto crítico desta etapa é a diferença existente entre os ritmos de cada atividade. Desta forma há uma folga entre as atividades e o princípio do planejamento é evitar ou diminuir essas folgas sempre que possível.

Para evitar as folgas é realizado um redimensionamento da equipe a fim de tornar duas atividades múltiplas.

Na ilustração feita na Figura 13 houve um redimensionamento da equipe verde para que a atividade fosse executada em quatro dias, desta forma o tempo de folga (marcado em vermelho) não ocorreu.

Figura 13 - Ilustração para exemplificação de planejamento de atividade com redimensionamento das equipes para reduzir a folga entre atividades



Fonte: Da autora (2016)

2.11 Planejamento aplicado em diversas etapas da obra

Conforme Carneiro (2010) o planejamento se inicia já na etapa de projeto, onde é feito o primeiro cronograma, determinada a dependência entre as tarefas à serem realizadas, apropriação dos custos e recursos com a finalidade de propiciar a previsão das tomadas de decisões e evitar complicações no momento da produção. Com uma boa base realizada no cronograma inicial, maior a probabilidade e facilidade do desenvolvimento de um planejamento mais eficiente.

A plano de projeto, quando elaborado de forma pontual, auxiliar na realização do cronograma. Conforme Ioan (2012) “[...] tudo que falta agora é que o cronograma seja respeitado o máximo possível quanto ao tempo e que os prazos sejam cumpridos [...]”.

No andamento de empreendimentos imobiliários, existem diversas parcelas que devem ser contempladas no planejamento, não apenas o processo de produção em si, como também, a estocagem de materiais, contratação de serviços ou maquinário, execução de proteções coletivas, dentre outras tantas etapas que integram a execução da obra.

A escolha dos métodos a serem usados e as decisões tomadas durante o planejamento geral da obra têm relação direta e interagem com o planejamento do canteiro de obras. Este planejamento orienta-se na execução dos trabalhos e no fluxo de materiais, e o seu objetivo principal consiste em minimizar os percursos dos transportes mais volumosos e frequentes dentro do canteiro. (GEHBAUER. 2002, p. 72)

Valle (2016) salienta a importância do planejamento do canteiro de obras, afinal quanto melhor planejado e organizado estiver o local de trabalho, maior será o rendimento da produção, menor será o tempo desperdiçado com o transporte de materiais ou com a realocação de instalações provisórias.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 Elementos de um projeto de Pesquisa

A concepção de um projeto de pesquisa é imprescindivelmente realizada de acordo com o problema que será analisado. Desta forma, o projeto deve deixar claro de que forma será realizado, em quais etapas e quais as necessidades para sua realização. Devendo ser detalhado de forma a esclarecer sua fundamentação para posterior avaliação. (GIL 2002).

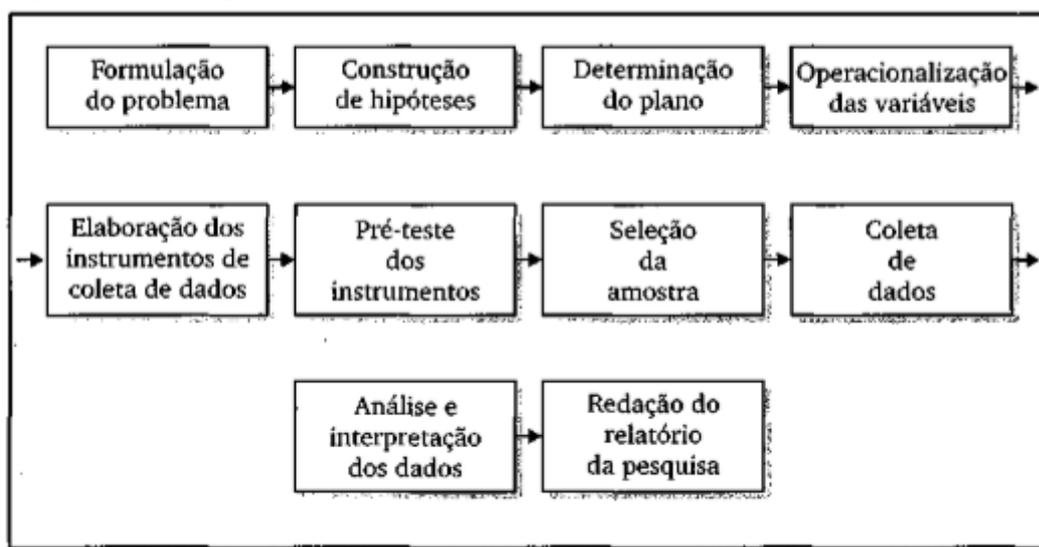
Um projeto de pesquisa requer:

- a) Um problema;
- b) Objetivos;
- c) Determinação do tipo de pesquisa;
- d) Amostras;
- e) Determinação dos meios pelos quais os dados serão obtidos;
- f) Planejamento da análise de dados;
- g) Planejamento da apresentação dos resultados;
- h) Cronograma de execução da pesquisa;
- i) Apontamento dos recursos envolvidos;

Ainda conforme Gil (2002) é imprescindível a definição clara do problema de pesquisa, bem como que os objetivos estejam bem traçados e o planejamento de coleta e análise de dados seja bem formulado.

Na Figura 14 a seguir, Gil (2002) representa as etapas de esquematização de uma pesquisa em ordem, o autor saliente que este exemplo serve de modelo mas deve ser ajustado conforme a necessidade de cada pesquisador tanto para uma situação mais simplificada como para casos mais específicos, no entanto a ordem em que está representado este cronograma deve ser mantido.

Figura 14 – Diagrama de pesquisa



Fonte: Gil (2002)

3.2 Formulação do problema de Pesquisa

Gil (2002) afirma que para a realização de uma pesquisa se faz necessária a existência de um problema¹⁶, devendo este ser um problema científico.

Segundo o mesmo autor o problema deve:

- a) Ser formulado em forma de pergunta;
- b) Ser claro e preciso;
- c) Ser solucionável;

¹⁶ Questão não solvida e que é objetivo de discussão, em qualquer domínio de conhecimento. Fonte: Novo Dicionário Aurélio

- d) Ser delimitado;

3.3 Classificação da Pesquisa

Para Gil (2002) a classificação de uma pesquisa é baseado em seu objetivo. Existindo para o autor três tipos de pesquisa:

- a) Pesquisa explanatória;
- b) Pesquisa descritiva;
- c) Pesquisa explicativa.

O presente trabalho é realizado em formato de pesquisa explanatória.

Ainda conforme Gil (2002) a pesquisa explanatória consiste na explanação do assunto abordado visando uma maior compreensão e a construção de uma hipótese, sendo o seu maior objetivo o aperfeiçoamento de uma ideia. O planejamento realizado para este tipo de pesquisa se torna variável. Assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso.

A Pesquisa Bibliográfica foi adotada como metodologia para realização da pesquisa no que diz respeito ao procedimento técnico, sendo elaborada à partir de material já publicado como livros, artigos de periódicos e material disponibilizado na Internet.

O Estudo de Caso foi adotado como metodologia a fim de exemplificar que este método é mais adequado por se tratar do estudo da eficácia do planejamento aplicado no setor da construção civil.

3.3.1 Estudo de caso

O estudo de caso é descrito por Yin (2001) como o delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo, dentro do seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos.

Conforme Gil (2002) o estudo de caso trata-se de um estudo aprofundado de um ou poucos objetivos, desta forma possibilitando um grau de detalhamento maior. Podendo ter como propósito a explanação de situações da vida real, desenvolver teorias, realizar uma explicação referente a fenômenos ou variáveis de grau elevado de complexidade onde não se pode utilizar experimentos.

Ainda segundo Gil (2002), outro aspecto importante do estudo de caso que contribui para sua larga utilização, notadamente na área das ciências sociais, é o fato de que este estudo preserva o caráter unitário do objeto estudado.

3.4 Definição da Unidade Caso

A unidade onde foi realizado o estudo de caso se localiza no município de Teutônia no estado do Rio Grande do Sul, possuindo 3062 metros quadrados de área construída distribuídos em seis pavimentos; subsolo, térreo e quatro pavimentos tipo, sua ocupação será dividida em três lojas e dezessete salas comerciais e vinte e quatro boxes de estacionamento, conforme observado na Figura 15.

Para o desenvolvimento do planejamento de recuperação do cronograma de obra, foram realizados levantamentos dos serviços executados até a conclusão da concretagem da laje do pavimento térreo. A laje do pavimento térreo foi escolhida

como ponto de início do planejamento, uma vez que a edificação possui uma sequência mais padronizada e com menor volume de interferências à partir desta etapa da obra.

Figura 15 – Imagem ilustrativa de como o empreendimento será



Fonte: Acervo particular da autora (2016).

O empreendimento é executado em concreto armado com formas de madeira e aço cortado e dobrado no canteiro de obras, as lajes são executadas com treliças pré-fabricadas e poliestireno expandido, a alvenaria de vedação será executada com bloco cerâmico do tipo seis furos com dimensões de 19x19x29cm e argamassa industrializada. O projeto apresenta duas fachadas com pele de vidro que será executada em alumínio por um terceiro já contratado, As divisórias internas serão executadas em gesso acartonado e nos banheiros e hall será realizada a instalação de forro de gesso por empresa terceirizada já contratada. Os ambientes serão rebocados com duas camadas de reboco (massa única e massa fina pronta), sua pintura, bem como a instalação de pisos, será realizada por mão de obra terceirizada contratada.

O presente estudo de caso realiza a análise do tempo disponível para a conclusão do empreendimento, volume de serviços não executados e com os índices de produtividade da empresa realiza o planejamento de recuperação do cronograma inicial da obra visando a data de entrega, dimensionando as equipes necessárias para a conclusão das atividades em cada período. Este cronograma foi apresentado em forma de linha de balanço, metodologia escolhida por sua fácil visualização, foi utilizado como ferramenta de trabalho planilhas eletrônicas.

Existem serviços que serão realizados por empresas especializadas, onde não ocorre o controle de produtividade por parte da empresa uma vez que o prazo de execução da atividade se encontra firmada por meio de contrato, neste estudo foram analisadas suas interfaces, as atividades acima justificadas com prazo firmado em contrato são listadas a seguir:

- Instalação do elevador;
- Instalação de divisórias;
- Instalação da pele de vidro e esquadrias;
- Instalações hidrossanitárias;
- Instalações elétricas;
- Instalações PPCI.

Partindo desta informação o estudo realizou a análise dos serviços que são executadas por contratação de mão de obra em que o prazo não se encontra firmado em contrato, estes serviços seguem listados a seguir:

- Estrutura de Formas e Armadura de pilares, lajes e vigas;
- Alvenaria de Vedação;
- Reboco Interno e Externo;
- Contrapiso;
- Piso;
- Pintura Interna e Externa;
- Forro de gesso.

3.4.1 Premissas do Estudo

O cronograma do empreendimento alvo deste estudo de caso encontra-se em atraso significativo por motivo de que o terreno onde a obra se localiza possui grande quantidade de rochas a uma profundidade pequena e, como o projeto possui subsolo com aproveitamento total do terreno, a remoção do material rochoso foi feita de forma minuciosa com rompedores manuais e cunhas hidráulicas visando não causar transtorno às edificações vizinhas existentes nas duas delimitações do terreno.

A estrutura das fundações à laje do pavimento térreo foi executada em diversas etapas seguindo a sequência; sapatas, vigas de baldrame, cortinas de contenção, pilares, vigas e laje do pavimento térreo. Foi adotada a execução em etapas porque não há espaço para formação de taludes e os desníveis chegaram a aproximadamente seis metros, para o travamento da estrutura de contenção e engenheiro estrutural solicitou a concretagem das vigas e lajes.

Existem duas modalidades de contratação de mão de obra, ambas firmadas por contrato, a primeira não estabelece prazo para execução das atividades nem diferenciação da mão de obra em categorias como pedreiro e serventes, esta modalidade de mão de obra que tem representação significativo no orçamento do empreendimento, e a segunda estabelece o prazo de execução e tem o valor de contrato fechado, estas atividades foram apenas sinalizadas na linha de balanço com os prazos conforme os estabelecimentos de contrato, seguido a sequência lógica das atividades para a conclusão da obra.

Com o uso planilhas foi realizado o planejamento de recuperação do cronograma de obra, para este foram utilizados índices de produtividade da mão de obra local. Índices de produtividade do TCPO (Tabela de Composições de Preços para Orçamentos) foram utilizados para aferição dos índices de produtividade da mão de obra local.

Após realização do planejamento de recuperação do cronograma de obras, foi utilizada uma planilha para o planejamento semanal visando o planejamento e controle de produção, realização das atividades conforme o cronograma, este foi adotado como Planejamento de Curto Prazo. Nesta são apontados os motivos pelos quais as atividades em aberto não foram executadas.

Planilhas foram desenvolvidas para registro das restrições existentes para realização das atividades, nestas há uma coluna que estabelece um prazo para remoção da restrição e outra onde consta o responsável pela remoção desta restrição da listagem realizada, a lista de restrições foi adotada como Planejamento de Médio Prazo.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a utilização de planilhas eletrônicas foi realizado o planejamento da obra alvo deste estudo de caso em três diferentes níveis, visando a recuperação do cronograma de obra foi feita a reprogramação das atividades do ponto de partida deste estudo (concretagem da laje do pavimento térreo) até a sua finalização, esta etapa foi adotada como planejamento de longo prazo e se trata de uma análise estratégica com a definição dos objetivos a serem visados pelos demais níveis de planejamento.

Posterior ao planejamento de longo prazo foram analisadas as restrições existentes para realização de cada etapa da obra conforme os objetivos traçados, este nível foi assumido como o planejamento de médio prazo que se trata da etapa tática do estudo. Seguido pelo Planejamento de curto Prazo (planejamento semanal) que delimita as atividades de forma Operacional.

Conceito de Planejamento de Controle de Produção foram adotados para garantir o funcionamento das planilhas para o cumprimento do novo cronograma da obra.

- **Levantamento de quantitativos dos serviços não executados**

Conforme já mencionado anteriormente o presente estudo teve como partida a concretagem da laje do pavimento térreo, desta forma o quantitativo dos serviços não executados até este momento foram levantados e registrado em planilhas eletrônicas presentes do Apêndice F.

- **Índices de produtividade**

Para aferição do cronograma de recuperação da obra que foi utilizado como Planejamento de Longo Prazo e para o dimensionamento das equipes necessárias em cada período de tempo, foram utilizados índices de produtividade fornecidos pela empresa que executa o empreendimento alvo do presente estudo de caso.

No Quadro 4 são apresentados índices de produtividade da mão de obra local e retirados o TCPO, os índices do TCPO foram utilizados apenas para aferição e comparação dos índices fornecidos pela empresa que executa a obra. Conforme podemos observar no Quadro 4, há uma diferença significativa entre os índices locais e fornecidos no TCPO. Esta diferença pode ser explicada pelo fato de que os índices do TCPO são uma média nacional e por este motivo optou-se a utilização de índices locais para o desenvolvimento deste trabalho.

Quadro 4 – Índices de produtividade das atividades alvo deste estudo

ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE			
SERVIÇO	UTILIZADO	TCPO	VARIAÇÃO
FORMAS (hH/m ²)	0,51	1,06	27%
ARMADURA (hH/kg)	0,18	0,10	4%
ALVENARIA (hH/m ²)	0,41	0,74	17%
REBOCO INTERNO (hH/m ²)	0,40	0,57	9%
PINTURA INTERNA (hH/m ²)	0,56	0,80	12%
CONTRAPISO (hH/m ²)	0,36	0,03	16%
REBOCO EXTERNO (hH/m ²)	0,62	0,79	9%
PINTURA EXTERNA (hH/m ²)	0,57	1,20	32%
LAJE TRELÇADA (hH/m ²)	0,46	0,80	17%
TELHADO (hH/m ²)	0,64	0,90	13%

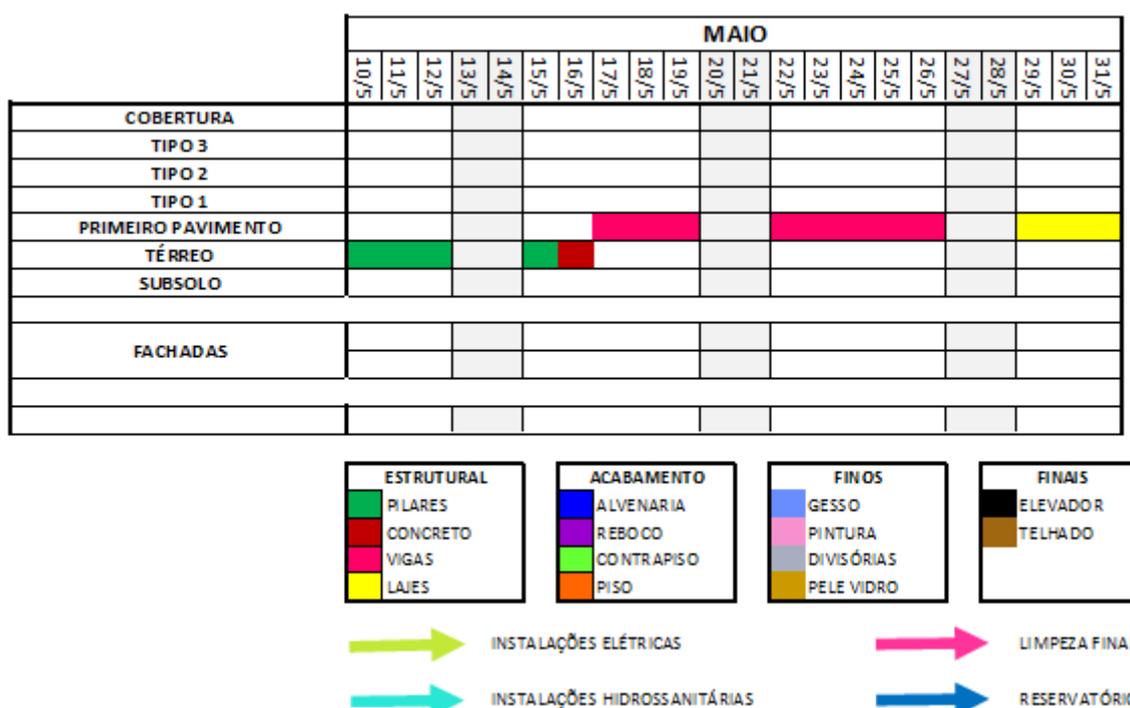
Fonte: Da autora (2017).

4.1 Linha de Balanço

A Linha de Balanço foi escolhida como metodologia para desenvolvimento do novo cronograma da obra porque se trata de uma ferramenta de fácil visualização do andamento da obra, ela possibilita a reprogramação de forma fácil e também pode ser executada através do uso de planilhas eletrônicas.

Na Figura 16 pode ser observado que após a execução da laje do pavimento térreo, são executados os pilares do térreo ao primeiro pavimento, na sequencia são executadas as vigas do primeiro pavimento e a laje. As concretagens foram demarcadas sempre em uma data, por este motivo seus índices de produtividade não foram considerados, porque elas não ultrapassam um dia de serviço. O espaço restante no dia das concretagens serve como “*buffers*”, auxiliando na redução do impacto de alguns pontos de incerteza ainda existentes no cronograma da obra.

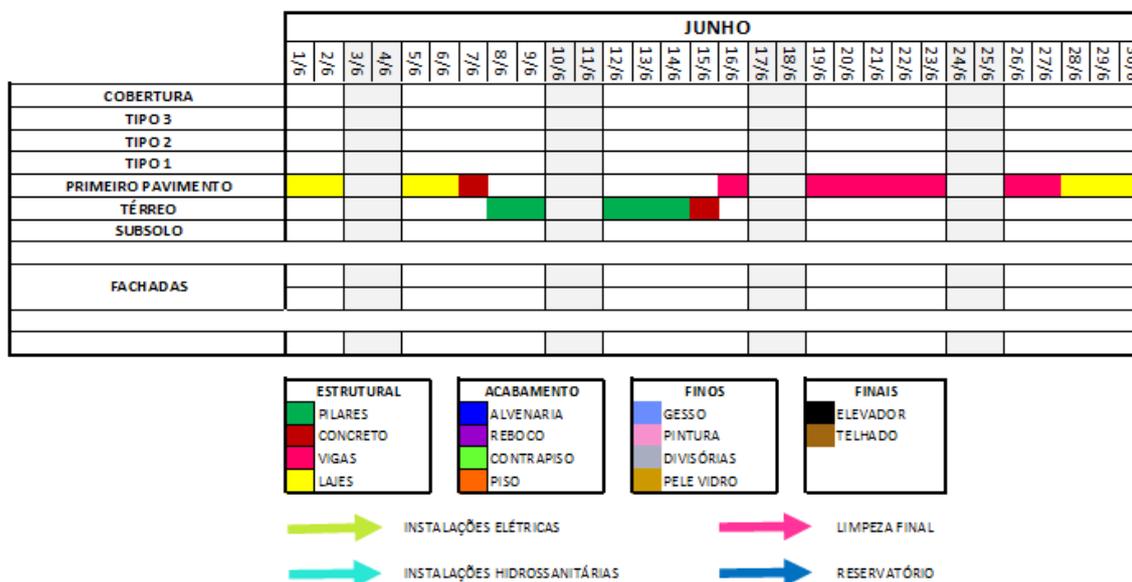
Figura 16 – Linha de Balanços – Mês de Maio de 2017



Fonte: Da autora (2017).

Após a concretagem da laje do primeiro pavimento (etapa 1) temos na Figura 17, a execução dos pilares da segunda etapa do pavimento térreo ao primeiro pavimento, este pavimento teve sua execução em duas etapas porque o primeiro pavimento possui duas cotas de nível diferentes demarcadas no projeto porque o pavimento térreo etapa 1 possui vagas de estacionamento em sua ocupação e lojas na etapa 2, outro fator a ser considerado é que à partir da etapa 2 do pavimento térreo as lajes treliçadas pré-fabricadas possuem espessura de 360mm.

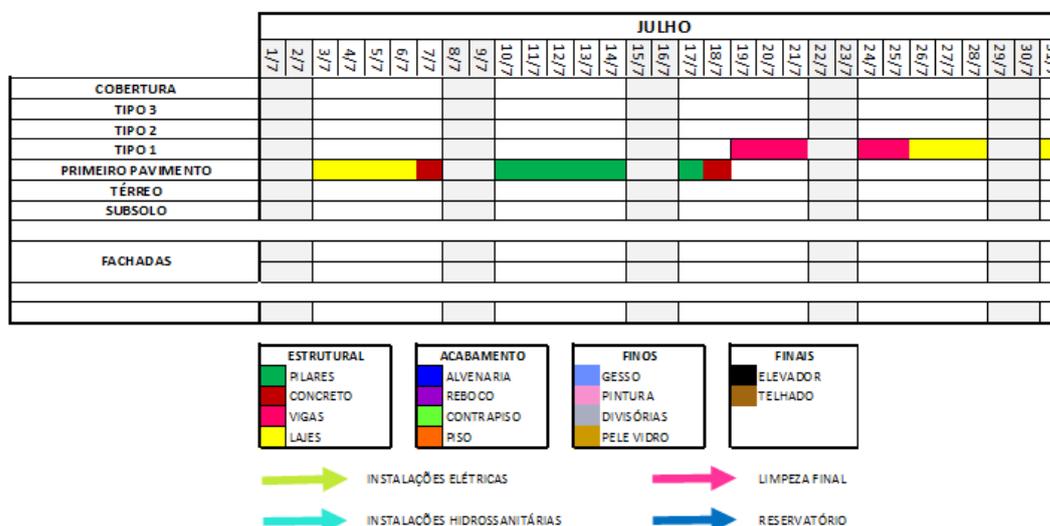
Figura 17 – Linha de Balanço – Mês de Junho de 2017



Fonte: Da autora (2017).

No mês de Julho (Figura 18) ocorre o término da laje do primeiro pavimento (etapa 2) e o início da laje do pavimento Tipo 1, sendo este realizado em apenas uma etapa. Uma observação importante a ser feita é que a montagem de formas das vigas já servem como formas para as lajes uma vez que ela são executadas em treliças pré-fabricadas de concreto e são apoiadas nas formas das vigas e no cimbramento das lajes.

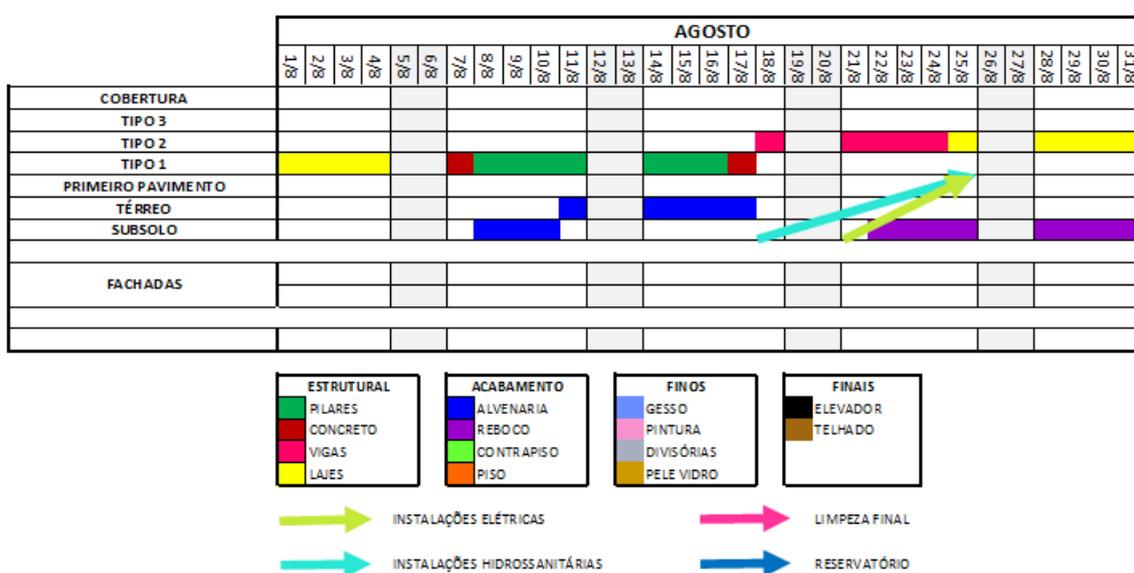
Figura 18 – Linha de Balanço – Mês de Julho de 2017



Fonte: Da autora (2017).

Após a conclusão da concretagem da laje do pavimento tipo, no mês de Agosto (Figura 19) foi programado o início da alvenaria do pavimento subsolo e térreo, neste período já é possível a retirada do escoramento e desforma das vigas, possibilitando assim sua execução. Instalações elétricas estão programadas para antes da execução do reboco interno que deve iniciar na quarta semana do mês de Agosto.

Figura 19 – Linha de Balanço – Mês de Agosto de 2017

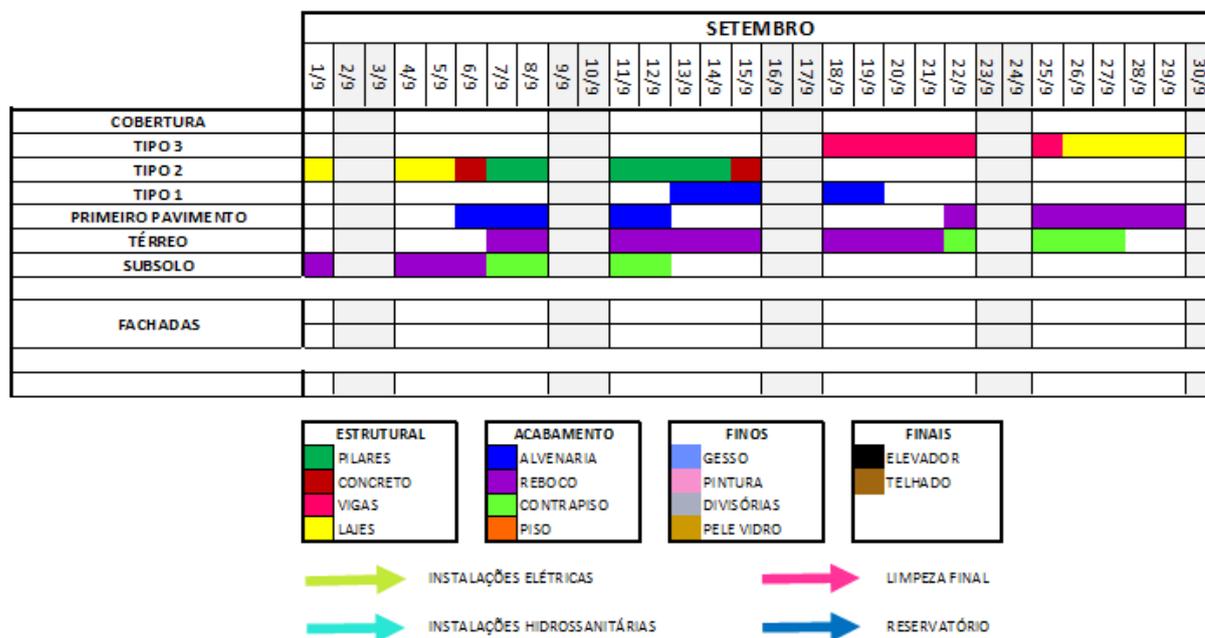


Fonte: Da autora (2017).

No pavimento subsolo as paredes de periferia foram executadas em cortinas pré-fabricadas de concreto que apresentam a mesma nervura que as lajes, ambas não serão rebocadas apenas será realizado o rejuntamento das peças, desta forma, optou-se por considerar o reboco, pois não existem índices de produtividade para rejuntamento de peças pré-fabricadas de concreto.

Já na primeira semana do mês de Setembro (Figura 20) observa-se o início de mais serviços ocorrendo de forma paralela, desta forma se faz necessária a sinalização de conferência da necessidade de verificação e em caso de necessidade a contratação de mais mão de obra, A contratação de mão de obra deve ser assinalada como uma restrição no Planejamento de Médio Prazo antecipadamente.

Figura 20 – Linha de Balanço – Mês de Setembro de 2017



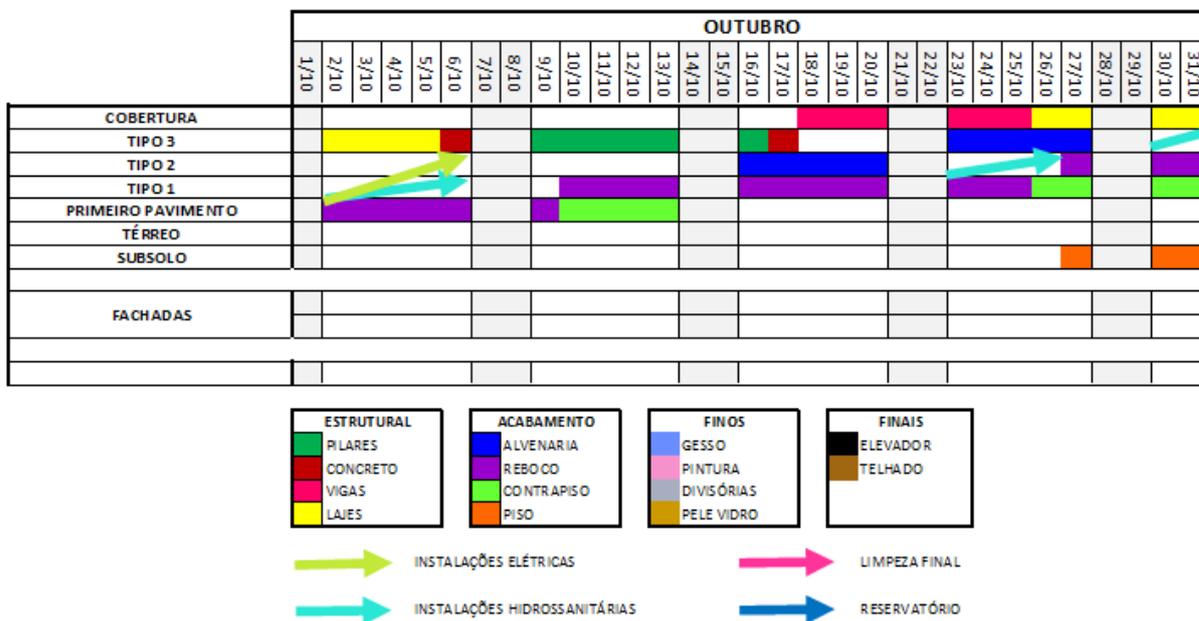
Fonte: Da autora (2017).

No mês do Outubro (Figura 21) existem diversas atividade ocorrendo simultaneamente, neste período deve ser observado que após as alvenarias as equipes responsáveis pelas instalações embutidas hidrossanitárias e elétricas devem realizar suas instalações antes do início do reboco. Ainda no mês de Outubro está previsto o início da instalação de pisos.

Em Novembro (Figura 22) ocorre o término da estrutura do edifício alvo do estudo de caso e está previsto o início do reboco externo, este necessita de equipamento específico e provavelmente mão de obra específica também uma vez que o reboco interno permanece acontecendo ao mesmo tempo.

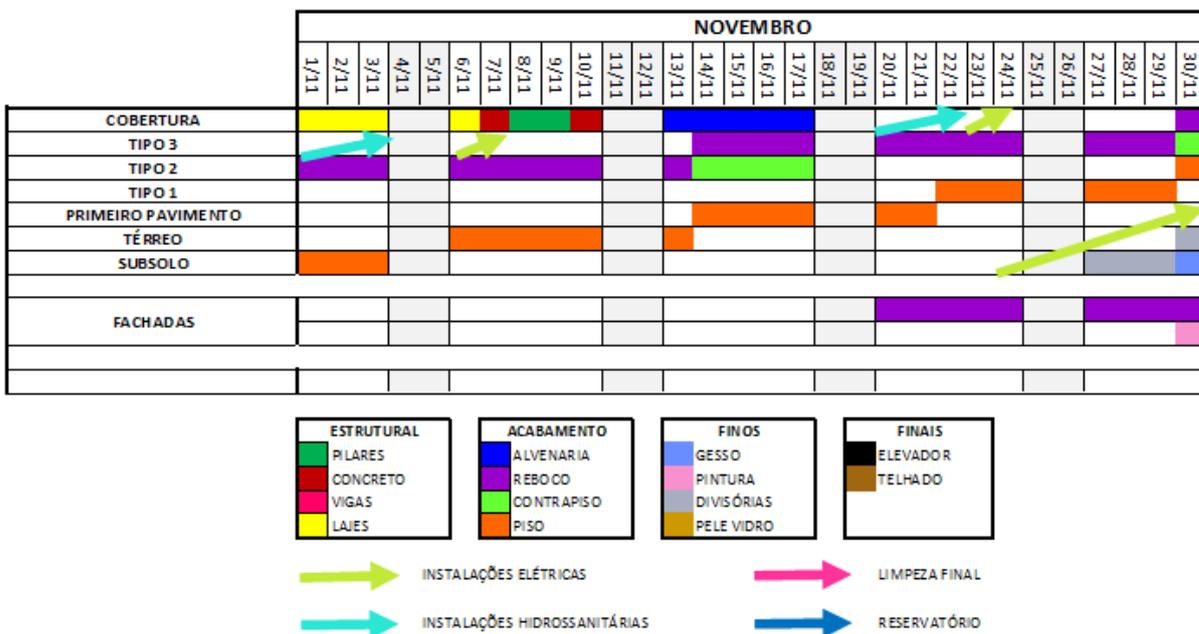
Ainda no mês de Novembro ocorre o início da instalação das divisórias e forro de gesso, este serviço será executado por empresa terceirizada. No último dia do mesmo mês ocorre o início da pintura externa que é pré-requisito em parte das fachadas da edificação para instalação da pele de vidro prevista para Dezembro na Figura 23.

Figura 21 – Linha de Balanço – Mês de Outubro de 2017



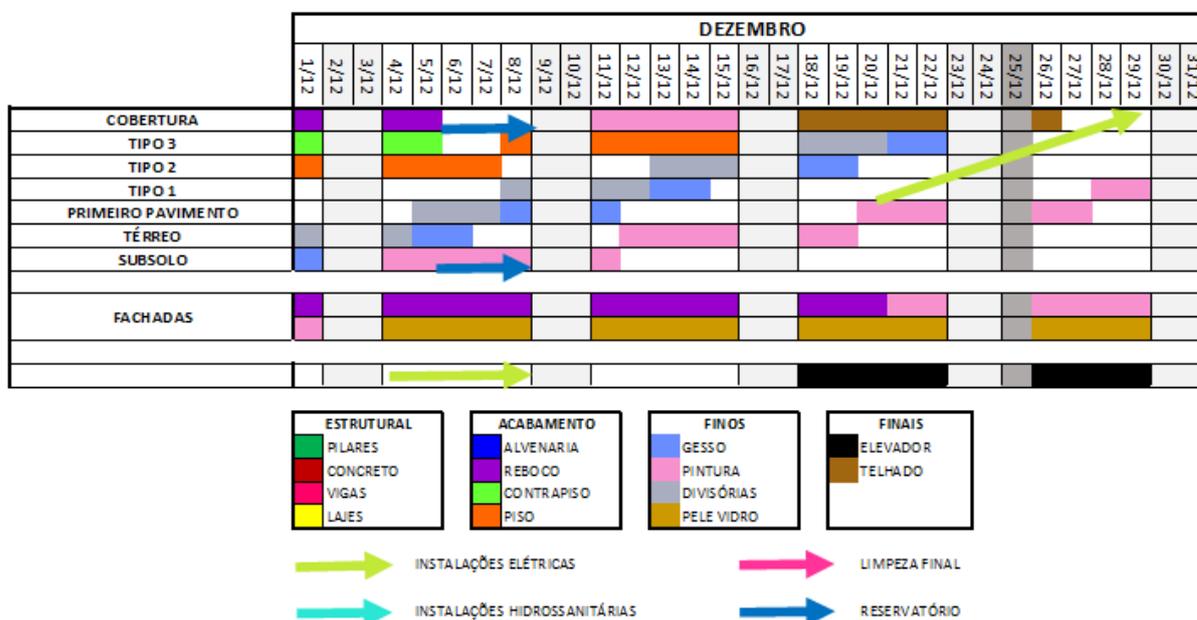
Fonte: Da autora (2017).

Figura 22 – Linha de Balanço – Mês de Novembro de 2017



Fonte: Da autora (2017).

Figura 23 – Linha de Balanço – Mês de Dezembro de 2017

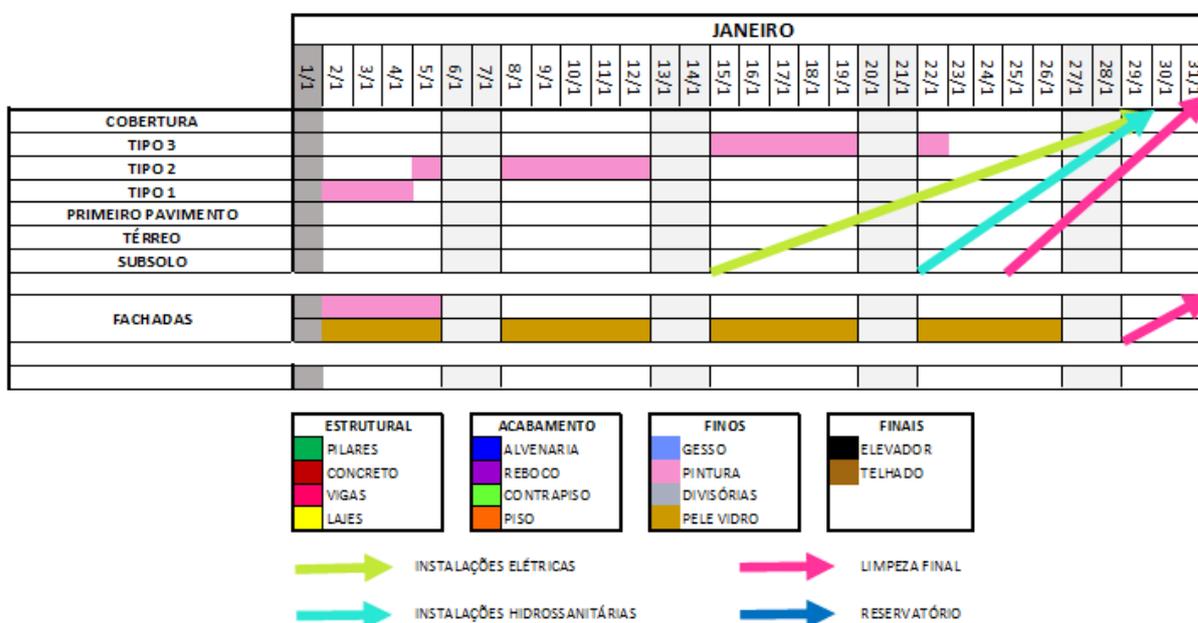


Fonte: Da autora (2017).

Em Dezembro existem diversos serviços previstos para ocorrer no edifício e por este motivo, este período requer grande atenção no momento da verificação de suas restrições. Na primeira semana serão instalados os reservatórios e também haverá o início da instalação da pele de vidro que é realizada por empresa terceirizada, bem como a instalação do elevador está previsto para esta etapa. A cobertura da edificação deve ocorrer ainda no mês de Dezembro também.

No mês de Janeiro (Figura 24) serão finalizados os serviços de pintura, instalação da pele de vidro, instalações elétricas e hidrossanitárias para posterior limpeza para entrega do empreendimento.

Figura 24 – Linha de Balanço – Mês de Janeiro de 2018



Fonte: Da autora (2017).

Após a análise de cada mês separadamente foi observado que o mês que requer maior cuidado no que se refere a maior quantidade de serviços em andamento paralelamente foi o mês de Dezembro. Outro ponto a ser ressalvo é que atividades externas dependem da conclusão da estrutura para instalação do equipamento utilizado pelos funcionários para execução do serviço, caso a estrutura seja finalizada antes do previsto os serviços externos também podem iniciar com antecedência.

4.2 Dimensionamento de equipes

O dimensionamento das equipes constante no Apêndice A foi realizado com base na programação realizada na Linha de Balanço e nos Índices de Produtividade, com a utilização de planilhas eletrônicas as equipes foram estimadas. A Planilha realizada para este levantamento é automática, e em caso de necessidade de uma

reprogramação na linha de balanço ela recalculará a equipe necessária para realização da atividades.

No dimensionamento da equipe de montagem de laje foi utilizado um único índice para sua execução, uma vez que este dado considera a montagem da laje do início da atividade que é o cimbramento até sua conclusão, considerando a colocação da treliças pré-fabricadas, do poliestireno expandido, das malhas e armaduras adicionais.

A armação das vigas exige uma grande quantidade de funcionários para sua execução conforme o índice de produtividade, porém este serviços pode ser adiantado em dias de chuva ou quando outras atividades foram executadas e não há necessidade ou possibilidade de realização de outro serviço, como após a concretagem de uma laje. O mesmo ocorre com as formas, elas podem ser fabricadas com antecedência para posterior montagem no local indicado pelo projeto estrutural.

4.3 Verificação das Restrições

Foi necessária a utilização de uma planilha para registro do Planejamento de Médio Prazo, este se encontra exemplificada no Apêndice B. Na análise da Linha de Balanço pode-se observar com clareza algumas das restrições existentes para a realização de tarefas indicadas pelo Planejamento de Longo Prazo.

A execução das atividades depende da remoção destas restrições e por este motivo a visualização e o controle destas se torna fundamental para que não ocorram atrasos ocasionados por questões não previstas e resolvidas. A bibliografia estudada na primeira etapa deste trabalho de conclusão enfatiza a necessidade de registro das programações e por este motivo a Lista de Restrições é registrada em uma planilha eletrônica.

Mais do que registrar as restrições, o Planejamento de Médio Prazo informa o responsável pela remoção da restrição e indica uma data prevista para sua resolução.

4.4 Planejamento Semanal

O Planejamento de Curto Prazo ocorre semanalmente, nele são descritas as tarefas da semana, bem como os responsáveis pela sua execução e também é realizada a conferência das atividades executadas.

São demarcados os dias em que as atividades ocorreram e quanto dela foi executada, em caso de não cumprimento de algumas atividades há um espaço na planilha onde deve ser preenchido o motivo pelo qual a atividade não foi concluída.

A programação da semana deve cumprir o que está previsto no cronograma da obra, e no momento de sua elaboração é importante observar os apontamentos feitos no Planejamento de Médio Prazo. Um exemplo do Planejamento Semanal se encontra disponível para ilustração no Apêndice D.

Devido ao atraso da obra o acompanhamento semanal não pode ser feito por muitas semanas e por este motivo também que foi adotada uma planilha que contemplasse informações referentes à justificativa pelo qual uma atividade não foi executada, visando o Planejamento e Controle da Produção, evitando a repetição de não cumprimento de atividades previstas pelo mesmo motivo sempre que possível.

4.5 Registro dos problemas que impedem a execução dos serviços previstos

Foi utilizada uma listagem de possíveis problemas pelos quais uma atividade pode deixar de ser realizada e para cada um destes existe um código que deve ser indicado no momento da conferência da realização das tarefas previstas na semana anterior, conforme a Figura 25.

Figura 25 – Indicação do registro de restrições no Planejamento Semanal

PLANEJAMENTO SEMANAL											SEMANA	
Edifício e - Comercial											S005	
			Período	05/06/17		até	11/06/17		Data	02/06/17		
			$PPC = \frac{\sum \text{itens_exec} 100\%}{\sum \text{itens_totaliz}} =$								88%	
Pacote de trabalho	%P	%E	S	T	Q	Q	S	S	D	OK	PROBLEMAS	
			5/6	6/6	7/6	8/6	9/6	10/6	11/6			
Montagem de Laje 1º pavimento (etapa 1) - EPS	100	100	P E	2 2							1	
Montagem de Laje 1º pavimento (etapa 1) - malha	100	100	P E	2 2							1	
Fabricação de formas de Pilares térreo ao 1º pavimento (etapa 2)	25	00	P E	2 0	2 0	2 0	2 0				0	material não foi entregue
Montagem de Armadura vigas 1º pavimento (etapa 2)	40	50	P	2	2	2	2				1	

Fonte: Da autora (2017).

Em função do curto período de acompanhamento do Planejamento de Curto Prazo, até o momento apenas dois tipos problemas ocasionaram o não cumprimento de atividades Figura 26. MT Materiais que foi o atraso na entrega de materiais e OT Outros que foram as chuvas que impossibilitaram a conclusão de algumas atividades.

Figura 26 – Gráfico do registro de tipos de problemas com maior ocorrência



Fonte: Da autora (2017).

No Apêndice E foi inserido um gráfico onde ocorre o detalhamento de cada tipo de problema ocorrido de forma mais detalhada em seguida foi anexada uma listagem dos grupos de problemas e suas ramificações com respectivas codificações adotadas no Planejamento de Curto Prazo.

5 CONCLUSÕES

Em virtude do espaço de tempo disponível para o acompanhamento das programações de médio e curto prazo, ter sido inferior ao inicialmente planejado devido ao prolongamento das etapas de fundação e das estruturas dos pavimentos inferiores, não é possível afirmar de maneira conclusiva que a implantação do planejamento de obra de longo, médio e curto prazos, como proposto, foi ou será suficiente para a recuperação do cronograma inicial do empreendimento, contudo, foram apresentadas ferramentas adequadas para sua continuidade. Em especial, baseada na revisão dos conceitos de planejamento da literatura e com a adoção de ferramentas como a Linha de Balanço e o sistema de Planejamento e Controle de Produção, o planejamento das atividades produtivas se tornaram mais eficientes, de fácil compreensão, aceitação e aplicação, colaborando significativamente com os objetivos do empreendimento, como demonstrado nos índices de produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSUMPÇÃO, J.F.P. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios**. São Paulo, 206f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. 1996. Disponível em: < http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/BT_00173.pdf >. Acesso em: 25 set. 2016.

BALLARD, Glenn. **Lean Project Delivery System**. Lean Construction Institute, Setembro de 2008, 6 p. Disponível em: < http://www.leanconstruction.org/media/library/id53/The_Lean_Project_Delivery_System_An_Update.pdf >. Acesso em: 29 set. 2016.

BALLARD, Glenn. **The Last Planner System of Production Control**, Maio, 2000, 192 p. Disponível em: < <http://www.leanconstruction.dk/media/15590/ballard2000-dissertation.pdf> >. Acesso em: 29 set. 2016.

BALLARD, Glenn, HOWELL, Greg. What kind of production is construction? 1998, 7 p. Disponível em: < <http://leanconstruction.org.uk/media/docs/BallardAndHowell.pdf> >. Acesso em: 22 set. 2016.

BERNARDES, M.M.S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 310 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2001. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13718/000292771.pdf> >. Acesso em: 29 set. 2016.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2003. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13718/000292771.pdf> >. Acesso em: 29 set. 2016.

BONNEY, Maurice. **Reflections on production planning and control (PPC)**. Revista Gestão & Produção. Vol. 7, número 3, p.181-207, 2000.

CARVALHO, Felipe S. F. **Avaliação da Aplicação dos Princípios da Construção Enxuta em Empresas Construtoras**. São Carlos-SP, 2006. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos

CARVALHO J.M. R.; **Gestão de Projetos da Academia à Sociedade**. Curitiba: InterSaberes, 2012

CARNEIRO, Mariana Tinoco. **Planejamento e coordenação de escopo na construção civil – Um estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Projetos da Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2010.

CHEMIN, Beatris F. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação**. 3. ed. Lajeado: Univates, 2015.

COELHO, Henrique O. **Diretrizes e Requisitos para o Planejamento e Controle da Produção em nível de Médio Prazo na Construção Civil**, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre – RS, 2003. 135 p. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5228/000467802.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 set. 2016.

FORMOSO, Carlos T. et al. **Planejamento de Controle da Produção em Empresas de Construção**, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre – RS, 2001. 50 p. Disponível em: <<file:///C:/Users/Amanda/Downloads/PLANEJAMENTO%20E%20CONTROLE%20DA%20PRODU%C3%87%C3%83O.pdf>> . Acesso em: 21 set. 2016.

FORMOSO,C.T. **O Papel do Planejamento e Controle da Produção em Obras de Tipologias Diferentes**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO,4.,2005, Porto Alegre. Anais, 2005.

GEHBAUER, Fritz, et al. **Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha**. 2 ed. Curitiba: CEFET-PR, 2002. 520 p.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2004. 176 p.

GOMES, J. S.; SALAS, J. M. A. **Controle de gestão: uma abordagem contextual e organizacional**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

IOAN, Lucian; **Gestão de tempo em gestão de projetos**. Revista Banas Qualidade, v.21, Nº 238, Março.2012

JACOMIT, A. M. **Modelo para incorporação do custeio-meta ao processo de desenvolvimento de produtos em edificações**. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo Campinas, São Paulo, 2010. 124 p.

JORGENSEN, B. **Designing to target cost: approach to design/construction integration**. In: CIB W096 - ARCHITECTURAL MANAGEMENT, 2005, Lyngby, Denmark. Proceedings, 2005. 319 p. Disponível em: <<https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB5566.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2016.

KOSKELA, Lauri, **Application of the New Production Philosophy to Construction**, Finland, 1992, 81 p. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.15.9598&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 20 set. 2016.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L.. **Is Construction Planning Really Doing its Job? A Critical Examination of Focus, Role and Process**. Construction Management and Economics: Londres, 1987.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M.A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. **Planejamento e controle da Produção**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2008.

MARTINS, E.; Assaf Neto, A. **Administração financeira: as finanças das empresas sob condições inflacionárias**. São Paulo: Atlas, 1993.

MORAES, M. M. Rosa. **Procedimentos para o processo de planejamento da construção: estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), 2007. 106 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4619?show=full>>. Acesso em: 20 set. 2016.

MATTOS, Aldo D. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo, Pini, 2010.

MATTOS, Adriano Oliveira. **Estudo do Planejamento em Linha de Balanço de uma Obra em Paredes-Painéis com aplicação de princípios da Construção Enxuta**. Trabalho Acadêmico. Curso de Especialização em Gestão e Tecnologia de Produção de Edifícios da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Salvador - BA, 2006. 75 p. Disponível em: <<http://www.gerenciamento.ufba.br/Monografias%202004%20-%202006/Monografia%20Adriano/ESTUDO%20DO%20PLANEJAMENTO%20EM%20LINHA%20DE%20BALANCO.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2016.

MOURA, Camiile B. **Avaliação do Impacto do Sistema Last Planner no Desempenho de Empreendimentos da Construção Civil**, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre – RS, 2008. 170 p. Disponível em: <

<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/15943/000693677.pdf?..> > . Acesso em: 21 set. 2016.

NEVES, Renato M. et al. **Aprendizagem na Implantação do PCP**, XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Curitiba – PR, 2002. 8 p. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR14_1112.pdf > . Acesso em: 29 set. 2016.

NICOLINI, D.; TOMKIND, C.; HOLTI, R.; OLDMAN, A.; SMALLEY, M. **Can target costing and whole life costing be applied in the construction industry?: Evidence from two case studies**. British Journal of Management, UK, 2000, 324 p.

OLIVEIRA, Inaiara B.F. **Integração do orçamento com o planejamento e controle da produção utilizando o software ERP: Pesquisa aplicada em empresa construtora da cidade de Porto Alegre**. Trabalho de conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005 193 p. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/97344/000565113.pdf?sequence=1> >. Acesso em: 17 set. 2016.

RESENDE, Carlos C. R. **Atrasos de Obra Devido a Problemas no Gerenciamento**. Rio de Janeiro - RJ, 2013. 61 p. Disponível em: < <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006164.pdf> >. Acesso em: 17 set. 2016.

SANTOS, A et al. **Método de intervenção para redução de perdas na construção civil: manual de utilização**. 2ª Edição. SEBRAE, Porto Alegre, 2002. 104 p.

SANVICENTE, A. Z. SANTOS, C. C. **Orçamento na administração de empresas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SCURO, Maria Elvira Gonçalves. **Planejamento e controle ao longo da obra de um empreendimento imobiliário – Caso real de uma empresa incorporadora**. Monografia – Bacharelado em Ciências Contábeis Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2010. 81 p. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/120561/294090.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >. Acesso em: 02 out. 2016.

Trauner, Theodore.J., “**Construction Delays: documenting causes, winning claims, recovering costs**”, R.S. Means, E.U.A., 1990.

VALLE, Ramiro Lobato do, **Canteiro de Obras – Planejamento do sistema produtivo da construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Mato Grosso no Campus Universitário do Araguaia, Barra do Garças, MT, 2016. 44 p. Disponível em: < file:///C:/Users/Amanda/Downloads/CANTEIRO%20DE%20OBRAS-

%20PLANEJAMENTO%20DO%20SISTEMA%20PRODUTIVO%20DA%20CONSTR
UÇÃO%20CIVIL%20(1).pdf > . Acesso em: 02 out. 2016.

VARALLA, Ruy. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

SANVICENTE, A. Z. SANTOS, C. C. **Orçamento na administração de empresas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos**. Porto Alegre: ANTAC, 2006. 112 p.

SHIMOKAWA, Koichi. **O Nascimento de Lean: conversa com Taiichi Ohno, Eiji Toyoda e outras pessoas que deram forma ao modelo Toyota de gestão** – Porto Alegre: Bookman, 2011, 296 p.

TRAUNER, Theodore.J., **Construction Delays: documenting causes, winning claims, recovering costs**, R.S. Means, E.U.A., 1990.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APENDICES

APÊNDICE A – Dimensionamento da equipes de trabalho

DIMENSIONAMENTO DE EQUIPES

FORMAS (m ²)							
COD	ESTRUTURA	QUANTIDADE	TEMPO		N.FUNCIONÁRIOS	ÍNDICE	PROD
			DIAS	HORAS			
13	VIGAS 1º PAVIMENTO	384,99	16	160	1	0,51	384,99
14	LAJE 1º PAVIMENTO	490,34	14	140	2	0,46	490,34
11	PILARES 1º AO TIPO 1	119,7	6	60	1	0,51	119,7
13	VIGAS TIPO 1	327,31	5	50	3	0,51	327,31
14	LAJE TIPO 1	449,41	8	80	3	0,46	449,41
11	PILARES TIPO 1 AO TIPO 2	119,7	7	70	1	0,51	119,7
13	VIGAS TIPO 2	288,86	5	50	3	0,51	288,86
14	LAJE TIPO 2	517,24	8	80	3	0,46	517,24
11	PILARES TIPO 2 AO TIPO 3	119,7	6	60	1	0,51	119,7
13	VIGAS TIPO 3	288,86	6	60	2	0,51	288,86
14	LAJE TIPO 3	517,24	8	80	3	0,46	517,24
11	PILARES TIPO 3 À COBERTURA	119,7	6	60	1	0,51	119,7
13	VIGAS COBERTURA	286,34	6	60	2	0,51	286,34
14	LAJE DE COBERTURA	520	6	60	4	0,46	520

AÇO (kg)							
COD	ESTRUTURA	QUANTIDADE	TEMPO		N.FUNCIONÁRIOS	ÍNDICE	PROD
			DIAS	HORAS			
13	VIGAS 1º PAVIMENTO	3070,90	16	160	3	0,18	3070,90
11	PILARES 1º AO TIPO 1	778,50	6	60	2	0,18	778,50
13	VIGAS TIPO 1	2716,10	5	50	8	0,18	2716,10
11	PILARES TIPO 1 AO TIPO 2	778,50	7	70	2	0,18	778,50
13	VIGAS TIPO 2	2213,30	5	50	8	0,18	2213,30
11	PILARES TIPO 2 AO TIPO 3	774,30	6	60	2	0,18	774,30
13	VIGAS TIPO 3	2108,70	6	60	6	0,18	2108,70
11	PILARES TIPO 3 À COBERTURA	774,30	6	60	2	0,18	774,30
13	VIGAS COBERTURA	821,30	6	60	2	0,18	821,30

ALVENARIA (m ²)							
COD	ESTRUTURA	QUANTIDADE	TEMPO		N.FUNCIONÁRIOS	ÍNDICE	PROD
			DIAS	HORAS			
21	TÉRREO	471,63	5	50	4	0,41	471,632
21	PRIMEIRO PAVIMENTO	519,87	5	50	4	0,41	519,869
21	TIPO 1	297,06	5	50	2	0,41	297,055
21	TIPO 2	297,06	5	50	2	0,41	297,055
21	TIPO 3	297,06	5	50	2	0,41	297,055
21	COBERTURA	166,92	5	50	1	0,41	166,92

ALVENARIA (m ²)							
COD	ESTRUTURA	QUANTIDADE	TEMPO		N.FUNCIONÁRIOS	ÍNDICE	PROD
			DIAS	HORAS			
21	TÉRREO	471,63	5	50	4	0,41	471,632
21	PRIMEIRO PAVIMENTO	519,87	5	50	4	0,41	519,869
21	TIPO 1	297,06	5	50	2	0,41	297,055
21	TIPO 2	297,06	5	50	2	0,41	297,055
21	TIPO 3	297,06	5	50	2	0,41	297,055
21	COBERTURA	166,92	5	50	1	0,41	166,92

REBOCO INTERNO (m ²)							
COD	ESTRUTURA	QUANTIDADE	TEMPO		N.FUNCIONÁRIOS	ÍNDICE	PROD
			DIAS	HORAS			
22	SUBSOLO	509,38	12	120	2	0,41	509,382
22	TÉRREO	471,63	11	110	2	0,41	471,632
22	PRIMEIRO PAVIMENTO	519,87	12	120	2	0,41	519,869
22	TIPO 1	297,06	12	120	1	0,41	297,055
22	TIPO 2	297,06	12	120	1	0,41	297,055
22	TIPO 3	297,06	12	120	1	0,41	297,055
22	COBERTURA	166,92	4	40	2	0,41	166,92

PINTURA INTERNA (m ²)							
COD	ESTRUTURA	QUANTIDADE	TEMPO		N.FUNCIONÁRIOS	ÍNDICE	PROD
			DIAS	HORAS			
32	SUBSOLO	509,38	6	60	3	0,4	509,382
32	TÉRREO	471,63	6	60	3	0,4	471,632
32	PRIMEIRO PAVIMENTO	519,87	6	60	3	0,4	519,869
32	TIPO 1	297,06	6	60	2	0,4	297,055
32	TIPO 2	297,06	6	60	2	0,4	297,055
32	TIPO 3	297,06	6	60	2	0,4	297,055
32	COBERTURA	166,92	6	60	1	0,4	166,92

CONTRAPISO (m ²)							
COD	ESTRUTURA	QUANTIDADE	TEMPO		N.FUNCIONÁRIOS	ÍNDICE	PROD
			DIAS	HORAS			
23	SUBSOLO	339,72	4	40	3	0,36	339,72
23	TÉRREO	289,48	4	40	3	0,36	289,48
23	PRIMEIRO PAVIMENTO	392,35	4	40	4	0,36	392,35
23	TIPO 1	382,33	4	40	3	0,36	382,33
23	TIPO 2	382,33	4	40	3	0,36	382,33
23	TIPO 3	382,33	4	40	3	0,36	382,33

PISO (m ²)							
COD	ESTRUTURA	QUANTIDADE	TEMPO		N.FUNCIONÁRIOS	ÍNDICE	PROD
			DIAS	HORAS			
24	SUBSOLO	339,72	6	60	2	0,42	339,72
24	TÉRREO	289,48	6	60	2	0,42	289,48
24	PRIMEIRO PAVIMENTO	392,35	6	60	3	0,42	392,35
24	TIPO 1	382,33	6	60	3	0,42	382,33
24	TIPO 2	382,33	6	60	3	0,42	382,33
24	TIPO 3	382,33	6	60	3	0,42	382,33

FORRO DE GESSO (m ²)							
COD	ESTRUTURA	QUANTIDADE	TEMPO		N.FUNCIONÁRIOS	ÍNDICE	PROD
			DIAS	HORAS			
31	TÉRREO	54,12	2	20	1	0,55	54,12
31	PRIMEIRO PAVIMENTO	60,85	2	20	2	0,55	60,85
31	TIPO 1	86,38	2	20	2	0,55	86,38
31	TIPO 2	86,38	2	20	2	0,55	86,38
31	TIPO 3	86,38	2	20	2	0,55	86,38

DIVISÓRIAS (m ²)							
COD	ESTRUTURA	QUANTIDADE	TEMPO		N.FUNCIONÁRIOS	ÍNDICE	PROD
			DIAS	HORAS			
33	TÉRREO	70,79	3	30	1	0,45	70,794
33	PRIMEIRO PAVIMENTO	94,74	3	30	1	0,45	94,7412
33	TIPO 1	165,73	3	30	2	0,45	165,734
33	TIPO 2	165,73	3	30	2	0,45	165,734
33	TIPO 3	165,73	3	30	2	0,45	165,734

REBOCO EXTERNO (m ²)							
COD	ESTRUTURA	QUANTIDADE	TEMPO		N.FUNCIONÁRIOS	ÍNDICE	PROD
			DIAS	HORAS			
22	LESTE	658,13	12,3	123	3	0,62	658,13
22	SUL	190,40	3,6	36	3	0,62	190,4
22	NORTE	84,26	1,6	16	3	0,62	84,26
22	OESTE	127,07	2,4	24	3	0,62	127,07
22	COBERTURA	166,92	3,1	31	3	0,62	166,92

PINTURA EXTERNA (m ²)							
COD	ESTRUTURA	QUANTIDADE	TEMPO		N.FUNCIONÁRIOS	ÍNDICE	PROD
			DIAS	HORAS			
32	LESTE	658,13	12,3	123	3	0,57	658,13
32	SUL	190,40	3,6	36	3	0,57	190,4
32	NORTE	84,26	1,6	16	3	0,57	84,26
32	OESTE	127,07	2,4	24	3	0,57	127,07
32	COBERTURA	166,92	3,1	31	3	0,57	166,92

TELHADO (m ²)							
COD	ESTRUTURA	QUANTIDADE	TEMPO		N.FUNCIONÁRIOS	ÍNDICE	PROD
			DIAS	HORAS			
50	TÉRREO	367,25	6	60	4	0,64	367,25

APÊNDICE B – Lista de restrições

		PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO		Obra: &Comercial	Gerente: Antonio P. Neto	Data Planejamento						
				Data de Inicio 17/7/17	Resp Amanda Strohaecker							
Nº	Equipe	Pacote de Trabalho	Restrições		SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	Executado %	Meta %	Executado no prazo
1	ETGETON	PILARES 1º AO TIPO 1		P	■						100%	
				E								
2	ETGETON	CONCRETAGEM DE PILARES	RESERVA BOMBA E CAMINHÃO	P	■						100%	
				E								
3	ETGETON	VIGAS TIPO 1		P	■	■	■				100%	
				E								
4	ETGETON	LAJES TIPO 1	PEDIDO MADEIRA E LAJES	P		■	■	■			100%	
				E								
5	ETGETON	CONCRETAGEM VIGAS E LAJES	RESERVA BOMBA E CAMINHÕES	P				■			100%	
				E								
6	ETGETON	PILARES TIPO 1 AO 2		P				■	■	■	100%	
				E								
7	ETGETON	CONCRETAGEM PILARES	RESERVA BOMBA E CAMINHÕES	P						■	100%	
				E								
8	???	ALVENARIA SUBSOLO	MATERIAL E MO	P				■	■		100%	
				E								
9	???	ALVENARIA TÉRREO	MATERIAL E MO	P				■	■	■	100%	
				E								
10	ETGETON	VIGAS TIPO 2		P						■	20%	
				E								
11	DUMMEL	INSTALAÇÕES EMBUTIDAS	MO E MATERIAL	P						■	15%	
				E								
12				P								
				E								

LEGENDA:

■ PREVISTO

APÊNDICE C – Descrição das restrições

PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO				Obra: &Comercial	Resp. Planejamento: Amanda Strohaecker	Data Planejamento	
				Mês Planejado: julho-17	a	XX/XX/XXXX	
Nº	DESCRIÇÃO DA RESTRIÇÃO	Qtdd	RESP. DA RETIRADA DA RESTRIÇÃO	DATA PARA RETIRADA	OK		OBSERVAÇÕES / AÇÕES
					S	N	
1							
2	RESERVA BOMBA E CAMINHÃO	c.p.	AMANDA STROHAECKER	17/07/2017			VOLUME DE CONCRETO, BOMBA LANÇA E CAMINHÃO
3							
4	PEDIDO MADEIRA E LAJES	c.p.	AMANDA STROHAECKER	21/07/2017			QUANTITATIVO DE MADEIRA PARA CIMBRAMENTO E PEDIDO DE LAJES CONFORME PROJETO
5	RESERVA BOMBA E CAMINHÕES	c.p.		28/07/2017			VOLUME DE CONCRETO, BOMBA LANÇA E CAMINHÃO
6							
7	RESERVA BOMBA E CAMINHÕES	c.p.	AMANDA STROHAECKER	10/08/2017			VOLUME DE CONCRETO, BOMBA LANÇA E CAMINHÃO
8	MATERIAL E MO	c.p.	AMANDA STROHAECKER	01/08/2017			CONTRATAR MÃO DE OBRA (ETGETON) E PEDIR MATERIAL
9	MATERIAL E MO	c.p.	AMANDA STROHAECKER	01/08/2017			CONTRATAR MÃO DE OBRA (ETGETON) E PEDIR MATERIAL
10							
11	MO E MATERIAL	c.p.	AMANDA STROHAECKER	03/08/2017			COMUNICAR DUMMEL E COMPRAR O MATERIAL
12							

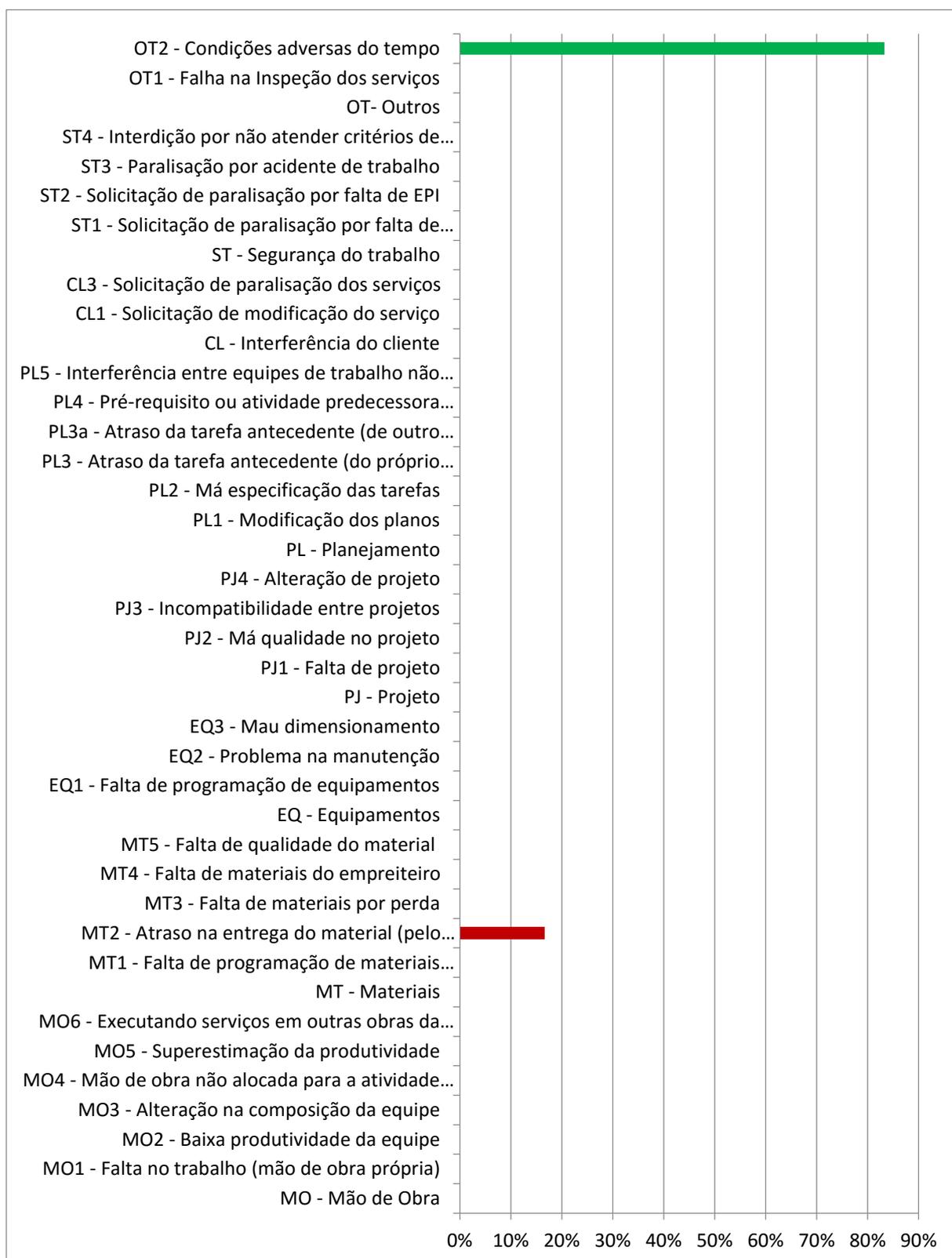
c.p. = "conforme projeto"

APÊNDICE D – Planejamento semanal

PLANEJAMENTO SEMANAL											SEMANA				
LOGO DA EMPRESA											S005				
Edifício e - Comercial											Data	02/06/17			
Período 05/06/17 até 11/06/17											88%				
											$PPC = \frac{\sum \text{itens_exec100\%}}{\sum \text{itens_totais}}$				
No	Equipe	EQUIPE	Pacote de trabalho	%P	%E								OK	PROBLEMAS	
						S 5/6	T 6/6	Q 7/6	Q 8/6	S 9/6	S 10/6	D 11/6			
01	Jair	BETO	Montagem de Laje 1º pavimento (etapa 1) - EPS	100	100	P	2	2						1	
						E	2								
02	Marco	BETO	Montagem de Laje 1º pavimento (etapa 1) - malha	100	100	P	2	2						1	
						E	2								
03	Tainã	BETO	Montagem de Laje 1º pavimento (etapa 1) - armadura	100	100	P	2	2						1	
						E	1	2							
04	André	BETO	Concretagem de Laje 1º pavimento (etapa 1)	100	100	P		8						1	
						E		8							
05	Isaías	BETO	Fabricação de formas de Vigas 1º pavimento (etapa 2)	70	100	P		3	3	3	3			1	
						E		3	3	3	3				
06	Tainã	BETO	Montagem de Armadura vigas 1º pavimento (etapa 2)	50	50	P		3	3	3	3			1	
						E		3	3	3	3				
07	Isaías	BETO	Fabricação de formas de Pilares térreo ao 1º pavimento (etapa 2)	25	00	P		2	2	2	2			0	material não foi entregue
						E		0	0	0	0				
08	Tainã	BETO	Montagem de Armadura vigas 1º pavimento (etapa 2)	40	50	P		2	2	2	2			1	
						E		3	3	3	3				

MT2

APÊNDICE E – Indicativo dos problemas que provocaram o não cumprimento das atividades



Codificação dos Problemas que Ocasionariam o não cumprimento das atividades previstas.

MO - Mão-de-Obra
MO1 - Falta no trabalho (mão própria)
MO2 - Baixa produtividade da equipe
MO3 - Alteração no tamanho da equipe
MO4 - Mão de obra não alocada para a atividade (MDO própria ou terceirizada)
MO5 - Superestimação da produtividade
MO6 - Executando serviços em outras obras da empresa

MT - Materiais
MT1 - Falta de programação de materiais
MT2 - Atraso na entrega do material
MT3 - Falta de materiais por perda
MT4 - Falta de materiais do empreiteiro
MT5 - Falta de qualidade do material

EQ - Equipamentos
EQ1 - Falta de programação de equipamentos
EQ2 - Problema na manutenção
EQ3 - Mau dimensionamento

PJ - Projeto
PJ1 - Falta de projeto
PJ2 - Má qualidade no projeto
PJ3 - Incompatibilidade entre projetos
PJ4 - Alteração de projeto

PL - Planejamento
PL1 - Modificação dos planos
PL2 - Má especificação das tarefas
PL3 - Atraso da tarefa antecedente
PL4 - Pré-requisito da atividade não foi cumprida
PL5 - Interferência entre equipes de trabalho

CL - Interferência por parte do cliente
CL1 - Solicitação de modificação do serviço
CL2 - Solicitação de inclusão de pacote de trabalho
CL3 - Solicitação de paralisação dos serviços

ST - Segurança do trabalho
ST1 - Solicitação de paralisação por falta de proteção coletiva
ST2 - Solicitação de paralisação por falta de EPI
ST3 - Paralisação por acidente de trabalho
ST4 - Interdição equipamentos por não atender critérios de segurança

OT- Outros
OT1 - Falha na Inspeção dos serviços
OT2 - Condições adversas do tempo

APÊNDICE F – Quantitativo de atividades não realizadas

ESTRUTURA	FORMAS (m²)	ARMADURA (kg)
VIGAS 1º PAVIMENTO	384,99	3070,90
LAJE 1º PAVIMENTO	490,34	2528,40
PILARES 1º AO TIPO 1	119,70	778,50
VIGAS TIPO 1	327,31	2716,10
LAJE TIPO 1	449,41	2528,40
PILARES TIPO 1 AO TIPO 2	119,70	778,50
VIGAS TIPO 2	288,86	2213,30
LAJE TIPO 2	517,24	2528,40
PILARES TIPO 2 AO TIPO 3	119,70	774,30
VIGAS TIPO 3	288,86	2108,70
LAJE TIPO 3	517,24	2528,40
PILARES TIPO 3 À COBERTURA	119,70	774,30
VIGAS COBERTURA	286,34	821,30
LAJE DE COBERTURA	520,00	2528,40

ALVENARIA (m²)

SUBSOLO	
TÉRREO	471,63
1º PAVIMENTO	519,87
TIPO 1	297,06
TIPO 2	297,06
TIPO 3	297,06

REBOCO INTERNO (m²)

SUBSOLO	509,38
TÉRREO	471,63
1º PAVIMENTO	519,87
TIPO 1	297,06
TIPO 2	297,06
TIPO 3	297,06

PINTURA INTERNA (m²)

SUBSOLO	509,38
TÉRREO	471,63
1º PAVIMENTO	519,87
TIPO 1	297,06
TIPO 2	297,06
TIPO 3	297,06

CONTRAPISO (m²)	
SUBSOLO	339,72
TÉRREO	289,48
1º PAVIMENTO	392,35
TIPO 1	382,33
TIPO 2	382,33
TIPO 3	382,33

PISO (m²)	
SUBSOLO	339,72
TÉRREO	289,48
1º PAVIMENTO	392,35
TIPO 1	382,33
TIPO 2	382,33
TIPO 3	382,33

FORRO DE GESSO (m²)	
SUBSOLO	0
TÉRREO	54,12
1º PAVIMENTO	60,85
TIPO 1	86,38
TIPO 2	86,38
TIPO 3	86,38

DIVISÓRIAS (m²)	
TÉRREO	70,79
1º PAVIMENTO	94,74
TIPO 1	165,73
TIPO 2	165,73
TIPO 3	165,73

TELHADO (m²)	
COBERTURA	367,25

FACHADAS	
-----------------	--

REBOCO (m²)	PINTURA (m²)
-------------------------------	--------------------------------

LESTE	658,13	LESTE	658,13
SUL	190,4	SUL	190,4
NORTE	84,26	NORTE	84,26
OESTE	127,07	OESTE	127,07
COBERTURA	166,92	COBERTURA	166,92



UNIVATES

Rua Avelino Tallini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil

CEP 95900-000 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714-7000

www.univates.br | 0800 7 07 08 09