



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO CIVIL
ENGENHARIA CIVIL

RENAN FRANKLIN FERREIRA LEANDRO

**UM ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DA LINHA DE BALANÇO
PARA O ACOMPANHAMENTO DE UMA OBRA DE MÚLTIPLOS
PAVIMENTOS NA CIDADE DE FORTALEZA-CE.**

FORTALEZA

2013

RENAN FRANKLIN FERREIRA LEANDRO

**UM ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DA LINHA DE BALANÇO
PARA O ACOMPANHAMENTO DE UMA OBRA DE MÚLTIPLOS
PAVIMENTOS NA CIDADE DE FORTALEZA-CE.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Orientador(a): Prof. Dr. Vanessa Ribeiro Campos

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

L475e Leandro, Renan Franklin Ferreira.

Um estudo sobre a aplicação da linha de balanço para o acompanhamento de uma obra de múltiplos pavimentos na cidade de Fortaleza-CE. / Renan Franklin Ferreira Leandro. – 2013.
48 f. : il., color., enc. ; 30 cm.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2013.

Orientação: Profa. Dra. Vanessa Ribeiro Campos.

1. Planejamento e Controle de Produção. 2. Linha de Balanço. 3. Construção Civil. I. Título.

CDD 620

RENAN FRANKLIN FERREIRA LEANDRO

**UM ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DA LINHA DE BALANÇO
PARA O ACOMPANHAMENTO DE UMA OBRA DE MÚLTIPLOS
PAVIMENTOS NA CIDADE DE FORTALEZA-CE.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Vanessa Ribeiro Campos
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto
Universidade Federal do Ceará

Prof. Me. Flavia Telis de Vilela de Araújo
Faculdade Integrada do Ceará

AGRADECIMENTOS

Agradeço primordialmente a DEUS que se fez presente em toda essa longa jornada, proporcionando-me a capacidade e a força em todos os momentos.

Aos meus amados pais, José de Fátima e Maria da Conceição, que com muita dedicação me educaram e ofereceram todo o apoio para esta importante conquista.

Aos meus irmãos Ronny e Ruan em que sempre estiveram próximos e dispostos a ajudar no que fosse preciso.

A minha namorada e companheira por todo seu incentivo e pela compreensão nas horas ausentes de estudo.

A toda minha família, em que todos contribuíram de alguma forma com o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

A professora Vanessa Campos, quem me orientou e foi fundamental para a execução e conclusão desta monografia.

A meu amigo mestrando Luis Felipe pelas sugestões e críticas que foram muito importantes no desenvolvimento do trabalho.

Aos demais amigos de faculdade pela parceria e aprendizados, em especial: Thiago, Luis Gonzaga, José Michel, Emanuel, Helder, Paulo Cesar, Giovane, Gedson e tantos outros não citados aqui, porém não esquecidos.

RESUMO

O aquecimento no setor da construção civil e os investimentos em obras de múltiplos pavimentos nos últimos anos em nosso País, em especial na cidade de Fortaleza, fizeram com que as empresas buscassem novos modelos e ferramentas para o gerenciamento de suas obras. Desse modo, a utilização de um sistema de planejamento e controle de produção e o emprego de uma ferramenta, linha de balanço, tem sido cada vez mais decisiva para o gerenciamento dos empreendimentos melhorando sua qualidade e rentabilidade. Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência da aplicação da ferramenta de Linha de Balanço em uma empresa construtora na cidade de Fortaleza. Na monografia apresenta-se uma fundamentação teórica discorrendo sobre planejamento e controle de produção na construção civil e o acompanhamento de obra com a linha de balanço em seguida tem-se uma pesquisa de estudo de caso único, em que se descreve uma visão do sistema de planejamento e controle da produção da empresa e o acompanhamento de obra realizado por esta, com as devidas considerações finais de pesquisa. Por fim relata-se na conclusão a importância que a linha de balanço representa como referencial de acompanhamento na obra.

Palavras-chave: Planejamento e Controle da Produção, Linha de Balanço, Construção Civil.

ABSTRACT

The heating in the civil construction sector and investments in works of multiple floors in recent years in our country, especially in the city of Fortaleza, meant that companies sought new models and tools for managing your works. Thus, the use of a system of planning and control of production and use of a tool, line balance, has been increasingly important to the management of projects improving quality and profitability. This study aims to evaluate the efficiency of implementation of tool line balance in a construction company in the city of Fortaleza. In the monograph presents a theoretical foundation discussing the planning and control of production in civil construction and monitoring of work with balance line then has a search for a case study single, where describes a vision of the planning system and control of the production of company's and monitoring of work performed by it, with due consideration of the final survey. Finally it is reported on the completion of the importance the Line of Balance represent as a reference for monitoring the work.

Keywords: Planning and Control of Production, Line of Balance, Civil Construction.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Relacionamento entre o planejamento e controle	12
Figura 2.2 - Processo de modelo de conversão tradicional	14
Figura 2.3 - Processo de modelo de conversão considerando fluxos	15
Figura 2.4 - Ciclo de Planejamento	17
Figura 2.5- Gráfico de Linha de Balanço	21
Figura 2.6 - Informações da linha de balanço	22
Figura 2.7 - Ritmos das atividades	23
Figura 2.8 - Variáveis da Linha de Balanço	24
Figura 2.9 - Razões para o acompanhamento das atividades	27
Figura 2.10 - Dados para acompanhamento de obras.....	29
Figura 2.11 - Acompanhamento com a Linha de Balanço	30
Figura 4.1- Organograma da obra estudada.....	34
Figura 4.2 - Linha de Balanço	36
Figura 4.3- Planilha de Planejamento Tático.....	37
Figura 4.4 - Planilha de Planejamento Operacional	38
Figura 4.5 - Resumo da Avaliação dos Resultados de Estudo	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Considerações Iniciais	8
1.2	Justificativa.....	9
1.3	Problema.....	9
1.4	Objetivos	9
1.4.1	<i>Objetivo geral</i>	9
1.4.2	<i>Objetivos específicos</i>	10
1.5	Estrutura do Trabalho	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1	Planejamento e controle de produção na construção civil.....	11
2.1.1	<i>Princípios da construção enxuta</i>	13
2.1.2	<i>Dimensões do planejamento e controle da produção</i>	16
2.1.2.1	<i>Dimensão horizontal</i>	17
2.1.2.2	<i>Dimensão vertical</i>	19
2.2	Linha de balanço como ferramenta de acompanhamento em obras	20
2.2.1	<i>Conceitos da técnica de Linha de balanço</i>	22
2.2.1.1	<i>Indicadores da Linha de Balanço</i>	23
2.2.1.2	<i>Vantagens e Desvantagens</i>	25
2.2.2	<i>Aplicação da LB como uma ferramenta de acompanhamento</i>	26
2.2.2.1	<i>Etapas para o acompanhamento</i>	27
2.2.2.2	<i>Visualização do acompanhamento</i>	29
3	MÉTODO DE PESQUISA	31
3.1	Caracterização da pesquisa.....	31
3.2	Etapas de pesquisa	31
4	ESTUDO DE CASO	33
4.1	Apresentação	33
4.2	Visão do sistema de PCP da empresa.....	35
4.3	Acompanhamento realizado na obra	38
4.4	Avaliação dos resultados de estudo	41
5	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
	ANEXOS	47

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Com crescimento econômico nacional dos últimos anos e consecutivo aquecimento no setor da construção civil, grandes oportunidades de negócios e empreendimentos acabaram surgindo, e com isso houve um surgimento considerável de novas empresas. É importante notar que atrelada a essas oportunidades de empreendimentos, a grande disputa no mercado fez com que estas empresas buscassem melhorias para se manterem, desenvolver-se continuamente e assim se sobressair diante das concorrentes.

A partir da necessidade de elevar a competitividade dos empreendimentos perante o mercado, os empresários têm buscado o aumento na qualidade dos serviços, acompanhado pelo acréscimo de produtividade. Essa busca ocorre através da implantação de novos modelos de gerenciar fazendo com que se reduzam cada vez mais os custos de produção e se aumente a absolvição do produto final que é o imóvel pelos clientes, visto que a cada dia estes estão mais exigentes no que se refere à própria qualidade, o preço e também o prazo (ALVES; MARCHESAN; FORMOSO, 2001).

Visando principalmente atingir o prazo final da obra de forma eficiente, com um nível padrão de serviço e dentro do orçamento, o sistema de planejamento se torna fundamental para a tomada de decisão. Segundo Bernardes (2001) a tomada de decisão está intrinsecamente relacionada com o planejamento, pois é através do processo decisório que as metas estabelecidas nos planos podem ser cumpridas. Aliado ao planejamento torna-se necessária ferramentas práticas para que o acompanhamento e a visualização do desenvolvimento das tarefas projetadas estejam à disposição de seus usuários.

Existem várias ferramentas de planejamento e controle de produção, sendo a linha de balanço uma das mais indicadas para projetos com serviços repetitivos, como acontece em edificações de múltiplos pavimentos, pois a mesma utiliza o conceito de linhas de fluxo, estabelecendo ritmos de produção para cada processo, o que a faz tirar proveitos da repetição das tarefas (MENDES JÚNIOR, 1999).

1.2 Justificativa

Tendo em vista a grande competitividade no setor da construção civil, se torna fundamental que as empresas procurem por melhorias gerenciais, e é principalmente através dos métodos de planejamento e controle de obras que estas empresas construtoras podem obter êxito em suas metas.

Devido a pouca disseminação das técnicas que caracterizam o sistema de gerenciamento de obras no setor da construção civil, mas precisamente em empreendimentos habitacionais de múltiplos pavimentos, optou-se por estudar os conceitos de planejamento e controle da produção, e também um instrumento utilizado em obras com repetição, que é o caso da Linha de Balanço, visando atingir os prazos determinados conciliando serviços com elevado padrão de qualidade e principalmente com a máxima capacidade de produção.

O que se percebeu dentro de obras é uma grande dificuldade de cumprir os prazos traçados no início do empreendimento, sendo que, esta dificuldade apresenta-se como um dos maiores problemas enfrentados pelos responsáveis por gerenciar estes empreendimentos, então, resolveu-se estudar como a linha de balanço pode auxiliar no acompanhamento de obras verticais e se esta realmente pode ser eficiente para o alcance dos planos iniciais.

1.3 Problema

Partindo do pressuposto que a linha de balanço é um excelente instrumento para auxiliar no gerenciamento de empreendimentos de múltiplos pavimentos, será que a forma da sua aplicação está agregando valor para o acompanhamento de obra?

1.4 Objetivos

A seguir estão apresentados os objetivos desta monografia.

1.4.1 Objetivo geral

- Avaliar a eficiência da linha de balanço para o acompanhamento de obra em uma empresa de Construção Civil no setor de Edificações na cidade de Fortaleza-CE.

1.4.2 *Objetivos específicos*

- Realizar uma revisão teórica explorando os fundamentos de planejamento e controle da produção na construção civil, discorrendo sobre suas dimensões horizontal e vertical;
- Fazer uma abordagem dos conceitos utilizados para aplicação da linha de balanço no acompanhamento de obra, destacando suas etapas de aferição das atividades, atualização do planejamento e interpretação do desempenho;
- Efetuar um estudo de caso da aplicação da linha de balanço para o acompanhamento de obra através de uma pesquisa semi-estruturada em uma empresa.

1.5 Estrutura do Trabalho

A monografia será dividida em cinco capítulos, organizados da seguinte forma:

- Capítulo 1 – Tem-se a introdução do trabalho, é composta por considerações iniciais onde se vê uma breve contextualização do tema, justificativa do trabalho, o problema de pesquisa e os objetivos divididos em geral e específicos.

- Capítulo 2 – Desenvolve-se a fundamentação teórica, é discorrido sobre o planejamento e controle na construção civil bem como sobre o acompanhamento de obras com a utilização da linha de balanço.

- Capítulo 3 – Apresenta-se a metodologia de pesquisa utilizada para a realização do trabalho que se dá com um estudo de caso.

- Capítulo 4 – Descreve-se o estudo de caso realizado em uma construtora dentro de uma obra residencial de múltiplos pavimentos.

- Capítulo 5 – Relata-se a conclusão da pesquisa feita através do estudo de caso relacionada os assuntos abordados na fundamentação teórica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Planejamento e controle de produção na construção civil

Esta primeira parte do capítulo traz uma apresentação do sistema de Planejamento e Controle da Produção (PCP). É objetivo deste item expor um marco na gestão da produção, que foi o modelo conhecido como construção enxuta, além de, principalmente discorrer sobre as duas dimensões básicas do PCP que são: horizontal e vertical.

Segundo Bernardes (2001 *apud* COSTA, 2010) o planejamento consiste em um processo de tomada de decisão e estabelecimento de metas que apenas são atingidas se o planejamento for seguido de controle. Ainda de acordo com Costa (2010), o sistema PCP tem sido um diferencial para as empresas e estas tem se qualificado cada vez mais quando se utiliza do sistema.

Em um sistema de produção, ao serem definidas suas metas, faz-se necessário formular planos para atingi-las, administrar os recursos humanos juntamente com físicos e acompanhar esta ação, permitindo a correção de prováveis desvios. No conjunto de funções de um sistema produtivo definido por uma empresa, as atividades são desenvolvidas pelo seu setor de planejamento e controle da produção (TUBINO, 1997).

De acordo com Tubino (1997), existem várias formas de classificar os sistemas de produção. As principais formas de classificação são:

- Por grau de padronização, quanto mais padronizados os produtos, mais estes podem ser produzidos em grande escala; seu sistema produtivo pode ser organizado de forma a alinhar mais facilmente os recursos disponíveis e os métodos de trabalho e controle, contribuindo para maior eficiência do sistema, com conseqüente redução de custos;
- Por tipo de operação, sendo classificados segundo dois grandes grupos que são os processos contínuos e discretos; no primeiro caso tem-se uma produção que não se pode identificar individualmente e nos processos discretos envolvem uma produção que podem ser isoladas em lotes ou unidades;
- Pela natureza do produto, os sistemas de produção podem estar voltados para geração de bens ou serviços; no primeiro caso no ato da produção se tem uma materialização do produto, já no segundo caso o produto é algo intangível.

No setor da construção civil, o sistema de produção e montagem é bastante peculiar, sabe-se que ao inverso das indústrias convencionais, em uma obra a estação de

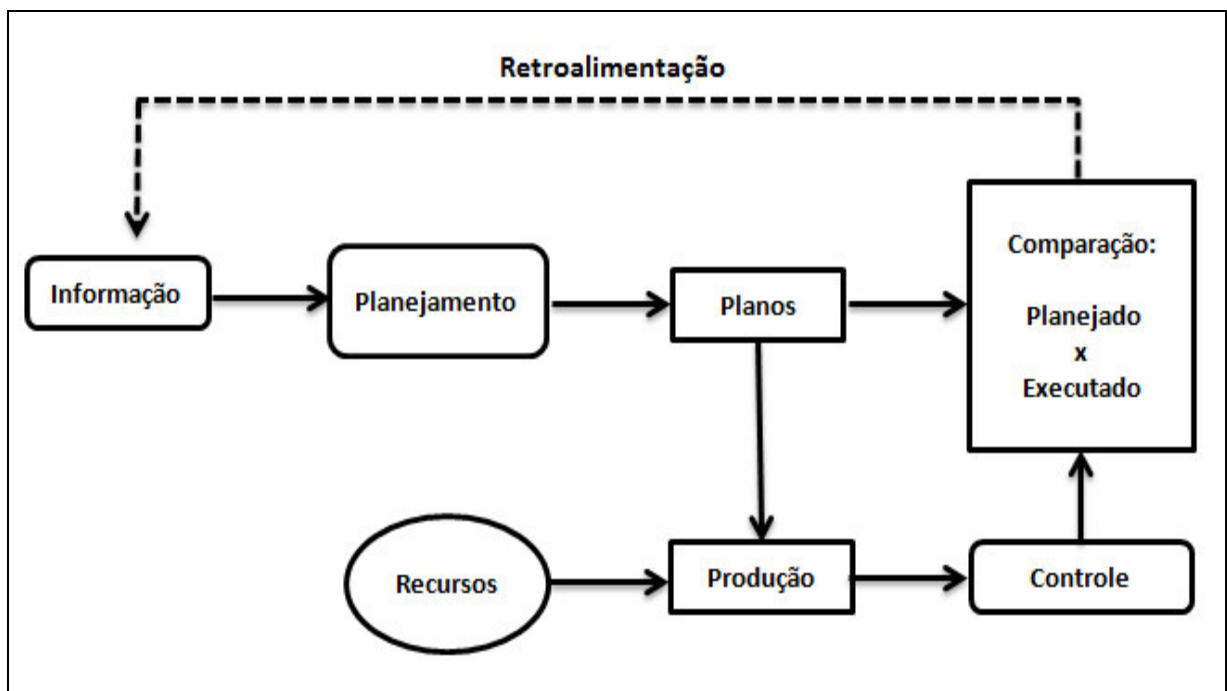
montagem se desloca pelo produto, tornando um sistema de produção difícil de ser padronizado, com tipos de operações contínuas e discretas, e também para materialização do produto exige-se que se produzam, também, serviços intangíveis e difíceis de mensurar.

O processo de PCP na construção civil define as diretrizes da produção de acordo com sistema de produção da organização e o processo de montagem do produto. O planejamento que determina o cronograma da execução de atividades e o controle que permite o acompanhamento e a verificação do andamento físico destas no empreendimento (LOSSO e ARAÚJO, 1995 *apud* MORAES, 2007).

A partir Ballard e Howell (1996 *apud* BEZERRA 2010), o processo de planejamento dentro do sistema de PCP é caracterizado pela criação de metas que sustentam o gerenciamento dos processos produtivos, enquanto o controle garante o cumprimento destas metas, bem como avalia sua conformidade com o planejado, fornecendo assim, informações para preparação de planos futuros.

A relação entre o planejamento e o controle é mostrada na Figura 2.1. O planejamento produz planos que dirigem os processo e o controle trata os dados vindo da produção gerando informações que retroalimentam o processo (HOWELL; BALLARD, 1998).

Figura 2.1 - Relacionamento entre o planejamento e controle



Fonte: adaptado de Howell e Ballard (1998)

2.1.1 Princípios da construção enxuta

Em meados de 1990, a indústria da construção começa a provar a aplicação de um novo modelo de gestão da produção, com base em conceitos nascidos da indústria automobilística, conhecido por construção enxuta (*lean construction*), sendo um resultado de trabalhos de pesquisa realizados por Koskela (1992), pautado na discussão de trabalhos de diversos pesquisadores da área de gerenciamento da produção e da construção civil (JUNIOR OLS; JUNIOR CAB, 2010).

A construção enxuta na verdade é uma filosofia de produção para construção civil, baseada nos princípios apresentados por Womack e Jones na obra, *A Mentalidade Enxuta nas Empresas Lean Thinking*, de 2003, que aborda a aplicação dos conceitos do Sistema Toyota de Produção ao setor industrial (JUNIOR OLS; JUNIOR CAB, 2010).

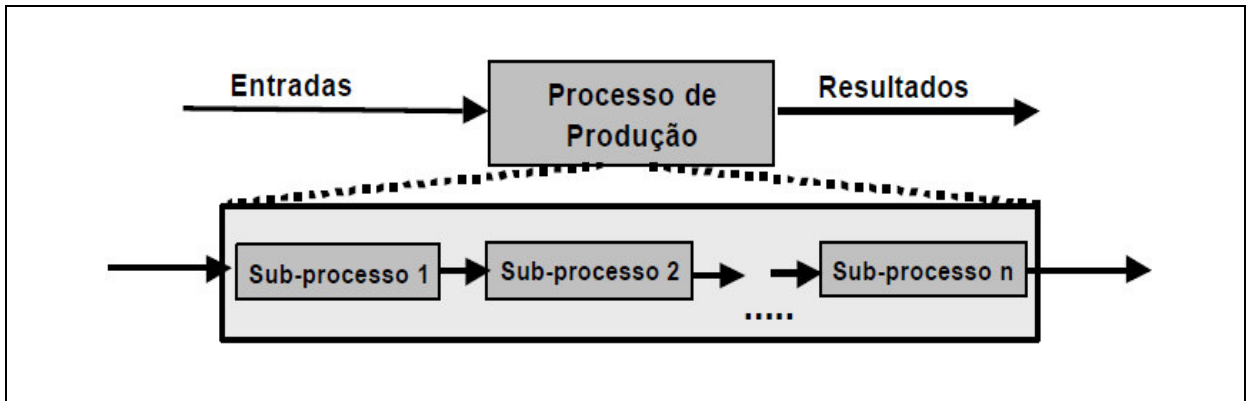
Estes dois autores em um artigo, apresentam o grau da importância de um sistema PCP aliado com a filosofia da construção enxuta para o setor da construção civil. Estes afirmam que não apenas na execução de obras como para o próprio desempenho das empresas no setor esta aliança se torna importante.

Segundo Koskela (1992 *apud* BEZERRA, 2010), com a filosofia da construção enxuta se começa a entender os processos da construção civil de forma diferente. Esta nova visão defende que produção é composta por, além de atividades de conversão, também, por atividades de fluxo. Com o intuito de operacionalizar e integrar as duas atividades de produção, foram formulados onze princípios, como mostrados a seguir ainda neste capítulo.

A diferença entre os conceitos da construção convencional e a construção enxuta está baseada principalmente na visão de transformação. No modelo tradicional a produção é vista unicamente como atividade de simples transformação, e na filosofia da *lean construction*, se considera a produção como um fluxo de atividades de transformação e não transformação, onde esta segunda anteriormente seria negligenciada, tendo como objetivo o aumento da qualidade e produtividade dos processos produtivos abrangendo principalmente os princípios de conversão e fluxo, como também valor, que estarão dentro dos onze princípios (KOSKELA, 2000 *apud* BEZZERA, 2010).

Pode-se ver que na visão tradicional o processo de produção consiste em atividades de conversão de matérias (*inputs*) em produtos (*outputs*), constituindo em uma simples conversão ou transformação dividida apenas em subprocessos, ver Figura 1.2.

Figura 2.2 - Processo de modelo de conversão tradicional



Fonte: Machado e Heineck (2011).

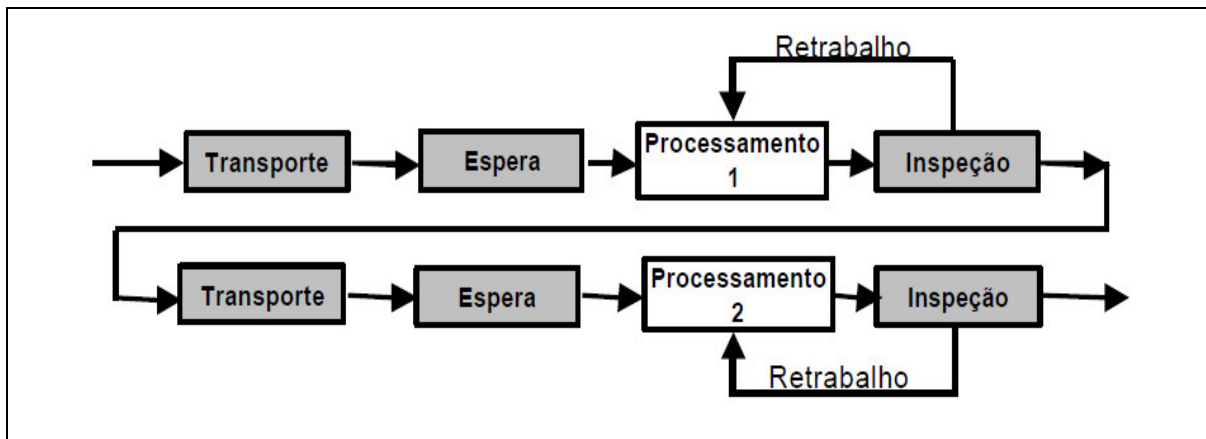
De acordo com Koskela (1992 *apud* JUNIOR OLS; JUNIOR CAB, 2010), esta visão convencional que é usada em processo de elaboração de orçamentos e nos planos de obra, abrangendo apenas atividades que agregam valor ao produto final acarretando algumas deficiências:

- São desprezados fluxos físicos entre as atividades, sendo a maioria dos custos oriunda desses fluxos;
- Existe concentração do controle da produção nos subprocessos individuais em detrimento do processo global;
- São ofertados ao mercado produtos inadequados por não se levar em conta os requisitos dos clientes.

Ainda segundo os mesmos autores, como poderemos ver na Figura 2.3, sabe-se que a construção enxuta é um ambiente produtivo composto por atividades de conversões e de fluxos, embora somente as primeiras agreguem valor ao processo, o gerenciamento das atividades de fluxo torna-se etapa essencial na busca do aumento dos índices de desempenho dos processos produtivo.

Para a visão moderna na construção enxuta têm-se, além do processo de produção, as atividades de transporte ou movimentação, a espera e a inspeção que pode gerar o retrabalho, constituindo o processo de fluxo, ver Figura 2.3.

Figura 2.3 - Processo de modelo de conversão considerando fluxos



Fonte: Machado e Heineck (2011).

No sistema produtivo da construção, sob a visão da filosofia enxuta, esquematicamente, Figura 2.3, temos os retângulos escuros que representam as atividades do processo que não agregam valor em contraste com aquelas que agregam que são os processamentos (MACHADO; HEINECK, 2011).

Portanto, a partir da verificação dos princípios de fluxos de produção pode-se compreender como se eliminar ou minimizar as causas dos desvios dos planos e com isso viabilizar a tomada de decisão (BALLARD; HOWELL, 1996 *apud* JUNIOR OLS; JUNIOR CAB, 2010).

Então, segue abaixo os onze princípios proposto por Koskela (1992) mencionados por Junior OLS e Junior CAB (2010):

- i. Diminuição das parcelas que não agregam valor: constitui o princípio mais geral do novo modelo de gestão da produção, e compreende a minimização ou eliminação das tarefas que tomam tempo, recursos ou espaço sem, no entanto, contribuírem para atender aos requisitos do cliente final;
- ii. Crescimento do valor do produto através de uma consideração sistemática dos requisitos do cliente: no caso, a agregação de valor ao produto ocorre quando são atendidas as necessidades dos clientes, exigindo a identificação dos mesmos;
- iii. Diminuição da variabilidade: as variabilidades no processo são bem significativas tanto com relação à qualidade do produto final, quanto ao que diz respeito aos prazos de execução das atividades. As irregularidades nos prazos provocam aumento do tempo de produção e das partes que não agregam valor;

- iv. Redução do tempo de ciclo: o tempo de ciclo corresponde na soma dos prazos necessários para processamento, inspeção, espera e movimentação. A sua diminuição pode ser alcançada a partir da redução da parcela de atividades que não agregam valor;
- v. Simplificação pela minimização do número de passos e partes: a simplificação pode ser processada como a redução de componentes do produto ou do número de passos existentes em um fluxo de material;
- vi. Crescimento da flexibilidade na execução do produto: para se aumentar a flexibilidade, deve-se procurar diminuir o tamanho dos lotes, aproximando-os da sua demanda; reduzir o tempo de preparação e troca de ferramentas e equipamentos; desenvolver o todo o processo de forma a possibilitar a adequação do produto aos requisitos do cliente e utilizar equipes de produção polivalentes;
- vii. Crescimento da transparência: objetiva diminuir a possibilidade de ocorrência de erros na produção, atribuindo-se maior transparência e visão ao processo de produção;
- viii. Visão no controle de todo o processo: trata-se de buscar a otimização do processo como um todo e não apenas de etapas do mesmo;
- ix. Estabelecimento de melhoria contínua ao processo: todos os esforços para redução de perdas devem ser implementados de maneira contínua nas organizações;
- x. Balanceamento dos fluxos com a melhoria das conversões: melhores fluxos necessitam de menor capacidade de transformação e requerem menor investimento em equipamentos;
- xi. Benchmarking: consistem em um processo de adaptação a partir de maneiras aplicadas em outras empresas, tipicamente consideradas destaques existentes no mercado.

2.1.2 Dimensões do planejamento e controle da produção

Laufer e Tucker, (1987 *apud* BEZERRA 2010) afirmam, sobre o PCP, que “o planejamento estabelece as metas e o caminho para que sejam alcançadas, enquanto o controle é o processo que garante que este curso seja mantido.”

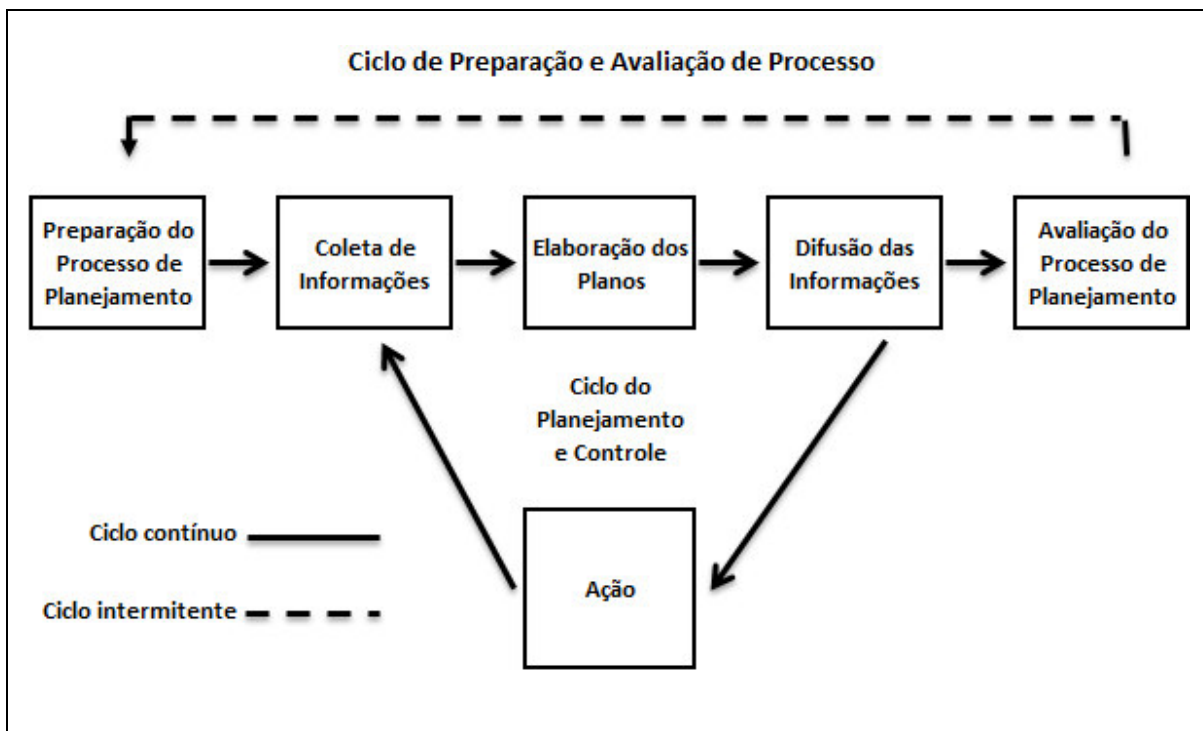
Com o objetivo de melhor organizar o sistema de Planejamento e Controle da Produção, baseando-se principalmente nos trabalhos de Bernardes (2001) e Formoso (2001). O processo de PCP pode ser segmentado através de duas dimensões básicas: horizontal e vertical. Na primeira temos as etapas pelas quais o processo de planejamento e controle é realizado, enquanto na segunda, os vínculos destas etapas com os diferentes níveis gerenciais de uma organização (BERNARDES, 2001).

2.1.2.1 Dimensão horizontal

Esta dimensão é constituída basicamente por cinco etapas nas quais o sistema de planejamento e controle é realizado, que vão desde a preparação do processo de planejamento até a avaliação deste processo (LAUFER; TUCKER, 1987 *apud* ALVES et al. 2001).

Na Figura 2.4 podemos ver o ciclo de planejamento, no qual temos o ciclo contínuo que acontece diversas vezes durante a execução da obra e o ciclo intermitente que ocorre em alguns casos, no começo e/ou final da obra.

Figura 2.4 - Ciclo de Planejamento



Fonte: Laufer e Tucker (1987) *apud* Bernardes (2001)

A seguir são descritos as cinco etapas referentes à prática do planejamento e controle da produção na dimensão horizontal conforme indicado por Formoso (2001):

1ª Etapa: Preparação do processo de planejamento

Nesta etapa são definidos procedimentos e padrões a serem adotados na execução do processo e elaboração dos planos. Das inúmeras definições feitas nesta etapa do processo advém a necessidade de uma análise profunda das condições que influenciam as atividades do processo. Estas condições podem ser identificadas no ambiente em que a empresa se insere e na sua forma de atuação neste meio. Entre as decisões tomadas neste estágio destacam-se as frequências com que os planos serão revisados, definição dos principais envolvidos nos processos e suas funções e bem como as técnicas e ferramentas a serem utilizadas.

2ª Etapa: Coleta de informações

A qualidade do processo de planejamento e controle depende fundamentalmente da disponibilidade de informações para os gestores. Tais informações são produzidas, em formatos e períodos variados, por diversos setores da empresa e também por outros intervenientes do processo. Assim, existe a necessidade de constituir um sistema de informações relativamente complexo, no qual os deveres dos responsáveis devem ser definidos.

3ª Etapa: Elaboração dos planos

Nesta segunda etapa normalmente temos uma maior atenção dos responsáveis pelo planejamento. Esta atenção está ligada ao fato de que, neste momento, é realizado o produto do processo de planejamento, ou seja, o plano de obra. Durante muito tempo intermináveis discussões acerca de qual a melhor técnica a ser utilizada na elaboração de um plano de produção. Entretanto, ao se conhecer a natureza do processo de planejamento e controle, conclui-se que diversas técnicas podem ser utilizadas simultaneamente. Cada uma das etapas tem mais ou menos eficiência em função do tipo de obra, do nível de plano a ser elaborado, da habilidade dos responsáveis e de outros fatores que vão além da sua natureza.

4ª Etapa: Difusão das informações

As informações produzidas na elaboração dos planos precisam ser difundidas entre os seus usuários, tais como diferentes setores da empresa, projetistas, subempreiteiros e fornecedores de materiais. Cada um dos clientes internos do processo de planejamento e controle demanda uma parcela de informação específica, muitas vezes sob um formato único. Portanto, é importante que sejam definidos, para cada um deles, a natureza da informação demandada, sua periodicidade, o formato a ser apresentado e o ciclo de retroalimentação.

5ª Etapa: Avaliação do processo de planejamento

O processo de planejamento tem realmente que ser avaliado de forma a proporcionar a melhoria do processo para empreendimentos futuros, ou para um mesmo

empreendimento, quando for relativamente longo o seu período de execução. Para tornar isso possível, é necessária a utilização de indicadores de desempenho, não só da produção propriamente dita, mas também do próprio processo de planejamento. É necessário definir a periodicidade dos ciclos de avaliação, de forma a detectar falhas nas diversas etapas, criando-se, assim, possibilidades de melhorias. Ciclos muito curtos podem definir tomadas de decisão pouco amadurecidas, enquanto ciclos muito longos podem resultar numa inércia que tende a gerar desmotivação nos envolvidos. Por isso deve-se encontrar uma maneira adequada particular de cada empresa.

2.1.2.2 *Dimensão vertical*

A dimensão vertical é composta por níveis hierárquicos que são divididos principalmente por três, sendo eles longo, médio e curto prazo. Alves et al. (2001) afirmam que uma das maneiras de tratar a incerteza é com a hierarquização dos planos e complementa dizendo que o detalhamento dos mesmos aumentam com a aproximação do momento de sua execução.

Em seguida agora temos como o planejamento e controle de produção é realizado dentro da dimensão vertical, continuando com a visão de Formoso (2001).

1º Nível: Planejamento de longo prazo

O planejamento em longo prazo é também conhecido como estratégico, é o primeiro nível de planejamento e pode ser entendido como planejamento do empreendimento, pois é neste nível que é definido a característica da obra tendo em vista os requisitos exigidos pelos clientes potências. Como é destinado em longo prazo deve ser apresentado com um baixo grau de detalhes, este é um plano designado à alta gerência, pois é através dele que a gerência é mantida informada sobre atividades que estão sendo realizadas. Nesta etapa são definidos os ritmos em que deverão ser executados os principais processos de produção. Em conjunto com os dados do orçamento, o ritmo define um fluxo de despesas que deve ser compatível com o estudo de viabilidade do empreendimento.

2º Nível: Planejamento de médio prazo

O planejamento em médio prazo tende a ser móvel ele pode ser considerado um segundo nível de planejamento, é chamado também de tático e faz o elo entre o que foi estabelecido no planejamento de longo prazo e o que será definido no planejamento em curto prazo. Uma das principais funções do planejamento de médio prazo é a remoção de restrições no sistema de produção sendo um instrumento fundamental para melhoria de todo sistema de

PCP, tendendo a diminuir custos e durações do serviço. Através deste plano são analisados os fluxos de trabalho, visando uma sequencia que reduz a parcela das atividades que não agregam valor ao processo produtivo.

3º Nível: Planejamento de curto prazo

Neste planejamento de curto prazo é definido como nível de maior comprometimento, conhecido como operacional, é caracterizado por possuir um baixo grau de incerteza referente à execução dos serviços. Este nível tem o papel de orientar diretamente a execução da obra, em geral é realizado em ciclos semanais, sendo caracterizado pela atribuição de recursos físicos (materiais e mão de obra) às atividades programadas no plano de médio prazo, bem como o fracionamento dessas atividades em pacotes menores, denominados de tarefas.

2.2 Linha de balanço como ferramenta de acompanhamento em obras

Na segunda parte deste capítulo tem-se um breve histórico da Linha de Balanço (LB) seguido de sua definição e posteriormente é discorrido sobre seus conceitos com seus indicadores, vantagens e desvantagem, e também, finalmente é verificado seu funcionamento como ferramenta de acompanhamento de obra.

A Linha de Balanço surgiu na década de 40, na empresa Goodyear Tire & Rubber Company. Esta foi usada pelas indústrias para seus sistemas de produção, em função da facilidade de visualização das razões de produção, para os vários estágios dos processos de fabricação (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2001 *apud* FERREIRA, 2011) .

A técnica de LB foi desenvolvida pela Marinha dos Estados Unidos nos anos 50, com intuito de avaliar a taxa de fluxo de produtos finais. Ao final da segunda guerra mundial a ferramenta foi adaptada para a indústria da construção civil com o objetivo de programar a construção de conjuntos habitacionais, esta foi bastante utilizada na Europa para a construções de moradias no pós guerra (PRADO, 2002).

No Brasil a linha de balanço foi usada para planejar a construção de conjuntos habitacionais nas décadas de 70 e 80. Na atualidade, existem vários trabalhos que direcionam a ferramenta para programação de edifícios altos (VARGAS; MENDES JR.,1999 *apud* PRADO, 2002).

De acordo com Macedo (1981), desde a década de 40 que a linha de balanço tem sido principalmente utilizada como instrumento para monitorar, com sucesso, o andamento da produção. Na construção civil, mais recente aplicada, é utilizada para situações de

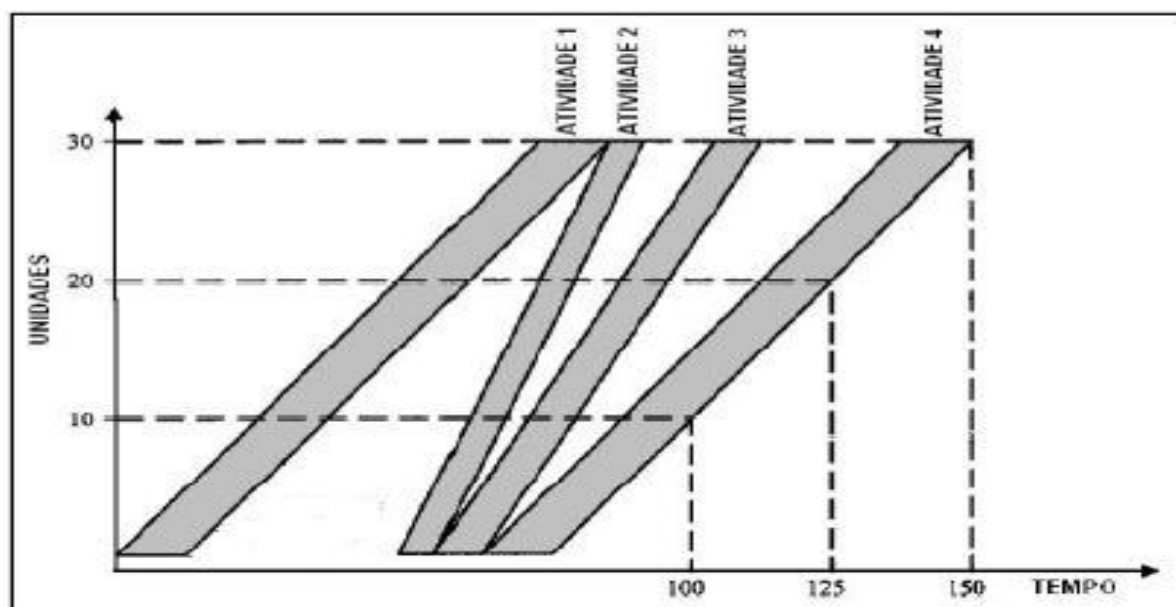
empreendimentos de natureza repetitiva, no qual visualizamos com facilidade as linhas de produção, onde cada linha representa a execução de um serviço em diferentes locais de trabalho.

Segundo Ferreira (2011), este método é efetivo para projetos que possuem atividades comuns, pois a sua principal característica é sumarizar um grupo de atividades similares em apenas uma barra, representada graficamente, de modo a facilitar o acompanhamento da obra.

A partir de Matos (2010) define que a linha de balanço, conhecida por diagrama tempo e caminho, é uma técnica desenvolvida para serviços de repetição em que há ciclos de produção, os serviços repetitivos são representados por uma reta traçada em um gráfico tempo e progresso.

Limmer (1997 *apud* PINHEIRO 2009) descreve a LB como sendo basicamente uma sequência de unidades de serviços pelas suas repetições no tempo, na qual é traçado um par de eixos cartesianos e linhas que representam atividades e seu respectivo andamento (ver Figura 2.5). No eixo horizontal (abscissas) encontra-se representado o tempo e no eixo vertical (ordenadas) encontra-se os valores do andamento do planejado para cada unidade de repetição.

Figura 2.5- Gráfico de Linha de Balanço



Fonte: Ferreira (2011)

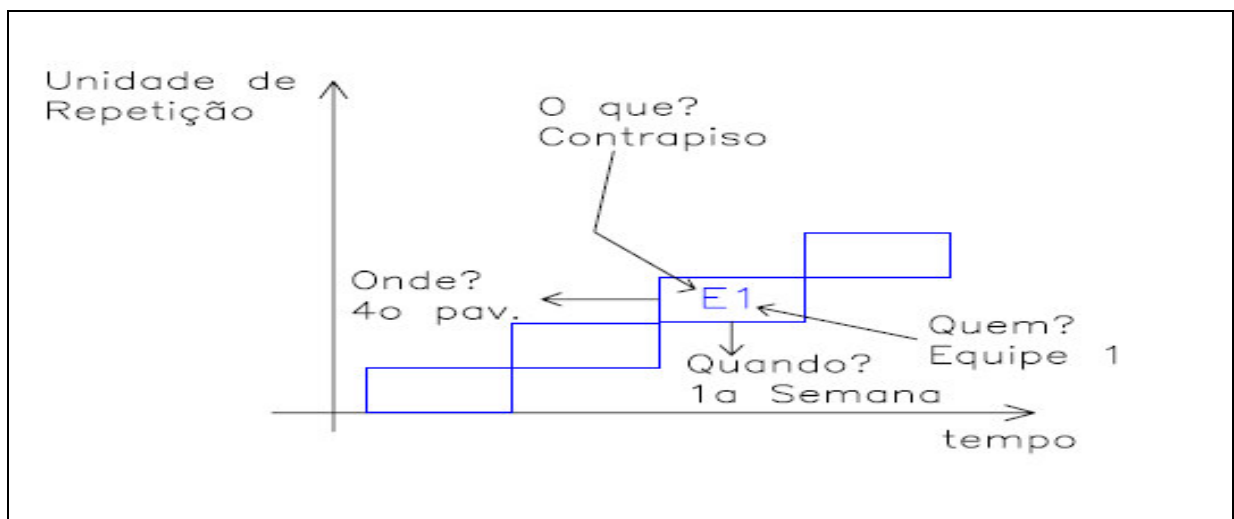
2.2.1 Conceitos da técnica de Linha de balanço

A técnica da linha de balanço tem a proposta de programar e realizar a manutenção da continuidade das tarefas proporcionando um melhor gerenciamento, efeito aprendido, redução de perdas e auxiliar a qualidade das atividades (HEINECK et al., 1998).

Prado (2002) ressalta a afirmação que a linha de balanço é uma ferramenta prática para o gerenciamento de empreendimentos, pois consiste em um instrumento dinâmico que é capaz de destacar graficamente informações que podem passar despercebido ao ser analisadas em grande volume.

A partir de Alves et. al. (1996 *apud* PRADO, 2002), verificou-se que a LB é uma poderosa ferramenta para programação e acompanhamento na execução de empreendimentos, capaz de fornecer um completo relatório e fácil de visualizar de fundamental importância para o gerenciamento de obras. Como podemos ver na Figura 2.6, a ferramenta mostra quem (equipe alocada) vai fazer o que (atividade), quando (duração, início e término da atividade) e onde (local ou pavimento da atividade).

Figura 2.6 - Informações da linha de balanço



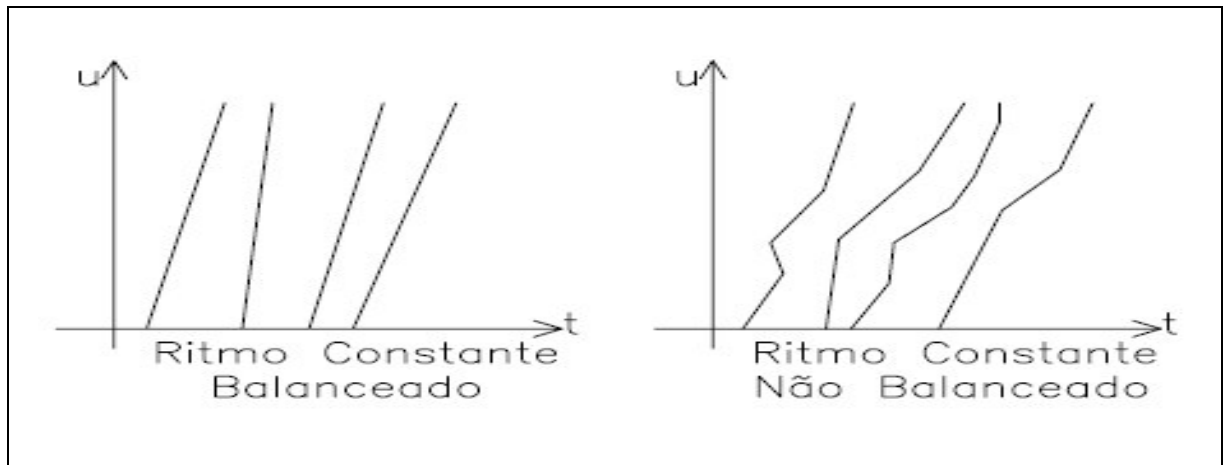
Fonte: Vargas; Mendes Jr. (1999) *apud* Prado (2002)

Como a Linha de Balanço é uma ferramenta que mostra valiosas informações como se viu na Figura 2.6, esta torna-se um essencial instrumento para o gestor de obra, pois é capaz de sintetizar as principais informações em apenas um gráfico.

Um importante conceito destacado por Scomazzon et al. (1985 *apud* PRADO 2002) é que a inclinação de cada linha indica o ritmo no qual a atividade deve-se ser

executada, proporcionando com isso a visualização do prazo da obra e conseqüentemente possibilitando a conclusão da mesma no tempo preestabelecido. Na Figura 2.7 pode-se ver a diferença para o caso de inclinação constante e variável o que isso influi no balanceamento das tarefas.

Figura 2.7 - Ritmos das atividades



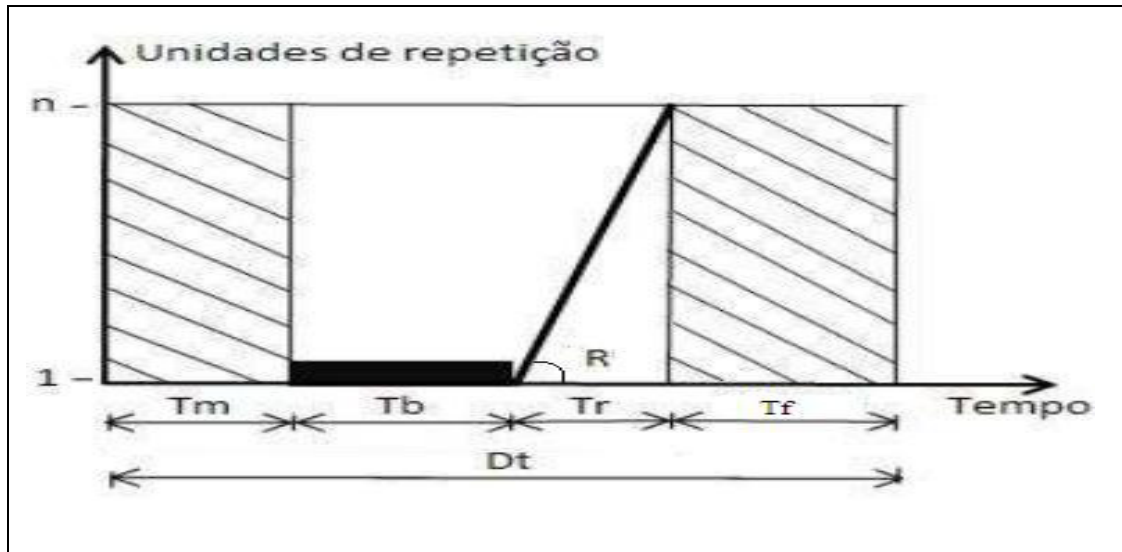
Fonte: Prado (2002).

De acordo com Vargas (2009) o balanceamento das linhas de fluxos traz um grande benefício que é a obtenção do ritmo de produção predefinido e organizado. Neste balanceamento permite-se definir quantas unidades, pavimentos, trechos ou lotes, estarão concluídos num determinado tempo, onde permite o estudo do reaproveitamento de equipes, uma melhor programação das equipes evitando interrupções do trabalho de uma equipe e melhorando as sua produtividade, assim resulta na minimização dos estoques de produtos em processo, melhora as possibilidades de implantação do trabalho em grupo de produção, modulando melhor o trabalho com suas tarefas definidas.

2.2.1.1 Indicadores da Linha de Balanço

A partir do trabalho de Pinheiro (2009) pode-se conferir os devidos indicadores ou variáveis presentes no gráfico da linha de balanço bem como a necessidade de determiná-las para a programação e acompanhamento de obras, ver Figura 2.8.

Figura 2.8 - Variáveis da Linha de Balanço



Fonte: adaptada de Pinheiro (2009).

Onde se tem:

- Número de repetição (n), dependendo do tipo da obra se define qual vai ser o número de repetição utilizada;
- Tempo de mobilização (T_m), é o tempo usado para serviços preliminares na obra, com execução de atividades não repetidas;
- Tempo de base (T_b), é o tempo necessário para a execução uma unidade de repetição;
- Tempo de ritmo (T_r), é o tempo necessário para a execução de todas as unidades de repetição menos a primeira;
- Tempo de folga (T_f), é o tempo utilizado como reserva e conhecido também por pulmão, que dependendo do tipo de obra, este pode ser maior ou menor;
- Ritmo (R) é a razão de execução das unidades pelo tempo, definido em número de unidades repetitivas por unidade de tempo;
- Duração Total (D_t) = é duração total do projeto, sendo a soma do tempo de mobilização (T_m), tempo de base (T_b), tempo de ritmo (T_r) e o tempo de folga (T_f), quando houver.

De acordo com Maders (1987 *apud* PINHEIRO 2009) o tempo de folga é utilizado para prevenir eventuais erros de estimativa e duração das atividades, e também, atrasos por conta de falta de condição de trabalho, normalmente está no meio ou no final do projeto.

2.2.1.2 *Vantagens e Desvantagens*

Como foi visto na conclusão do trabalho de Ferreira (2011), as vantagens e desvantagens que se pode verificar no método de linha de balanço são:

a) Vantagens

- Rapidez no fluxo de informações;
- Fácil percepção dos estrangulamentos da produção;
- Possibilita a agregação de recursos como: mão de obra, equipamentos, materiais e outros itens para programação de serviços;
- Possibilita a programação do ritmo da produção para evitar descontrolar nos prazos dos serviços;
- Determina o tempo de execução das atividades, mostrando duração, datas de início e término e inclusive os tempos de folgas do projeto.
- Indica através de visualização gráfica os desvios de planejamento das atividades, fundamental para o controle da obra;
- Motiva as equipes através da fixação das metas das atividades;
- Proporciona uma especialização das equipes, devido o grau de repetição dos serviços.

b) Desvantagens

- Dificuldade de incluir serviços com sequência diferente das utilizadas no projeto, como o serviço de revestimento de fachada;
- Necessidade de planejamento integrado a forma de executar, inviabilizando a mudança de planos no meio da execução;
- Dificuldade de planejar serviços não repetidos;
- Necessidade de treinamentos de vários serviços para a mesma equipe, contrariando com a cultura antiga que o profissional trabalhava em apenas um tipo de serviço;
- Necessidade que todos da empresa estejam fazendo a correta leitura da LB, inclusive o setor de suprimento que precisam fazer a compra dos materiais em função do avanço do cronograma;

2.2.2 *Aplicação da LB como uma ferramenta de acompanhamento*

De acordo com Matos (2010),

Se planejamento fosse uma ciência exata, o cronograma inicial seria preciso o bastante para gerenciar a obra, dispensando a tarefa de monitoramento e controle. No entanto, sendo dinâmico por natureza e possuindo uma dose de imprevisibilidade, o planejamento impõe ao planejador o acompanhamento da obra.

Seja em qualquer área de aplicação o controle desempenha papel extremamente importante na preservação dos objetivos e na identificação da necessidade de mudar os objetivos. Como se sabe, no conjunto de funções administrativas o passo primordial é o planejamento; posteriormente a organização para atender a este planejamento, segue-se como vai ser direcionado o processo e, finalmente caracterizasse o controle, que tem como função principal medir o progresso, impedir desvio dos planos e indicar ação corretiva (GOLDMAN, 1997).

A partir de Goldman (1997), o controle das atividades de construção civil juntamente com seu planejamento é de suma importância para o sucesso do andamento da execução de qualquer empreendimento. Em uma obra o ideal seria montar um sistema onde todos os setores fossem integrados, dentre estes principalmente o planejamento e controle, no qual o primeiro fossem acompanhado do segundo de forma a se visualizar as disparidades, tomando ações que evitassem as perdas desnecessárias que quase sempre afetam consideravelmente as obras, um exemplo bem comum é as perdas de tempo . É importante salientar que tanto planejamento, quanto o controle influenciam diretamente do início ao fim na execução da obra.

O mesmo autor complementa dizendo que qualidade da fase de controle, que se realiza durante a execução da obra, está diretamente ligada à qualidade do planejamento elaborado, bem como o acompanhamento da obra. Quando se tem um controle de boa qualidade permite-se que se elabore um plano de curto prazo eficiente para atingir os prazos dos serviços. Os resultados são obtidos através de comparação do planejamento com as informações obtidas do controle durante e após a execução da obra.

Morreira et al. (1999 *apud* FOLGIARINI , 2003) afirma que o controle deve ser feito em tempo real, ou seja, deve orientar a realização das atividades corretivas durante a realização das mesmas. O controle é responsável por além da ideia de verificação, identificado fortemente com a correção das causas estruturais dos problemas.

Com o trabalho de Folgiarini (2003), vê-se que, a partir de informações produzidas pelo processo de controle podemos tomar as devidas decisões, pois para um

planejamento mais detalhado, só é possível planejar a partir de informações de controle, e não de projeções sobre o futuro. Para melhor conduzir um sistema de controle é necessário que: seja adequado quanto à atividade e quanto à natureza; mostre rapidamente as irregularidades; seja flexível; seja objetivo; seja compreensível; seja econômico; preveja o futuro e finalmente dê como resultado uma ação corretiva.

De acordo com Mendes Junior (1997 apud VARGAS, 2009) a linha de balanço pode ser utilizada como ferramenta de controle atualizando-a e traçando no dia a dia da obra o que foi executado ao lado do previsto. A diferença entre o número acumulado de unidades de produção concluídas e a quantidade de linhas de balanço num determinado instante nos dá visualmente a informação do andamento de serviço.

Segundo Matos (2010), “o acompanhamento físico de uma obra é a identificação do andamento das atividades e a posterior atualização do cronograma.” Esta atualização é realizada a partir de dados obtidos no canteiro de obra, onde podem acontecer diversos imprevistos, tornando o acompanhamento fundamental por diversas razões, ver Figura 2.9.

Figura 2.9 - Razões para o acompanhamento das atividades

• As atividades nem sempre são iniciadas na data prevista
• As atividades nem sempre são concluídas na data prevista
• Ocorrem alterações de projeto que impactam na execução das tarefas
• Ocorrem flutuações de produtividade que alteram a duração das atividades
• A equipe decide mudar o plano de ataque da obra
• A equipe decide mudar a sequencia executiva de alguns serviços
• A equipe decide mudar o método construtivo de alguma parte da obra
• Ocorrem atrasos no fornecimento de material
• Ocorrem fatores que, embora previsíveis, não são mostrados de maneira precisa no cronograma como chuvas, cheias e etc
• Ocorrem fatores imprevisíveis que interferem na execução de serviços: greves, paralisações, interferências de terceiros, acidentes etc
• O planejador descobre que faltam atividades no planejamento (escopo incompleto), ou que há atividades a mais (escopo incorreto)

Fonte: Matos (2010)

2.2.2.1 Etapas para o acompanhamento

Definido o planejamento inicial e após a aprovação de toda a equipe, tem-se então o objetivo a ser atingido pela gerência da obra, este é chamado como linha de base, pois através deste se têm todas as informações para a realização das atividades no prazo

determinado, neste planejamento referencial contém principalmente a sequencia lógica executiva, os recursos alocados necessários (mão de obra, máquinas e materiais), além de identificar o caminho crítico, que é a sequencia de atividades que devem ser concluídas nas datas programadas para que o projeto possa ser concluído dentro do prazo final (MATOS, 2010).

A partir do mesmo autor sabe-se que a linha de base funciona como um farol para os responsáveis por gerenciar a obra. No processo de acompanhamento, quanto mais próximo à linha de execução estiver da linha de base, melhor será. O monitoramento da obra é o responsável por medir os desvios destas duas linhas, e para o caso de grandes distorções entre estas, deve-se ser tomadas medidas corretivas para suas aproximações. Quando temos desvios graves e grandes disparidades na comparação entre o planejado e executado, pode ser interessante fazer o replanejamento do restante da obra, eliminando a linha de base inicial e definindo uma nova, com isso viabiliza novamente o acompanhamento da obra que é feito em três etapas.

As etapas de acompanhamento da obra segundo Matos (2010) são:

1ª Etapa: Aferição do progresso das atividades

A primeira etapa é realizada de acordo com andamento das atividades é feita aferição no campo, que consiste em medir o avanço de cada serviço na data exata da mensuração. A aferição pode ser feita de várias maneiras, nas quais vai depender de como trabalha a empresa. Normalmente a medição pode ser feita por: unidades físicas, como m, m², m³ ou Kg; rateio percentual, é uma estimativa aproximada; marcos ponderado, onde é determinado antes pelo planejador o limite arbitrário para início e fim de cada atividade.

2ª Etapa: Atualização do planejamento

Nesta etapa os dados do campo são repassados para o planejamento referencial ou linha de base, onde pode ser realizada à comparação do previsto com o realizado. Dessa forma se consegue obter o status de cada atividade, ou seja, tem-se o que foi feito na data de medição ou o total executado até aquele prazo.

3ª Etapa: Interpretação do desempenho

A terceira etapa é feita a partir da atualização do planejamento, onde se analisa as causas dos desvios do cronograma e inferem se as disparidades ocorreram por um motivo pontual ou se representam uma tendência, é nesta última que verifica a necessidade de um replanejamento, conforme resultado dos status de cada atividade.

A partir das etapas de acompanhamento o autor determina os dados que podem ser utilizados para fins de aferição de atividades, atualização e interpretação do planejamento, visto na Figura 2.10:

Figura 2.10 - Dados para acompanhamento de obras

Dado	Observação
Início real	Data em que a atividade foi efetivamente iniciada. Permite ao planejador documentar o cronograma real.
Término real	Data em que a atividade foi efetivamente terminada. Obviamente, só se aplica a atividades 100% concluídas.
Percentual concluído	Percentual mensurado (quando calculado por unidades físicas) ou estimado (por duração ou julgamento do planejador).
Duração remanescente	Quantidade de tempo de que a atividade ainda precisa para sua conclusão. É a quantidade de dias, semanas, horas e etc que faltam para a atividade terminar.
Homen-horas consumidos	O total de Hh gasto por categoria profissional é importante para o planejador acompanhar a rede e construir histórico de produtividade.
Estágio de entrega de materiais	Percentual calculado em função do prazo de entrega do fornecedor.

Fonte: Matos (2010)

2.2.2.2 Visualização do acompanhamento

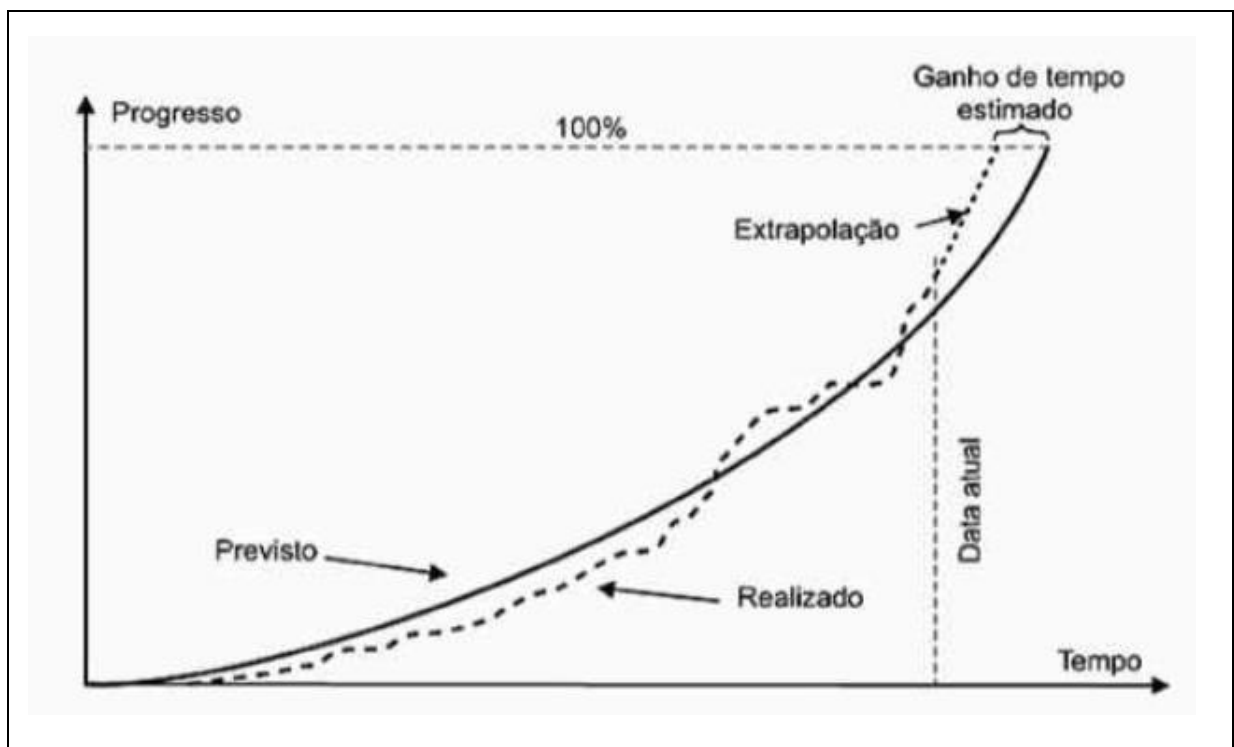
Ainda seguindo uma visão de Matos (2010), uma das principais vantagens do método de tempo e caminho é permitir a comparação do previsto com o realizado. Com a linha de balanço como referência têm-se os pares ordenados tempo (ordenada) e posição (abscissa), deste modo consegue-se determinar o status através da visualização do avanço real do projeto.

Sendo as três situações que podem ocorrer são:

- Linha do realizado coincide com a linha do previsto (serviço em dia);
- Linha do realizado acima da linha do previsto (serviço adiantado);
- Linha do realizado a baixo da linha do previsto (serviço atrasado).

O autor destaca que as três situações podem ser verificadas através de um controle visualmente atraente, realizado na linha de balanço, ver Figura 2.11. Esta tem-se a curva do planejado em linha contínua e a curva do executado em linha pontilhada e no contraste das duas percebe-se qual situação está o projeto. O mesmo recomenda que o gráfico seja implementado em reuniões e fique sempre exposto em espaço visível para toda a equipe da obra, deixando esta envolvida diariamente com o objetivo de fazer com que a linha do executado coincida com a do planejado.

Figura 2.11 - Acompanhamento com a Linha de Balanço



Fonte: Matos (2010)

3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo tem-se a metodologia de pesquisa, descrevendo sobre a natureza da pesquisa realizada bem como sua delimitação, em seguida pode-se ver de que forma e sequência foi feita a pesquisa e suas ferramentas.

3.1 Caracterização da pesquisa

A atual pesquisa é um trabalho de natureza qualitativa na qual se procurou estudar os processos de planejamento e controle de produção de uma empresa, focando no acompanhamento da mesma a partir da técnica de linha de balanço.

A principal característica desta pesquisa é por ser um estudo de caso único em que se tem um caráter exploratório investigativo, que segundo Yin (2001), este tipo de pesquisa investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto de vida real e enfrenta uma situação tecnicamente única em que existem mais variáveis de interesses do que pontos de dados.

A análise do estudo será feita por meio de duas principais fontes de evidências que são:

- Dados encontrados através de observações realizadas no canteiro de obra sobre uma visão passiva;
- Questionário semi-estruturado, como se pode ver no Anexo A, realizado através de uma entrevista com engenheiro gerente da obra.

Devido à restrita disponibilidade do objeto de pesquisa, a obra e seus responsáveis, este trabalho se limitou em explorar apenas o sistema de PCP da empresa no que concerne à dimensão vertical seguida do acompanhamento da obra com ferramenta de linha de balanço, os quais os fundamentos teóricos são apresentados no segundo capítulo.

3.2 Etapas de pesquisa

Para a presente pesquisa, após levantado o tema com sua problemática, foi feito uma fundamentação teórica do assunto baseado principalmente em trabalhos realizados que vão desde artigos, monografias, dissertações e teses, como também livros, onde todos estes trabalhos haviam sido publicados e se encontravam disponíveis em biblioteca ou na internet.

As atividades de pesquisa tratam de um estudo de caso, na qual se divide basicamente no desenvolvimento da seguinte sequência:

- a) Coleta de dados da empresa em que se obtiveram suas características por meio de seu histórico, analisando suas diretrizes básicas e foco de atuação bem como seu organograma de trabalho.
- b) Análise dos procedimentos de planejamento e controle de produção utilizado no empreendimento, explorado através de observações feitas em visita ao canteiro de obra e sobre ferramentas de gerenciamento utilizadas.
- c) Análise do acompanhamento com a técnica de linha de balanço a partir de verificações no canteiro e principalmente na aplicação de um questionário, ver em anexo, composto por questões subjetivas respondidas pelo gerente da obra através de entrevista.
- d) Avaliação dos resultados de pesquisa por meio de uma análise comparativa, em que se verificam os pontos positivos e negativos.

4 ESTUDO DE CASO

O presente capítulo tem-se, então, o trabalho em campo de estudo de caso, onde se explora uma obra residencial de múltiplos pavimentos na cidade de Fortaleza-Ceará.

4.1 Apresentação

A presente pesquisa foi realizada em uma empresa de médio porte, fundada em 1998, dirigida por três amigos e sócios engenheiros civis, onde decidem empreender no mercado da construção civil no estado do Ceará, e principalmente na cidade de Fortaleza com um trabalho baseado em qualidade e crescimento sustentável.

A empresa estudada tem a missão pautada em uma diretriz de crescimento contínuo de forma racional e organizada, apoiada na prestação de serviço com responsabilidade, executa obras para os setores públicos e privados.

Os primeiros empreendimentos tiveram como metas a capitalização da empresa, onde o empenho e profissionalismo dos sócios empreendedores se fizeram os responsáveis diretos por todo o processo de desenvolvimento do negócio que desde o início preza pela ética respeitando os valores humanos e o meio ambiente.

A construtora possui empreendimentos nos variados segmentos da construção, como obras de infraestrutura, habitações, colégios, lojas, hotéis e outras. Diante da sua competência, fez-se com que fossem umas das pioneiras a obter a certificação de qualidade (ISO 9001), instrumento no qual só aumenta sua credibilidade perante o cliente. Atualmente seu foco é construir empreendimentos habitacionais de múltiplos pavimentos em alvenaria estrutural no padrão de Minha Casa Minha Vida, financiado pelo Governo Federal em parceria com o banco Caixa Econômica.

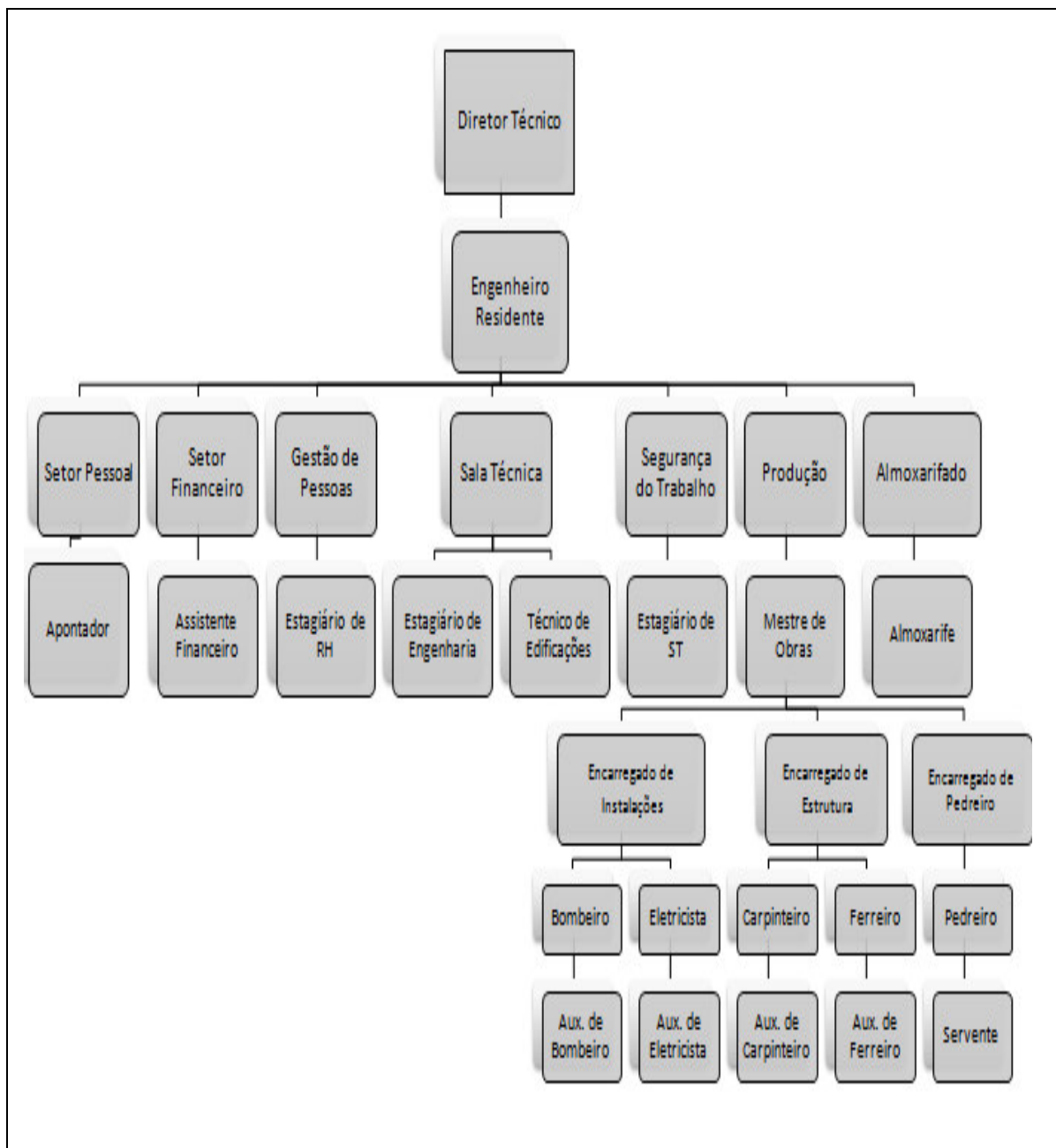
O empreendimento de estudo é uma obra exclusivamente residencial composta por três torres, nas quais a primeira e terceira composta por doze pavimentos, sendo: térreo, dez pavimentos tipos e cobertura; a segunda é composta apenas por onze pavimentos, sendo: térreo e dez pavimentos tipos.

Este empreendimento é uma obra completamente de alvenaria estrutural com laje nervurada. Têm-se dois tipos de apartamentos, denominados tipos A e B, nos quais para torres um e três se têm: no pavimento térreo quatro unidades tipo A e duas tipo B, no pavimento tipo quatro unidades tipo A e quatro tipo B e na cobertura apenas quatro unidades tipo A; no caso da torre dois se têm apenas unidades tipo A.

Portanto, com o grau de repetitividade da obra vê-se que a mesma é bastante propícia para aplicação da ferramenta de linha de balanço, que é um dos principais instrumentos de planejamento e controle utilizado pela empresa. No momento de estudo o empreendimento se encontra na fase final, onde já foram finalizadas as torres um e dois e se está na etapa de acabamento da terceira torre.

Na Figura 4.1 podemos ver como são organizadas as funções na obra:

Figura 4.1- Organograma da obra estudada



Fonte: Plano de qualidade da obra (2012).

4.2 Visão do sistema de PCP da empresa

O planejamento e controle de produção da empresa analisada utilizam principalmente três níveis de divisão. Conforme estudados na fundamentação teórica estes níveis se encontram na dimensão vertical, o primeiro nível é o de longo prazo que compreende todo o período de obra e utiliza a ferramenta de linha de balanço, foco de estudo da atual pesquisa; no segundo nível tem-se o médio prazo que normalmente é feito trimestralmente, mas que dependendo da necessidade este plano pode ter sua periodicidade reduzida; no último e terceiro nível se tem o curto prazo que é realizado semanalmente.

A partir de entrevista e observações, a empresa estuda utiliza para todos os seus empreendimentos o mesmo sistema de PCP independente do tipo de obra, o que só beneficia o sistema que tem como uma de sua característica e bem como missão da empresa a melhoria contínua, a seguir são descritos os níveis de planejamento e controle trabalhados pela construtora e sua organização:

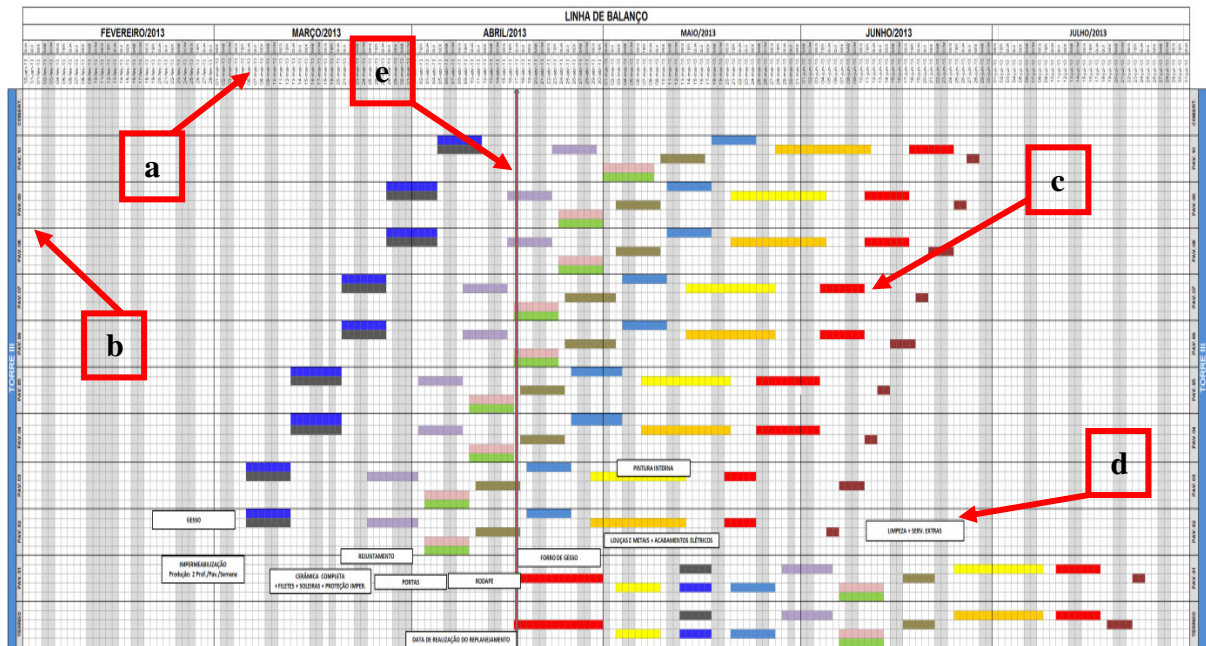
1º Nível: Longo Prazo

O nível do planejamento de longo prazo da empresa é também conhecido como estratégico, onde se tem fixado as principais datas da obra, com as datas início e término do empreendimento, e também, dos serviços, apresentadas através do cronograma de linha de balanço, este como já foi descrito no capítulo dois é formado pelos eixos das ordenadas mostrando o tempo que no caso se encontra em dias e abscissas mostrando as repetições que no caso é formado por pavimentos, neste mesmo cronograma podemos ver atividades sendo representadas por barras coloridas que se pode chamar de célula de produção, onde para cada cor é associada uma célula de produção e o tamanho da barra na horizontal determina a duração planejada do serviço. Para cada célula de produção se tem o seu pacote de serviços que, por exemplo, para a célula denominada de cerâmica têm-se os serviços de assentamento da própria cerâmica, como também assentamento de filetes, soleiras e cantoneiras.

Este planejamento de longo prazo normalmente é responsabilidade do Diretor Técnico juntamente com o Engenheiro Residente e o Engenheiro de Produção, prestador de serviço de consultoria para a empresa, que a partir dos índices de produção da empresa encontrados no próprio software de informação da mesma, planejam e confeccionam a ferramenta de linha de balanço.

Na figura abaixo (Figura 4.2), tem-se a linha de balanço em miniatura onde observa-se a posição de maneira ilustrativa das principais informações conforme se aponta os itens nesta figura, que representa o referencial de base para toda a obra.

Figura 4.2 - Linha de Balanço



Fonte: Elaborada pela empresa estudada (2012).

As principais informações vistas são:

- a. Quando (datas em dia);
- b. Onde (locais em pavimentos);
- c. Que (pacotes de serviços nas barras coloridas);
- d. Quem (balões de informações contêm o nome dos pacotes e as equipes responsáveis);
- e. Este item é atípico, é destacado um marco onde foi realizado o replanejamento, o motivo foi segundo o gerente da obra, a necessidade de encurtar o prazo.

2º Nível: Médio Prazo

No nível de planejamento de médio prazo tem-se a etapa onde são feitos planos que não foram mencionados no longo prazo devido principalmente o nível de detalhes destes, o médio prazo também é utilizado para tomadas de decisões prevendo futuros problemas com meses de antecedências. Este nível conhecido como tático é móvel, pois é utilizado

3º Nível: Curto Prazo

O nível de curto prazo é a etapa operacional do planejamento e controle do empreendimento, na empresa é realizada diariamente onde a partir da linha de balanço se tem a duração das atividades e estas são transcritas para a planilha de planejamento e acompanhamento operacional, em que se têm além da duração, o pacote de serviço com sua descrição o local e a equipe.

O profissional responsável pela produção do planejamento operacional, Figura 4.4, é o estagiário de engenharia em conjunto com os encarregados de obras de cada setor, como se pode ver na Figura 4.1. O acompanhamento é feito da seguinte maneira: inicialmente os encarregados dos serviços no final da semana e após o acompanhamento dos serviços passam para o estagiário de engenharia, que mede a produção e em seguida, o mesmo, realiza o planejamento para a semana seguinte, e para o caso de não atingir o plano no determinado prazo semanal do pacote, é realizado um replanejamento de forma que sejam atingidos os prazos mensais.

Figura 4.4 - Planilha de Planejamento Operacional

Logo da Empresa	PLANEJAMENTO OPERACIONAL										
	Obra: _____					Período: ____/____/____ a ____/____/____					
					Semana: _____					Responsável: _____	
Linha de Produção	Local	Descrição	Equipe	Perc./ Real.	seg	ter	qua	qui	sex	Status	Motivo
					/	/	/	/	/		
				Perc.							
				Real.							
				Perc.							
				Real.							
				Perc.							
				Real.							
				Perc.							
				Real.							
				Perc.							
				Real.							
				Perc.							
				Real.							
				Perc.							
				Real.							
				Perc.							
				Real.							

Fonte: Elaborada pela empresa estudada (2012).

4.3 Acompanhamento realizado na obra

O acompanhamento da execução da obra na empresa estudada é feito baseado principalmente na linha de balanço, pois como mencionado na fundamentação teórica, quando temos um planejamento inicial este se torna o referencial a ser seguido, e na LB encontramos não só a referencia com as datas a ser cumpridas, mas obtemos também por qual caminho devemos seguir para tanto.

O acompanhamento da obra que foi objeto de pesquisa pode-se estudar seguindo uma sequência de três etapas, nas quais na primeira temos a aferição do progresso das atividades que é um processo realizado essencialmente no canteiro de obra, neste item se vê com mais detalhes como funcionam as ferramentas auxiliares da LB a médio e curto prazo; na segunda etapa temos a atualização do planejamento, onde este é feito na própria linha de balanço e finalmente na terceira etapa se faz a interpretação do desempenho do avanço de execução da obra, abaixo se pode ver com mais detalhes sobre essas etapas:

1ª Etapa: Aferição do progresso das atividades

A aferição das atividades é feita diariamente através do acompanhamento operacional, no nível de curto prazo (Figura 4.4), este é executado da seguinte maneira: na primeira coluna tem-se a Linha de Produção na qual se encontra o pacote de serviço a ser feito, na segunda coluna se tem o Local onde deve ser executado o pacote de serviço, na terceira coluna tem-se agora a Descrição na qual constam os serviços que deve ser executado na célula de produção e na quarta coluna vê-se a equipe escalada para executar o serviço. Seguindo na mesma linha macro se tem uma divisão em duas linhas que são formadas pela duração prevista (linha: Prev.) e realizada (linha: Real.), ambas as durações são contadas em dias como se pode ver acima no título da planilha, para a duração prevista do pacote temos sua representação feita pela quantidade de retângulos que é marcado em cinza, sob estes também temos a duração realizada que é preenchida pelo encarregado responsável onde é marcado, normalmente de caneta preta, o retângulo indicando que o pacote está em execução.

Neste mesmo controle operacional é feito o acompanhamento do estado do pacote de serviço que não deixa de fazer parte da segunda etapa, que é atualização do planejamento, onde podemos identificar se a atividade em execução está em dia, atrasada ou adiantada, pois para o caso em que temos a marcação do retângulo realizado terminando no mesmo dia do previsto, se tem uma tarefa em dia; se terminar após, se tem uma tarefa atrasada e se terminar antes, se tem uma tarefa adiantada, na planilha do planejamento operacional existe uma

coluna chamada Status onde através de três cores representa-se o estado da atividade, nas quais temos verde, amarelo e vermelho, onde representa respectivamente, conclusão no prazo previsto, conclusão antes do prazo e conclusão depois do prazo.

Ainda na mesma planilha de acompanhamento temos uma última coluna titulada de Motivo na qual é de fundamental importância para o controle do planejamento, pois é nesta onde se descreve a justificativa para a diferença entre o planejado e o executado.

Como para o acompanhamento do progresso das atividades no nível operacional, também, na obra se faz o acompanhamento para as atividades no nível de planejamento tático (Figura 4.3) e aferição do progresso das mesmas, esta logicamente é feita baseado no que foi planejado no nível de médio prazo. O procedimento para a utilização da planilha do nível tático é semelhante à utilizada para nível operacional, onde tem-se a definição da Linha de Produção, em seguida tem-se o Tipo de Restrição a ser tratada (mão-de-obra, material, equipamento ou outros), em uma outra coluna da planilha temos a Ação de Remoção, na qual é colocada a ação a ser tomada para eliminação da restrição, seguindo na mesma linha e em outra coluna é determinado o Responsável pela ação e no seguinte espaço tem-se o Prazo Final da ação. Nas três últimas colunas da planilha fazem parte as Observações que é para fazer alguma anotação complementar da atividade e as duas últimas colunas é a de Status e Motivo, ambos, já foram descritas e são usadas com os mesmos objetivos do acompanhamento operacional.

2ª Etapa: Atualização do planejamento

A atualização do planejamento é realizada a partir do que foi feito na primeira etapa de acompanhamento que foi a aferição do progresso das atividades, esta atualização é executada no fim da semana precisamente na sexta-feira, onde se tem uma reunião entre o encarregado pela aferição das atividades e o responsável pela atualização do planejamento, em síntese a atualização concerne em transcrever o que foi medido em dia no acompanhamento operacional para o cronograma de linha de balanço, onde se observou que se faz através de uma aproximada representação em percentagens. Em que se pinta a barra conforme o estado do serviço, se este foi finalizado pinta a barra inteira; se este está em processo pinta-se apenas o percentual feito; e logicamente se não iniciou não se pinta nada.

Existe outro procedimento da empresa que se enquadra dentro desta segunda etapa, na qual é efetuada por uma empresa terceirizada onde se faz a partir do executado físico da obra, esta é praticada mensalmente e serve para mensurar realmente o quanto a obra avançou além do termo físico, também financeiro.

3ª Etapa: Interpretação do desempenho

Na interpretação de desempenho basicamente tem-se a análise crítica do planejamento, esta terceira etapa de acompanhamento é uma atribuição de responsabilidade do controle fundamental para o sistema de PCP, esta tem caráter extremamente relevante, pois a interpretação do desempenho é a razão para a existência das duas primeiras etapas, todavia para que aferir e atualizar se não for feito a interpretação e a tomadas de ações sobre o andamento das atividades.

É justamente a tomada de ações corretivas que torna essa etapa de grande importância para o acompanhamento de obras, a partir do estudo em campo, verificasse que essas ações abrangem as mais diversas áreas de gerenciamento da obra, sejam estas relacionadas, por exemplo, na contratação ou relocação de mão de obra, compra de materiais, aluguel de equipamentos, dentre outras.

Após observações e entrevista constatou-se que esta etapa de certa maneira é praticada, constantemente em duas circunstâncias, na reunião no final da semana em que é fechado o nível operacional e se tem que reprogramar a próxima semana e no final do mês quando se encerra o nível tático que também pode ocorrer reprogramações. Nos dois casos, essas interpretações de desempenho devem existir de modo que através das ações corretivas se façam planos buscando não fugir do planejamento referencial que está na linha de balanço.

Tendo em vista que na obra em estudo foi feito um replanejamento, no qual aconteceu devido atraso por conta de paralisações, novamente se constata a utilização desta terceira etapa, onde se precisa a interpretação do desempenho da obra para confeccionar um novo planejamento onde se precisa avaliar o andamento de cada pacote, pois aqueles que estiverem atrasados devem ser “puxados” (adiantado da sua data no plano inicial) e aqueles que estiverem adiantados devem ser “empurrados” (atrasado da sua data no plano inicial) de forma que se faça um novo balanceamento das atividades.

4.4 Avaliação dos resultados de estudo

Neste quarto capítulo foi descrito de uma maneira sumária o sistema de planejamento e controle de produção da empresa no qual se viu que este se encontra bem dividido, pois se consegue distinguir as atividades para cada nível de planejamento, do longo, médio e curto prazo, nota-se também que estas atividades se relacionam entre si de forma complementar, onde as ferramentas do segundo e terceiro níveis de planejamento conseguem

auxiliar de maneira satisfatória o primeiro nível de planejamento que tem como instrumento a linha de balanço.

No quesito responsabilidades, também se verificou ponto positivo nos procedimentos de PCP da empresa, pois se viram bem definidos as atividades de todos os integrantes da administração da obra, onde todos têm papel fundamental para o funcionamento do sistema de planejamento e controle da obra.

Para o caso do planejamento da obra acredita-se que poderia ser incluso no plano macro de linha de balanço a etapa da obra que não existe repetição que é a área comum onde se tem um serviço que requer grande atenção e precisa ser sempre visualizado com antecedência para evitar surpresas ruins. Um serviço que é de grande influencia no prazo da obra e também não se verificou no plano macro foi à execução de fachada, esse não constava devido o cronograma ter sido atualizado após a data de término da fachada.

Durante a realização da pesquisa foi identificados pontos que podem ser melhorados, nos quais constam os problemas que são identificados nas próprias planilhas de acompanhamentos operacionais e táticos, o que se percebeu é que existe a identificação do problema, mas não o tratamento deste, onde se poderia além de identificar, relacionar os mais recorrentes para serem tratados e não voltar a acontecer. A partir destes mesmos acompanhamentos se poderiam, também, utilizar uma espécie de avaliação do sistema PCP através de indicadores que podem ser utilizados tanto no operacional como no tático que são respectivamente o Percentual de Pacotes Concluídos (PPC) que é formado pela relação da quantidade de pacote concluído sobre o total de pacotes planejados e o Índice de Remoção de Restrição IRR que é obtido pela relação do número de restrição removida sobre total de restrição identificada.

Segue na Figura 4.5 um quadro resumo da avaliação dos resultados do estudo.

Figura 4.5 - Resumo da Avaliação dos Resultados de Estudo

Pontos Positivos	Pontos Negativos
<ul style="list-style-type: none"> - Utilizam os conceitos da Linha de Balanço - Estruturação dos níveis de PCP - Relacionamento entre os níveis de PCP - Divisão de responsabilidades - Aferição diária de atividades - Atualização semanal do avanço da obra - Reuniões constantes entre a administração - São utilizados ferramentas no plano tático e operacional 	<ul style="list-style-type: none"> - Não é feita a programação da área comum na LB - Ausência de indicadores de desempenho do PCP - Ausência de atividades reservas - Ausência de tratamentos dos atrasos nas atividades

Fonte: Elaborado pelo autor (2013).

5 CONCLUSÃO

Este último capítulo do trabalho constam-se as conclusões e os ensinamentos que se obteve com a pesquisa investigativa em que se procurou analisar qualitativamente a aplicação da linha de balanço para o acompanhamento de uma obra de vertical, e também neste, sugere-se outros temas que podem contribuir para desenvolvimento do mesmo assunto.

A partir dessa pesquisa se consegue verificar a relevância de um sistema de PCP bem estruturado e a importância da utilização da LB no acompanhamento de obra, e se viu também, que ambos podem em conjunto contribuir bastante para o sucesso no gerenciamento de uma obra. Pois o mercado da construção civil está cada dia mais disputado e cada detalhe na gestão dos empreendimentos podem fazer a diferença para o destaque da empresa no setor.

Juntamente à definição do tema do trabalho, veio o problema de pesquisa, em que se questionou o funcionamento da LB no acompanhamento de obra. Ao final da pesquisa com um estudo de caso constatou-se que a Linha de balanço agrega valor sim no acompanhamento da obra, pois estava sendo bem aproveitada, e notou-se que se faziam o acompanhamento dos pacotes de serviços e estes estavam de fácil identificação e bem como as informações básicas da LB.

Com o desenvolvimento do trabalho se concretizou os objetivos propostos no início deste. Na fundamentação teórica discorreu-se sobre PCP e suas dimensões e abordaram-se os conceitos da LB destacando as etapas de acompanhamento de obra. No estudo de caso se verificou a aplicação da ferramenta de linha de balanço no acompanhamento de obra, que por sinal, acredita-se que esta ferramenta é indiscutivelmente fundamental, tanto para planejamento de obras quanto para o controle destas. Pois com a LB se pode gerar informação para programar o planejamento operacional e no mesmo tempo é base para confecção de planos no planejamento tático.

No final do estudo de caso, apresentam-se os resultados do trabalho, em que se destacaram como os principais pontos da pesquisa. Como ponto positivo destaca-se a organização dos níveis de planejamento e controle de produção (longo, médio e curto prazo), pois estes se encontram bem definidos e funcionam em conjunto. Vale salientar o que contribui bastante para a organização e entrosamento dos níveis de PCP são as reuniões constantemente realizadas na presença da administração da obra. No ponto negativo destacou-se que, a linha de balanço é utilizada apenas para serviços repetitivos, quando se poderia usar para toda a execução da obra, de maneira que integraliza se todo o prazo do empreendimento na LB, o que asseguraria mais ainda o sucesso da entrega dentro do prazo inicial.

Tendo em vista a necessidade de está sempre se aprofundando no estudo de gerenciamento de obras, a seguir são feitas recomendações para continuação do trabalho e sugestões para futuros trabalhos:

– Recomendação para o atual trabalho

- a. Estudar como é realizado o planejamento da obra;
- b. Verificar como são coletados os índices de produção para a LB;
- c. Analisar como funciona o PCP na dimensão horizontal;
- d. Relacionar os problemas encontrados no acompanhamento da obra.

– Sugestão para futuros trabalhos

- a. Realizar uma pesquisa de caso múltiplos da aplicação da LB para o acompanhamento de obra na cidade de Fortaleza;
- b. Verificar como a linha de balanço pode atuar em outros níveis de planejamento e controle de obras e quais suas ferramentas utilizadas para isso;
- c. Estudar como é o controle de obras em outras construtoras e quais são etapas de seu acompanhamento.
- d. Avaliar como os planos táticos e operacionais podem contribuir para o cumprimento de metas no plano estratégico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, T. d. C. L.; MARCHESAN, P. R. C.; FORMOSO, C. T. **A análise de restrições e o planejamento e controle da produção na construção de uma biblioteca.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., 2001, Fortaleza, 2001.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding production: an essential step in production control.** New York, 1998.

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle de produção para micro e pequenas empresas de construção.** 2001. Tese (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BEZERRA, L. M. C. M. **Planejamento e Controle da produção com utilização de células de trabalho: Estudo de caso em construções com vedações verticais em concreto armado moldadas in loco.** 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.

COSTA, G. S.; NETO, J. P. B.; MATOS, P. R. F. **Planejamento e controle da produção: estudo sobre a implantação em uma empresa construtora cearense a partir da filosofia da produção enxuta.** In VI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. 2010, Niterói - RJ.

FERREIRA, R. C. **Comparação aplicada entre as técnicas de planejamento CPM e LOB (Line of Balance).** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011.

FOLGIARINI, J.J. **Planejamento e controle de obras: implementação nas obras de ampliação e reforma do hospital de Caridade de Ijuí.** 2003. Monografia. (Graduação em Engenharia Civil) Departamento de Tecnologia, Universidade Regional do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2003.

FORMOSO, C. T. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção.** 2001. Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira: a estrutura de um setor de planejamento técnico.** 3ª ed. São Paulo: Ed. Pini Ltda, 1997.

HEINECK, L. F. M.; VARGAS, C. L. S.; MENDES JUNIOR, R.; KRUGER, J.A. **Programação e controle de atividades repetitivas na execução de obras com modelo reduzido utilizando a técnica da linha de balanço.** Artigos técnicos. Niterói 1998. Disponível em: < <http://www.infohab.org.br/acervos/advanced-search> />. Acesso em: 11 de junho de 2013.

JUNIOR, O. L. S.; JUNIOR, C. A. B. **Roteiro para elaboração do planejamento da produção de empreendimentos da indústria da construção civil, segundo os princípios da construção enxuta.** In VII SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. 2010, Rio de Janeiro.

MACEDO, M. L. **A aplicação do método da linha de balanço na coordenação da execução de canteiros de habitações unifamiliares.** In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SUA APLICAÇÃO ÀS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL, Anais. São Paulo, 1981.

MACHADO, R. L.; HEINECK, L. F. M. **Um novo modelo de PCP para o setor da construção civil.** 2011. Disponível em: < http://www2.ucg.br/nupenge/pdf/RicardoMachado_II.pdf/ >. Acesso em: 05 de junho de 2013.

MATOS, A. D. **Planejamento e Controle de obras.** São Paulo: Pini, 2010.

MENDES JÚNIOR, R. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos.** 1999. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

MORAES, R. M. M. **Procedimentos para o processo de planejamento da construção: estudo de caso.** 2007. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

PINHEIRO, M. B. **Considerações Gráficas sobre a Ligação entre a Linha de Balanço e o Sistema Toyota de Produção.** 2009. Monografia. (Graduação em Engenharia Civil) Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

PRADO, R. L. **Aplicação e acompanhamento da programação de obras em edifícios de múltiplos pavimentos utilizando a técnica da linha de balanço.** 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

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

VARGAS, B. H. **Aplicabilidade do método da linha de balanço em obras industriais: Estudo de caso para a obra industrial.** 2009. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Engenharia, Porto Alegre, 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXOS

ANEXO A: Roteiro para análise da utilização da linha de balanço no acompanhamento de obra em uma empresa aplicado através de uma entrevista com os gestores.

1. Caracterização do empreendimento:

- 1.1 Qual o tipo de obra:
- 1.2 Quantas torres:
- 1.3 Quantos pavimentos tipos em cada torre:
- 1.4 Quantas unidades:
- 1.5 Qual o prazo da obra:

2. Planejamento com a LB:

- 2.1 Qual dimensão de planejamento é adotada?
- 2.2 Quem são os envolvidos na elaboração desses planejamentos?
- 2.3 A empresa utiliza a mesmo modelo para todas as obras na aplicação?
- 2.4 Quais fontes são utilizadas para definir a produtividade (produção / tempo)?
- 2.5 E posto no planejamento todas as torres em uma mesma seqüência na LB?
- 2.6 Consta no planejamento à parte da obra que não tem repetição como a área comum?
- 2.7 Quanto ao ritmo de produção é utilizado?
 - () Constante
 - () Variável
- 2.8 Qual inclinação é utilizado no planejamento com a LB?
 - () Linhas ascendentes
 - () Linhas descendentes
- 2.9 São utilizados profissionais polivalentes, onde um profissional faz vários serviços relacionados?
- 2.10 É utilizada a técnica de pacotização de serviço, onde se agrupam serviços que apenas uma equipe ou profissional é responsável pela execução?
- 2.11 Em caso positivo de 2.14, quantos pacotes é utilizado no planejamento?
- 2.12 Existe a discriminação de todos os serviços de cada pacote, e esses são repassados para as equipes de produção?

- 2.13 É definido o preço de cada pacote, e este é de conhecimento dos responsáveis por sua execução?
- 2.14 É feito o reaproveitamento de equipes para outro serviço?
- 2.15 É de conhecimento de todos, o caminho crítico do planejamento?
- 2.16 O setor de suprimentos está dominando a técnica da LB para utilizá-la como referência na efetuação das compras e cobranças do produto?

3. Controle com a LB:

- 3.1 Qual frequência é feita a atualização da LB?
- 3.2 Quem são responsáveis pela atualização da Lb?
- 3.3 Onde estão localizados a LB, todos da administração da obra têm acesso visual constante a esta?
- 3.4 Todos da administração dominam sua utilização?
- 3.5 É fácil visualizar quem são as equipes de produção?
- 3.6 É fácil visualizar os pacotes de serviços que estão em execução?
- 3.7 É fácil visualizar o tempo definido para cada pacote?
- 3.8 É fácil visualizar a locação das equipes?
- 3.9 Conseguem-se identificar os atrasos de cada atividade?
- 3.10 De que forma é feita a mensuração do planejamento, e quais são os indicadores?
- 3.11 Existem definido os quantitativos de cada pacote de serviço?
- 3.12 São realizadas reuniões a partir do acompanhamento com a LB?
- 3.13 Quem participa das reuniões de acompanhamento?
- 3.14 Qual é a frequências das reuniões de acompanhamento?
- 3.15 Quais assuntos são abordados nestas reuniões e de que forma são repassados?
- 3.16 Existem pulmões (tempo de folgas) entre os pacotes, para o caso de atraso de um não acarrete atraso nos posteriores?
- 3.17 Existem atividades reservas, pois para o caso de adiantamento do pacote, não acabe atropelando um pacote predecessor?
- 3.18 É utilizado outras ferramentas para auxiliar no controle com a LB e quais são?
- 3.19 Quais os principais motivos dos atrasos no processo produtivo, estes estão sendo tratados?
- 3.20 Quais datas são realmente controladas pela LB, as datas de início, término ou apenas a duração da tarefa?