

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DAS CONSTRUÇÕES E ESTRUTURAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

RODRIGO DA SILVA RAPOSO

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS UTILIZANDO O “SISTEMA
BUILDERS DE PRODUÇÃO” - *LEAN CONSTRUCTION***

São Luís – MA
2016

RODRIGO DA SILVA RAPOSO

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS UTILIZANDO O “SISTEMA
BUILDERS DE PRODUÇÃO” - *LEAN CONSTRUCTION***

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia das Construções e Estruturas, da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Clayton Carvalhêdo Silva

São Luís – MA
2016

Raposo, Rodrigo da Silva.

Planejamento e controle de obras utilizando o “sistema builders de produção” - lean construction / Rodrigo da Silva Raposo. – São Luís, 2016.

87 f

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2016.

Orientador: Prof. Esp. Clayton Carvalhêdo Silva.

1. Lean Construction. 2. Planejamento de obra. 3. Controle de obra. I. Título

CDU: 69:658

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu Pai, acima de tudo que me guia, me protege e me ilumina com o discernimento necessário para obter as conquistas. Agradeço a Ele pelas bênçãos e vitórias que me acompanham durante esses anos de universidade e têm me acompanhado por toda vida.

Ao meu pai José de Ribamar Ribeiro Raposo, agradeço a ele pela dedicação em tempo integral a mim, por estar sempre ao meu lado e por ser, meu conselheiro. Agradeço por todo amor, carinho, paciência e confiança depositados em mim.

À minha mãe Rosilene Gonçalves da Silva Raposo pela proteção, pelos cuidados e por sempre buscar meu bem-estar e por todo amor, carinho e confiança dedicados a mim.

Ao meu irmão Felipe da Silva Raposo, pela parceria e fidelidade de sempre.

Aos meus avós benjamim Raposo e Marlene Raposo. Cada conquista é em parte pertencente a cada um deles.

Ao meu orientador professor Clayton Carvalhêdo Silva pelos ensinamentos passados, pelo tempo disposto, pela atenção. Agradeço também aos professores da UEMA que contribuíram para todo o conhecimento adquirido.

Muito obrigada a todos!

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem
perder entusiasmo”.

Winston Churchill

RESUMO

Nos últimos anos, a economia do país está sofrendo oscilações e com isso afetando diretamente a construção civil. Assim, muitas empresas ainda possuem problemas de custo elevado e de qualidade duvidosa. Uma das causas disso é a falta de planejamento nos estágios iniciais da obra. Nesse contexto, as empresas do ramo civil têm procurado se adaptar a conceitos, métodos e técnicas para contornar essa situação. Esse conceito para reduzir custo e aumentar qualidade nasceu da Lean Construction, idealizada por Lauri Koskela em 1992 oriunda do Sistema Toyota de Produção. Na prática, a Lean Construction é uma filosofia que busca aperfeiçoar o processo de gestão da produção, maximizando o fluxo de valor a partir da visão do cliente através da eliminação de perdas. Com isso, este trabalho irá demonstrar a surgimento da Lean Construction e aplicando essa filosofia no PCP. Sendo este, monitorado através de indicadores que proporcionaram aos gestores a visão gerencial do processo de controle de ações e mecanismo de proteção da produção.

PALAVRAS-CHAVE: Lean Construction. Planejamento de Obra. Controle de obra.

ABSTRACT

In recent years, the economy of the country is suffering oscillations and with this directly affecting the construction industry. And with this, many companies still have problems of high cost and of dubious quality. One of the causes of this is the lack of planning in the early stages of the work. In this context, civil companies have sought to adapt to concepts, methods and techniques to circumvent this situation. This concept to reduce cost and increase quality was born from Lean Construction, idealized by Lauri Koskela in 1992 from the Toyota Production System. In practice, Lean Construction is a philosophy that seeks to perfect the process of production management, maximizing the flow of value from the customer's view through the elimination of losses. With this, this work will demonstrate the emergence of Lean Construction and applying this philosophy in the PCP. This was monitored through indicators that provided managers with a managerial view of the process control process and production protection mechanism.

KEYWORDS: Lean Construction. Construction Planning. Construction control.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO	12
1.1 Considerações Iniciais	12
1.2 Delimitação do tema e formulação do problema de pesquisa	13
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo geral	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
1.4 justificativa	14
1.5 Metodologia	14
1.6 Estrutura do Trabalho	15

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Sistema Toyota de Produção	16
2.2 Produção Enxuta	18
2.2.1 Princípios da Lean Construction	19
2.2.1.1 Valor	19
2.2.1.2 Cadeia de valor	19
2.2.1.3 Fluxo contínuo	19
2.2.1.4 Produção puxada	20
2.2.1.5 Perfeição	20
2.3 Lean Construction	20
2.3.1 Princípios da Lean Construction	22
2.3.1.1 Redução da parcela de atividades que não agregam valor	23
2.3.1.2 aumentar o valor do produto através de uma consideração sistemática dos requisitos dos clientes	23
2.3.1.3 Redução da variabilidade	23
2.3.1.4 Redução do tempo de ciclo	23
2.3.1.5 Simplificação pela minimização do número de partes	24
2.3.1.6 Aumento da flexibilidade na execução do produto	24
2.3.1.7 Aumento da transparência	24
2.4 Princípios da Lean Construction aplicado ao PCP	25
2.4.1 Planejamento e controle de produção	25
2.4.2 Dimensão horizontal	25
2.4.3 Dimensão vertical	28
2.4.4 Planejamento de longo prazo	30
2.4.5 Planejamento de médio prazo	32
2.4.6 Planejamento de curto prazo	33
2.5 Linha de balanço	35
2.5.1 Aplicação da linha de balanço	36
2.5.2 Vantagens e desvantagens da linha de balanço	36
2.6 Controle da produção	39
2.6.1 Finalidade do controle	41
2.6.2 Fases do controle da produção	41
2.6.3 Métodos de controle da produção	42

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA	44
3.1 Metodologia Aplicada à Pesquisa	44
3.2 Informação sobre a empresa e a obra	44
3.3 Coleta de dados	48
3.4 SIENGE – software de gestão integrada especializada na construção	48

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E ANÁLISES	50
4.1 Preparação do processo de planejamento e controle de produção	50
4.2 Levantamento e quantificação para orçamento	50
4.3 estabelecer padrões de planejamento	54
4.4 detalhar restrições	55
4.5 Planejamento de longo prazo	55
4.6 Planejamento de médio prazo	62
4.7 Planejamento de curto prazo	64
4.8 Compra, recebimentos e estoques de materiais	66
4.9 Controle de qualidade de serviços	70
4.10 Retrabalho e terminalidade	71

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES	72
6.1 Considerações Finais	72
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE A – Orçamento das casas	79
ANEXO A – Fluxograma para compra de materiais	83
ANEXO B – Fluxograma para recebimento, verificação e estoque	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Estrutura do STP.....	18
Figura 02 – Modelo tradicional de processos.....	21
Figura 03 – Modelo de processos da lean construction	22
Figura 04 – As cinco fases de planejamento	26
Figura 05 – Exemplo de WBS	26
Figura 06 – Níveis hierárquicos	28
Figura 07 – Processos de planejamento e controle hierarquizado	29
Figura 08 – Modelo de planejamento e controle de produção	30
Figura 09 – Planejamento de longo prazo	31
Figura 10 – Planejamento de médio prazo	33
Figura 11 – Planejamento de curto prazo	34
Figura 12 – Avaliação do processo de PCP	35
Figura 13 – Gráfico da linha de balanço	36
Figura 14 – Fluxograma da linha de balanço	39
Figura 15 – Controle como garantia da eficiência e eficácia	40
Figura 16 – O controle como um processo cíclico	42
Figura 17 – Os padrões de controle	43
Figura 18 – Planta de localização	45
Figura 19 – Planta de implantação	46
Figura 20 – Planta baixa da casa tipo 2	47
Figura 21 – Fluxograma de integração do SIENGE.....	49
Figura 22 – Fluxograma dos pacotes de trabalho	52
Figura 23 – Exemplo de levantamento de quantitativos	53
Figura 24 – Exemplo de composição de serviços.....	53
Figura 25 – Orçamento.....	54
Figura 26 – WBS do radier	55
Figura 27 – Linha de balanço	57
Figura 28 – Distribuição de equipes	58
Figura 29 – Cronograma físico e financeiro	59
Figura 30 – Cronograma físico de Gantt	60
Figura 31 – Cronograma financeiro	61

Figura 32 - Planejamento de médio prazo	63
Figura 33 – Registro de restrições	64
Figura 34 – Planejamento parcial de curto prazo da terceira semana	65
Figura 35 – Curva ABC de insumos	68
Figura 36 – Necessidade de Insumos	69
Figura 37 – Requisição de material e serviço	69
Figura 38 – Ordem de compra	70
Figura 39 – Ficha de verificação de serviço	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pacotes de trabalho	51
Quadro 2 – Legenda dos pacotes de trabalho	57
Quadro 3 – Problemas que podem apresentar	66

LISTA DE SIGLAS

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão

JIT – *Just in Time*

STP – Sistema Toyota de Produção

WBS – *Work breakdown structure*

PCP – Planejamento e Controle de Produção

PPC – Porcentagem de Plano Concluído

CPM – *Critical Path Method*

LB – Linha de Balanço

PDM – *Precedence Diagraming Method*

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

RH – Recursos Humanos

FVS – Ficha de Verificação de Serviço

CP – Controle de produção

SindusCon – Sindicato das Indústrias da Construção Civil

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Diante do mercado competitivo e globalizado, muitas empresas que antes olhavam para o planejamento como apenas um ônus, mudaram essa visão ao perceberem que ao planejar poderá garantir o melhor funcionamento de controle e de visão sistêmica de todo o negócio para assim garantir que todas as metas previamente elaboradas e analisadas sejam seguidas e assim gerando lucro. Este foi um dos principais objetivos de todas as empresas no ramo da construção civil espalhada pelos pais e pelo mundo.

Segundo Slack (1996), a função de planejar é considerada como atividade principal dentro dos processos administrativos, pois define o curso de ação e determina os métodos e os tipos de controles que a organização deve seguir para atingir seus objetivos. Devido a incessante procura de qualidade para satisfazer o cliente através de redução de custos e em menor prazo, resultou em aprimoramento de técnicas existentes e a idealização de novas filosofias como proposta a melhorar as já existentes.

Nas últimas décadas a filosofia de gerenciamento que mais se destacou foi o Sistema Toyota de Produção (STP) onde este procurava otimizar a organização de forma a atender as necessidades do cliente em menor tempo possível, com alta qualidade e baixo custo. Porém, este sistema tem dificuldade de atuar na área da construção civil pois seu sistema é mais voltado para indústria. Com isso, o finlandês Lauri Kaskela em 1992, inicialmente idealiza uma nova filosofia de gestão chamada *Lean Construction*. Este utilizando os princípios da indústria do STP e adaptando para construção civil. Uma das vertentes dessa filosofia é a *Lean Manufacturing* ou traduzindo manufatura enxuta. Nela o objetivo central de todas as ações é entregar o máximo de valor com a menor quantidade de recursos possíveis. A filosofia da manufatura fala que você deve eliminar os desperdícios e trabalhar somente no que é demandado. E também defende na melhora continua dos processos ao invés de definições de regras e burocracias e pelo respeito pela pessoa.

Com isso, esse trabalho será então focado nessa filosofia *Lean*, explanando de maneira clara e objetiva as ideias e as técnicas utilizadas para um planejamento e controle de produção mais eficiente e preciso gerando assim mais produtividade e custo menor. Essa filosofia será empregada, no estudo de caso, em uma empresa no decorrer de uma obra localizada no bairro do aracagy onde será analisado todos os processos de planejamento e controle.

1.2 Delimitação do Tema e formulação do problema de pesquisa

Nos dias atuais, a área de planejamento ainda é muito superficial. Muitas obras começam a iniciar sem tem um bom planejamento e por isso acaba tendo dificuldades no decorrer da execução, o que gera um custo alto negativamente e com isso muitas acabam falindo.

Com isso esse tema se limita a estudar e analisar as etapas que um bom planejamento e controle tem sobre uma obra. Utilizando o pensamento enxuto visando melhorar o fluxo de trabalho e assim gerando menos despesas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Este trabalho de conclusão de curso irá demonstrar técnicas do sistema *Lean Construction* como uma ferramenta da aplicação da filosofia Lean Construction e adaptar para a funcionamento de gestão da empresa Builders Construções. Será apresentado um estudo de caso aplicando essa ferramenta no decorrer de uma obra, com o objetivo de mostra, como planejar e controlar as etapas da obra para assim reduzir os custos, tempos mão de obra.

1.3.2 Objetivos específicos

Este Trabalho de Conclusão de Curso será produzido a partir de pesquisas realizadas na literatura disponível. Será feito uso dos trabalhos de autores renomados, dentro da dimensão do tema proposto.

Por sua vez, o estudo de caso fará uso das informações colhidas da literatura e dados colhidos no campo para implementar um modelo de planejamento e controle de produção para a obra em estudo. Desde a concepção inicial até o planejamento de longo, médio, curto prazo envolvendo toda as partes de mão-de-obra, compras, controle de qualidade.

1.4 Justificativa

Após passar por um crescimento espantoso nos últimos anos, o setor da construção civil passar por um desaceleramento no brasil assim como em outros segmentos. Com isso, segunda a SindusCon – SP foram 467,7 mil demitidos nos 12 últimos meses até a data desse trabalho escritos. Tendo crise ou não, somando-se ainda a realidade da mão-de-obra não especializada, ocorre algo comum: a grande quantidade de desperdícios.

A fim de apresentar uma forma de combater tais desperdícios, será apresentada como a filosofia *Lean Construction* pode otimizar o ambiente produtivo tanto na fase de execução quanto na fase de planejamento. Porém, o enfoque do trabalho será durante a fase de execução, apresentando teoricamente a filosofia Lean Manufacturing e posteriormente fazendo um estudo de caso utilizando-se desta ferramenta. Serão coletados dados durante o decorrer da obra e será mostrado o planejamento e controle da obra.

A partir desta metodologia, tem-se um modelo de controle de atividades focado na redução de custo e tempo, e consequentemente também nos desperdícios, impactando diretamente na qualidade do produto, na economia financeira e garantindo avanços significativos no cronograma do empreendimento

1.5 Metodologia

A pesquisa foi elaborada a partir de uma revisão bibliográfica dos principais autores e pesquisadores do assunto com o objetivo de identificar as principais dificuldades no planejamento e controle de obra e mostrar um procedimento na prática onde será abordado um estudo de caso.

Foi realizada uma pesquisa qualitativa e descritiva, visto que busca descrever os procedimentos licitatórios realizados pelos órgãos da administração pública. A pesquisa foi bibliográfica e documental. Bibliográfica porque para fundamentar o trabalho foram utilizadas fontes científicas, tais como livros e artigos.

A obra que será analisada neste trabalho estará localizada no bairro do araçagy da região de São José de Ribamar. Este empreendimento conta com uma área total de 29.858,57 m² dividido em 115 lotes dispostos em 6 quadras. Utilizará fundação do tipo radier e sua estrutura será composta por paredes de concreto e telhado metálico onde este será escondido por platibanda. No total o condomínio será composto por 115 casas.

1.6 Estrutura do Trabalho

O Trabalho foi estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1 – Introdução, formulação do problema de pesquisa, objetivos, justificativa e metodologia.

Capítulo 2 – Fundamentação teórica. Conceitos básicos sobre o Sistema Toyota de Produção, Conceito de produção enxuta, Lean Construction, Princípios da Lean Construction aplicado ao PCP, linha de balanço, controle de produção.

Capítulo 3 – Metodologia

Capítulo 4 – Resultados e análises

Capítulo 5 – Conclusão.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema Toyota de Produção

A Produção enxuta teve início no Japão a partir do trabalho de dois engenheiros da Toyota Motor Company, Taiichi Ohno e Shingeo Shingo. Querendo inovar e otimizar a forma de produzir, ambos começaram

Neste período após a guerra o Japão estava tentando reerguer a economia e melhorar sua produtividade através da implantação de diferentes técnicas de produção. Segundo Womack et al (1992), este dispunha de uma demanda limitada e necessitava de uma grande variedade de produtos. A força de trabalho japonesa estava fortalecida devido a novas leis trabalhista e reivindicava garantia de emprego, participação nos lucros e exigia condições de trabalho adequadas. Com isso Ohno percebeu que seria impossível adotar o sistema de produção em massa que a Ford Motor utilizava nos Estados Unidos da América por possuir um mercado restrito e variado.

Baseando-se nesta realidade, Ohno (1997), um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento do Toyota Production System, afirma:

“O Sistema Toyota de Produção desenvolveu-se a partir de uma necessidade. Certas restrições no mercado tornaram necessária a produção de pequenas quantidades de muitas variedades de produtos sob condições de baixa procura; foi esse o destino da indústria automobilística japonesa no período de pós-guerra” (OHNO, 1997, p 9.)

O sistema de produção em massa vigente até este momento nos Estados Unidos e na Europa reduzia os custos mediante a uma produção em grande escala argumentando que assim ocorreria um melhor aproveitamento das máquinas e redução no número de setups que duravam até um dia e ocorreriam somente a cada três meses, assim as empresas tentavam produzir o máximo possível de produtos para reduzir os custos fixos. Em épocas de crescimento econômico o custo de um automóvel era reduzido em função do aumento da produção.

Com isso Ohno (1997) ao conceituar o sistema Toyota de produção afirmava que o objetivo mais importante do Sistema Toyota é aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios. Com isso o objetivo era centrado em acabar com o desperdício para reduzir os custos e para que os produtos se tornassem competitivos.

Para que esse desperdício pudesse ser evitado, o Sistema Toyota de Produção, procurou atingir a melhor qualidade do produto com o menor custo e tempo possíveis, sustentando-se em dois conceitos fundamentais: o Just in time e a Automação (Jindoka).

Just in Time significa produzir o produto necessário na quantidade necessária e no tempo exato desejado pelo cliente. A relação entre clientes e fornecedores internos e externos é alterada, o papel do fornecedor é entregar ao seu cliente somente a quantidade a ser utilizada e no momento da utilização pelo processo do cliente. O que faz que as entregas sejam frequentes e em pequenas quantidades para que não haja formação de estoque de matéria prima e de produto em processo. Com isso, Monden (1984) afirmava que o JIT é realizado em toda empresa, inventários desnecessários na fábrica são completamente eliminados tornando almoxarifados e depósitos desnecessários. O custo de manter estoques é reduzido e a rotatividade do capital de giro aumentada.

A automação ou jidoka no conceito Lean significa: “automatização com toque humano”. Esta ferramenta é, juntamente com o JIT, um dos pilares para o STP como mostra a figura 1. A automação foi um dos fatores que possibilitou a identificação de erros de produção fazendo com que fossem corrigidos ainda na fase de processamento, aumentando a qualidade do produto.

Segundo Liker (2005), mesmo durante décadas sem documentar a teoria do STP, a Toyota saiu-se muito bem na aplicação de melhorias internas do sistema. Porém, com avanços das ideias de melhoramento do sistema ficava mais difícil e árdua de ensiná-las para outras plantas ou fornecedores. Com todas essas dificuldades de repassar essas práticas, Fujio Cho desenvolveu uma representação simples do modelo Toyota: uma casa.

Figura 1 – estrutura do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Adaptado de David (2010)

2.2 Produção enxuta

Womack et al (1992) define a produção enxuta da seguinte forma:

“A produção enxuta é “Enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos”. (WOMACK et al, 1992, pag. 3)

De maneira similar, para Antunes Júnior (1998), perda é definida como qualquer elemento que gere custos, mas que não adiciona valor ao produto ou serviço. Portanto, a análise deve centrar sua atenção na causa que produzem desperdício e da realização de ações para reduzir ou eliminar essas causas.

Desse modo, toda maneira de melhorar o ambiente produtivo existente deve ser focalizada na identificação dessas perdas, através do estudo das causas que produzem esse desperdício e das ações para eliminar essas causas (SERPELL et alii, 1996).

Womack et al (1992) ainda fala que o coração da fábrica enxuta é a dinâmica da equipe de trabalho, destacando sua importância para o funcionamento do sistema.

2.2.1 Princípios da Lean Production

Após todos esses estudos desenvolvidos para o STP, Womack et al. (1992) chegou a definição de cinco princípios para o Lean Production:

2.2.1.1 Valor

Valor é a premissa mais básica para o desenvolvimento de um produto. Por isso é importante que a empresa saiba o que o cliente precisa, de modo a expressar esse valor em termos de produtos específicos com capacidades específicas em um tempo determinado.

No pensamento enxuto, o fornecedor pesquisa aquilo a que o cliente atribui valor e organiza a sua produção para corresponder (SILVA, 1998).

Para Alves (2000) o produto deve satisfazer o cliente ao invés de entregar um produto oriundo de uma produção perfeita e não agregar valor para o cliente.

2.2.1.2 Cadeia de valor

Este princípio consiste em identificar atividades envolvidas na produção de um produto específico com finalidade de achar e eliminar os desperdícios na fabricação do mesmo.

2.2.1.3 Fluxo Contínuo

Após identificar apenas as tarefas que criam valor ao produto, nessa fase deverá ser criado um fluxo contínuo, ou seja, produzir sem interrupções. A produção na visão da produção enxuta é o fluxo contínuo, sem estoques intermediários e nem interrupções. Isso traz inúmeros benefícios, dentre os quais: menor tempo de produção (lead time), obrigatoriedade de qualidade 100% e eliminação de vários tipos de desperdícios (GRENHO, 2009).

2.2.1.4 Produção Puxada

Este princípio fala que a empresa trabalha produzindo apenas quando o cliente requisitar e consequentemente reduzindo ao máximo o estoque. Segundo Womack et al (1992), após o estabelecimento do princípio de valor, cadeia de valor e fluxo, nas empresas ocorrerá quase automaticamente uma redução dos estoques. Isto ocorre graças à capacidade adquirida pela empresa de projetar, programar e fabricar exatamente o que o cliente quer e quando quer.

Com isso, elimina-se a necessidade de descontos e promoções com a finalidade de zerar o estoque dos itens que já foram produzidos e encontra-se parados causando prejuízo.

2.2.1.5 Perfeição

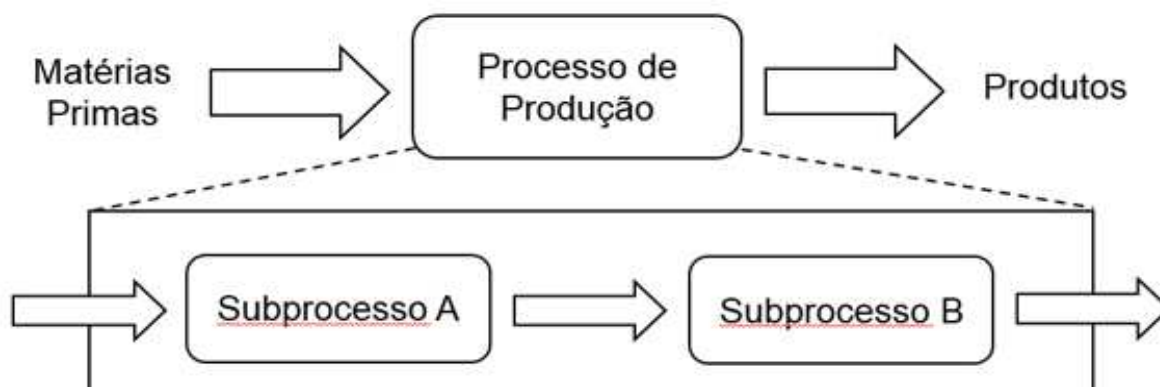
É a busca pela melhora continua dos processos, pessoas, produtos, com objetivo de agregar valor ao cliente

2.3 Lean Construction

O Lean Construction originou-se da aplicação do conceito da Produção Enxuta. E ela traz consigo uma mudança conceitual mais importante para construção civil, a introdução de uma nova forma de entender os processos produtivos (KOSKELA, 1992).

Na visão tradicional, os processos de produção consistem em atividades de conversão de matérias primas (inputs) em produtos (outputs), constituindo o denominado modelo de conversão (KOSKELA, 1992). Neste modelo, o processo de conversão pode ser dividido em subprocessos, que serão considerados também atividades de conversão figura 2. Nesta mesma sequência, a menor divisão hierárquica de um processo é denominada de processo (SHINGO, 1996).

Figura 2 – Modelo tradicional de processos



Fonte: KOSKELA (1992).

Este modelo de processo é encontrado nos orçamentos convencionais, utilizados em muitas empresas, que são tipicamente segmentados por produtos intermediários (fundação, laje, viga, alvenaria, etc.) e também por planos de obra que normalmente são representados por atividades de conversão. Nestes documentos são registradas apenas atividades de conversão, sendo assim mostradas somente atividades que agregam valor ao produto (KOSKELA, 1992). Segundo esse autor este modelo apresenta algumas deficiências:

- (a) Uma parcela de atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão (materiais e mão de obra) nos quais não são completamente especificadas. Estas atividades não agregam valor ao produto. Um exemplo na construção civil, estima-se que metade do tempo gasto pelos operários estão em operações que não agregam valor como por exemplo o transporte de matérias, retrabalho, espera, etc.
- (b) O controle da produção e o esforço de melhorias tende a ser focado nos subprocessos individuais e não no sistema de produção como um todo tendo um impacto relativamente limitado na eficiência geral. Por exemplo, a introdução de um sistema de água flexível no lugar de um convencional pode aumentar a produtividade na sua execução, mas pode ter um impacto relativamente pequeno na melhoria da eficiência do processo como um todo, se não houver uma redução significativa no tempo gasto em atividades que não agregam valor tais como transporte de materiais, espera, etc.

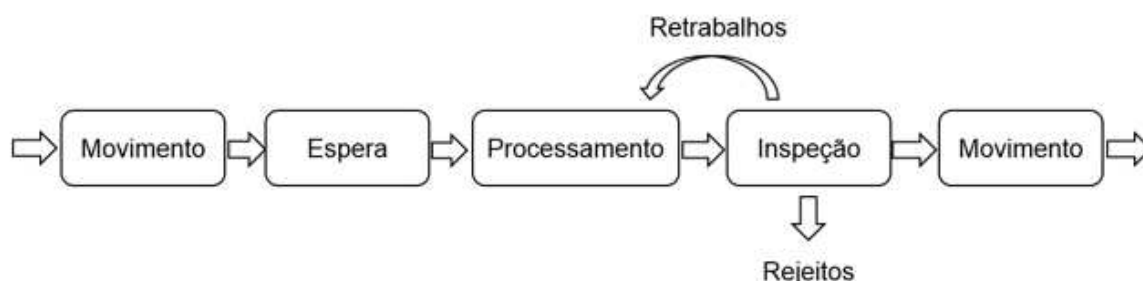
- (c) A não-consideração dos requisitos dos clientes pode resultar em produtos inadequados ao mercado. Por exemplo, de nada adianta construir um prédio de alto padrão, mas não ter valor de mercado por não atender os requisitos de potenciais compradores (clientes finais).

Por sua vez, o modelo Lean Construction, assume que um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria-prima até o produto final, sendo este constituído por atividades de transporte, espera, execução e inspeção como mostra a figura 3. As atividades de transporte, espera e inspeção não agregam valor no produto final, sendo por essa razão denominadas de atividades do fluxo.

A consideração das atividades do fluxo é muito importante para a melhoria do processo de planejamento e controle da produção. Isso é demonstrado porque esse processo foi desenvolvido tendo base o modelo anterior apresentado (HOWELL, 1999).

Por isso se não considerar os efeitos das atividades do fluxo na produção, torna-se difícil decidir ações que previnam ou eliminam as caudas de desvios nos planos.

Figura 3 – Modelo de processos da Lean Construction



Fonte: adaptado de KOSKELA (1992).

2.3.1 Princípios da Lean Construction

A Lean Construction tem potencial para levar benefícios em termos de melhorias de eficiência e eficácia de sistema de produção, através de princípios básicos proposto por Koskela (1992) a seguir.

2.3.1.1 Redução da parcela de atividade que não agregam valor

Um dos princípios mais fundamentais da Lean Construction, segundo Koskela (1992), a eficiência dos processos pode ser melhorada e suas perdas reduzidas não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e do fluxo, mas também pela eliminação de algumas atividades do fluxo. A busca de redução das atividades que não agregam valor se constitui no princípio mais geral da nova filosofia de produção.

Porém, o princípio da eliminação de atividades de fluxo não deve ser levado ao extremo. Existem diversas atividades que não agregam valor ao cliente final de forma direta, mas que são essências para a eficiência total dos processos.

2.3.1.2 Aumentar o valor do produto através de uma consideração sistemática dos requisitos do cliente

Segundo Koskela (1992), agrega-se valor ao produto quando os requisitos de seus clientes internos e externos são atendidos. Nesse caso, para cada atividade existem clientes de atividades seguintes e clientes do produto final. A identificação dos clientes internos e externos e dos seus requisitos constitui-se, então, em um dos passos principais para melhorar a eficácia da produção

2.3.1.3 Redução da variabilidade

Segundo Isatto et alii (2000), existem diversos tipos de variabilidade relacionado a produção. Exemplo a grande variedade de dimensões que um tijolo pode ter.

Do ponto de vista da gestão de processos, existem várias razões para se reduzir a variabilidade no processo produtivo. Entre elas do ponto de vista do cliente, um produto uniforme é mais bem aceito por corresponder as especificações estabelecidas. Já no quesito prazo da produção, a variabilidade tende a aumentar o tempo de ciclo assim como a parcela de atividades que não agregam valor.

2.3.1.4 Redução do tempo de ciclo

A redução do tempo de ciclo é um princípio que veio da filosofia Just in Time. Segundo Koskela (1992), o tempo de ciclo pode ser definido como o somatório dos prazos

necessários para o processamento, inspeção, espera e movimentação. A redução de tempo pode ser alcançada através de redução de atividades que não agregam valor. Nesse conceito podemos exemplificar o uso de equipamentos eletrônicos para diminuir o tempo de transporte de comunicação entre o canteiro de obra e o escritório para compras.

2.3.1.5 Simplificação pela minimização do número de parte

A simplificação é a redução de componentes do produto ou do número de passos existentes em um fluxo de material ou informação. Com isso elimina-se atividades que não agregam valor ao processo de produção (KOSKELA, 1992). Um exemplo disso é a utilização de estruturas pré-fabricadas invés de estruturas convencionais na execução de elementos nas edificações.

2.3.1.6 Aumento da flexibilidade na execução do produto

O aumento de flexibilidade de saída está vinculado ao conceito de processo como gerador de valor. Ele explica a possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar consideravelmente os custos dos mesmos. Embora este princípio pareça contraditório com o aumento da eficiência, muitas indústrias têm alcançado flexibilidade mantendo níveis elevados de produtividade (KOSKELA, 1992).

Isso pode ser obtido através:

- a) Redução do tamanho dos lotes para suprir a demanda;
- b) Finalizar o produto na parte final do processo
- c) Mão de obra polivalente para se adaptar a mudanças

2.3.1.7 Aumento de transparências

Este princípio mostra que com o aumento da transparência aos processos produtivos pode-se diminuir a possibilidade de ocorrência de erros e o torna fácil de ser identificado. A identificação desses problemas é facilitada pela disposição de meios físicos, dispositivos e indicadores, que podem contribuir para uma melhor disponibilização da informação nos postos de trabalho (KOSKELA, 1992). Com isso, a falta de transparência no fornecimento de informações no local de trabalho é considerada um fator para a existência de atividades que não

agregam valor ao produto, como, por exemplo, a movimentação e a espera (GALSWORTH, 1997).

2.4 PRINCIPIOS DA LEAN CONSTRUCTION APLICADO AO PCP

2.4.1 Planejamento e controle de produção

Inicialmente Ackoff (1976) afirmava que o planejamento é a definição de um futuro desejado e de meios eficazes de alcançá-los. Por isso a tomada de decisão está inteiramente ligada com o planejamento, pois é através do processo decisório que as metas estabelecidas nos planos podem ser cumpridas.

Cimino (1987), fala que o tempo no planejamento é amplamente compensado, evitando-se assim, a perda que podem chegar a proporções elevadas e assegura a contribuição de todos do empreendimento, reduzindo a possibilidade de erros.

Planejamento pode ser compreendido como um processo que envolve decisões que relaciona o estabelecimento de metas e dos procedimentos necessários para alcançá-las, onde o objetivo se alcançado se tiver um controle. Então conclui-se que o planejamento não tem serventia sem o controle e vice-versa (FORMOSO et al., 1999).

Laufer e Tucker (1987) definem que o processo de planejamento e controle de produção podem ser de dois tipos de dimensões básicas: horizontal e vertical.

2.4.2 Dimensão horizontal

Laufer e Tucker (1987) refere-se a esta dimensão como as etapas pelas quais o processo de planejamento e controle é realizado. E segundo este autor a dimensão horizontal do processo de planejamento envolve cinco etapas na figura 4:

- (a) Planejamento do processo de planejamento;
- (b) Coleta de informações;
- (c) Preparação de planos;
- (d) Difusão das informações;
- (e) Avaliação do processo de planejamento.

Figura 4 – As cinco fases de planejamento

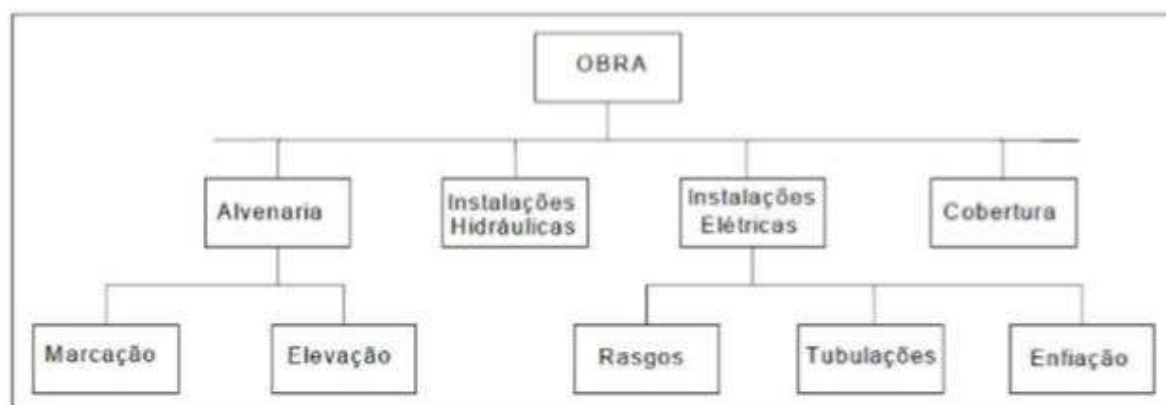


Fonte: LAUFER e TUCKER (1987)

A preparação do processo de planejamento é a etapa inicial onde se define os procedimentos e padrões adotados pela empresa detalhando cada nível hierárquico, suas periodicidades e níveis de detalhes. No mesmo procedimento, define-se as pessoas envolvidas no PCP e suas responsabilidades e das técnicas e ferramentas de planejamento. Nesta etapa deve-se tomar um cuidado maior quando for uma obra única do que projetos repetitivos dentro da empresa (FORMOSO, 1999).

Uma maneira de estabelecer uma padronização de forma hierarquizada das metas dos planos adotados é através da utilização da Work Breakdown Structure (WBS) Limmer (1996) como mostra a figura 5. Já Assunção (1996) conceitua WBS como uma cadeia de composição da obra em subsistema, estabelecendo uma hierarquia entre atividades que são decompostas. Esse sistema pode estabelecer um padrão de sequências para cada tipo de obra.

Figura 5 – Exemplo de WBS



Fonte: Formoso (1999)

Na fase de coleta de informações, são coletadas informações para o processo de planejamento. A fonte dessa coleta é proveniente de anteprojetos e especificações, do ambiente envolvido, da tecnologia construtiva, dos recursos para produção, metas e restrições da alta gerencia, cliente, etc. (SOARES, 2003).

Na etapa da elaboração dos planos que acontece a concepção das diretrizes do plano da obra de acordo com a tecnologia construtiva adotada pela empresa. Nessa etapa várias ferramentas de planejamento podem ser utilizadas dependendo da característica da obra, do nível do planejamento e das habilidades do executor. (FORMOSO et al., 1999).

A informação deve ser criada de acordo com a necessidade do usuário que irá utilizar e o responsável da difusão de determinada informação deve identificar aquelas que são prioridades em seu processo decisório Laufer e Tucker (1987).

Durante a fase ação, o progresso da produção é controlado e monitorado, e as informações resultantes desse controle são utilizadas para atualizar os planos e preparar relatórios sobre o desempenho da produção (FORMOSO, 1991). Laufer (1997) fala que situações inesperadas podem ocorrer quando o plano já estiver pronto ou durante sua execução. Por isso o gerente da obra deve desenvolver as funções de controle e monitoramento. Tendo isso o gerente pode ficar atento aos seguintes riscos:

- (a) Risco conceitual – resultado de uma formulação imperfeita de um problema;
- (b) Risco administrativo – resultado de uma falha administrativa na tentativa de resolver um problema;
- (c) Risco ambiental – resultado de uma mudança ambiental não-prevista.

Já a avaliação do processo de planejamento avalia todo o processo de planejamento, deve ocorrer ao final da obra ou, durante o decorrer da obra caso haja mudanças significativas nas metas estabelecidas nos planos (Laufer e Tucker, 1987). Com esse processo de planejamento faz com que a empresa possa melhorá-lo em obras futuras ou no mesmo empreendimento. Mas para isso deve-se utilizar indicadores de desempenhos da produção e do processo de planejamento e definir periodicidades dos ciclos de avaliação para detectar falhas e corrigi-las.

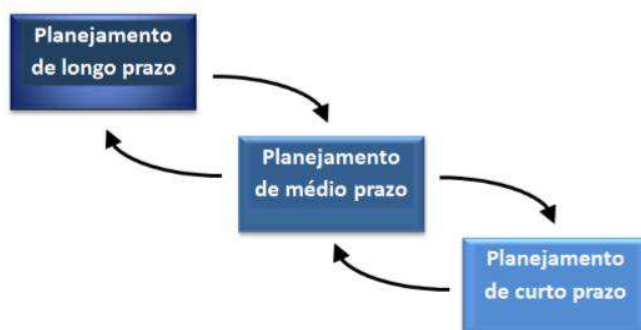
2.4.3 Dimensão vertical

O planejamento deve ser realizado em todos os níveis gerenciais da organização e integrado de maneira a mantê-los sintonizados uns com os outros (GHINATO, 2000). Como sempre há incertezas no decorrer do processo construtivo, é fundamental que os planos sejam preparados em cada nível com grau de detalhe apropriado (LAUFER e TUCKER, 1998; FORMOSO, 1991).

Para Oliveira (1998) a dimensão vertical do planejamento está relacionada a ideia de hierarquização na elaboração e execução dos planos. Isto demonstra, que a tomada de decisões não envolve somente uma pessoa e sim um conjunto de pessoas que tratam dos problemas em diferentes níveis de especificidades durante a construção de um empreendimento (FORMOSO, 1991).

Na dimensão vertical, são três os níveis hierárquicos do planejamento: estratégico, tático e operacional como mostra a figura 6. No nível estratégico, são definidos os escopos e as metas do empreendimento a serem alcançados em determinados intervalos de tempo (SHAPIRA e LAUFER, 1993). No nível tático, enumera-se os meios e suas limitações para que essas metas sejam alcançadas. Entre nesse nível refere-se à identificação de recursos, estruturação do trabalho, recrutamento e treinamento de pessoal (DAVIS e OLSON, 1987). Já o nível operacional refere-se a seleção do curso das ações através das quais as metas são alcançadas. Nesse contexto, entra o planejamento operacional com as decisões a serem tomadas no curto prazo (LAUFER e TUCKER, 1987).

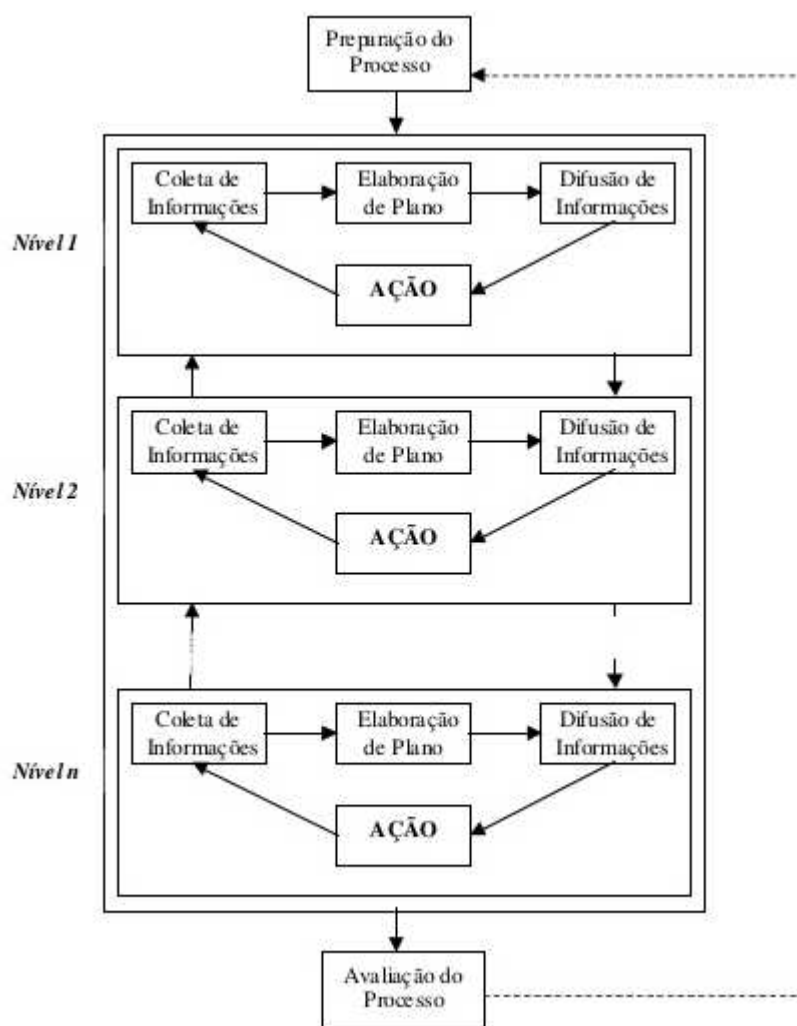
Figura 6 – Níveis hierárquicos



Fonte: BALLARD e HOWELL (1997b)

Formoso et al. (1999), expõe que devido à alta complexidade característica dos empreendimentos na construção civil e da variabilidade dos seus processos, o planejamento e controle deve-se ser hierarquizado em níveis. Com isso Formoso et al. (1999) procuram representar essa hierarquização de acordo com o ciclo de planejamento proposto por Laufer e Tucker (1987) de acordo com a figura 7.

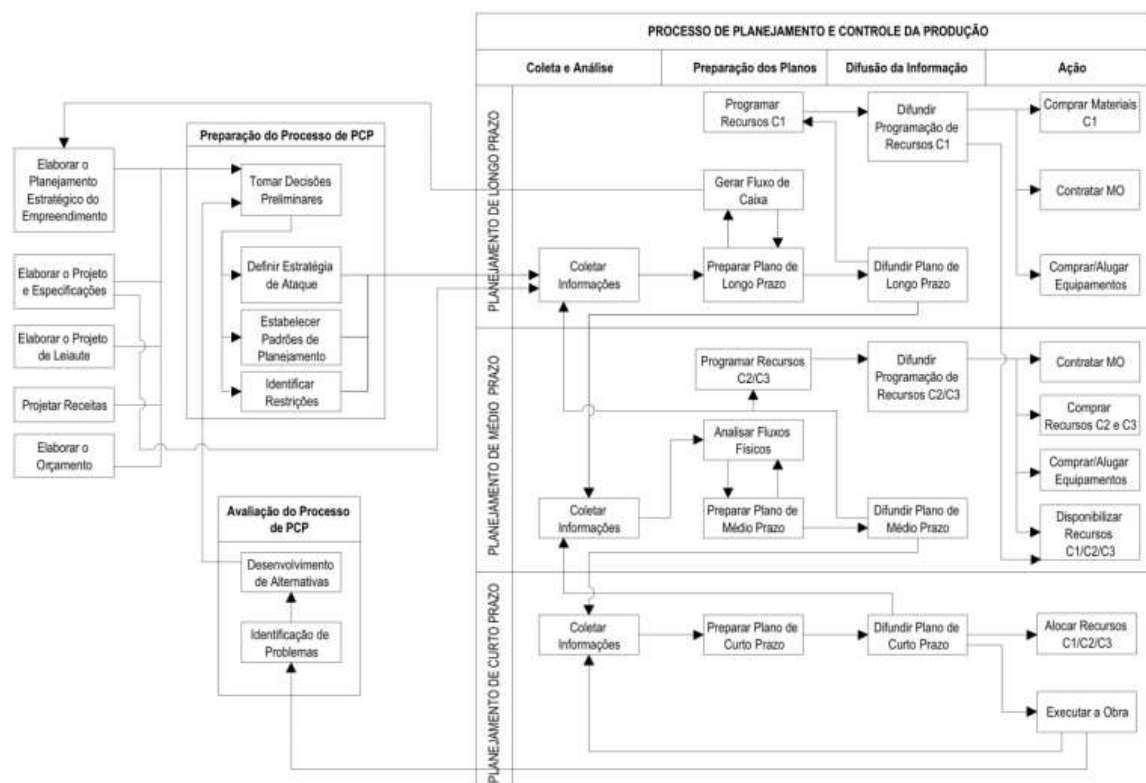
Figura 7 - processo de planejamento e controle hierarquizado



Fonte: adaptado de formoso et al. (1999)

Desta forma, o modelo apresentado para planejamento e controle da produção para Bernardes (2003) está demonstrado a seguir pela figura 8.

Figura 8 – Modelo de planejamento e controle de produção



Fonte: Bernardes (2003)

2.4.4 Planejamento de longo prazo

O plano de longo prazo é realizado no início da fase de construção do empreendimento e devido às incertezas existentes no meio produtivo, esse plano de execução deve apresentar um baixo grau de detalhes. Laufer (1997) ainda complementa que ele deve ser utilizado para facilitar a identificação dos objetivos principais do empreendimento.

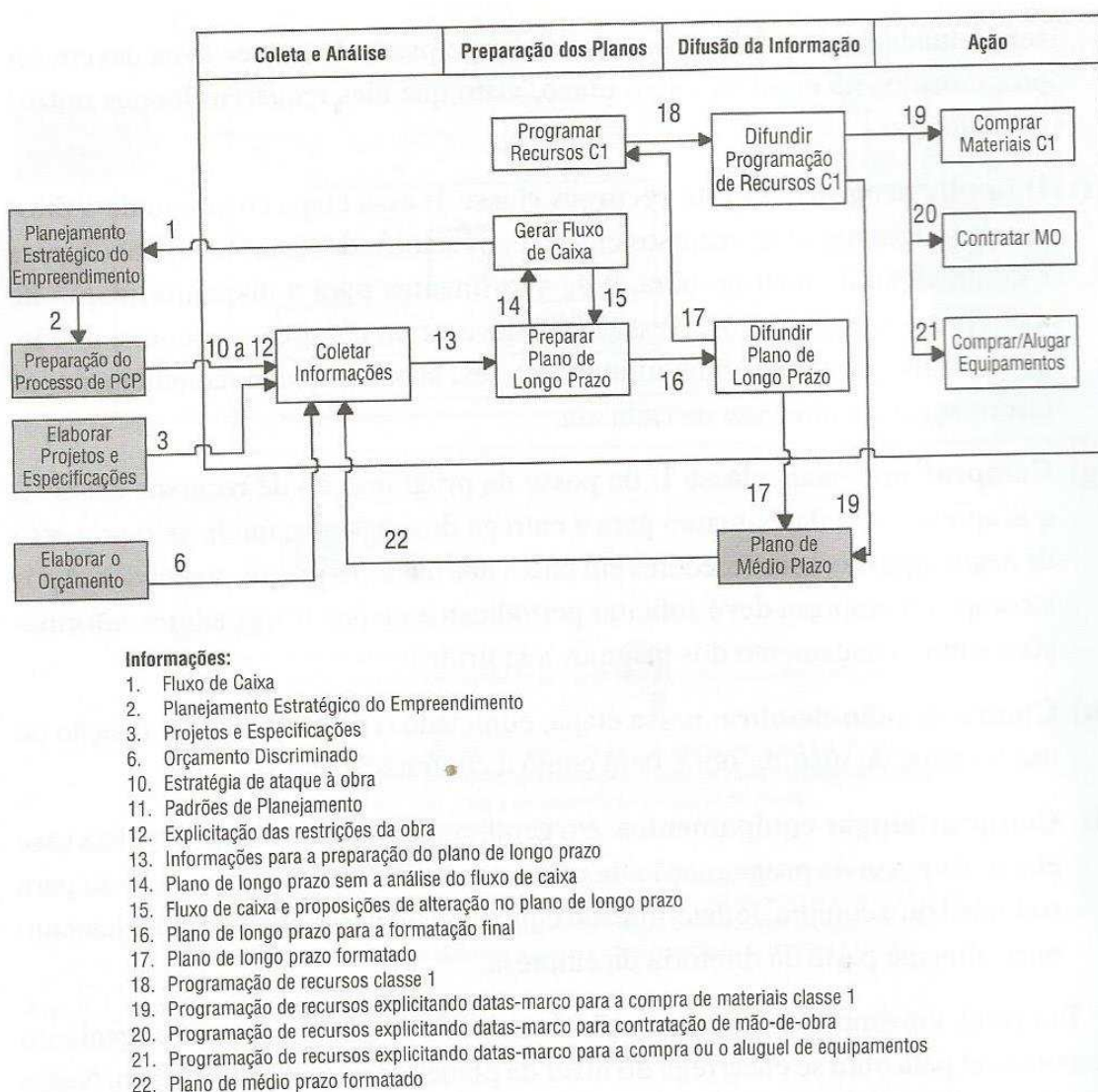
Assunção (1996) ainda define que nesta etapa são definidas as principais etapas da obra, a plano de ataque (sequencias e trajetórias de execução) e números de equipes envolvidas nas execuções das atividades.

Bernardes (2001) explica que o primeiro passo do processo de planejamento é a criação do planejamento de longo prazo explicitado na figura 9. Esse cronograma possui o objetivo de demonstrar as datas macros dos serviços a serem executadas na obra. Esse nível de planejamento deve ser analisado pelo alto escalão da empresa de forma que seja compatível com o fluxo de caixa previsto para a obra, resultando o cronograma físico-financeiro. É também analisado se o cronograma está condizente com a estratégia de produção da empresa (BERNARDES, 2001). No planejamento de longo prazo, as ferramentas mais utilizadas são o

Gráfico de Gantt, o CPM (Critical Path Method) e o PDM (Precedence Diagramming Method), mesmo que essas ferramentas não sejam tão úteis quando se trabalham com obras de unidades de repetição, como condomínios residenciais de casas iguais ou pavimentos em obras verticais (ICHIHARA, 1997).

Com isso, a ferramenta linha de balanço é a mais indicada para obras verticais e obras repetitivas horizontais para realizar o cronograma de longo prazo e ser elaborada com base em variáveis como lote de produção e tempo de ciclo (HEINECK, 1996).

Figura 9 – Planejamento de longo prazo



Fonte: Bernardes (2001)

2.4.5 Planejamento de médio prazo

Este planejamento de médio prazo está no segundo nível de planejamento tático, que busca vincular as metas fixadas no plano mestre com aquelas designadas no curto prazo e por ser esse planejamento nesse nível ser móvel, sendo assim denominado de *lookhead planning* (BALLARD, 1997).

Ainda segundo esse autor, esse plano é fundamental para a melhoria de eficácia do plano de curto prazo e com isso, para a redução de custos e durações (BALLARD, 1997). As atividades que constam nesse tipo de plano discriminam o processo de construção que será utilizado, incluindo a especificação de métodos construtivos e a identificação dos recursos necessários a execução. A quantificação dos recursos disponíveis no canteiro, bem como as restrições relacionadas ao desenvolvimento dos trabalhos, também é considerada nesse nível de planejamento (TOMMEELEIN e BALLARD, 1997).

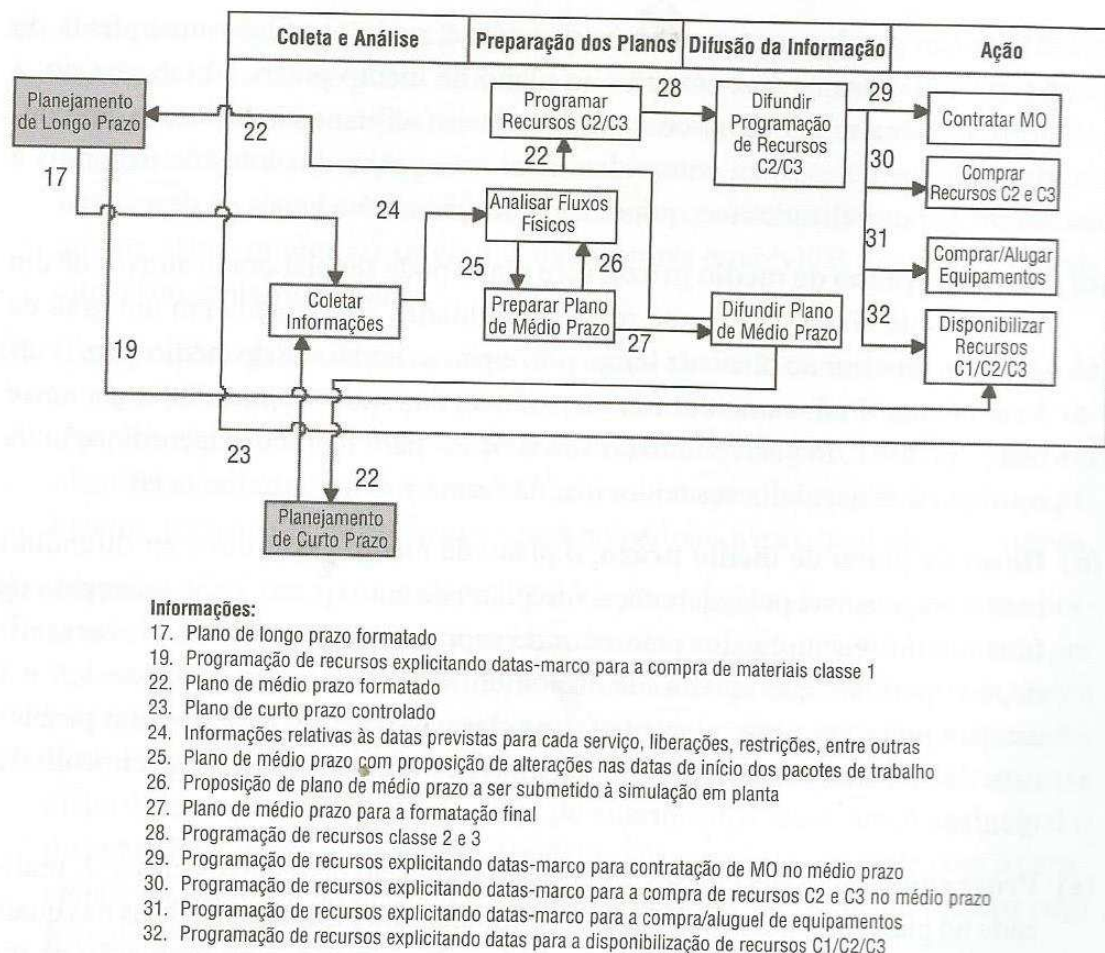
Segundo Ballard (1997), o plano de médio prazo pode servir a outros objetivos:

- (a) Modelar o fluxo de trabalho na melhor sequência possível;
- (b) Facilitar a identificação da carga de trabalho e dos recursos necessários que atendam ao fluxo de trabalho estabelecido;
- (c) Ajustar os recursos disponíveis ao fluxo de trabalho definido;
- (d) Possibilitar que trabalhos interdependentes possam ser agrupados, de forma que o método de trabalho seja planejado de maneira conjunta;
- (e) Auxiliar na identificação de operações que podem ser executadas de maneira conjunta entre as diferenças equipes de produção;
- (f) Identificar um estoque de pacotes de trabalho que poderão ser executados caso haja algum problema com os pacotes designados as equipes de produção.

Nesta etapa o gerente de produção pode repensar fatores estratégicos do empreendimento como as definições de orçamento, contratos com fornecedores, antecipar compras e apreciação de fluxo de caixa, além de analisar e alterar o planejamento de longo prazo (KEMMER, 2006).

Para Bernades (2001), o modelo de planejamento de curto prazo tem o papel fundamental de ligar o planejamento de longo prazo com o de curto prazo. O modelo proposto por ele está especificado na figura 10.

Figura 10 – Planejamento de médio prazo



Fonte: Bernades (2001)

2.4.6 Planejamento de curto prazo

No nível de curto prazo, Ballard e Wowell (1997) propõem que o planejamento deve ser desenvolvido através da realização de ações direcionadas a proteger a produção contra efeitos da incerteza. O autor ainda fala que para proteger a produção são utilizados planos passíveis de serem atingidos, que foram submetidos a uma análise de cumprimento de seus requisitos e pela análise das razões pelas quais as tarefas planejadas não são cumpridas (BALLARD e WOWELL, 1997).

O planejamento de curto prazo, como mostrado na figura 11 possui como objetivo principal ordenar as equipes de trabalho para executar os serviços dos pacotes de trabalho planejados no plano de médio prazo. A periodicidade deste plano geralmente é semanal (BERNARDES, 2001).

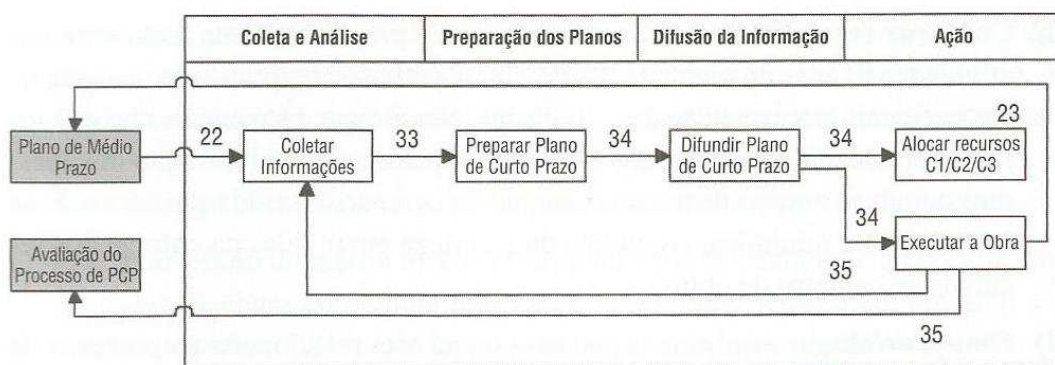
O planejamento neste nível deve ter forte ênfase no engajamento das equipes com as metas estabelecidas, sendo por isso denominado de *commitment plannig* (planejamento de comprometimento) sendo caracterizado por ciclos curtos (FORMOSO et al., 1999).

Entretanto, alguns requisitos necessitam ser seguidos para que se possa elaborar esse tipo de plano. Esses requisitos estão descritos a seguir (BALLARD e HOWELL, 1997):

- (a) Definição: os pacotes de trabalho devem estar especificados para cada tipo e quantidade de material a ser utilizado;
- (b) Disponibilidade: os recursos devem estar disponíveis quando solicitado;
- (c) Sequenciamento: os pacotes de trabalho devem ser sequenciados para facilitar a continuidade dos serviços desenvolvidos pelas equipes de trabalho;
- (d) Tamanho: o tamanho dos pacotes designados para a semana deve corresponder a capacidade produtiva de cada equipe de produção;
- (e) Aprendizagem: os pacotes que não forem completados nas semanas anteriores e as reais causas do atraso devem ser analisados de forma a se definir as ações corretivas necessárias;

Com isso, a aplicação do plano de curto prazo com o Lookhead, fazem parte de um conjunto de ferramentas que facilitam a implementação de um sistema de controle de produção denominada *Last Planner*.

Figura 11 – Planejamento de curto prazo

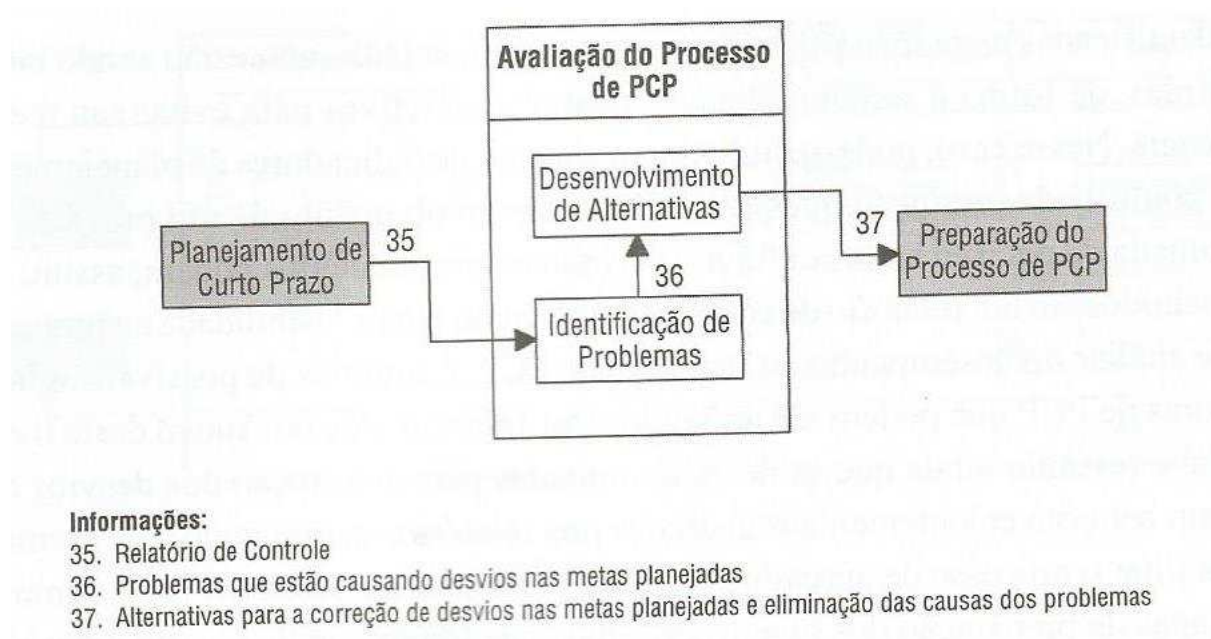


Informações:

- 22. Plano de médio prazo formatado
- 23. Plano de curto prazo controlado
- 33. Informações sobre o andamento dos pacotes de trabalho
- 34. Plano de curto prazo
- 35. Relatório de controle

Com isso a avaliação do PCP ocorre no final da obra, como forma de se propor melhorias a empreendimentos futuros, ou, ainda, durante a execução da obra, em períodos especificados na preparação do processo de planejamento. Assim, a avaliação pode ser desenvolvida tendo por base os relatórios de controle gerados ao longo da construção e a percepção de seus principais agentes intervenientes (BERNADES, 2001). O modelo proposto por esse autor está demonstrado na figura 12.

Figura 12 – Avaliação do processo de PCP



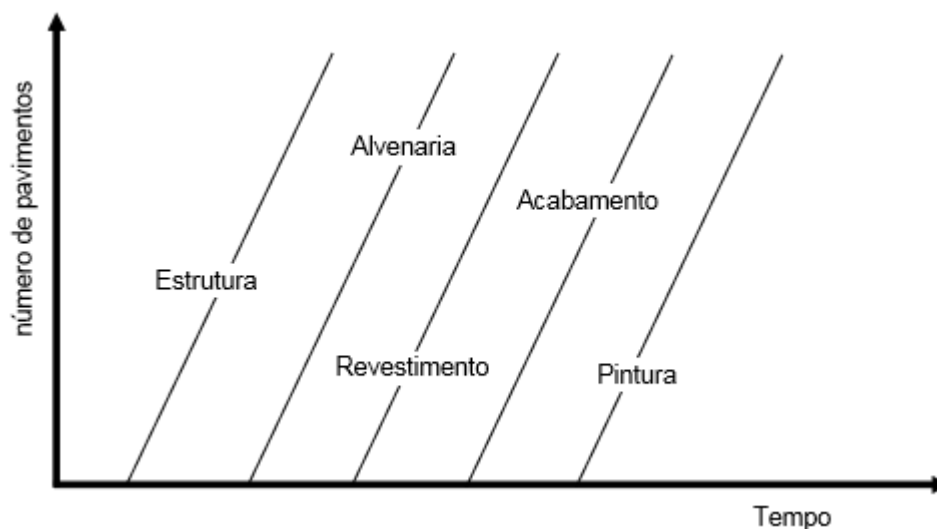
Fonte: Bernades (2001)

2.5 Linha de balanço

A linha de balanço foi desenvolvida pela marinha dos Estados Unidos para programa e controlar projetos que apresentassem repetições de atividades e posteriormente utilizada pela agencia nacional de habitação, no Reino Unido, para projetos habitacionais (SUHAIL e NEALE, 1994).

Essa é uma técnica de planejamento e controle que considera o caráter repetitivo das atividades de uma construção. Por meio dela é possível que o engenheiro da obra tenha a visão de toda a execução das atividades servindo como ferramenta de apoio para melhorar a produtividade e qualidade nos canteiros de obra figura 13.

Figura 13 – gráfico da linha de balanço



Fonte: LIMMER (2007)

2.5.1 Aplicação da linha de balanço

Losso e Araújo (1995) desenvolveu um roteiro para a produção da Linha de balanço (LB):

- (a) - Definição da unidade básica;
- (b) - Determinação das atividades e suas precedências;
- (c) - Obtenção das quantidades de serviços a executar;
- (d) - Dimensionamento do tamanho das equipes, produtividade esperada e durações das atividades na unidade de repetição considerada;
- (e) - Definição do prazo da obra e datas importantes;
- (f) - Determinação do plano de ataque à obra;
- (g) - Programação das atividades;
- (h) - Modificação da programação para atender aos objetivos da empresa, podendo esta etapa ser realizada em conjunto com a anterior;
- (i) - Traçado da Linha de Balanço.

2.5.2 Vantagens e desvantagens da linha de balanço

Segundo (LOSSO e ARAÚJO, 1995) a linha de balanço apresenta vantagens e desvantagens listadas a seguir:

Vantagens:

- (a) - Fornecimento de índices de produção e informações sobre duração das atividades na forma de um gráfico de fácil entendimento;
- (b) - Detecção dos chamados gargalos de produção;
- (c) - Detecção dos chamados gargalos de produção;
- (d) - Detecção dos chamados gargalos de produção;
- (e) - Possibilidade de elaboração de tabelas de programação contendo informações sobre utilização de mão-de-obra, equipamentos e componentes da construção, que permitam a contratação de pessoal e aquisição e uso de materiais em obra;
- (f) - Adequação à elaboração do planejamento inicial, pelo fato de simplificar decisões acerca da direção e velocidade do trabalho, além do número de atividades por ciclo de trabalho;
- (g) - Possibilidade do balanceamento nos ritmos ou velocidades de execução, evitando-se conflitos ou espera na execução dos serviços e obtendo situações favoráveis de nivelamento das equipes;
- (h) - Aplicação na análise de estratégias e táticas de produção;
- (i) - Organização do ataque à obra;
- (j) - Representação do intervalo de tempo em que cada atividade deve ser executada em cada seção do projeto e da folga existente entre a execução das atividades;
- (k) - Especialização da mão-de-obra;
- (l) - Fixação de metas, proporcionando motivação da mão-de-obra;
- (m) - Indução do surgimento do efeito aprendizagem;
- (n) - Visualização imediata das atividades que se desviaram do programa inicial e suas influências nas demais etapas da obra, quando usada como instrumento de controle.

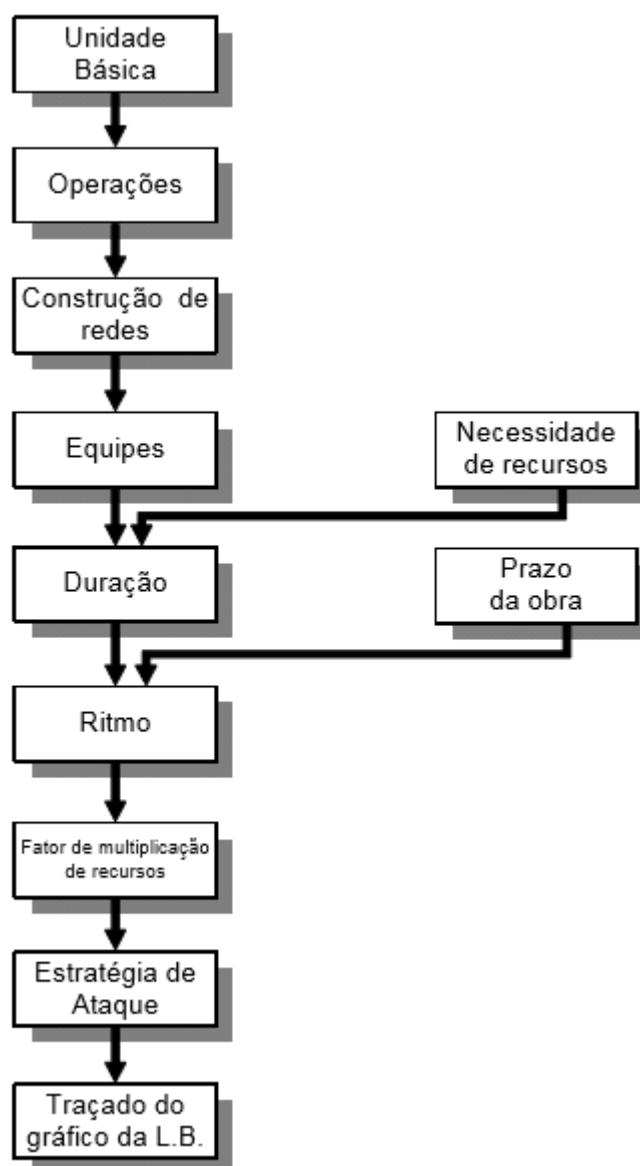
Desvantagens:

- (a) - Assume ritmos constantes para as atividades durante todo o projeto, o que pode ser questionado em função da natureza estocástica dos processos de construção;
- (b) - Especialização da mão-de-obra, tornando o operário conhecedor apenas da tarefa que executa;
- (c) - Necessidade de um projeto integrado à forma de execução;

- (d) - Dificuldade de se considerar o grande número de variáveis influentes no processo construtivo. Como exemplos podem-se citar as atividades relacionadas à execução das fachadas que exigem escalas diferentes para a mesma linha de balanço;
- (e) - Necessidade de se elaborar uma programação à parte para serviços não repetitivos;
- (f) - Entrega do domínio do processo à gerência e não ao operário;
- (g) - Limitação quanto à simulação, pelo fato de não operar com atividades inter-relacionadas;
- (h) - Dificuldade de disseminação e operacionalização em função da inexistência de aplicativos comerciais desenvolvidos especificamente para operar com a técnica.

Segundo Maziero (1990) mostrado em seu trabalho apresenta como ponto positivo a organização das etapas para a execução do método da LB através de um fluxograma figura 14, onde este modo facilita o entendimento e a compreensão da técnica utilizada.

Figura 14 – Fluxograma da linha de balanço



Fonte: MAZIERO (1990)

2.6 Controle da produção

Chiavenato (2008) explica que controle é utilizado no sentido amplo de guiar e regular atividades da empresa, a fim de garantir o alcance dos objetivos almejados. Existe controle exatamente porque sempre alguma coisa sai diferente daquilo para o qual foi planejado.

O controle é a função administrativa que consiste em medir e corrigir o desempenho, para assegurar que o que foi planejado e organizado esteja sendo feito conforme as ordens dadas.

Com isso, Chiavenato (2008) mostra que todo controle visa:

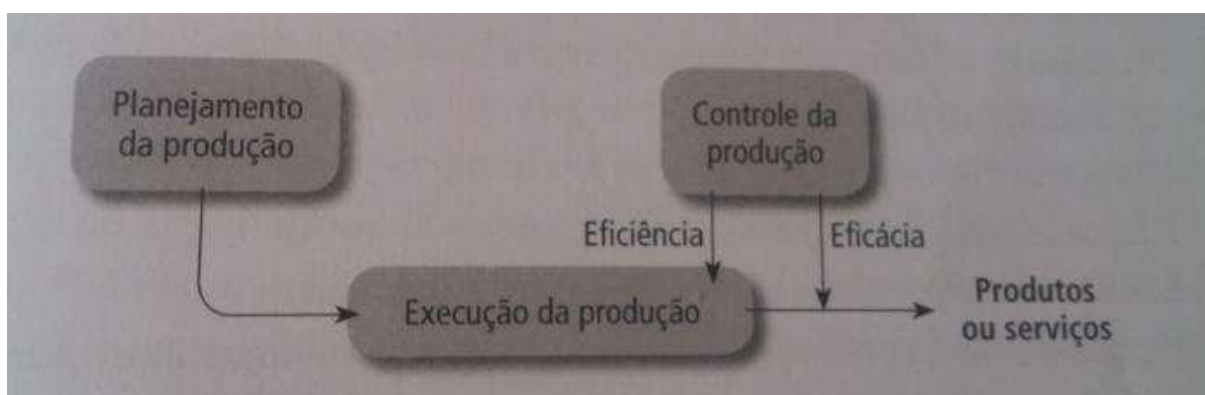
- (a) - Correção de falhas e erros: o controle serve para detectar falhas ou erros, seja no planejamento, seja na execução, e apontar as medidas corretivas;
- (b) - Prevenção de novas falhas ou erros: ao corrigir falhas ou erros, o controle aponta meios de evita-los no futuro.

Chiavenato (2008) ainda fala de dois tipos de controle:

- (a) Controle de desempenho: o controle que se realiza a medida que as operações estão sendo executadas. O controle de desempenho visa o alcance da eficiência no cotidiano das operações.
- (b) - Controle de resultados: é o controle que se realiza após as operações para verificar se elas alcançaram os resultados esperados. Ou seja, visa o alcance da eficácia nos objetivos pretendidos.

Portanto, a elaboração do plano de produção e emitidas as ordens e liberados os recursos, todas as unidades produtivas e as unidades de assessorias devem funcionar de maneira coordenada para a execução do plano e alcance dos objetivos. Trata-se de garantir a eficiência e a eficácia do sistema como mostrado na figura 15.

Figura 15 – O controle como garantia da eficiência e eficácia



Fonte: Chiaveneto (2008)

2.6.1 Finalidades do controle

Chiavenato (2008), aponta as seguintes finalidades do controle de produção

- (a) - Avaliar e monitorar continuamente a atividade produtiva da empresa;
- (b) - Comparar o programado e o realizado;
- (c) - Apontar falhas, erros ou desvio;
- (d) - Elaborar relatórios para a direção da empresa;
- (e) - Informar outras seções sobre o andamento das atividades produtivas.

O mesmo autor ainda explicita que o controle de produção procura acompanhar e verificar, isto é, monitorar, os seguintes aspectos críticos do processo produtivo da empresa:

- (a) - Previsão de vendas e suas possíveis variações;
- (b) - Planejamento de capacidade de produção;
- (c) - Plano de produção;
- (d) - Lista de materiais que compõem os produtos/serviços;
- (e) - Planejamento das necessidades de materiais;
- (f) - Compras;
- (g) - Almoxarifado e estoque de matérias-primas;
- (h) - Estoque de semielaborados ou materiais em vias;
- (i) - Programação da produção, envolvendo aprazamento, roteiro, emissão de ordens e liberação da produção.

2.6.2 Fases do controle da produção

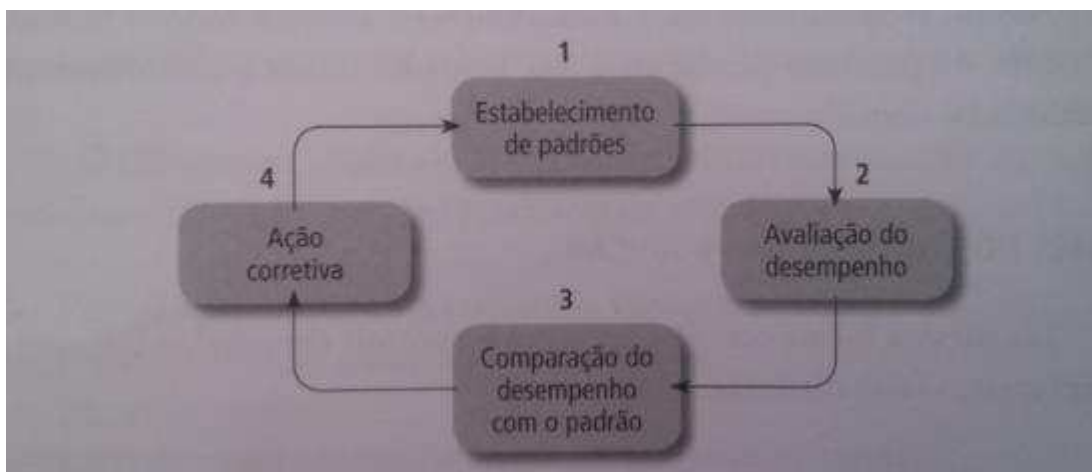
Da mesma forma como ocorre com o controle em geral, o controle de produção de Chiavenato (2008) apresenta as quatro fases distintas:

- (a) Estabelecimento de padrões: é a primeira fase do CP, que estabelece os padrões ou critérios de avaliação ou comparação. Um padrão é uma norma ou critério que serve de base para a avaliação ou comparação de alguma coisa. Existem quatro tipos de padrões: quantidade, qualidade, tempo e custo.

- (b) Avaliação de desempenho: é a segunda fase do CP e visa avaliar o que está sendo feito, monitorando e acompanhando.
- (c) Comparação do desempenho com o padrão estabelecido: é a terceira fase o CP, que compara o desempenho com o que foi estabelecido como padrão de comparação, para verificar se há desvio ou variação, isto é, se há erros ou falhas em relação ao desempenho desejado.
- (d) Ação corretiva: a quarta e última fase do CP, que procura corrigir o desempenho para adequá-lo ao padrão desejado.

O controle é um processo cíclico e repetitivo como mostra a figura 16. A medida que ele se repete, a tendência é fazer com que as coisas controladas se aperfeiçoem e reduzam seus desvios em relação aos padrões desejados. Na figura 17 mostra o processo de padrões de qualidade.

Figura 16 – O controle como um processo cíclico



Fonte: Chiavenato (2008)

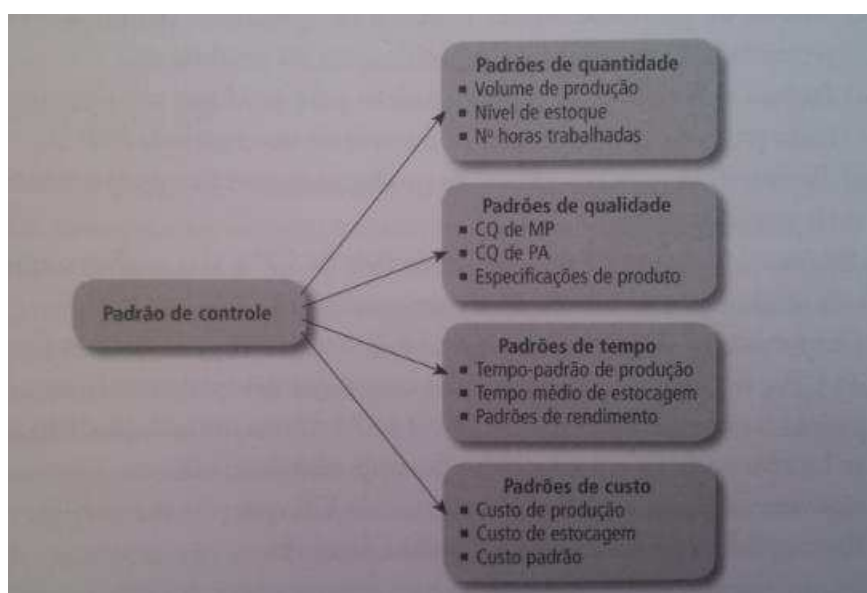
2.6.3 Métodos de controle da produção

Chiavenato (2008), mostra que o controle de produção utiliza uma variedade de métodos para acompanhar e monitorar as atividades de produção:

- (a) Controle visual: embora pouco valorizado na teoria, é na prática o método de controle mais utilizado. Nas pequenas e médias empresas, é comum a utilização do controle visual para avaliar a carga de máquinas e volume de material a ser trabalhado em cada máquina.

- (b) Controle total: é o controle global, mais amplo e abrangente. Envolve todos os itens, para comparar a quantidade programada e a quantidade realizada. Tem a vantagem de assegurar o controle contínuo de todos os itens, porém deve ter a praticidade suficiente para não tomar demasiado tempo e não custar caro.
- (c) Controle por amostragem: é o controle parcial, feito por meio de amostras escolhidas ao acaso, isto é, aleatoriamente. É um controle que utiliza técnicas estatísticas de amostragem.
- (d) Controle por exceção: é feito sobre os desvios ou discrepâncias, sobre os erros ou falhas, sobre as exceções ou anormalidades que ocorrem. Todas as comparações são feitas, mas o controle somente se concentra naquilo que escapa do previsto ou planejado.
- (e) Autocontrole: é um controle efetuado pelo próprio órgão envolvido na execução do que foi planejado programado, e não por terceiros. Os dados são preparados, e a comparação dos itens realizados com o que foi programado é feita pelos próprios responsáveis pela execução. A vantagem do autocontrole é conscientizar e responsabilizar cada área pela ação corretiva, quando e necessário, e nunca depender de um órgão estranho para fazê-lo.

Figura 17 – Os padrões de controle



Fonte: Chiavenato (2008)

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1 Metodologia aplicada a pesquisa

A metodologia é a área que se estuda os meios a serem aplicados no processo de elaboração de uma pesquisa científica nas áreas de produção de conhecimento, por meio do qual se busca abranger os mais diversos problemas e soluciona-las aplicando para tanto o método científico.

Uma pesquisa científica sempre se inicia de um problema que não se tem conhecimento ou não se tem uma resposta imediata para sua resposta. Sendo assim, necessário uma pesquisa ou estudo detalhado e definição de critérios e técnicas que serão utilizadas no processo de pesquisa.

Primeiramente, deve-se escolher o tema da pesquisa, o problema a ser pesquisado e os procedimentos técnicos adequado para alcance dos objetivos, de forma a encontrar a solução da questão proposta.

3.2 Informação sobre a empresa e a obra

O estudo de caso será realizado em conjunto com uma construtora de médio porte com sede no município de São Luís/MA. Para a elaboração deste trabalho, será utilizado a obra ainda não iniciado, situado na região do São Jose de Ribamar/MA, com previsão de início de julho de 2017. Na figura 18 mostra a planta de localização do empreendimento dentro do bairro do aragagy.

A obra em questão será um condomínio habitacional onde o mesmo possui uma área de 29.858,57 m² dividido em 115 lotes onde os mesmos possuem uma dimensão de 150,00m² (10,00 x 15,00) como mostrado na figura 19. Este condomínio também possui uma área de playground, quadra poliesportiva, salão de festa, piscina, etc. Já as habitações possuem três tipos de casa onde a maior está mostrada na figura 20. As casas serão construídas em paredes de concreto estrutural para suportar uma laje pré-fabricada, e com cobertura de estrutura

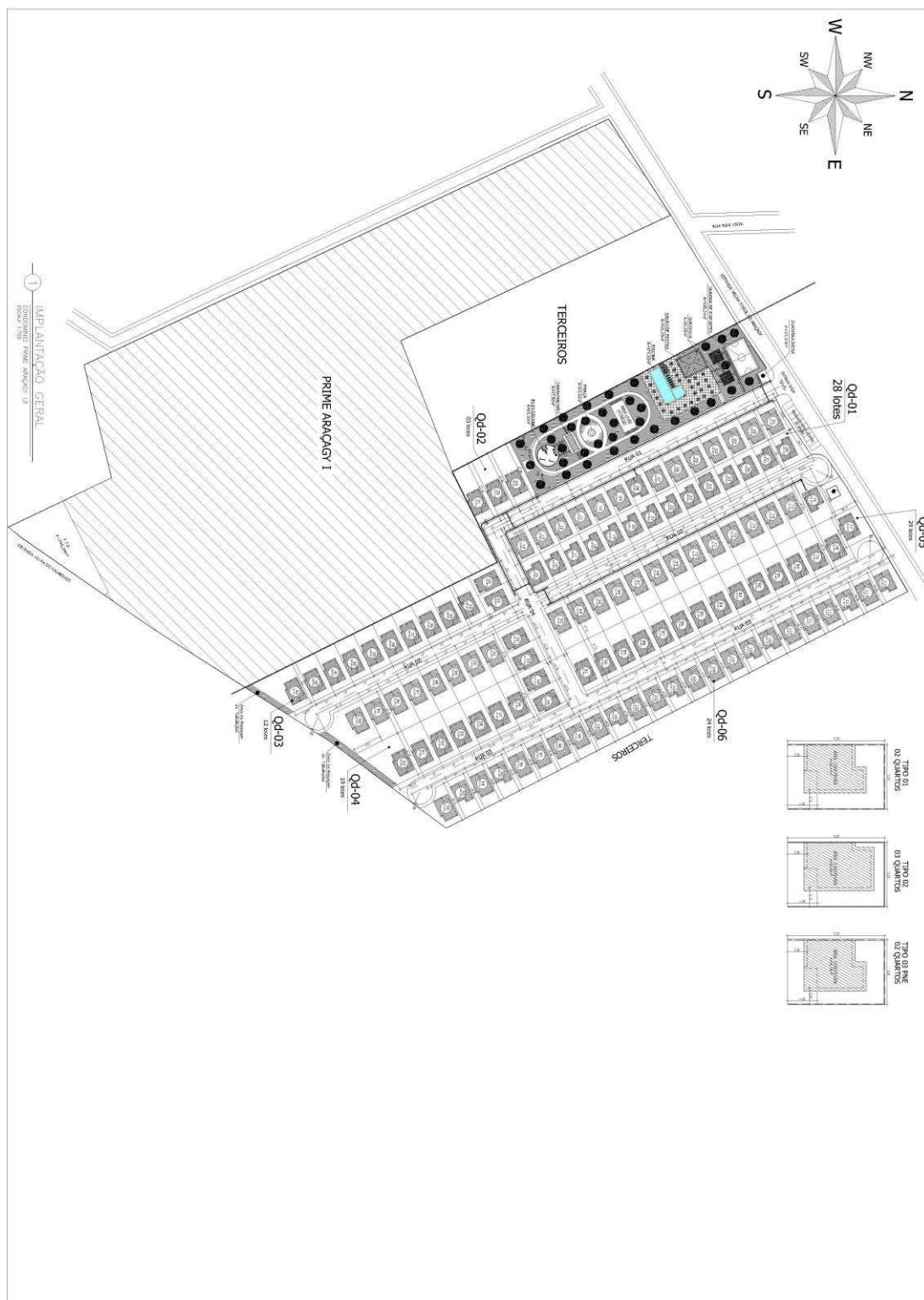
metálica com telhas de fibrocimento. Essas telhas serão escondidas utilizando uma platibanda e as fundações de cada unidade habitacional utilizada é o radier.

Figura 18 – Planta de localização



Fonte: o autor

Figura 19 – Planta de Implantação



Fonte: o autor

Figura 20 – Planta baixa da casa tipo 2



Fonte: o autor

Para a realização deste trabalho foi utilizada uma revisão bibliográfica e um embasamento técnico levantado nas bibliografias buscando o entendimento sobre o planejamento e controle de produção, tendo assim, condições para a aplicação prática do trabalho em questão.

Na etapa de preparação da pesquisa, primeiramente foi realizado a apresentação dos projetos técnicos do empreendimento em estudo. Após isso, foi realizado a quantificação e o orçamento do empreendimento, utilizando a plataforma SIENGE, obtendo-se assim, o custo total da obra, a quantidade de recursos, a produtividade de mão-de-obra, planejamentos, etc. Com todos esses dados, pode-se executar o planejamento de longo, médio e curto prazo. O planejamento de longo prazo foi dado pela pesquisa já anteriormente feita para a empresa utilizando a linha de balanço e concluído assim foi possível construir um cronograma físico-financeiro.

Já o planejamento de médio prazo foi utilizado o Excel, para elaborar um planejamento horizontal de dez semanas, e consequentemente, através dele foi executado o de curto prazo, com um horizonte semanal.

Com esses planejamentos, irá determinar os custos de cada serviço para cada período determinado. Eles também contribuirão para listar o número de operários que cada etapa irá necessitar assim como a mão-de-obra a ser contratada e materiais para compra.

Na terceira fase da pesquisa irá mostrar a implantação do planejamento de médio e curto prazo, registrando os problemas que podem ou não ter ocorridos, e ao final de cada semana ou mês mostrando a evolução através do indicador PPC.

Por fim, na última fase da pesquisa foi realizada a apresentação e análise dos resultados. Os dados analisados foram inseridos no SIENGE de onde foram gerados os resultados de análise semanal e global.

3.3 Coleta de dados

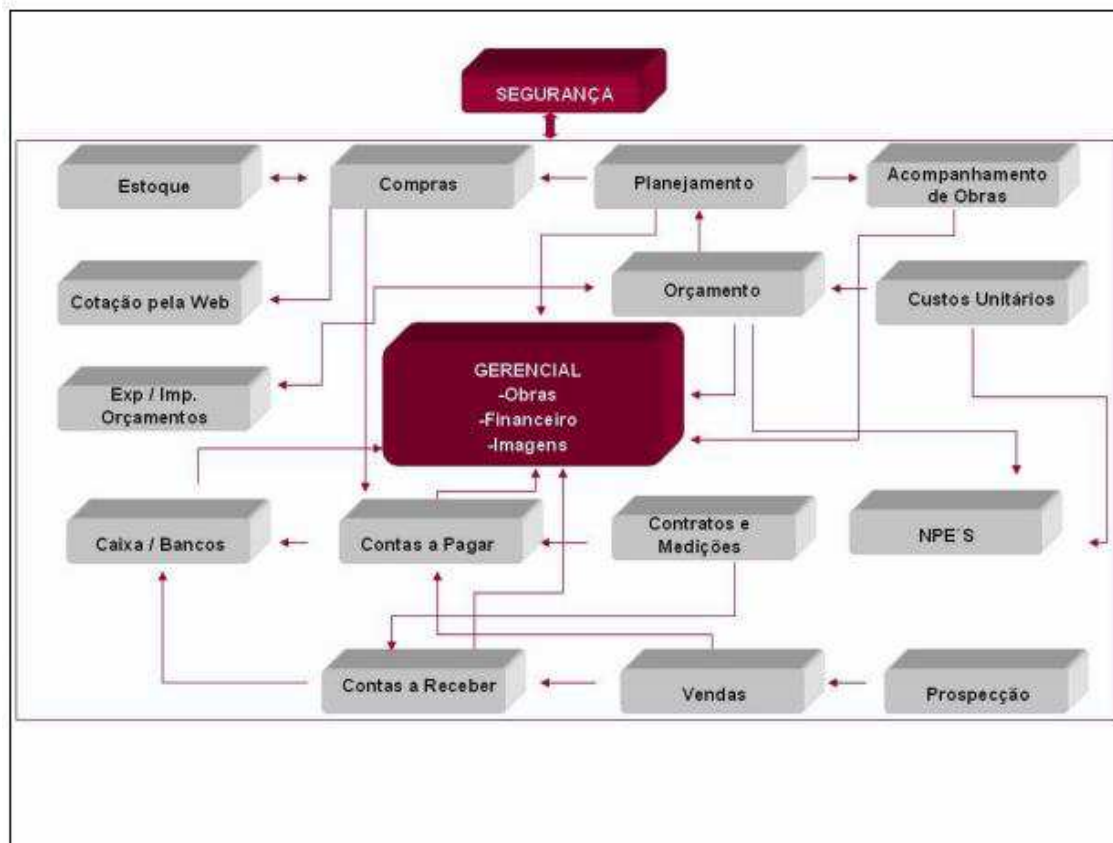
A coleta de dados foi feita através de dados obtidos pela alta gerencia e pelos projetos técnicos.

Para o planejamento, foram obtidas informações em memoriais descritivos e projetos técnicos e dados já obtidos de outras obras para ter parâmetros como por exemplo a mão-de-obra.

3.4 SIENGE - Software de gestão integrada especializado na construção

O SIENGE é um software utilizado na construção civil para se obter todo o controle das obras em andamento de uma empresa. Com os dados que inserido em tempo real pode-se obter decisões seguras em pouco tempo, reduzindo os custos e aumentando a produtividade. Com o sistema, a empresa pode-se obter processos de forma totalmente integrada, otimizado o trabalho de acordo com as necessidades da empresa como mostrado na figura 21.

Figura 21 - fluxogramas de integração do SIENGE



Fonte: SIENGE (2007)

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E ANALISES

4.1 Preparação do processo de planejamento e controle de produção

A empresa fez o lançamento do empreendimento em meados de novembro, com isso a obra foi prevista para começar dia 11 de julho de 2017. Com isso o prazo para a obra se entregue foi estipulada para 15 de março de 2018. O custo foi estipulado num valor x e que não podia passar desse valor, para que a empresa pudesse ter lucro com o empreendimento.

A qualidade empregada devia seguir os padrões já estabelecidos em outras obras da própria empresa sempre visando a satisfação final do cliente. O empreendimento terá acabamento de alto padrão e tecnologia autossustentável.

Os projetos foram elaborados ainda antes do lançamento desde a infraestrutura até os projetos habitacionais. Porém, os mesmos sofreram alterações no decorrer das análises de custos do empreendimento. Paralelamente, foram projetados o leiaute do canteiro de obra mostrando os melhores pontos estratégicos para a locação dos escritórios, locais de armazenamentos, posições de equipamentos, vestiários, banheiros almoxarifado. Ele demonstra também todos os requisitos de segurança no canteiro

Nessa etapa foi definida o processo de planejamento que este empreendimento onde o mesmo por conter processos repetitivos, a estratégia adotada será a linha de balanço. Juntamente, será executado o planejamento de médio e curto prazo. Todas essas ferramentas serão empregadas seguindo o modelo PCP com a filosofia Lean.

4.2 Levantamento e quantificação para orçamento

Baseado na descrição previa de lançamento do empreendimento e no memorial descritivo após a finalização dos projetos juntamente com os processos produtivos já estabelecidos dentro da própria empresa, foi-se determinado os pacotes de trabalho a serem executados na obra.

Durante as reuniões foram discutidas as vantagens de usar os pacotes de trabalho nesse empreendimento. Uma delas foi a concentração da produção com a consequente redução dos fluxos físicos; o incentivo a polivalência dos funcionários, além da introdução do conceito de continuidade de termino dos serviços de modo a reduzir e melhorar o modo que se gerencia a entrega dos pacotes de trabalhos entre as equipes de canteiro de obra.

Após discutir os com a alta gerencia foi decidido, após muito estudos para facilitar tanto o orçamento como a execução, os pacotes de trabalho. Foi decidido um total de 17 pacotes para executar uma casa do empreendimento. Foi criada uma planilha mostrada no quadro 1 que representa tais pacotes de trabalho juntamente com seus serviços.

Quadro 1 – pacote de trabalhos

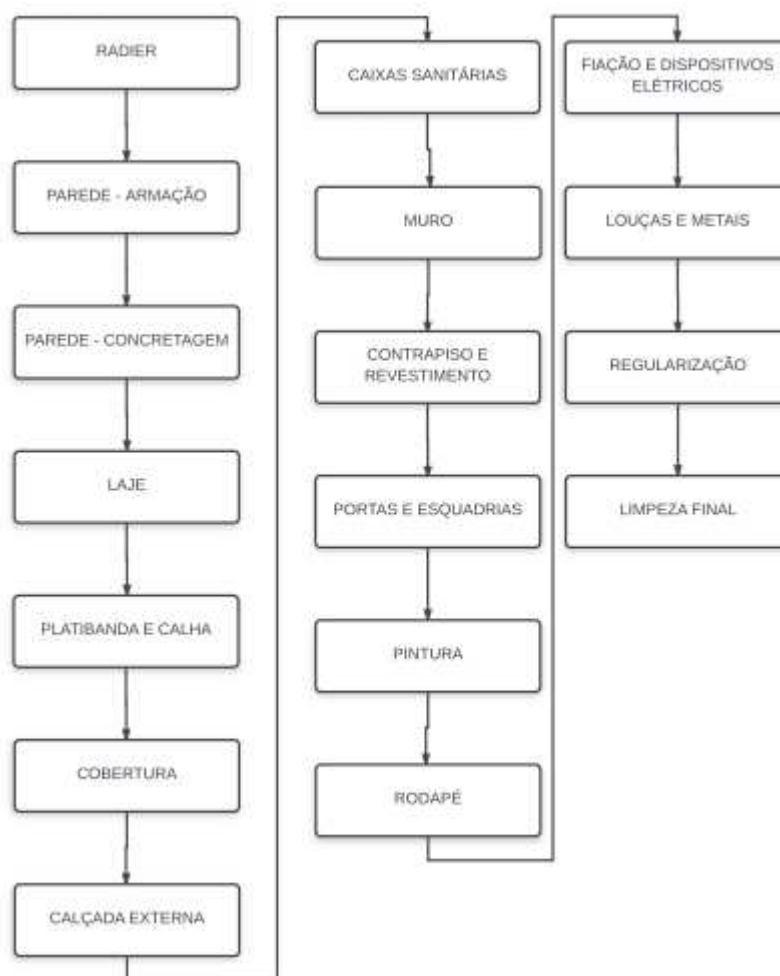
PCT 04	-	PACOTE DE TRABALHO – 04
		LAJE
ITEM		DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS
4.1		LAJE PRÉ-FABRICADA TRELIÇADA
4.2		ESCORAMENTO
4.3		ARMAÇÃO EM TELA SOLDADA
4.4		KIT ELETRICO
4.5		CONCRETAGEM
4.6		MÃO-DE-OBRA

Fonte: o autor

Para se determinar o dimensionamento de equipes levou-se em consideração as experiências dos engenheiros e supervisores de produção. Outra maneira seria através de índices de produtividades coletado na própria empresa porem, a empresa possuía poucos dados apropriados, os quais foram obtidos ainda quando não se usava os pacotes de trabalho.

Para demonstrar a sequência definida para os diversos pacotes de trabalho utilizaram-se os diagramas de precedências. No presente trabalho foi-se considerado apenas a parte habitacional do empreendimento sendo a infraestrutura e equipamentos comunitários realizado a parte.

Figura 22 - fluxograma dos pacotes de trabalho



Fonte: o autor

Depois de definir todos os pacotes e de planejar todas as etapas, e com auxílio e experiência dos engenheiros da empresa definiu-se os serviços que compõem todos os pacotes de trabalho. Após isso foi feito um levantamento de quantitativo de todos os componentes construtivos que compõem uma casa demonstrado na figura 23. Esse processo foi realizado coletando informações já apresentadas em projetos e/ou calculando manualmente serviços específicos que não constavam em projetos, como a área de alvenaria por exemplo.

Figura 23 - Exemplo de levantamento de quantitativos

LEVANTAMENTO DE REVESTIMENTOS DE PAREDES - CASA TIPO 1														VERSÃO:
PRODUÇÃO														01
AMBIENTE	PERÍMETRO (m)	ALTURA (m)	DESCONTOS (m²)	MASSA		PINTURA					CERÂMICA			RODAPÉ (m) POLIETILENO com H=7cm
				CORRIDA (m²)	ACRÍLICA (m²)	SELADOR (m²)	PVA LÁTEX (m²)	TEXTURA (m²)	CAL (m²)	COR	CERÂMICA 46x34 cm (m²)	CERÂMICA (m²)	CERÂMICA 45X45 (m²)	
QUARTO 1	11,20	2,63	2,63	26,82	0,00	26,82	53,65			BRANCO				10,47
QUARTO 2	12,20	2,63	2,63	29,45	0,00	29,45	58,91			BRANCO				11,47
BANHEIRO	7,60	2,63	1,82	0,00	0,00	0,00	0,00				18,17			0,00
COZINHA	10,00	2,63	4,33	0,00	0,00	0,00	0,00				21,97			8,37
SALA/HALL	21,00	2,63	10,45	44,78	0,00	44,78	89,57			BRANCO				17,28
ÁREA DE SERVIÇO	1,50	1,50										2,25		
PAREDE EXTERNA 1	3,90	2,63	2,21			8,05	8,05	8,05		AREIA				
PAREDE EXTERNA 2	0,80	4,45				3,56	3,56	3,56		AREIA				
PAREDE EXTERNA 3	2,40	4,45	1,74			8,94	8,94	8,94		AREIA				
PAREDE EXTERNA 4	2,90	2,63				7,63	7,63	7,63		CAMURÇA				
PAREDE EXTERNA 5	6,90	2,63				18,15	18,15	18,15		AREIA				
Total				101,06	0,00	147,38	248,44	46,32	0,00		40,14	2,25	0,00	47,59

Fonte: o autor

Como o empreendimento é financiado pela Caixa Econômica Federal, todos o orçamento foi feito pelo SINAPI. O processo de orçamento foi elaborado na descrição dos materiais, mão-de-obra e equipamentos, entrando nas tabelas de composições do SINAPI para compor os serviços através dos coeficientes e quantidades uma vez que estes consomem insumos exemplificado na figura 24. Para a realização do orçamento foi utilizado o software para gestão de empresas, o SIENGE.

Apesar do SIENGE possuir um banco de dados contar com mais de 2.000 insumos e cerca de 3.300 composições, não é um banco de dados completo e preciso. Algumas composições como o novo sistema de água fria (flexthemp) tiveram que ser compostas já que não constava em seu banco de dados e nem no SINAPI.

Figura 24 – Exemplo de composição de serviços

FUES	90853	CONCRETAGEM DE LAJES EM EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES FEITAS COM SISTEMA DE FORMAS MANUSEÁVEIS COM CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, FCK 20 MPA, LANÇADO COM BOMBA LANÇA – LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF 06/2015	M3	
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,16
COMPOSICAO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,641
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,722
COMPOSICAO	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV – CHP DIURNO. AF 06/2015	CHP	0,059
COMPOSICAO	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV – CHI DIURNO. AF 06/2015	CHI	0,101
INSUMO	39849	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 190 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	1,11

Fonte: SINAPI (2016)

Após ter feito o levantamento proveniente dos projetos técnicos e feito as composições e revisões das já existentes, foi feito o fechamento do orçamento como mostra na figura 25 de forma sintética de um dos tipos de casa constando as porcentagens que cada pacote representa no montante.

Figura 25 - Orçamento

		Orçamento <i>Resumo por Etapas</i>	
Obra		453 - P453 - Prime Araújo II	
Unidade construtiva		5 - CASA 1 - TIPO 2	
Tipo de obra		1 - Residencial	
Endereço da obra		Estrada Velha do Farol do Araújo, S/N - Miritiua - São José de Ribamar/MA - 65110-000	
BDI		não aplicado	Encargos sociais não aplicado
Preços expressos em		R\$ (REAL)	
Código	Descrição	Preço total	% Total
01	PACOTES DE TRABALHO	68.607,58	100,00
01.001	RADIER / INSTALAÇÕES SANITÁRIAS / ELETRODUTO QM À QD	5.703,32	8,31
01.002	PAREDE - FORMA, ARMAÇÃO, POSICIONAMENTO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E ELÉTRICAS	3.832,21	5,59
01.003	PAREDES - CONCRETAGEM	4.954,36	7,22
01.004	LAJE	4.684,21	6,83
01.005	PLATIBANDA E CALHA	3.864,09	5,63
01.006	COBERTURA	5.712,06	8,33
01.007	CALÇADA EXTERNA	369,62	0,54
01.008	CAIXA DE INSPEÇÃO, GORDURA, SABÃO E PASSAGEM	962,69	1,40
01.009	MURO	2.844,34	4,15
01.010	PISO / REVESTIMENTO / BANCADAS	9.337,79	13,61
01.011	PORTAS E ESQUADRIAS	7.666,87	11,17
01.012	PINTURA	7.260,21	10,58
01.013	RODAPE EM PVC	1.383,23	2,02
01.014	FIAÇÃO / TOMADAS / INTERRUPTORES / DISJUNTORES	1.341,05	1,95
01.015	LOUÇAS E METAIS / HIDRÔMETRO	5.563,34	8,11
01.016	SERVIÇOS FINAIS	2.609,69	3,80
01.017	LIMPEZA FINAL	518,50	0,76
Total da unidade construtiva		68.607,58	100,00
Total da obra		68.607,58	100,00

Fonte: o autor

No apêndice A, pode-se visualizar a planilha de orçamenta completa, onde a mesma possui uma lista detalhada dos serviços que compõe cada pacote da obra, seguindo uma sequência hierárquica de etapas e sub-etapas, com custos descriminados em materiais e mão-de-obra.

4.3 Estabelecer padrões de planejamento

Essa etapa envolve a definição de padrões a serem utilizados na realização do planejamento e controle. Nesse empreendimento será utilizado a WBS. Desta forma na figura 26 está descrito o WBS do pacote pintura e assim todos os pacotes seguem a mesma linha de planejamento.

Figura 26 – WBS da pintura



Fonte: o Autor

4.4 Detalhar restrições

As restrições presentes antes mesmo de começar a obra são diversas, e elas devem ser previstas e analisadas no começo do planejamento. A dificuldade de arranjar financiamento pela caixa econômica federal foi uma delas pelo fato do país passar por dificuldades econômicas; licenciamento de diversos órgãos públicos para liberar o terreno para ser construído. Uma delas foi o IPHAN, onde o mesmo quando foi vistoriar o terreno ainda na fase inicial bloqueou o terreno pois encontrou artefatos indígenas.

4.5 Planejamento de longo prazo

O planejamento de longo prazo foi realizado utilizando a linha de balanço feito pelo engenheiro da empresa. Essa ferramenta foi desenvolvida depois da definição dos pacotes de trabalho juntamente com a data de início, ritmo das atividades e duração em dias de cada pacote. Na figura 27 mostra a linha de balanço com seus respectivos pacotes de trabalho.

Nota-se que existem atividades que não tem dependência entre si no quesito início-fim como por exemplo os pacotes do muro e revestimento cerâmico interno. Porém existem serviços distintos de natureza que por ocupar o mesmo espaço físico tendem a compor o mesmo pacote (calha e impermeabilização).

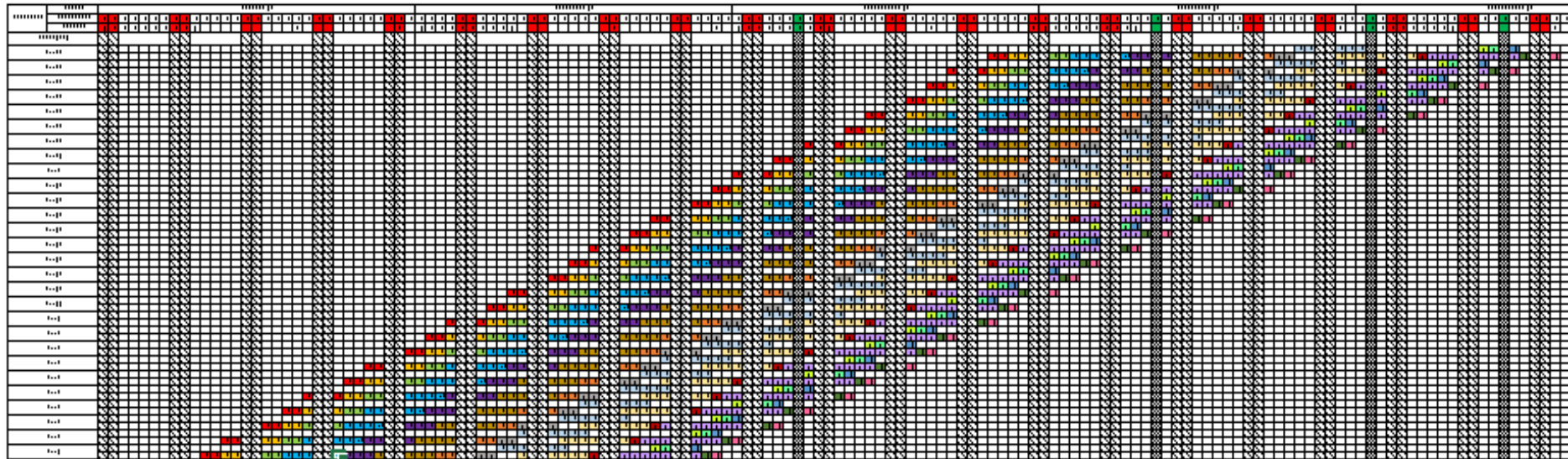
Na linha de balanço encontra-se identificado o número de equipes que irá trabalhar como, por exemplo o radier que no começo do empreendimento está identificado pela equipe 2 porque no mesmo período em outro bloco encontra-se a equipe 1 fazendo o mesmo serviço. Porém, visto que logo de início adotou-se duas equipes para trabalhar no pacote laje alternando nas unidades habitacionais para manter o fluxo contínuo.

Com isso, CAMPOS (2016), determinou que o prazo de execução de condomínio foi de 248 dias corridos, com início em 11/07/2017 e fim 15/03/2018 com um *lead time* de 37 dias úteis por casa.

Com o plano de longo prazo feito, este foi difundido através de cartazes impressos da linha de balanço e em reuniões da diretoria assim como no canteiro de obra.

Nesta etapa ocorre a programação de compras, aluguel e/ou contratação que requerem longos tempos de aquisição. Nesta obra um exemplo disso são as formas de alumínio para as paredes de concreto onde as mesmas demoram 60 dias para se entregue.

Figura 27 – Linha de balanço



Fonte: Campos (2016)

Quadro 3 – Legenda dos pacotes de trabalho

Cor	Pacotes de trabalho	Cor	Pacotes de trabalho
	1. Radier / instalações sanitárias / eletroduto qm a qd.		10. Contra piso, bancadas, piso e revestimento
	2. Parede - armação, instalações e forma.		11. Portas e esquadrias
	3. Parede - concretagem e desforma		12. Pintura
	4. Laje pré-fabricada - cimbramento, montagem, concretagem e cura		13. Rodapé em polietileno
	5. Platibanda, caixa d'agua e barrilete		14. Fiação elétrica, tomadas, pontos de luz, disjuntores e interruptores
	6. Cobertura		15. Louças e metais, hidrômetro
	7. Calçada externa		16. Regularização, pedras de garagem e porta de alumínio externo
	8. Caixa de inspeção, gordura, sabão e inspeção.		17. Limpeza final
	9. Muro, miniposte e caixa de medição elétrica.		

Fonte: Campos (2016)

A linha de balanço além de mostrar o fluxo de trabalho, ele nos entrega o número de equipes que irá compor na obra. Com isso nos dá uma visão de quantos operários irá trabalhar na obra e com isso pode-se iniciar pelo RH a divulgação da necessidade e assim da contratação da mão-de-obra. Quando iniciar a execução deste empreendimento, em paralelo estará em execução outro empreendimento, o PRIME I. Com isso o dimensionamento de equipe levou em consideração os dois empreendimentos como pode ser visto na figura 28.

Figura 28 – Distribuição de equipes

CONDOMÍNIO PRIME I E II - QUADRO DE EQUIPES						
PACOTES DE TRABALHO	Equipe Base	Duração (dias)	Qtd individual	Qtd de Equipes	Produtividade UH/mês/equipe	Qtd Operários
1. RADIER / INSTALAÇÕES SANITÁRIAS / ELETRODUTO QM À QD	5 Oficiais	2	10	2		16
	3 Ajudantes		6			
2. PAREDES - ARMAÇÃO, INSTALAÇÕES, FORMA	4 Montadores forma metálica	2	8	2		28
	3 Oficiais		6			
	7 Ajudantes		14			
3. PAREDES - CONCRETAGEM E DESFORMA	4 Montadores forma metálica	2	8	2		16
	4 Ajudantes		8			
4. LAJE PRÉ-MOLDADA - CIMBRAMENTO, MONTAGEM, CONCRETAGEM, CURA	5 Oficiais	4	20	4		36
	4 Ajudantes		16			
5. PLATIBANDA / CAIXA D'ÁGUA E BARRILETE	3 Oficiais	3	12	4		28
	4 Ajudantes		16			
6. COBERTURA	2 Montadores (est. Metálica)	4	8	4		24
	1 Oficiais		4			
	3 Ajudantes		12			
7. CALÇADA EXTERNA	2 Oficiais	2	4	2		6
	1 Ajudantes		2			
8. CAIXA DE INSPEÇÃO, GORDURA, SABÃO E PASSAGEM	2 Oficiais	2	4	2		8
	2 Ajudantes		4			
9. MURO, MINI POSTE E CAIXA DE MEDIÇÃO ELÉTRICA	2 Oficiais	5	12	6		30
	3 Ajudantes		18			
10. CONTRAPISO / BANCADAS / PISO E REVESTIMENTO	3 Oficiais	5	18	6		30
	2 Ajudantes		12			
11. PORTAS E ESQUADRIAS	1 Oficiais	1	1	1		2
	1 Ajudantes		1			
12. PINTURA	4 Oficiais	6	24	6		36
	2 Ajudantes		12			
13. RODAPÉ EM PVC	1 Oficiais	1	1	1		2
	1 Ajudantes		1			
14. FIAÇÃO ELÉTRICA / TOMADAS, PONTOS DE LUZ, DISJUNTORES E INTERRUPTORES	1 Oficiais	1	1	1		2
	1 Ajudantes		1			
15. LOUÇAS E METAIS / HIDRÔMETRO	2 Oficiais	1	2	1		3
	1 Ajudantes		1			
16. REGULARIZAÇÃO, PEDRAS DA GARAGEM E PORTA DE ALUMÍNIO EXTERNA	2 Ajudantes	1	2	1		2
17. LIMPEZA FINAL	2 Ajudantes	1	2	1		2

Fonte: o autor

Já o processo de compra e locação de equipamentos envolve o setor financeiro da empresa, porém, a decisão de alugar ou comprar nesse nível de planejamento parte da diretoria da empresa.

Após fechar o orçamento, o SIENGE pode fornecer o cronograma físico-financeiro tanto do intervalo de tempo como o número de habitações da forma que o usuário preferir. Na figura 29 está demonstrado o cronograma financeiro da execução de uma casa no período que foi determinado no planejamento de longo prazo.

O prazo de uma casa é de 37 dias e ela começa na primeira quinzena de julho e termina no final de agosto. Ela determina o começo e início de cada atividade. Com isso o mês de julho representa 37,74% do valor total enquanto no mês de agosto o restante 62,26%.

Figura 29 – Cronograma físico e financeiro

Cronograma Físico/Financeiro

Obra: 453 - P453 - Prime Araçápy II

Início da obra: 11/07/2017

Unidade construtiva: 5 - CASA 1 - TIPO 2

Término da obra: 15/03/2018

Preços expressos em R\$ (REAL)

ID	Descrição	Dur.	Início	Término	Total do item	Valor	Jul/2017	% Mês	% Acum	Ago/2017	% Mês	% Acum	Totais por mês	Valor	% Mês	% Acum	Valor	% Mês	% Acum
1	- PACOTES DE TRABALHO	37	11/07/2017	30/08/2017	68.607,58	100,00	25.894,22	37,74	37,74	42.713,36	62,26	100,00							
2	- RADIER / INSTALAÇÕES SANITÁRIAS / ELETRODUTO QM Á QD	2	11/07/2017	12/07/2017	5.703,32	8,31	5.703,32	100,00	100,00										
14	- PAREDE - FORMA, ARMAÇÃO, POSICIONAMENTO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E ELÉTRICAS	2	13/07/2017	14/07/2017	3.832,21	5,59	3.832,21	100,00	100,00										
20	- PAREDES - CONCRETAGEM	2	17/07/2017	18/07/2017	4.954,36	7,22	4.954,36	100,00	100,00										
23	- LAJE	4	19/07/2017	24/07/2017	4.684,21	6,83	4.684,21	100,00	100,00										
30	- PLATIBANDA E CALHA	3	25/07/2017	27/07/2017	3.864,09	5,63	3.864,09	100,00	100,00										
42	- COBERTURA	4	28/07/2017	02/08/2017	5.712,06	8,33	2.856,03	50,00	50,00	2.856,03	50,00	100,00							
49	- CALÇADA EXTERNA	2	03/08/2017	04/08/2017	369,62	0,54				369,62	100,00	100,00							
52	- CAIXA DE INSPEÇÃO, GORDURA, SABÃO E PASSAGEM	2	07/08/2017	08/08/2017	962,69	1,40				962,69	100,00	100,00							
58	- MURO	5	09/08/2017	15/08/2017	2.844,34	4,15				2.844,34	100,00	100,00							
66	- PISO / REVESTIMENTO / BANCADAS	5	11/08/2017	17/08/2017	9.337,79	13,61				9.337,79	100,00	100,00							
78	- PORTAS E ESQUADRIAS	1	18/08/2017	18/08/2017	7.666,87	11,17				7.666,87	100,00	100,00							
86	- PINTURA	6	21/08/2017	28/08/2017	7.260,21	10,58				7.260,21	100,00	100,00							
94	- RODAPÊ EM PVC	1	24/08/2017	24/08/2017	1.383,23	2,02				1.383,23	100,00	100,00							
97	- FIAÇÃO / TOMADAS / INTERRUPTORES / DISJUNTORES	1	07/08/2017	07/08/2017	1.341,05	1,96				1.341,05	100,00	100,00							
104	- LOUÇAS E METAIS / HIDRÔMETRO	1	28/08/2017	28/08/2017	5.563,34	8,11				5.563,34	100,00	100,00							
110	- SERVIÇOS FINAIS	1	29/08/2017	29/08/2017	2.609,69	3,80				2.609,69	100,00	100,00							
116	- LIMPEZA FINAL	1	30/08/2017	30/08/2017	518,50	0,76				518,50	100,00	100,00							
Total da unidade construtiva	Total da unidade construtiva acumulado				68.607,58		25.894,22	37,74		42.713,36	62,26								
	Total da obra				68.607,58		25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
Total da obra acumulado							25.894,22	37,74	37,74	42.713,36	62,26								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
							25.894,22	37,74	37,74	68.607,58	100,00								
			</																

Fonte: o autor

Esse exemplo mostra apenas uma casa, mas como o processo de planejamento engloba várias unidades habitacionais sendo construídas ao mesmo tempo, seria muito grande demonstrar todo o cronograma da obra por isso este trabalho irá mostrar apenas um período de três meses (julho, agosto e setembro).

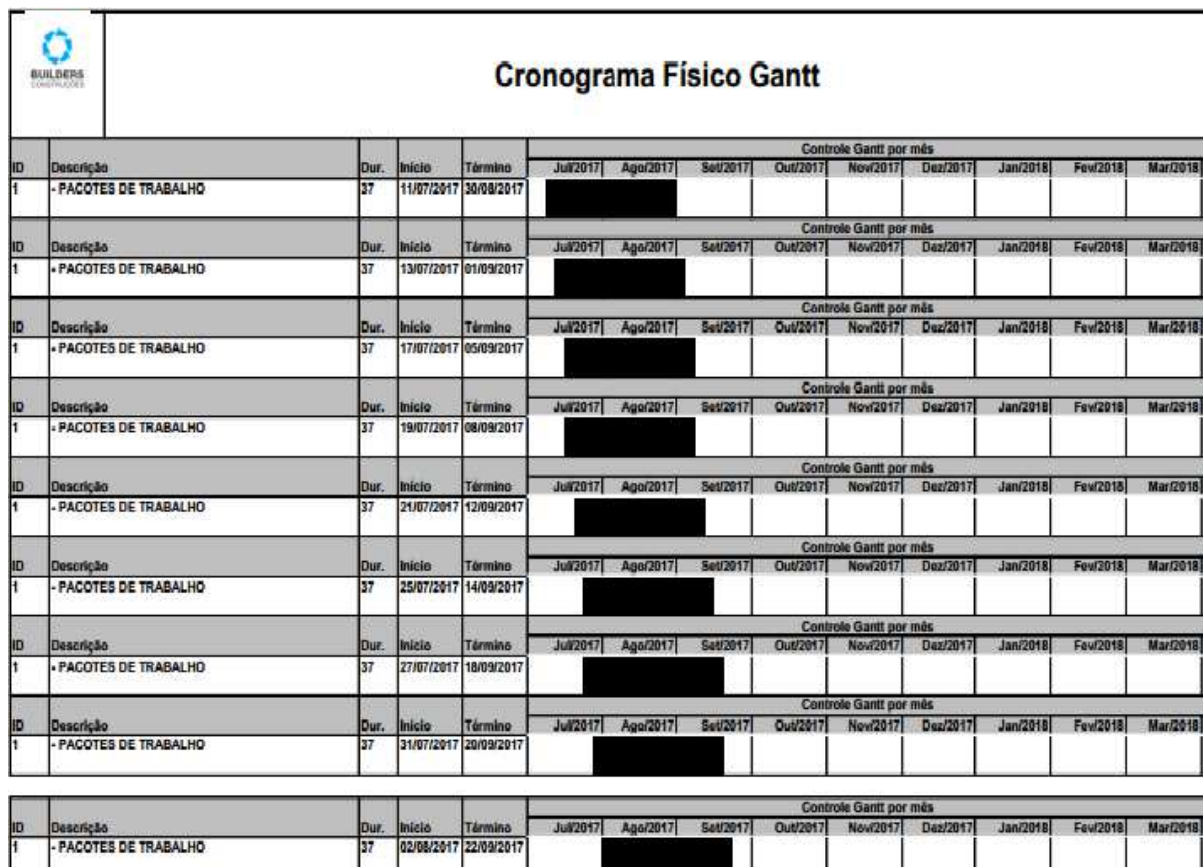
Já o cronograma de Gantt demonstra o progresso, em gráfico de barra, de cada unidade habitacional em relação ao tempo. Esse relatório é mais visualizar para demonstrar o progresso de cada casa de forma mais simplificada pois a linha de balanço já demonstra isso. Na figura 30 demonstra apenas, de forma sintética, as unidades habitacionais, porém o SIENGE pode também entregar o gráfico de todos os serviços melhorando o acompanhamento da obra

Na figura 31 mostra o cronograma financeiro no período de três meses. Nesse intervalo de tempo engloba 50 casas porém algumas somente alguns serviços entram como por exemplo a casa 50 onde apenas o pacote de radier é contabilizado.

Com esse cronograma já percebemos que o fluxo de caixa da empresa logo para o primeiro mês deverá ser de R\$121.658,61 para executar os pacotes. Já no segundo mês o valor já é consideravelmente, R\$688.712,56, maior por englobar um maior número de casas e, consequentemente, um maior número de serviços. No mês de setembro o aumento não foi tão

significativo por um valor alto, R\$999.098,59, que tende a se manter constante até o final da obra.

Figura 30 – Cronograma físico de Gantt



Fonte: o autor

Figura 31 – Cronograma financeiro

CRONOGRAMA FINANCEIRO										
ITEM	PACOTES DE TRABALHO	VALOR EM R\$		PESO %	PERÍODO DE EXECUÇÃO					
		UNITÁRIO	TOTAL		JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1	RADIER	R\$ 5.816,89	R\$ 5.816,89	8,00%	R\$ 40.508,60	R\$ 94.104,80	R\$ 68.439,80			
2	PAREDE - ARMAÇÃO	R\$ 4.617,87	R\$ 4.617,87	6,35%	R\$ 23.317,00	R\$ 61.315,40	R\$ 42.154,30			
3	PAREDE - CONCRETAGEM	R\$ 5.970,76	R\$ 5.970,76	8,21%	R\$ 26.389,60	R\$ 92.630,30	R\$ 54.498,00			
4	LAJE	R\$ 5.467,95	R\$ 5.467,95	7,52%	R\$ 19.571,30	R\$ 85.840,40	R\$ 80.128,60			
5	PLATIBANDA E CALHA	R\$ 4.334,37	R\$ 4.334,37	5,96%	R\$ 9.016,08	R\$ 79.707,80	R\$ 52.425,90			
6	COBERTURA	R\$ 8.508,24	R\$ 8.508,24	11,69%	R\$ 2.856,03	R\$ 92.104,90	R\$ 113.761,00			
7	CALÇADA EXTERNA	R\$ 294,17	R\$ 294,17	0,40%	R\$ 0,00	R\$ 4.336,65	R\$ 4.620,25			
8	CAIXA DE INSPEÇÃO, GORDURA, SABÃO E PASSAGEM	R\$ 858,85	R\$ 858,85	1,18%	R\$ 0,00	R\$ 9.877,09	R\$ 12.996,30			
9	MURO	R\$ 2.403,63	R\$ 2.403,63	3,30%	R\$ 0,00	R\$ 23.231,90	R\$ 59.481,20			
10	PISO / REVESTIMENTO / BANCADAS	R\$ 9.907,13	R\$ 9.907,13	13,62%	R\$ 0,00	R\$ 59.635,00	R\$ 126.994,00			
13	PORTAS E ESQUADRIAS	R\$ 8.793,82	R\$ 8.793,82	12,09%	R\$ 0,00	R\$ 37.565,30	R\$ 115.003,00			
12	PINTURA	R\$ 4.851,15	R\$ 4.851,15	6,67%	R\$ 0,00	R\$ 23.325,60	R\$ 111.923,00			
13	RODAPÉ EM POLIETILENO	R\$ 1.284,59	R\$ 1.284,59	1,77%	R\$ 0,00	R\$ 4.149,69	R\$ 19.357,10			
14	FIAÇÃO / TOMADAS / INTERRUPTORES / DISJUNTORES	R\$ 1.242,41	R\$ 1.242,41	1,71%	R\$ 0,00	R\$ 4.023,15	R\$ 17.122,20			
15	LOUÇAS E METAIS / HIDROMETRO	R\$ 5.441,98	R\$ 5.441,98	7,48%	R\$ 0,00	R\$ 11.126,70	R\$ 72.092,30			
16	SERVIÇOS FINAIS	R\$ 2.525,41	R\$ 2.525,41	3,47%	R\$ 0,00	R\$ 5.219,38	R\$ 41.936,00			
17	LIMPEZA FINAL	R\$ 435,62	R\$ 435,62	0,60%	R\$ 0,00	R\$ 518,50	R\$ 6.165,64			
TOTAL			R\$ 72.754,84	100,00%	R\$ 121.658,61	R\$ 688.712,56	R\$ 999.098,59			
VALORES ACUMULADOS					R\$ 121.658,61	R\$ 810.371,17	R\$ 1.809.469,76			

Fonte: o autor

4.6 Planejamento de médio prazo

Segundo Campos (2016), a elaboração do planejamento de médio prazo foi proposta em um horizonte de três meses onde, em um período de doze semanas são descritas todas as tarefas a serem realizadas. Foi construída uma tabela de médio prazo demonstrando a quantidade de unidades construídas entregues ao cliente no período determinado como mostra a figura 32.

Um layout de canteiro arranjado apropriadamente é de grande importância para a indústria da construção civil pela influência que ele exerce sobre as atividades de fluxo, como o movimento e o armazenamento de materiais e equipamentos para um melhor aproveitamento da mão-de-obra. Para reduzir atividades que não agregam valor, deve-se haver uma organização estrutural no canteiro de obras indicando a entrada, saída, carga e descarga de materiais, vias de circulação e local para armazenamento de insumos.

Figura 32 – Planejamento de médio prazo

BUILDERS CONSTRUÇÕES PCP - PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO																								
OBRA/UE: PRIME ARAÇAGY					DEPTO: Obra					MÊS: SET / OUT / NOV										PPC TRIMESTRE:				
ITEM	FACOTE DE SERVIÇO	CONDOMÍNIO	UN / TRIMESTRE	RESTRIÇÕES		JULHO DE 2017						AGOSTO DE 2017						SETEMBRO DE 2017						
						SEMANA				TOTAL	% PPC MÊS	SEMANA				TOTAL	% PPC MÊS	SEMANA				TOTAL	% PPC MÊS	
						1	2	3	4			1	2	3	4			1	2	3	4			
1	RADIER / INSTALAÇÕES SANITÁRIAS / ELETRODUTO QM À QD	PRIME 2	46	R1	P	-	2	2,5	2,5	7	100,0%	4,5	5	5	5	19,5	100,0%	2,5	5	4	8	19,5	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
2	PAREDES - ARMAÇÃO, INSTALAÇÕES, FORMA	PRIME 2	44,5		P	-	1	2,5	2,5	6	100,0%	3,5	5	5	5	18,5	100,0%	3	5	4	8	20	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
3	PAREDES - CONCRETAGEM E DESFORMA	PRIME 2	47	R2	P	-	-	2,5	2,5	5	100,0%	2,5	5	5	10	22,5	100,0%	4,5	5	5	5	19,5	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
4	LAJE PRÉ-MOLDADA - CIMBRAMENTO, MONTAGEM, CONCRETAGEM, CURA	PRIME 2	41,5		P	-	-	1	2,5	3,5	100,0%	2,5	3	4,5	9,5	19,5	100,0%	4	5	5	4,5	18,5	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
5	PLATIBANDA / CAIXA D'ÁGUA E BARRILETE	PRIME 2	37,7	R3	P	-	-	-	1,333	1,333	100,0%	2,666	2,33	5	10	17,666	100,0%	4	5	4,66	5	18,66	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
6	COBERTURA	PRIME 2	33,5		P	-	-	-	-	0	100,0%	2,5	2,5	2,5	9	16,5	100,0%	4	4	4	5	17	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	#DIV/0!	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
7	CALÇADA EXTERNA	PRIME 2	33	R4	P	-	-	-	-	0	100,0%	1	2,5	2,5	8,5	14,5	100,0%	3,5	5	5	5	18,5	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	#DIV/0!	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
8	CAIXA DE INSPEÇÃO, GORDURA, SABÃO E PASSAGEM	PRIME 2	32	R5	P	-	-	-	-	0	100,0%	-	2,5	2,5	7,5	12,5	100,0%	4,5	5	5	5	19,5	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	#DIV/0!	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
9	MURO, MINI POSTE E CAIXA DE MEDIÇÃO ELÉTRICA	PRIME 2	28,2		P	-	-	-	-	0	100,0%	-	0,8	2,4	5,8	9	100,0%	4,2	5	5	5	19,2	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	#DIV/0!	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
10	CONTRAPISO / BANCADAS / PISO E REVESTIMENTO	PRIME 2	26		P	-	-	-	-	0	100,0%	-	-	2,2	5,2	7,40	100,0%	3,6	5	5	5	18,6	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	#DIV/0!	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
11	PORTAS E ESQUADRIAS	PRIME 2	11		P	-	-	-	-	0	100,0%	-	-	-	1	1	100,0%	1	3	2	4	10	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	#DIV/0!	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
12	PINTURA	PRIME 2	19,5		P	-	-	-	-	0	100,0%	-	-	-	4	4	100,0%	2	3,5	5	5	15,5	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	#DIV/0!	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
13	RODAPÉ EM PVC	PRIME 2	19		P	-	-	-	-	0	100,0%	-	-	-	4	4	100,0%	2	3	5	5	15	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	#DIV/0!	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
14	FAÇÃO ELÉTRICA / TOMADAS, PONTOS DE LUZ, DISJUNTORES E INTERRUPTORES	PRIME 2	18		P	-	-	-	-	0	100,0%	-	-	-	3	3	100,0%	2	3	5	5	15	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	#DIV/0!	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
15	LOUÇAS E METAIS / HIDRÔMETRO	PRIME 2	16		P	-	-	-	-	0	100,0%	-	-	-	3,00	3	100,0%	2	2	4	5	13	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	#DIV/0!	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
16	REGULARIZAÇÃO, PEDRAS DA GARAGEM E PORTA DE ALUMÍNIO EXTERNA	PRIME 2	16		P	-	-	-	-	0	100,0%	-	-	-	2,00	2	100,0%	2	3	4	5	14	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	#DIV/0!	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	
17	LIMPEZA FINAL	PRIME 2			P	-	-	-	-	0	100,0%	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	1	3	4	100,0%	
					E	-	-	-	-	0	#DIV/0!	-	-	-	-	0	0,0%	-	-	-	-	0	0,0%	

Fonte: o autor

Campos (2016) continua que essa tabela também determina o controle a cada mês demonstrando a eficácia do planejamento de médio prazo através da coluna “PCP mês”

Além da identificação inicial, os registros das restrições ocorrem de acordo com as necessidades para a execução dos pacotes de trabalho que estão previstos num horizonte de três meses à frente. Com isso, realiza-se um plano de necessidades determinando-se a data para a remoção, identifica-se o responsável por retirar a restrição, além de categorizar o tipo de restrição (Projeto, mão-de-obra, material, equipamento, qualidade, segurança) demonstrado na figura 33.

Figura 33 – Registro de restrições

 PCP - PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO REGISTRO DE RESTRIÇÕES						
OBRA/UR:			MÊS:			DATA DE ATUALIZAÇÃO:
Nº RESTRIÇÃO	DESCRIÇÃO DA RESTRIÇÃO	REMOÇÃO DAS RESTRIÇÕES			STATUS OK ou N	OBSERVAÇÕES
		DEPTO	RESPONSÁVEL	PRAZO		
R1	CONCLUSÃO DA TERRAPLENAGEM					
R2	TREINAMENTO PARA MONTAGEM DAS FORMAS					
R3	USINA DE CONCRETO					
R4	CONTRATAR TERCEIRIZADO PARA ESTRUTURA METÁLICA E IMPERMEABILIZAÇÃO DA CALHA					
R5	EQUIPAMENTO PARA REALIZAR ESCAVAÇÃO DAS CAIXAS					
R6	EQUIPAMENTO PARA REALIZAR ESCAVAÇÃO DA FUNDAÇÃO DO MURO					

Fonte: o autor

4.7 Planejamento de curto prazo

O planejamento de curto prazo foi feito em um horizonte de uma semana. Os serviços que aqui se apresentam foram retirados do planejamento de médio prazo. Na tabela proposta por CAMPOS (2016), é possível identificar a identificação do responsável técnico, semana e período de planejamento, porcentagem PCP. Já na coluna na coluna esquerda identifica-se as atividades (pacotes de trabalho), o local, as equipes previstas a trabalharem na determinada casa da semana e a previsão dos dias que será executada as atividades.

A coluna do PPC (porcentagem de pacotes concluídos), são dados coletados diariamente com os resultados semanais. O cálculo é dado pelo quociente entre a quantidade de atividades planejadas e concluídas e a quantidade de atividades planejadas demonstrado na figura 34.

Figura 34 - planejamento parcial de curto prazo da terceira semana

PCP - PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO													
PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO													
DEPTO:	OBRA:	MÊS:				DATA DE ATUALIZAÇÃO:							% PPC TOTAL DA SEMANA:
EQUIPE	PACOTE DE SERVIÇO	CONDOMÍNIO	QUADRA	UH		SEMANA Nº 03							% PPC
						SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	
						24	25	26	27	28	29	30	
RADIER 2	RADIER / INSTALAÇÕES SANITÁRIAS / ELETRODUTO QM À QD	PRIME 2	1	5	P	x							
					E								
RADIER 2	RADIER / INSTALAÇÕES SANITÁRIAS / ELETRODUTO QM À QD	PRIME 2	1	6	P		x	x					
					E								
RADIER 2	RADIER / INSTALAÇÕES SANITÁRIAS / ELETRODUTO QM À QD	PRIME 2	1	7	P				x	x			
					E								
ARMAÇÃO 2	ARMAÇÃO, POSICIONAMENTO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E ELÉTRICAS	PRIME 2	1	4	P	x							
					E								
ARMAÇÃO 2	ARMAÇÃO, POSICIONAMENTO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E ELÉTRICAS	PRIME 2	1	5	P		x	x					
					E								
ARMAÇÃO 2	ARMAÇÃO, POSICIONAMENTO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E ELÉTRICAS	PRIME 2	1	6	P				x	x			
					E								

Fonte: Campos (2016)

Quadro 3 – problemas que podem apresentar

MÃO-DE-OBRA:	MATERIAL / EQUIPAMENTOS:	PROJETO:	PLANEJAMENTO:
1. Falta de MO própria	9. Falta de material	17. Falta de projeto executivo na obra	23. Modificações do planejamento
2. Falta de MO empreitada	10. Falta de solicitação	18. Falta de detalhamento do projeto	24. Má distribuição das tarefas
3. Absenteísmo da equipe	11. Falta de programação	19. Falta de definição clara no projeto	25. Atraso da tarefa antecedente
4. Baixa produtividade da equipe	12. Atraso na entrega	20. Incompatibilidade entre projetos	26. Condições adversas de tempo
5. Modificação da equipe	13. Falta por desperdício na utilização	21. Alteração de projeto	27. Problema não previsto na execução
6. Afastamento por acidente	14. Manutenção	22. Complexidade do projeto	28. Tarefa não planejada
7. Falta de programação de MO	15. Mal dimensionamento		
8. Superestimação da produtividade	16. Conserto		

Fonte: o autor

4.8 Compra, recebimento e estoque de materiais

Depois de traçar todas as metas e planejar em todos os níveis, sabemos quanto se gasta em cada etapa de serviço e por período desejado para construir as unidades habitacionais em estudo. Mas para isso funcionar em perfeita harmonia, deve-se haver insumos para ser utilizados na obra.

Com ajuda do SIENGE podemos traçar a curva ABC os insumos, serviços que tem fundamental importância nos custos da obra. Na figura 35 está listado os dez primeiros insumos da curva ABC. Nela está listado os insumos de maior importância e de maior custo encarecendo a obra e por isso deve-se atentar no planejamento de compra desses materiais.

Nessa lista podemos observar que os insumos concretos usinado e o piso porcelanato são os dois itens mais caro da obra. Nesse caso a gerente de suprimentos deve fazer uma seleção de fornecedores para encontrar o melhor preço fazendo o custo da obra reduzir consideravelmente.

Caso o gerente de suprimento consiga 3% de desconto apenas no concreto usinado, o custo reduzira no preço global de 23.489,90 reais gerando lucro para a empresa. Seguindo os mesmos passos, o piso porcelanato tendo 5% de desconto geraria um lucro de 27.117,69 reais no preço global. Só com esses dois descontos a empresa já economizaria 50.607,59 reais, com isso mostra a importância dessa análise dessa curva. Apesar de desconto considerado pequeno, isso impacta grandes economia no orçamento da obra.

Já a parte intermediária, representa cerca de 30% no custo total da obra e negociar descontos neles rendem economia menos significativa, mas ainda sim relevante no orçamento.

Já a parte final da curva os descontos têm impacto mínimo, ou seja, o próprio gestor da obra pode delegar a compra desses itens a que lida com o dia a dia da obra.

Já o processo de compra, a empresa adota um procedimento operacional que envolve as áreas de suprimento e logística. O procedimento encontra-se no anexo A em forma de fluxograma detalhando cada passo. Na figura 36 encontra-se a necessidade de insumos para as primeiras casas que, no caso o concreto, precisa para a concretagem do radier e as paredes.

O gerente da obra faz a requisição da compra do material através do SIENGE ou manualmente como mostra a figura 37, onde essa requisição será aprovada pelo gerente de suprimento. Uma vez aprovada essa requisição, o analista de suprimento ira identificar os fornecedores qualificados para a compra mostrado na figura 38. Com isso, faz-se a cotação de preços com pelo menos três fornecedores, por telefone ou e-mail. Após o recebimento das cotações, faz-se a escolha da melhor proposta, sendo autorizada a compra e arquivada digitalmente no SIENGE e com isso emite-se o pedido de compra e aprovar o pedido. Após isso, é enviado um pedido para o fornecedor, para gerente da obra e almoxarifado. Após isso, tem-se o acompanhamento do pedido até a obra.

Para receber esse material, o almoxarife junta o pedido de compra e verifica se está correta com o material a receber. Estando tudo certo, acontece a inspeção do material. Caso não esteja conforme é devolvido ou ajustado, caso esteja conforme e liberado para o armazenamento. Com isso, acontece a identificação do material e da entrada no SIENGE para melhor controle. Com isso, com a liberação de serviços na obra o encarregado faz o pedido do material para o almoxarife onde o mesmo libera e faz a atualização no estoque. O procedimento operacional esta detalhado no anexo B.

Figura 35 – Curva ABC de insumos

	Curva ABC de Insumos						
Obra	453 - P453 - Prime Araçagy II						
Tipo de obra	1 – Residencial						
Unidade(s) construtiva(s)	5 - CASA 1 - TIPO 2						
BDI	Não aplicado	Encargos sociais	Não aplicado				
Código	Descrição	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total	%Part.	%Acum.
469	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 MM +/- 20 MM, FCK = 25 MPA (INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO)	m3	19,0226	360,0000	6.848,14	9,4126	9,4126
8560	PISO PORCELANATO POLIDO EXTRA NA COR BRANCA 62X62CM	m2	64,9600	68,0300	4.419,23	6,0741	15,4868
3480	AQUECEDOR DE AGUA ELETRICO HORIZONTAL 200L CILINDRO COBRE / INOX	und	1,0000	3.755,5200	3.755,52	5,1619	20,6486
385	PERFIL LAMINADO ACO ESTRUTURAL "U", 6 " X 2 " (QUALQUER ESPESSURA)	kg	690,4700	4,6700	3.224,49	4,4320	25,0806
8550	TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 5 MM, DE *1,83 X 1,10* M (SEM AMIANTO)	un	62,7000	49,0000	3.072,30	4,2228	29,3035
69	SERVENTE	h	672,0387	4,0500	2.721,76	3,7410	33,0444
8510	LÁJE PRÉ-FABRICADA TRELIÇADA PARA PISO OU COBERTURA, H=12CM, ENCHIMENTO EM BLOCO EPS, H=8COM	m2	76,9400	27,0000	2.077,38	2,8553	35,8998
8487	TELA AÇO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-75 (18,7 kg/pç), DIÂMETRO DO FIO = 3,8 MM, LARGURA = 2,5 X 6,0 M DE COMP. ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15 X 15	kg	355,0000	5,6200	1.995,10	2,7422	38,6420
8502	TELA DE AÇO SOLDADA CA-60, Q-196 (3,11 KG/M2), DIÂMETRO DO FIO = 5,00 MM, LARGURA = 2,45 M, ESPAÇAMENTO = 10 X 10 CM	kg	402,6000	4,9100	1.976,77	2,7170	41,3590
479	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 MM +/- 20 MM, FCK = 20 MPA (EXCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO)	m3	6,4000	300,0000	1.920,00	2,6390	43,9980

Fonte: o autor

Figura 36 – Necessidade de insumos

BUILDERS
CONSTRUÇÕES

Necessidades de Insumos

Obra: 453 - P453 - Prime Araçagy II

Início da obra: 11/07/2017

Término da obra: 15/03/2018

Data de aquisição: 11/07/2017

Utilização							
Código	Insumo	Und.	Quantidade	UC	ID	Tarefa	Data
479	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 MM +/- 20 MM, FCK = 20 MPA (EXCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO)	m3	6,4000	5	2	RADIER / INSTALAÇÕES SANITÁRIAS / ELETRODUTO QM A QD	11/07/2017
Total do insumo			6,4000				

Data de aquisição: 13/07/2017

Utilização							
Código	Insumo	Und.	Quantidade	UC	ID	Tarefa	Data
479	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 MM +/- 20 MM, FCK = 20 MPA (EXCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO)	m3	6,4000	5	2	RADIER / INSTALAÇÕES SANITÁRIAS / ELETRODUTO QM A QD	13/07/2017
Total do insumo			6,4000				

Data de aquisição: 17/07/2017

Utilização							
Código	Insumo	Und.	Quantidade	UC	ID	Tarefa	Data
469	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 MM +/- 20 MM, FCK = 25 MPA (INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO)	m3	15,8051	5	20	PAREDES - CONCRETAGEM	17/07/2017
Total do insumo			15,8051				
479	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 MM +/- 20 MM, FCK = 20 MPA (EXCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO)	m3	6,4000	7	2	RADIER / INSTALAÇÕES SANITÁRIAS / ELETRODUTO QM A QD	17/07/2017
Total do insumo			6,4000				

Fonte: o autor

Figura 37 – Requisição de material e serviço



BUILDERS
CONSTRUÇÕES

REQUISIÇÃO DE MATERIAL E SERVIÇO

SUPRIMENTOS E LOGÍSTICA

OBRA/UR: P452 - Prime Araçagy			TIPO DE REQUISIÇÃO: ☒ MATERIAL ☐ SERVIÇO SUBEMPREENHEIRO	REQUISIÇÃO Nº: 7	DATA DA EMISSÃO: 01/08/2016	IDENTIFICAÇÃO: FORM.SL.01	VERSAO: 02
ITEM	CÓDIGO	SERVIÇO	DESCRIÇÃO	UND	QTD	PRAZO DE ENTREGA	DISPONÍVEL NO ESTOQUE
1		Sala Técnica	Cabo 2,5mm2 (vermelho e branco)	m	200,00	02/ago	
2		Sala Técnica	Tomadas duplas	und	3,00	02/ago	
3		Sala Técnica	Tomadas simples	und	3,00	02/ago	
4		Sala Técnica	Cx 4 x 2	und	6,00	02/ago	
5		Sala Técnica	Lâmpada para uso interno	und	4,00	02/ago	
6		Sala Técnica	Interruptor de 1 seção	und	3,00	02/ago	

Fonte: o autor

Figura 38 – Ordem de compra

ORDEM DE COMPRA							
Obra:	P452/P453 - PRIME ARAÇAGY II						
Data	12/07/16						
Comprador:							
Fornecedor:							
Vendedor:						Fone.:	
End.:							
Cond. de pag.:	ANTECIPADO						
Prazo de entrega:	APÓS CONFIRMAÇÃO DO PAGAMENTO						
Frete:	FOB						
Local de entrega:							
ITEM	Nº DA REQ	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	UND	QTD	VLR UNIT (R\$)	VLR TOTAL (R\$)	
1		28 peças de 5,50m - 7 x 14cm	ml	154	R\$ 14,00	R\$ 2.156,00	
2		28 peças de 4,50m - 7 x 14cm	ml	126	R\$ 14,00	R\$ 1.764,00	
3		18 peças de 4,00m - 7 x 14cm	ml	72	R\$ 14,00	R\$ 1.008,00	
4		60 Tábuas de 5,50m - 0,25m largura	ml	330	R\$ 8,75	R\$ 2.887,50	
5		560m de barrote 7 x 7	ml	560	R\$ 6,00	R\$ 3.360,00	
SUB TOTAL						R\$ 11.175,50	
DESCONTO						6%	
TOTAL						R\$ 10.536,26	

Fonte: o autor

4.9 Controle de qualidade dos serviços

Na elaboração do curto prazo, deve constar o que será possível de executar na correspondente semana e programar o serviço para a etapa que será atingida. Na planilha deve-se constar apenas os serviços como mostra a figura da tabela de curto prazo e não as dividir em pequenas atividades. Isto porque a avaliação emitira nota no serviço concluído.

Para controlar esses serviços programados na semana, utiliza-se as fichas de verificação de serviços (FVSs) onde demonstram todas as atividades de cada pacote. Assim, as FVSs são registros que ajudam a garantir o atendimento a padrões de qualidade e também controlam as condições de início de serviço, os parâmetros de controle durante a execução e a entrega. Na figura 39 está um exemplo de como deve ser feito esse cadastro de atividades e seu acompanhamento.

No cabeçalho está identificando a obra, o responsável técnico que irá preencher a tabela, o local de serviço, a quadra e a casa. Já no corpo principal está a lista de requisitos de

verificação onde a maioria das vezes, é uma lista de perguntas que devem ser respondidas com “sim” ou “não”. Com isso, é necessário indicar claramente se o serviço foi ou não aprovado, e a data de inspeção. Em caso de reprovação, o serviço deve ser refeito, ficando submetido a nova inspeção. Já o rodapé há campos para observações gerais e ações adotadas, incluindo o nome do verificador e a assinatura do engenheiro responsável.

É importante que cada serviço tenha sua ficha de verificação personalizada de acordo com os itens considerado importante na área, o profissional que confere a execução do serviço deve ter experiência e ser devidamente treinado para o preenchimento da tabela.

Figura: 39 – Ficha de verificação de serviço

SISTEMA PARA CONTROLE DE QUALIDADE					
FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO - ALVENARIA BLOCO DE CONCRETO					
OBRA:					
PROFISSIONAL(S) EXECUTOR(S):				LOCAL DE APLICAÇÃO:	
LOCAL DE SERVIÇO:		CASA	ÁREAS COMUM (EXTERNAS)	Quadrado:	Cores:
LOCAL DE APLICAÇÃO: (EM CASO DE ÁREA COMUM OU EXTERNA):					
REQUISITO PARA VERIFICAÇÃO			LAUDO DA INSPEÇÃO		
			ÁREA COMUM DAS CASA	numero da casa	numero da casa
			numero da casa	numero da casa	numero da casa
			DATA DE INICIO	DATA DE INICIO	DATA DE INICIO
			DATA DE INICIO	DATA DE INICIO	DATA DE INICIO
			DATA DE INICIO	DATA DE INICIO	DATA DE INICIO
= APROVADO			= REPARADO / RETRABALHO / NEGAÇÃO		
1	A parede esta chapiscada				
2	As alvenarias de marcação seguem as posições especificadas em projeto				
3	As dimensões internas dos cômodos estão conformes o projeto? (tolerancia 2mm)				
4	Existe o espaçamento na junta da ultima fiada? (2 a 3 cm)				
5	A parede está no prumo? (utilizar prumo de face)				
6	A parede esta plana? (utilizar regua de aluminio)				
7	As vergas e contra-vergas estão niveladas?				
8	As juntas de fixação foram executadas				
9	Após o serviço, o local está limpo e desempedido?				
DATA DE TERMINO:					
Observações e ações:					
Verificador: _____			Assinatura do engenheiro da obra: _____		

Fonte: o autor

4.10 Retrabalho e terminalidade

O retrabalho consiste em uma nova execução de um serviço já realizado, seja por ter sido executado de forma diferente do projetado como pela falta de qualidade. Isso impacta tanto no custo como no planejamento da obra. Para isso, tanto as avaliações de qualidade, quanto da produção, devem liberar somente se a etapa anterior for terminada com qualidade exigida pela empresa.

Nesse empreendimento em estudo é fundamental o gestor está atento a terminabilidade pois cada equipe de trabalho está definida do início ao fim. A equipe do pacote de trabalho da parede só poderá iniciar seus serviços caso a equipe do radier tenha terminado. Caso haja um atraso isso impactara tanto no sequenciamento dos pacotes como nas outras unidades habitacionais.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

6.1 Considerações finais

Este trabalho demonstrou todos os conceitos desde o início, passando do sistema Toyota de produção, nascendo a filosofia Lean até a sua aplicação no planejamento de controle de produção. Este trabalho também propôs a estudar e propor a implantação da construção enxuta na metodologia de planejar empreendimentos na construção civil. Este objetivo foi pensando por causa da deficiência no meio acadêmico.

Ter um processo de planejamento e controle da produção é fundamental para que a obra caminhe dentro do prazo gerando assim uma maior qualidade e menor custo. E como nos tempos atuais a necessidade de agilizar as interações entre todas as áreas se faz presente, a inovação tecnológica ajuda nessa hora.

Assim, este trabalho baseou-se em uma obra que irá se realizar e com isso foi planejado todas as etapas do PCP. A partir da linha de balanço temos uma visão geral de como irá se comportar toda a execução da obra e com isso conseguimos prever vários aspectos da obra como o fluxo de trabalho, as equipes de trabalho, os custos de cada etapa. A partir do planejamento de longo e médio prazo temos uma visão para adquirir materiais para estoque assim como as contratações de serviços terceirizados. Outro ponto é que com esse planejamento de longo e médio prazo evita-se que haja um excesso de pedidos de compra fazendo assim diminuir o estoque ou até mesmo a falta de materiais o que geraria menos despesas.

Já no curto prazo conseguimos controlar a execução de cada serviço e assim garantindo a qualidade. Isso tudo é mais facilitado pois o SIENGE auxilia a comunicação entre as partes e assim melhora o gerenciamento de tempo e aumentando assim a produtividade. Neste planejamento conseguimos prever os problemas de produção, servindo, então, de base de dados a empresa para aprimoramento e estruturação do seu sistema produtivo em futuros empreendimentos.

Esse estudo teve uma grande importância na formação do autor na área de engenharia civil, pois trabalhou com diversos profissionais da área, realizando estudo de projetos, orçamentação, cronogramas e planejamento.

Como seguimento deste trabalho sugere-se que:

- (a) Comparar na prática a evolução da obra planejada e executada;
- (b) Acompanhar e medir a produtividade das equipes de trabalho;
- (c) Realizar o acompanhamento de custo e qualidade da obra;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKOFF, R.L. **Planejamento empresarial**. Rio de Janeiro: LTC, 1976.

ALVES, T. C. L. **Diretrizes para a Gestão dos Fluxos Físicos em Canteiros de Obras: proposta baseada em estudos de caso**. 2000. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

ANTUNES JUNIOR, J. **Em Direção a uma Teoria Geral de Processo de Administração da Produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero**. Porto Alegre: Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. Tese de Doutorado.

ASSUMPÇÃO, J., **Gerenciamento de empreendimentos na Construção Civil: Modelo para Planejamento Estratégico da Produção de Edifícios**. São Paulo, 1996. 206 p. Tese (Doutorado em engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de engenharia.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory. **Implementing lean construction: stabilizing work flow. In: 2nd Workshop on Lean Construction, Santiago**, 1994. Collectanea... Edited by Luis Alarcón, A A Balkema/Rotterdam/Brookfield, 1997.

BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

CAMPOS, K., **Gerenciamento de Tempo usando a ferramenta “Last planner system” – Lean Construction**. Universidade Estadual do Maranhão, São Luis, 2016.

CHIAVENATO, Idalberto. **Planejamento e controle da produção**. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2008.

CIMINO, Remo, **Planejar para Construir**. São Paulo, PINI, 1987.

DAVID. A **“casa” do STP – Sistema Toyota de Produção**, 2010. Disponível em: <<https://davidkond.wordpress.com/2010/06/28/casastp/>>. Acesso: novembro de 2016.

DAVIS, G.; OLSON, M. **Sistemas de informacion Gerencial**. Colômbia: McGraw-Hill Latinoamericana S. A., 1987.

FORMOSO, C. T. **A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects**. Tese de Doutorado. Salford: University of Salford – Departament of Quality and Building Surveying, 1990.

GALSWORTH, G. D. **Visual Systems – Harnessing the power of the visual workplace**. Amacom – American Management Association, 1997

GHINATO, P. **Publicado como 2o. cap. do Livro Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Editora da UFPE, Recife, 2000.

GRENHO, L. F. S. **Last-Planner System e Just-in-Time na Construção**. 2009. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, 2009.

GUIMARAES, Tales. **Planejamento e Controle e a Teoria Lean Construction na Construção Civil**. Disponível em <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1484>. Acesso em 14 de julho de 2016.

HEINECK, L.F.M. **Estratégias de produção na construção de edifícios**. in: **Congresso Técnico-Científico de Engenharia Civil** (1996: Florianópolis). Anais. Vol. 1, p. 93-100.

HOWELL, G. **What is Lean Construction**. Conferência do Grupo Internacional da Lean Construction - IGLC. 1999.

ICHIHARA, J.A., **Método de Solução Heurístico para a Programação de Edifícios Dotados de Múltiplos Pavimentos-Tipo**. 1998. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T.; DE CESARE, C. M.; HIROTA, E. H.; ALVES, T. L. **Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRE/RS, Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5, 2000.

KEMMER, S., **Análise de Diferentes Tempos de Ciclo na Formulação de Planos de Ataque de Edifícios de Múltiplos Pavimentos**. Dissertação de Pós-Graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, 2006.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical report, finland: CIFE, 1992.

LAUFER, A. **Simultaneous Management**. United States: AMACOM, 1997.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. **Competence and timing dilemma in construction planning**. *Construction management and economics*, v.6, p. 339-355, 1987.

LIKER, JEFFREY K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIMMER, C.V. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 1996.

LOSSO, I. R.; ARAÚJO, H. N. **Aplicação do método da linha de balanço: estudo de caso**. In: ENTAC 95, Rio de Janeiro, Artigo técnico, 1995, 6p. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>.

MAZIERO, L. T. **Aplicação do Conceito do Método da Linha de Balanço no Planejamento de Obras Repetitivas: um Levantamento das Decisões Fundamentais à sua Aplicação.** Dissertação de Mestrado. UFSC. Florianópolis: 1990.

MONDEN, Y. **“Produção sem Estoques – Uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota”.** IMAM, 1984

OHNO, Taiichi **“O sistema Toyota de produção – Além da produção em larga escala”.** Bookman, 1997

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas.** 12 ed. São Paulo: Atlas, 1998. 294

SANTOS, Adair. **Série desperdício: menos entulho de materiais de construção nos canteiros.** Disponível em <
http://www.jornalnh.com.br/_conteudo/2016/01/noticias/regiao/269737-serie-desperdicio-menos-entulho-de-materiais-de-construcao-nos-canteiros.html>. Acesso em 14 de julho de 2016.

SERPELL, A.; ALARCÓN, L.; GHIO, V.A **General Framework for Improvement of Construction Process.** In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 4, 1996, Birmingham. Proceedings...

SILVA, Florêncio Absalão (1998). **Além da manutenção em larga escala: uma adaptação do método “enxuto” de gestão para a manutenção programada de trem unidade elétrica (TUE).** O caso Metrorec. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pernambuco para a obtenção do título de mestre em administração, PROPAD-CMA-UFPE. Recife.

SHAPIRA, A.; LAUFER, A. **Evolution of Involvement and Effort in Construction Planning Throughout Project Life.** International Journal of Project Management, New York, ASCE, v. 11, n. 3, aug., 1993

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção.** 2a. Edição, Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1996.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** São Paulo: Editora Atlas S.A., 1997

SOARES, A.C. **Diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras,** 2003. Dissertação (mestrado em engenharia civil) - Curso de pós-graduação em engenharia civil. Universidade federal do rio grande do Sul.

SUHAIL, S. A.; NEALE, R. H. **CPM/LOB: new methodology to integrate CPM and Line of Balance.** Journal of Construction Engineering and Management, v. 120, n.3, p. 667-684, 1994.

TOMMEELEIN, I.; BALLARD, G. **Look-Ahead Planning: Screening and Pulling.** In: **Seminário Internacional sobre Lean Construction**, 2, 20-21 Out., 1997. São Paulo. Anais...

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de janeiro: Ed. Campus, 1992

APÊNDICES

APÊNDICE A – Orçamento das casas

	Orçamento <i>Resumo por Etapas</i>
---	--

Obra	453 - P453 - Prime Araçagy II
Unidade construtiva	22 - CASA 18 - TIPO 1
Tipo de obra	1 - Residencial
Endereço da obra	Estrada Velha do Farol do Araçagy, S/N - Miritiua - São José de Ribamar/MA - 65110-000
BDI	não aplicado
Encargos sociais	não aplicado
Preços expressos em	R\$ (REAL)

Código	Descrição	Preço total	% Total
01	PACOTES DE TRABALHO	71.436,09	100,00
01.001	RADIER	4.766,54	6,67
01.002	PAREDES - FORMA, ARMAÇÃO, POSICIONAMENTO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E ELÉTRICAS	3.395,43	4,75
01.003	PAREDES - CONCRETAGEM	4.419,05	6,19
01.004	LAJE	3.221,19	4,51
01.005	PLATIBANDA E CALHA	5.468,39	7,65
01.006	COBERTURA	5.842,72	8,18
01.007	CALÇADA	624,38	0,87
01.008	CAIXA DE INSPEÇÃO, GORDURA E PASSAGEM	611,02	0,86
01.009	MURO	3.976,43	5,57
01.010	PISO/REVESTIMENTO/BANCADA	8.027,82	11,24
01.011	PORTAS/ ESQUADRIAS	7.208,41	10,09
01.012	PINTURA	6.745,98	9,44
01.013	RODAPE	1.299,85	1,82
01.014	FIAÇÃO/ TOMADAS/ INTERRUPTORES/ DISJUNTORES	2.088,12	2,92
01.015	LOUÇAS E METAIS	4.993,74	6,99
01.016	SERVIÇOS FINAIS	8.713,79	12,20
01.017	LIMPEZA	33,23	0,05
Total da unidade construtiva		71.436,09	100,00
Total da obra		71.436,09	100,00

 BUILDERS CONSTRUÇÕES	Orçamento Resumo por Etapas
---	---

Obra	453 - P453 - Prime Araçagy II
Unidade construtiva	5 - CASA 1 - TIPO 2
Tipo de obra	1 - Residencial
Endereço da obra	Estrada Velha do Farol do Araçagy, S/N - Miritiua - São José de Ribamar/MA - 65110-000
BDI	não aplicado
Preços expressos em	RS (REAL)
	Encargos sociais não aplicado

Código	Descrição	Preço total	% Total
01	PACOTES DE TRABALHO	68.607,58	100,00
01.001	RADIÉR / INSTALAÇÕES SANITÁRIAS / ELETRODUTO QM Á QD	5.703,32	8,31
01.002	PAREDE - FORMA, ARMAÇÃO, POSICIONAMENTO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E ELÉTRICAS	3.832,21	5,59
01.003	PAREDES - CONCRETAGEM	4.954,36	7,22
01.004	LAJE	4.684,21	6,83
01.005	PLATIBANDA E CALHA	3.864,09	5,63
01.006	COBERTURA	5.712,06	8,33
01.007	CALÇADA EXTERNA	369,62	0,54
01.008	CAIXA DE INSPEÇÃO, GORDURA, SABÃO E PASSAGEM	962,69	1,40
01.009	MURO	2.844,34	4,15
01.010	PISO / REVESTIMENTO / BANCADAS	9.337,79	13,61
01.011	PORTAS E ESQUADRIAS	7.666,87	11,17
01.012	PINTURA	7.260,21	10,58
01.013	RODAPÉ EM PVC	1.383,23	2,02
01.014	FIAÇÃO / TOMADAS / INTERRUPTORES / DISJUNTORES	1.341,05	1,95
01.015	LOUÇAS E METAIS / HIDRÔMETRO	5.563,34	8,11
01.016	SERVIÇOS FINAIS	2.609,69	3,80
01.017	LIMPEZA FINAL	518,50	0,76
	Total da unidade construtiva	68.607,58	100,00
	Total da obra	68.607,58	100,00

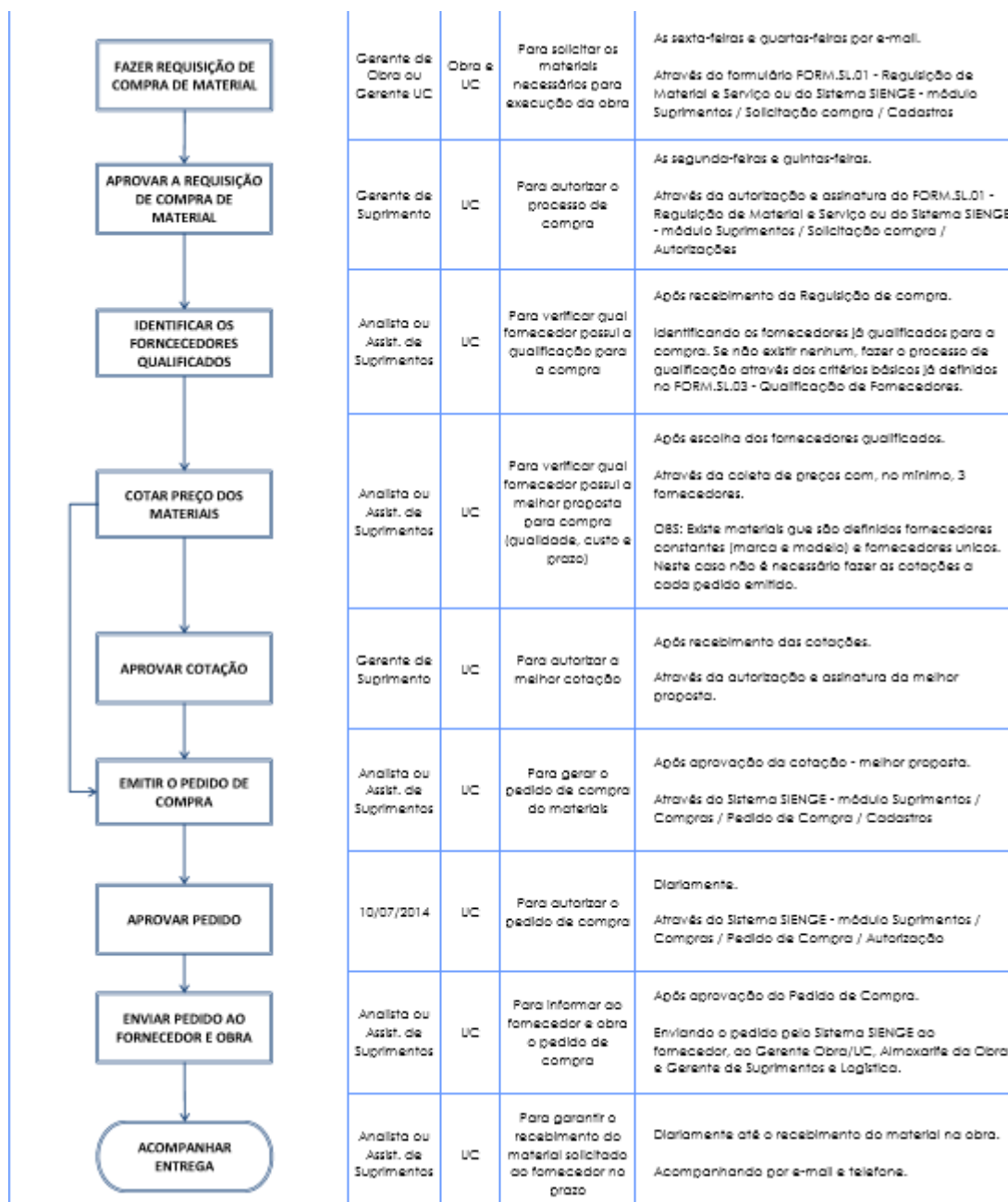
 BUILDERS CONSTRUÇÕES	Orçamento Resumo por Etapas
---	---

Obra	453 - P453 - Prime Araçagy II
Unidade construtiva	19 - CASA 15 - TIPO PNE
Tipo de obra	1 - Residencial
Endereço da obra	Estrada Velha do Farol do Araçagy, S/N - Miritiua - São José de Ribamar/MA - 65110-000
BDI	não aplicado
Encargos sociais	não aplicado
Preços expressos em	R\$ (REAL)

Código	Descrição	Preço total	% Total
01	PACOTES DE TRABALHO	74.205,95	100,00
01.001	RADIER	5.396,62	7,27
01.002	PAREDES - FORMA, ARMAÇÃO, POSICIONAMENTO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E ELÉTRICAS	3.027,33	4,08
01.003	PAREDES - CONCRETAGEM	4.762,86	6,42
01.004	LAJE	3.514,60	4,74
01.005	PLATIBANDA E CALHA	10.697,85	14,42
01.006	COBERTURA	5.505,71	7,42
01.007	CALÇADA	370,93	0,50
01.008	CAIXA DE INSPEÇÃO, GORDURA E PASSAGEM	842,18	1,13
01.009	MURO	3.819,04	5,15
01.010	PISO/REVESTIMENTO/BANCADA	6.447,04	8,69
01.011	PORTAS/ ESQUADRIAS	5.956,45	8,03
01.012	PINTURA	6.507,15	8,77
01.013	RODAPE	1.310,57	1,77
01.014	FIAÇÃO/ TOMADAS/ INTERRUPTORES/ DISJUNTORES	2.098,84	2,83
01.015	LOUÇAS E METAIS	5.056,90	6,81
01.016	SERVIÇOS FINAIS	8.742,53	11,78
01.017	LIMPEZA	149,35	0,20
Total da unidade construtiva		74.205,95	100,00
Total da obra		74.205,95	100,00

ANEXOS

Anexo A – Fluxograma para compra de materiais



ANEXO B – Fluxograma para recebimento, verificação e estoque

