



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MECÂNICA E DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

DAVI PORTO FIGUEIREDO

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS ELETROMECÂNICAS BASEADO NOS PRINCÍPIOS
DA PRODUÇÃO ENXUTA**

FORTALEZA

2016

DAVI PORTO FIGUEIREDO

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS ELETROMECÂNICAS BASEADO NOS PRINCÍPIOS DA
PRODUÇÃO ENXUTA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de
Produção Mecânica da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau
de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Albertin

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F489p Figueiredo, Davi Porto.

Planejamento e controle de obras eletromecânicas baseado nos princípios da produção enxuta / Davi Porto Figueiredo. – 2016.

51 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2016.

Orientação: Prof. Dr. Marcos Ronaldo Albertin.

1. Planejamento hierarquizado. 2. Construção enxuta. I. Título.

CDD 658.5

DAVI PORTO FIGUEIREDO

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS ELETROMECÂNICAS BASEADO NOS PRINCÍPIOS DA
PRODUÇÃO ENXUTA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de
Produção Mecânica da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau
de Engenheiro de Produção Mecânica.

APROVADA EM: ___ / ___ / _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Ronaldo Albertin (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Morgana Baratta Monteiro de Melo Nunes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. João Victor Moccellini
Universidade Federal do Ceará (UFC)

RESUMO

No interesse de perseguir constantemente a melhoria contínua, as organizações devem trabalhar com metodologias inovadoras e economicamente sustentáveis. De modo mais específico, no que se refere ao segmento construtivo, novas práticas baseadas nos princípios da construção enxuta têm sido adotadas por diversos engenheiros e gestores de obras por todo o país. O principal objetivo desse trabalho foi a elaboração de um estudo de caso sobre o uso da ferramenta de Planejamento e Controle de Produção Hierarquizado proposta por Formoso (2001). O trabalho foi desenvolvido na maior empresa de instalações eletromecânicas do norte-nordeste em uma de suas obras. Com base na análise interna da antiga metodologia de planejamento da empresa em estudo, foi proposta e aplicada uma nova metodologia com base nos princípios de construção enxuta apresentados por Koskela (1992). O trabalho buscou apresentar as etapas de implementação, os benefícios advindos da ferramenta – indicadores, proteção da produção, aumento de lucratividade e etc. – e suas limitações. A partir dessas informações, foi possível comprovar a importância de implementação da ferramenta de planejamento e controle de produção hierarquizado em obras de instalação eletromecânicas.

Palavras-chave: Planejamento e controle de produção hierarquizado, construção enxuta, produtividade.

ABSTRACT

In the interest of constantly pursuing continuous improvement, organizations should work with innovative and economically sustainable methods. More specifically, as regards the construction industry, several engineers and construction managers throughout the country have adopted new practices based on the principles of lean construction. The main objective of this work was the development of a case study on the use of hierarchical Planning and Production Control tool proposed by Formoso (2001). The work was developed in the largest electromechanical installations north-northeast in one of his works. Based on internal analysis of the former company's planning methodology, a new methodology was proposed and applied based on the principles of lean construction presented by Koskela (1992). The study sought to present the stages of implementation, the benefits from the tool - indicators, protection of production, profitability increase, etc. - and its limitations. From this information, it was possible to prove the importance for implementation of the planning tool and production control in electromechanical installation work.

Key words: Planning and control of hierarchical production, lean construction, productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Divisão industrial Ceará	1
Figura 2 - Produtividade do trabalho efetiva	3
Figura 3 - Redução progressiva dos desperdícios	6
Figura 4 - Etapas do planejamento.....	11
Figura 5 - Etapas da pesquisa	16
Figura 6 - Gestão e atribuições.....	18
Figura 7 - Gráfico de Burndown.....	19
Figura 8 - Cronograma da obra.....	20
Figura 9 - Modelo de planejamento proposto	22
Figura 10 - Difusão do plano de longo prazo.....	26
Figura 11 - Kg Prev. X R\$ Prev.....	33
Figura 12 – Comparativo de índices de produtividade	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de restrições.....	28
Tabela 2 - Planilha de curto prazo	30
Tabela 3 - Metas Individuais.....	35

Sumário

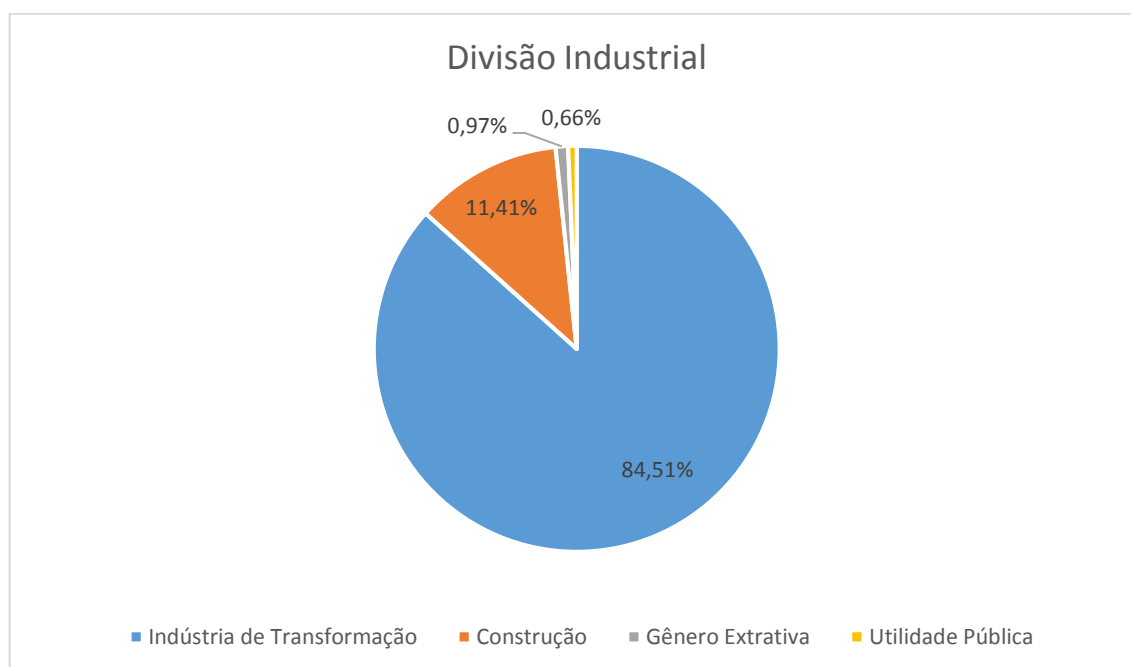
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Motivação do trabalho	2
1.2. Objetivo do trabalho.....	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Construção Enxuta	5
2.1.1. Popularização	5
2.1.2. A produção enxuta	6
2.1.3. A construção enxuta e o PCP.....	9
2.1.4. O Planejamento Hierarquizado	10
2.2. Considerações Finais.....	14
3. METODOLOGIA.....	15
3.1. Caracterização da empresa e da obra estudada	15
3.2. Etapas da pesquisa.....	16
3.3. Revisão bibliográfica	17
3.3.1. Levantamento de informações.....	17
3.3.2. Elaboração do processo de planejamento	21
4. RESULTADOS	24
4.1. Implementação	24
4.1.1. Plano de Longo Prazo	24
4.1.2. Plano de Médio Prazo.....	27
4.1.3. Plano de curto prazo.....	29
4.2. Limitações da ferramenta	35
4.3. Resultados.....	35
4.3.1. Comprometimento do colaborador	36
4.3.2. Proteção da Produção	36
4.3.3. Confiabilidade no término da obra	36
4.3.4. Satisfação do cliente e novos negócios	36
5. CONCLUSÕES.....	38
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	39

1. INTRODUÇÃO

O sistema Toyota de produção tem contribuído para o sucesso inúmeras empresas ao redor do mundo desde os anos 50. Parte destas, com base no princípio de eliminação/redução de desperdício e implementação do fluxo contínuo de informações e materiais, têm alcançado a posição de excelência mundial, tornando-se líderes em seu setor de atuação. Com o resultado alcançado no ambiente de produção industrial, vários pesquisadores têm se empenhado para adaptar a metodologia a empresas de prestação de serviço em engenharia. O setor alvo de estudo é caracterizado pela complexidade de seus serviços/produtos, as exigências específicas de cada cliente e a alta variabilidade dos diferentes projetos, como é o caso do setor de instalações industriais e engenharia civil (MATT *et al.*, 2014).

O Ceará contém um setor industrial que engloba 30.324 indústrias ativas, de acordo com os dados de 2012. Desse total, 84,51% faz parte do gênero de atividade que se refere às indústrias de transformação, 11,41% a construção, foco deste trabalho; 0,97% ao gênero extrativa mineral e 0,66% de utilidade pública (IPECE, 2012).

Figura 1 - Divisão industrial Ceará



Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

De acordo com Simonsson *et al.* (2012), as pesquisas têm apontado que a gerência do fluxo materiais, recursos e informações é a chave para o bom desenvolvimento da

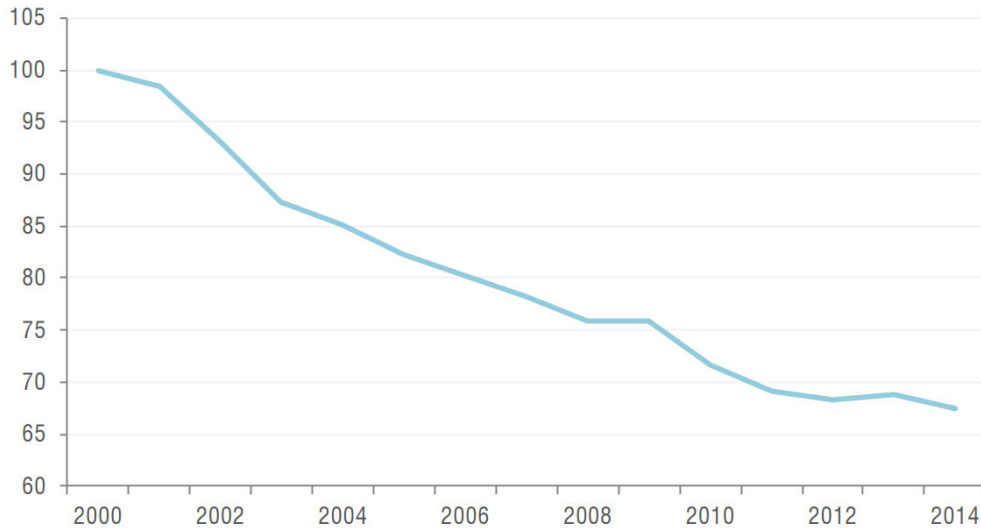
metodologia Lean, que quando aplicado a construção recebe o nome de Lean Construction. No intuito de proporcionar essa gerência ideal, Aziz (2013) estabeleceram um conjunto de objetivos: (1) eliminar qualquer atividade que não agregue valor; (2) organizar a produção como um fluxo contínuo; (3) dar suporte à criação desse fluxo ideal por meio de distribuição de informação e tomada de decisão; (4) buscar a perfeição: entregar o que o cliente requer ao menor custo possível. Como prova do sucesso da metodologia, alguns casos de estudo foram desenvolvidos por pesquisadores da área. Soares (2003) desenvolveu um estudo de caso onde ele comenta que a implementação do sistema de planejamento e controle de produção (PCP) favoreceu o atendimento dos requisitos dos clientes. Silva (2002), por sua vez, defende que a automação e eliminação das perdas são a base para assegurar uma posição competitiva na indústria. Por fim, Matt et al. (2014) defendem que a falta de planejamento para a execução, o ausente ou inadequado acompanhamento do desempenho e a comunicação insuficiente, podem afetar o bom desempenho do projeto. O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar o estudo de caso de uma implementação de um sistema de planejamento e controle de produção (PCP) utilizando a metodologia proposta por Formoso (2001) de Planejamento e Controle de Produção Hierarquizado, assim chamado por ser dividido em longo, médio e curto prazo (MOURÃO, 2013); a fim de avaliar seus benefícios e limites, em uma empresa de instalação/montagem industrial atuante em todo o Brasil e com sede em Fortaleza. Para isso os dados foram recolhidos por meio de observação direta, análise de documentos e relatórios da empresa e pesquisas desenvolvidas com os colaboradores.

1.1. Motivação do trabalho

Houveram várias fontes de motivação para a realização destes estudos, entre as quais se pode destacar: a baixa produtividade do setor em questão, planejamento ineficiente usado por grande parte das empresas cearenses, acompanhamento e controle da produção não efetivo e elevado índices de atraso nas obras.

O Brasil apresenta, em comparação a outros países, uma baixa produtividade, como mostra o gráfico abaixo:

Figura 2 - Produtividade do trabalho efetiva, 2000-2014, Indústria de transformação
(Produto por horas trabalhadas) (Índice, 2000 = 100)



Fonte: Elaborado pela CNI, com base em estatísticas do IBGE, INDEC, INEGI, FUNCEX, The Conference Board e da CNI.

É importante ressaltar que o índice de produtividade do trabalho efetiva é relativo. O aumento da produtividade do trabalhador não gera, necessariamente, um aumento no índice em questão, ou seja, não torna o Brasil um país mais competitivo. Para melhor medir a evolução da produtividade brasileira, deve-se levar em conta a evolução da produtividade do trabalho na indústria brasileira com a evolução da produtividade nas indústrias dos principais parceiros comerciais (FONCECA, 2015).

A baixa produtividade é ocasionada por perdas no sistema produtivo. O principal enfoque da produção enxuta é o combate dessas perdas. Assim, Shingo (1996) defende que o sistema enxuto constrói uma estratégia sólida para a redução dos custos e consequente competitividade das organizações. Isso fica evidente em empresas que tem adotado a filosofia como base de sua gestão corporativa.

Em Fortaleza, já existem algumas poucas empresas que utilizam a metodologia de construção enxuta como base do gerenciamento das suas obras, é o caso das construtoras Colmeia (desde 2013), C. Rolim (desde 2004).

Por meio da filosofia Lean, grades construtoras cearenses, inclusive recém entrantes, como é o caso da Novaes Engenharia, têm se destacado no mercado cearense e alcançado padrões de excelência nacional. Em muitos empreendimentos das mesmas, a filosofia foi capaz de reduzir os custos de construção por meio de ferramentas e metodologias provindas da construção enxuta.

O estado do Ceará apresenta um dos menores produtos internos brutos do Brasil, com cerca de 2,1% (FIEC). Assim, o incentivo ao uso de novas práticas que estimulem a produtividade das organizações por trazer benefícios consideráveis ao desenvolvimento regional, bem como dar uma visibilidade considerável as empresas que investem em inovações e aos profissionais que as implementam.

1.2. Objetivo do trabalho

Os objetivos propostos neste trabalho são os de apresentar e conhecer a filosofia enxuta, com ênfase no uso da ferramenta de Planejamento Hierarquizado de obras, e qual é o seu potencial com relação a redução dos custos de produção e controle de obra. Para sua viabilização, o trabalho foi dividido em seis etapas, sendo elas:

- a. Realização de estudo de caso em uma empresa de montagem industrial com sede no Ceará e atuação no Nordeste;
- b. Análise dos benefícios da ferramenta para a redução dos custos de produção e controle de obra;
- c. Análise dos indicadores gerados pela metodologia;
- d. Análise das limitações da ferramenta e o impacto que essas podem ter no gerenciamento;
- e. Análise econômica comparativa entre as obras que utilizam a metodologia e outras que não utilizam;
- f. Resultados finais do estudo de caso abordado no trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Construção Enxuta

2.1.1. Popularização

A construção enxuta é uma filosofia que ganhou espaço graças a popularização do sistema Toyota de Produção enxuta. A ideia básica da nova filosofia de produção, nascida no Japão por volta dos anos 50, era a redução de desperdício pela eliminação do volume de estoque e a utilização de outras técnicas como: redução do tempo de set-up, co-operação com os fornecedores, semi-automação das máquinas, gestão visual e outras (SHINGO, 1988).

Durante os anos 80, especialmente na indústria automobilística, as ideias da nova filosofia de produção foram bastante difundidas e ganharam espaço nas academias graças as diversas publicações que tratavam do tema, dando ênfase em: A Máquina que Mudou o Mundo (WOMACK, 1992).

Essas técnicas, com o passar do tempo foram experimentadas e validadas por engenheiros de produção. No início dos anos 90, já conhecida como produção enxuta, a nova modalidade de produção já era utilizada em parte da indústria de manufatura da Europa e Estados Unidos.

A medida que a filosofia ia ganhando espaço e se popularizando na área industrial, outros setores tiveram sucesso em readaptar o pensamento enxuto para as suas operações, como é o caso da construção civil (KOSKELA, 1992), foco do presente trabalho, e escritórios (TAPPING *et al.*, 2010). Assim, ganhavam o nome de Lean Construction e Lean Office, respectivamente.

Por meio de uma observação dos processos fabris da construção civil, Dias (2012) afirma que é excessivo número de desperdícios são facilitados pela grande quantidade de trabalhos artesanais que o setor comporta. Ainda nos dias atuais, mesmo com uma grande quantidade de desperdícios, o setor de construção é bastante resistente aos conceitos da filosofia enxuta, pois os processos e projetos, bem como a maneira como esses são planejados e executados, são bastante divergentes da indústria de manufatura. A alta complexidade dos

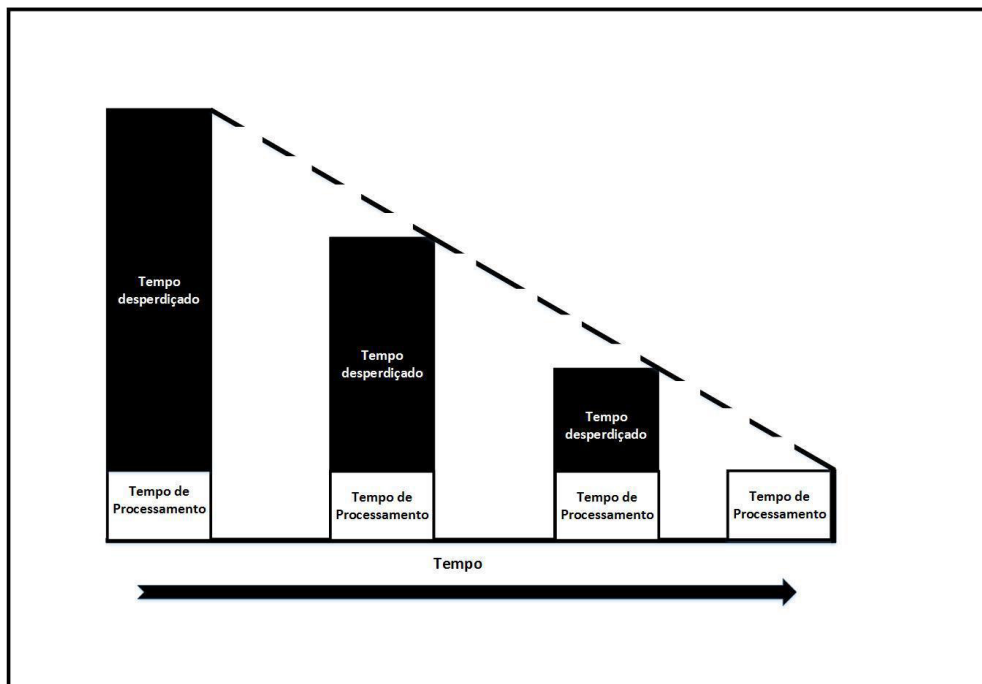
produtos, a incertezas na execução e o volume de produção são os principais diferenciais da indústria de construção.

Com o avanço das ideias da construção enxuta, em 2001, Formoso, Carlos; publicou um livro que aborda os conceitos de construção enxuta aplicado ao planejamento e controle de obras. No mesmo, é apresentado um modelo de planejamento concebido pelo NORIE/UFRGS (Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação), o Planejamento Hierarquizado. Assim, definiu-se 3 grandes níveis hierárquicos para a gestão de obras: estratégico (longo prazo), tático (médio prazo) e operacional (curto prazo).

2.1.2. A produção enxuta

Matt *et al.* (2014), sustenta que o caminho para uma produção enxuta é a eliminação de desperdícios. Em outras palavras, os requisitos do cliente devem ser entregues de forma eficiente e com a utilização mínima de recursos. Ohno (1997), por sua vez, estabelece como desperdício todo serviço que não agrega valor, se limitando apenas a aumentar os custos.

Figura 3 - Redução progressiva dos desperdícios



Fonte: Adaptado de Koskela (1992)

Aziz *et al.* (2013) descrevem os 7 desperdícios presente no ambiente produtivo:

- a) Superprodução: está relacionado a produção de grande quantidade de um produto maior do que a requerida ou mais cedo do que a demandada. Os custos envolvidos nesse tipo de desperdício estão relacionados a deterioração do material.
- b) Substituição: está relacionado ao uso de um material mais caro do que o necessário sem agregar valor ao cliente de forma perceptível. Desperdício muito comum em obras eletromecânicas quando dois profissionais executam uma tarefa simples, que requereria dois ajudantes ou um profissional e um ajudante.
- c) Tempo de espera: relacionado ao tempo desperdiçado quando provocado pela falta de sincronização das atividades e/ou o fluxo de material ineficiente para as atividades.
- d) Transporte: é referente ao tempo expendido com a movimentação por dentro da obra/indústria. Tendo o foco na redução desse desperdício em obras, é bastante recomendado que o canteiro de obras e as áreas de apoio (banheiro, vestiário e etc.) tenham as suas localizações previamente estudadas a fim de evitar grandes deslocamentos. Outra sugestão é a constante movimentação das bancadas de trabalho a fim de aproximar o colaborador da área de montagem.
- e) Processamento: está diretamente relacionado a maneira como as peças ou produtos são produzidos. A redução deste desperdício ocorre quando a metodologia de processamento do produto em questão é aprimorada (realizada em menor tempo, com menor quantidade de pessoas).
- f) Estoque: está relacionada aos custos de armazenamento de produto concluído ou matéria prima para a produção. Deterioração, custo do local de estocagem e manutenção dos itens em estoque são alguns dos exemplos deste desperdício.
- g) Movimentação: refere-se a movimentos desnecessários ou ineficientes feito pelos colaboradores durante a execução de suas atividades.

Continuando, Aziz *et al.* (2013) afirma que o gerenciamento lean deve ser divergente da maneira típica de gerir uma obra ou linha de manufatura. Para isso, ele estabelece diretrizes para o processo de entrega:

- a) Estabelecer objetivos de entrega claros;
- b) Fazer o uso de engenharia simultânea, ou seja, envolver todas as áreas envolvidas na execução do projeto;

- c) Controlar a produção durante todo o período de vida do projeto;
- d) Focar nas exigências do cliente.

Ainda no intuito de reduzir ou eliminar os desperdícios dos processos envolvidos na montagem/produção, Aziz *et al.* (2013) defende que os seguintes objetivos devem ser perseguidos:

- a) Eliminar qualquer atividade que não agregue valor;
- b) Organizar a produção como um fluxo contínuo;
- c) Dar suporte à criação de um fluxo ideal por meio de distribuição de informação e tomada de decisão;
- d) Buscar a perfeição: entregar o que o cliente requer ao menor custo possível.

Ohno (1997), apresenta dois pilares para a sustentação do sistema enxuto:

- Automação completa ou com toque humano; e
- Just-in-time.

Segundo Ohno (1997), é importante que ocorra o acompanhamento das condições de produção, pois estas podem afetar a programação previamente elaborada. Por tanto, se faz necessário um sistema que possa emitir tais informações em tempo hábil para que ocorra uma intervenção imediata.

Na automação, o uso de softwares, máquinas e/ou sensores tem o objetivo de proporcionar o perfeito fluxo de produção. Por meio destes, é possível estabelecer os tempos exatos de intervalo entre o corte automático de um tecido, por exemplo. Ou a emissão de uma alerta visual diante da saturação dos filtros de uma determinada máquina ou equipamento por meio de um sensor de diferencial de pressão. São inúmeros os benefícios que a automação pode ocasionar a uma linha de produção ou obra civil/eletromecânica.

O just-in-time, segundo Ohno (1997), defende que, durante o fluxo de montagem, as atividades necessárias para a realização de um determinado processo devem ocorrer no momento em que se fazem necessária, apenas. Assim, dentre várias vantagens, destacam-se: a busca contínua pelo estoque zero e a não-produção de peças desnecessárias.

Ohno (1997), afirma:

“Do ponto de vista da gestão da produção, esse é um estado ideal. Entretanto, um produto feito com milhares de componentes, como o automóvel, o número de processos envolvidos é enorme. Obviamente, é muito difícil aplicar o just-in-time ao plano de produção de todos os processos de forma ordenada.”

Assim, é ideal que as organizações busquem, constantemente, o estoque zero, mas devido à complexidade dos processos, se faz necessário o uso de um estoque de segurança mínimo, pois, segundo Ohno (1997), existem problemas incontornáveis, como: falha na previsão, erro no preenchimento de formulários, produtos defeituosos, retrabalho, problemas com equipamentos e etc.

Tendo em vista a implementação do just-in-time, uma ferramenta é amplamente utilizada. Trata-se do Kanban, que possui como função a solicitação do necessário somente quando necessário. Consiste no uso de cartões que direcionam o fluxo produtivo, ou seja, o que produzir e quando produzir. A medida que os operadores vão estocando ou utilizando novas peças, novos cartões são introduzidos com as suas respectivas demandas.

2.1.3. A construção enxuta e o PCP

Segundo Koskela (1992), os benefícios advindos da nova filosofia de produção, em termos de produção e qualidade, são bastante tangíveis, o que justifica uma rápida difusão de pesquisas na área. A fim de reduzir os desperdícios e as incertezas da produção, grandes empresas, iniciando pela indústria japonesa, expandindo-se para a americana e, posteriormente, para o mundo todo, adotaram a mentalidade enxuta como um ponto essencial do seu sistema produtivo.

O modelo proposto por Formoso *et al.* (2001), que se baseia na redução das incertezas durante a execução do projeto por meio de um planejamento dividido em níveis hierárquicos, propõe a eliminação dos desperdícios ao longo da execução. O mesmo, defende que as causas para um planejamento e controle da produção ineficiente são inúmeras e divide os problemas enfrentados pelas organizações em 5 categorias (FORMOSO *et al.*, 2001):

- a) Falta de visão do processo: defende que o processo gerencial deve ser adequadamente modelado, planejado e controlado.

- b) Negligência das incertezas: durante as fases de planejamento e controle do projeto, alguns gestores tendem a analisar as etapas detalhadamente e eliminam as incertezas, que, eventualmente, podem ocorrer e atrapalhar a produção.
- c) Informalidade do planejamento: afirma que a execução, coordenada por um mestre de obras ou engenheiro, que, frequentemente, fazem um plano informal que desencadeia em uma execução improvisada.
- d) Reduzindo o impacto dos computadores: em certos casos, o uso de softwares sofisticados tem gerado uma grande quantidade de dados que, além de, por vezes, não serem necessários, podem desfocar a atenção dos gestores diante das informações relevantes.
- e) Necessidade de mudança de comportamento: defende que a falta de percepção dos gerentes de obras da importância do planejamento é constantemente encontrada dentro do cenário atual. Matt *et al.* (2014), complementa afirmando que a falta de planejamento para a execução, o ausente ou inadequado acompanhamento do desempenho e a comunicação insuficiente, podem afetar o bom desempenho do projeto.

Ohno (1997) defende que o planejamento e controle da produção deve ser parte crucial do sistema de produção, pois é este que estabelece, por meio de metas, o presente e o futuro.

2.1.4. O Planejamento Hierarquizado

Formoso *et al.* (1999) define o planejamento como sendo um processo gerencial que estabelece os objetivos e a metodologia para alcançá-los. Este, afirma o pesquisador, só é realmente eficaz quando aplicado em conjunto com o controle do plano estabelecido.

O Planejamento Hierarquizado, tem sido apresentado como uma ferramenta da construção enxuta que favorece um monitoramento contínuo da eficiência do planejamento, assistência para desenvolver previsões, pequena variação no fluxo de trabalho e redução das incertezas dos processos de construção (AZIZ *et al.*, 2013).

Segundo Aziz *et al.* (2013), os dois principais objetivos do PCP Hierarquizado são o direcionamento eficiente de atividades aos colaboradores diretos, por meio de um

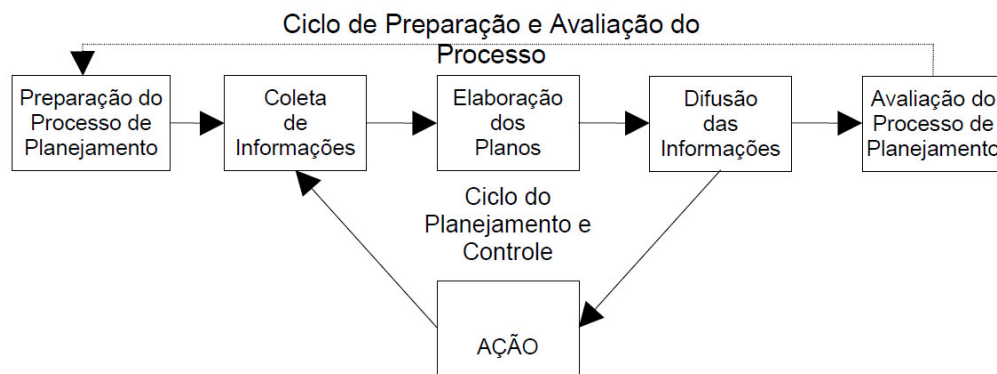
aprendizado contínuo e ações corretivas, e proporcionar a fluência do trabalho nestas atividades na melhor sequência possível. Os 4 pilares da ferramenta são:

- a) Programação da sequência de trabalho: junto a equipe de engenharia do projeto, analisar e desenvolver a melhor sequência de execução das atividades;
- b) Eliminar as restrições: por meio da eliminação das restrições das atividades visa-se a execução das mesmas no momento programado, sem impedimentos;
- c) Planejamento da produção: planejar a produção da próxima semana;
- d) Melhoramento contínuo: aprender com a experiência adquirida e melhorar os processos de planejamento e execução das atividades.

2.1.4.1. Etapas do Planejamento

De acordo com Laufer & Tucker (1987), o processo de planejamento ideal é dividido em 5 etapas (fig. 4):

Figura 4 - Etapas do planejamento



Fonte: Formoso et al. (2001)

- a) Preparação do processo de planejamento

Etapa onde são estabelecidos os procedimentos a serem utilizados durante o processo de planejamento. Outras informações importantes a serem levantadas nessa etapa são: o plano de ataque à obra e as restrições à realização das principais atividades.

- b) Reunião de informações;

Sendo parte essencial do processo de planejamento, a coleta de informações tem o objetivo de auxiliar o gerente de obras durante a tomada de decisão. Assim, é importante que os diversos setores da organização ofereçam informações que suportem a tomada de decisão. De acordo com Mello (1998) a disponibilidade visual dessas informações, prática conhecida como gestão visual, tende a:

- Dar maior autonomia aos funcionários retirando a dependência destes do seu gerente;
- Difundir o conhecimento de informações relevantes para o maior número de colaboradores possível;
- Aumentar o desejo de trabalhar por meio do fornecimento de informações acessíveis e de simples entendimento;
- Tornar a transparência uma cultura da empresa.

c) Preparação do plano;

Etapa onde é elaborado o plano da obra. A literatura apresenta diversas metodologias para a serem utilizadas nessa etapa. Formoso (1999) defende que a eficiência da metodologia escolhida depende diretamente do tipo de obra que será executada (curta duração, civil, eletromecânica, longa duração e etc.)

d) Difusão da informação;

Tendo o plano da obra devidamente elaborado, é de grande importância que ocorra a difusão do que foi planejado para todas as partes envolvidas.

e) Avaliação do processo de planejamento.

Tendo em vista a melhoria contínua, se faz necessário que o processo de planejamento seja devidamente avaliado. Para isso, são de grande importância os indicadores de desempenho do processo de planejamento. Outro fator importante dessa etapa é a definição da periodicidade do planejamento, que varia de acordo com a longevidade deste.

2.1.4.2. Níveis de Planejamento

Formoso *et al.* (2001) apresenta um modelo de planejamento utilizado no setor de construção civil que foi o modelo adotado pelo autor da pesquisa. Este, divide-se em 3 horizontes: longo, médio e curto prazo.

a) Longo Prazo (*Master Plan*)

Possui o maior horizonte de tempo e varia muito de acordo com o tipo de obra. De acordo com Formoso *et al.* (2001), trata-se de um planejamento estratégico mais abrangente com uma menor quantidade de detalhes. Tem como objetivo proporcionar uma visão geral do projeto, o tempo total de execução, o custo total e possíveis interferências. A fim de obter um plano de longo prazo bem elaborado, devem ser empenhados grandes esforços e tempo. As ferramentas mais utilizadas são: a linha de balanço, geralmente desenvolvida no Microsoft Excel, e o Microsoft Project.

Formoso *et al.* (2001), ressalta que o plano mestre, ou plano de longo prazo, deve ser atualizado continuamente de acordo com o andamento da obra.

b) Médio Prazo (*Lookahead Planning*)

Apresenta um horizonte intermediário, para obras de curta duração (6 meses), Formoso *et al.* (2003) propõe um período de 3 semanas. As suas funções são:

- Estabelecer uma sequência de fluxo de trabalho;
- Identificar a quantidade de recursos necessárias para atender a sequência estabelecida;
- Decompor o plano de longo prazos em pacotes de trabalho;
- Desenvolver métodos para a execução do trabalho;
- Atualizar e revisar o plano de longo prazo da obra.

Após a elaboração dos pacotes de trabalho (PC), é realizado uma análise de restrição em cada um a fim de proporcionar uma fluência dos serviços com a devida identificação e consecutiva eliminação destas. Apenas os PC's que tiverem todas as suas restrições eliminadas devem ser inseridos no curto prazo.

c) Curto Prazo (*Weekly Plan*)

Geralmente, possui um horizonte semanal e está relacionado ao detalhamento das atividades previstas através da definição dos recursos e tempo envolvido para a entrega do serviço (FORMOSO *et al.*, 2001).

Os objetivos do plano de curto prazo são:

- Planejar a produção do período;
- Alocar recursos nos respectivos pacotes de trabalhos a serem executados;
- Definir metas para as equipes de trabalho;
- Prever andamento e o custo semanal da obra;
- Geração do indicador de produtividade, PPC.

PPC (percentual de pacotes concluídos) = (Pacotes Concluídos) / (Total de Pacotes Planejados)

2.2. Considerações Finais

Neste capítulo estão apresentados os conceitos da construção enxuta os desafios de implementação destes, seu histórico de popularização e os benefícios (maior eficiência no uso da mão de obra, menor custo com armazenamento de material e outros) que a filosofia pode proporcionar ao ser adotada pelo gerente de obras. Outro fator importante presente no corpo do capítulo são os conceitos do planejamento e controle de produção em níveis hierárquicos. São definidos os objetivos, as etapas e os níveis de hierarquia (longo, médio e curto prazo).

Tendo como base os conceitos apresentados, o capítulo seguinte apresenta um estudo de caso em uma obra de instalações elétricas onde foi utilizado o planejamento e controle de produção hierarquizado.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada para a elaboração desse trabalho tem como base a pesquisa-ação (GIL, 2002). Esta, tem como diferencial o envolvimento do pesquisador e a ação dos grupos que possuem parte nos problemas, fato que agregou bastante valor a pesquisa. Foram expendidos exatos 10 meses para a conclusão total da pesquisa, desde de sua idealização ao processo de avaliação de resultados.

Tendo como base a metodologia adotada, foi possível obter grandes contribuições devido a participação dos envolvidos e o constante interesse da diretoria do empreendimento alvo em fomentar a melhoria contínua por meio da elaboração de um plano de produção eficiente.

A seguir, trataremos de descrever a empresa onde foi realizado o estudo de caso, em seguida, as etapas do desenvolvimento da pesquisa e, por fim, as conclusões retiradas por meio de sua implementação.

3.1. Caracterização da empresa e da obra estudada

A empresa em questão possui sua sede em Fortaleza – CE e em Recife - PE, e conta com um efetivo de mais de 100 colaboradores. Possui um faturamento de médio porte, de acordo com a CIRCULAR Nº 11/2010 do BNDES.

Especializada em obras industriais e responsável pelas instalações eletromecânicas de mais de 400 clientes espalhados por todo o país a organização foco de estudo tem um sistema de gestão de qualidade certificado pela norma ISO 9001:2000. A busca pelo crescimento contínuo durante mais de 5 décadas de atuação proporcionou a empresa bons procedimentos organizacionais aplicados em sua operação. Tendo em vista essa busca contínua por excelência, a organização tem entrado em uma constante busca pela redução dos desperdícios e eficiência das operações.

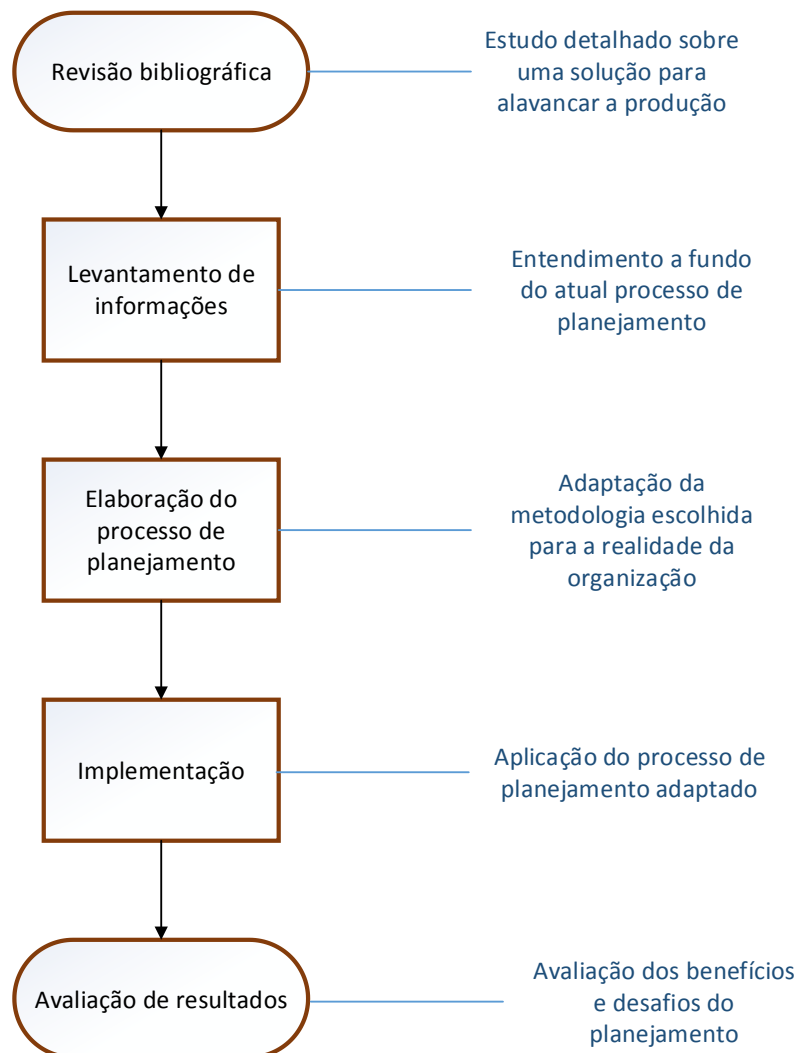
A pesquisa foi realizada em uma obra de instalações elétricas e de voz e dados nas proximidades de Fortaleza – CE. Chegando a um pico de 15 colaboradores, a obra possuía um prazo de termino de 10 semana. O empreendimento tratava-se de um galpão composto por uma grande área produtiva e algumas pequenas salas anexas para acomodar a administração.

A pesquisa acompanhou a obra do começo ao fim. A participação do autor na obra era de gerente da mesma.

3.2. Etapas da pesquisa

O trabalho em questão foi elaborado por meio de 5 macro etapas: revisão bibliográfica, levantamento de informações, elaboração do processo de planejamento, implementação e avaliação dos resultados.

Figura 5 - Etapas da pesquisa



Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

3.3. Revisão bibliográfica

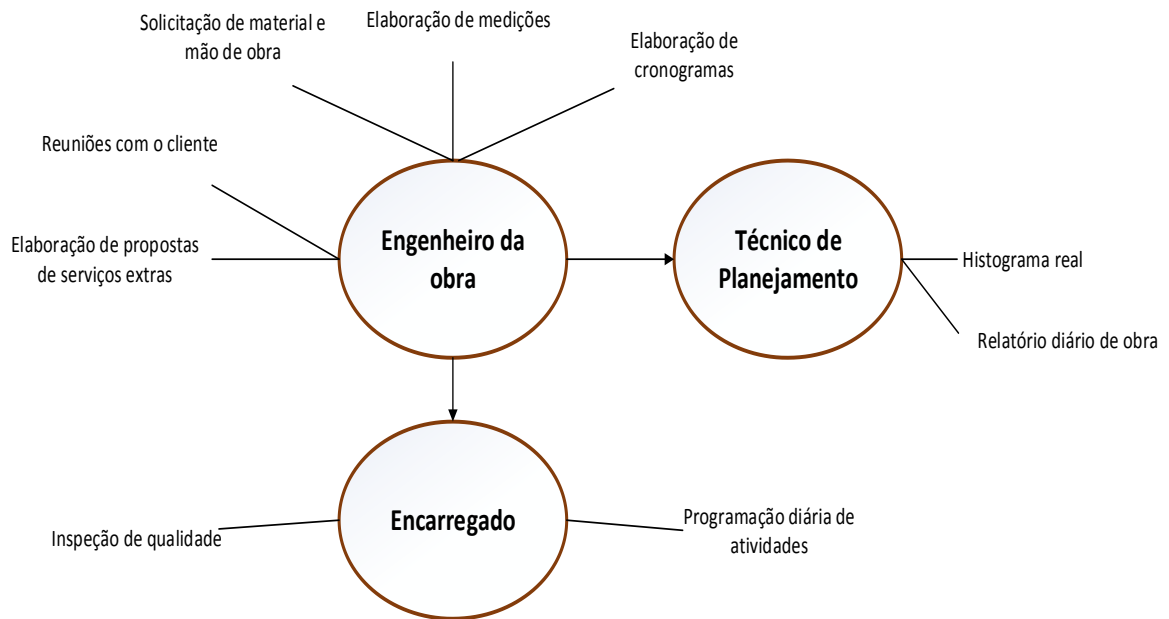
Tendo recebido a missão de melhorar a produtividade da organização, foi-se iniciado uma busca contínua por máquinas e metodologias de trabalho que proporcionassem um ganho significativo na produção. Após o período de um mês, as pesquisas mais recentes no tema apontavam que um ganho significativo de produção seria alcançado por meio da implementação de ferramentas e metodologias provindas da filosofia de construção enxuta proposta por Koskela (1992). Com essa base, a metodologia de planejamento apresentada por Formoso (2001) chamou atenção do pesquisador pelos resultados apresentados em outras pesquisas semelhantes. Tendo em vista o presente foco, foi dado início a fase de levantamento de informações.

3.3.1. Levantamento de informações

Foi realizado um estudo de campo com a intenção de entender o modelo de gestão de obras e as práticas enxutas adotadas pela gerência da obra. Foi possível identificar que a gestão de obras era ineficiente e bastante precária, pois nenhuma metodologia era adotada.

A equipe de gestão de obras e suas atribuições eram estruturadas da seguinte maneira (fig. 6):

Figura 6 - Gestão e atribuições

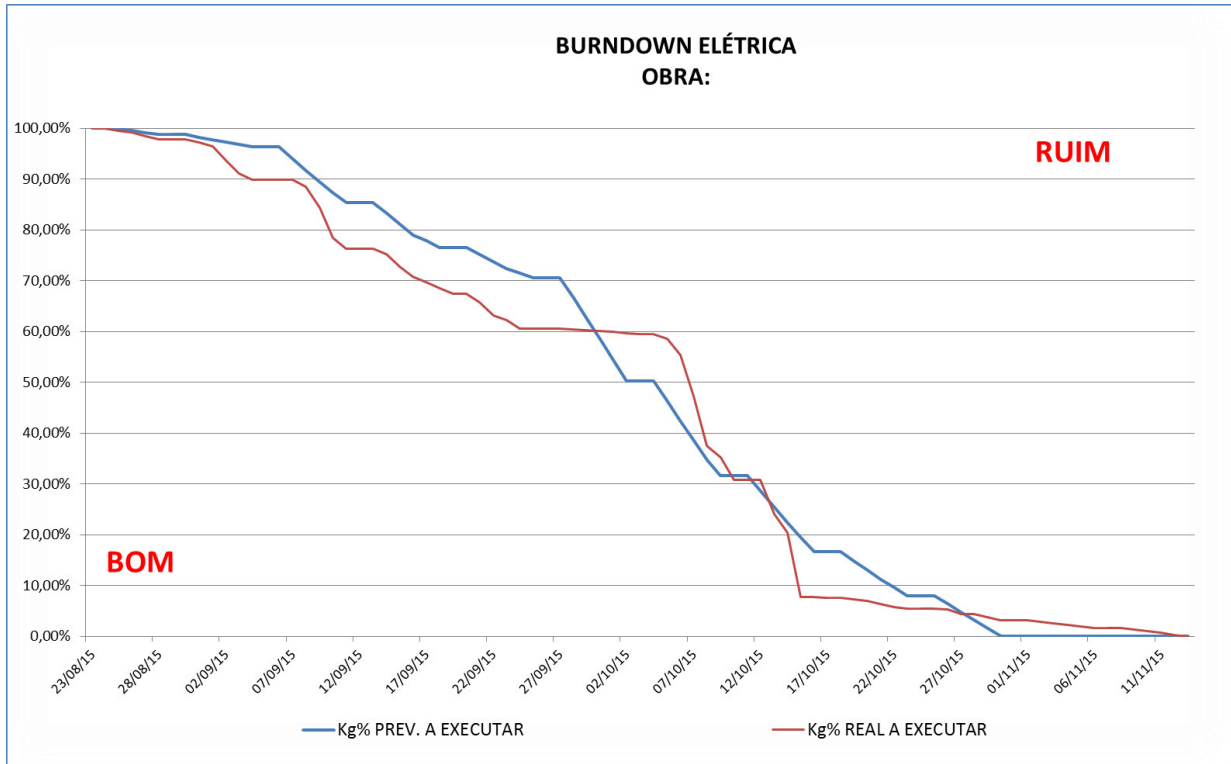


Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

Assim, o envolvimento do engenheiro de obras na programação do fluxo de entregas da obra era pouco ou inexistente. Apesar de ter reuniões semanais com o cliente, onde eram passadas as solicitações do mesmo, a comunicação com o encarregado, responsável pela programação diária da equipe, era quase inexistente. O encarregado por sua vez, não tinha ciência do fluxo a ser seguido e programava a sua equipe conforme o seu entendimento do que era prioritário. Assim, o foco nas entregas desejadas pelo cliente era bastante comprometida por conta da ineficiência na elaboração de uma programação que envolvesse: a experiência do encarregado, as entregas desejadas pelo cliente e as demandas do engenheiro da obra.

Alguns documentos de controles eram utilizados, porém estes mostravam o andamento da real obra em comparação com o previsto, não possuíam nenhum fim de planejamento, apenas de controle. É o caso do Burndown de Kg e R\$. Ferramenta amplamente utilizada pela gestão de obra onde é possível acompanhar o ritmo do empreendimento através do controle do % de Kg e do % de R\$, ou seja, de quanto se tem a executar (%Kg) e do quanto se tem a gastar (%R\$).

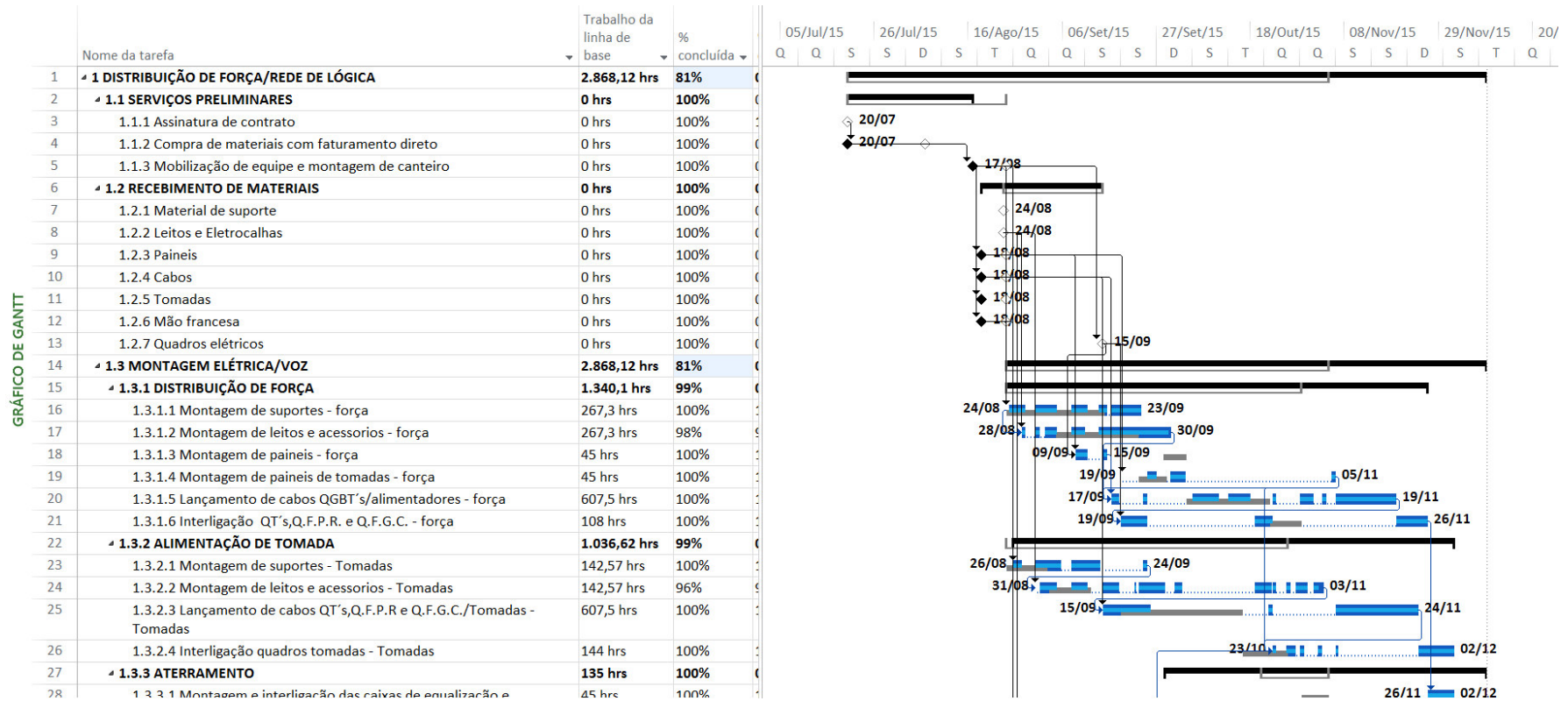
Figura 7 - Gráfico de Burndown



Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

A única ferramenta utilizada pela empresa para o planejamento do empreendimento era o cronograma, elaborado pelo software Microsoft Project.

Figura 8 - Cronograma da obra



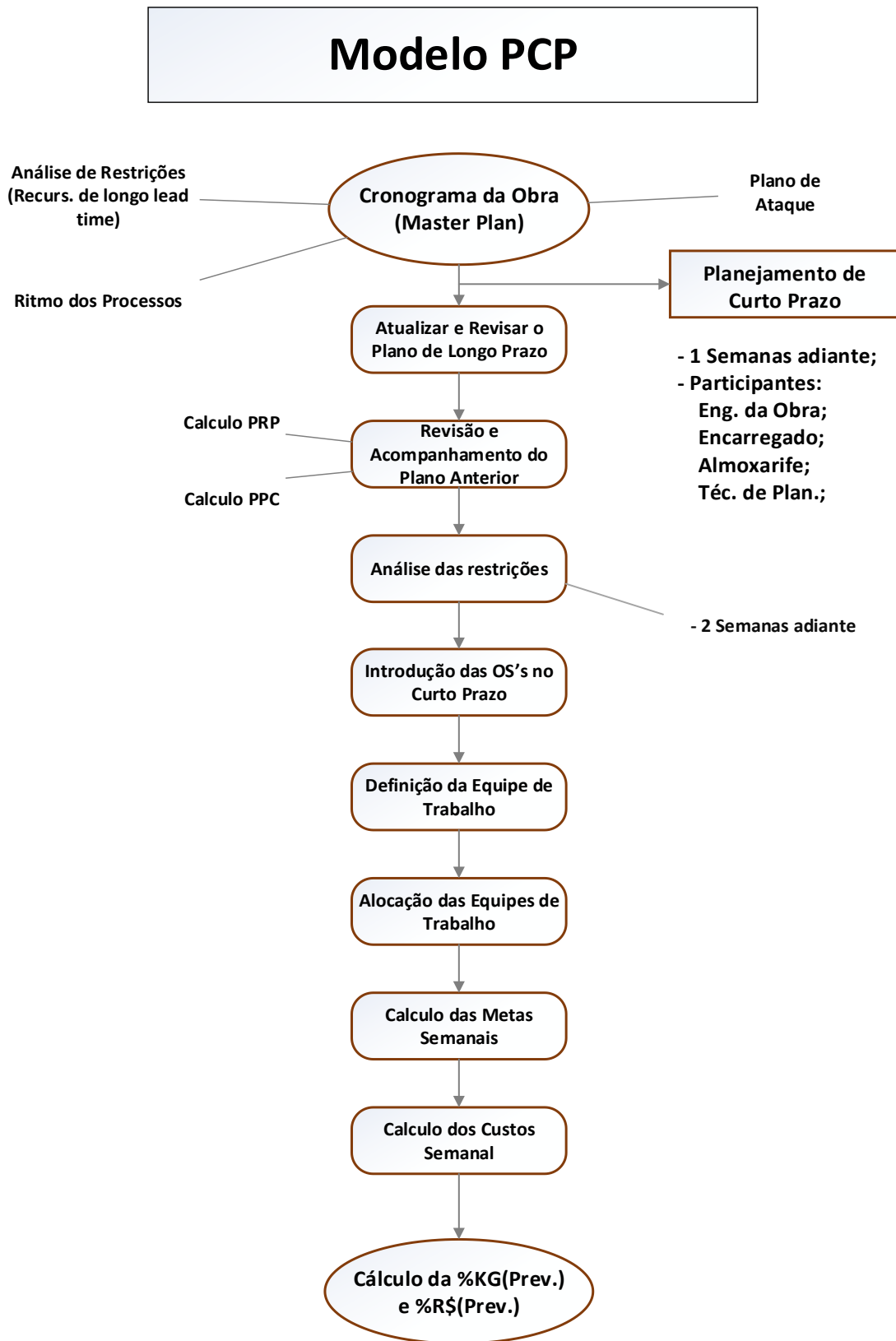
Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

No cronograma elaborado por meio do Microsoft Project, era dada máxima atenção a descrição detalhada das macro e micro atividades. As horas de trabalho disponíveis para cada atividade e o % concluído dessas atividades eram as informações que interessavam ao cliente externo e interno. O bom uso dessas informações é proporcionado por meio da constante atualização do cronograma, o que não era prática comum dos gestores das obras.

3.3.2. Elaboração do processo de planejamento

Na metodologia apresentada por Formoso (2001), o processo de planejamento e controle é dividido em 3 níveis hierárquicos: longo, médio e curto prazo. A fim de melhor atender as necessidades de uma obra de instalações eletromecânicas, o processo de planejamento proposto foi levemente adaptado.

Figura 9 - Modelo de planejamento proposto



Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

a) Longo prazo

A partir do orçamento previsto para a obra, é possível planejar as macro atividades, o fluxo de ataque, os recursos previstos (mão de obra e material), o tempo de execução e as principais restrições da execução do projeto. Essas informações foram todas inseridas em um cronograma elaborado com o uso do software Microsoft Project. Por meio deste, é possível fazer o confronto dos dados previstos com os dados reais (trabalho, datas, tempo, entre outros). O gráfico de Gantt também é outra ferramenta importante oferecida no software.

Durante essa etapa, os níveis de detalhe foram os mínimos necessários para que o acompanhamento de longo prazo fosse eficiente. A atualização do plano de longo prazo foi feita semanalmente.

b) Médio prazo

O plano de médio prazo, diferente do que é proposto por Formoso (2001), não foi utilizado nenhuma planilha de controle para evitar o tempo expendido na elaboração e o uso de diversos documentos de controle, correndo o risco de desviar o foco das informações essenciais. Com o intuito de unificar os documentos de controle, o plano de médio prazo, em conjunto com a análise e remoção das restrições das frentes de trabalho, foi realizado também através do MS Project.

As reuniões de médio prazo foram previstas para acontecer em conjunto com as de curto prazo, porém com o horizonte de 2 semanas adiante. Durante estas, deve ser realizada a análise de restrição dos pacotes de trabalhos previstos nas próximas 2 semanas. Os participantes da reunião devem ser: engenheiro da obra, encarregado, técnico de planejamento e almoxarife.

c) Curto prazo

Tendo as restrições elencadas e eliminadas, os pacotes de trabalho passam para o plano de curto prazo, que possui o horizonte semanal. Neste nível hierárquico, as principais atividades que foram feitas são:

- Acompanhamento do plano de curto prazo da semana anterior;

- Introdução dos pacotes de trabalho e alocação da equipe no plano da semana seguinte;
- Definição das metas de cada equipe;
- Previsão dos custos, %RS e %KG para a próxima semana;
- Acompanhamento dos indicadores de produtividade PPC e PRP.

Os participantes da reunião de curto prazo foram os mesmos elencados para a de médio.

4. RESULTADOS

O seguinte capítulo aborda os resultados obtidos a partir da implementação do modelo proposto na secção 3.3.2, seus benefícios e desafios de aplicação.

4.1. Implementação

Tendo o modelo sido previamente elaborado, um dos empreendimentos da organização foi eleito para servir como projeto piloto para a metodologia.

A primeira ação realizada para a implementação do projeto foi a elaboração do planejamento de longo prazo.

4.1.1. Plano de Longo Prazo

4.1.1.1. Elaboração

Elaborado por meio da ferramenta MS Project, o plano de longo prazo buscou contemplar:

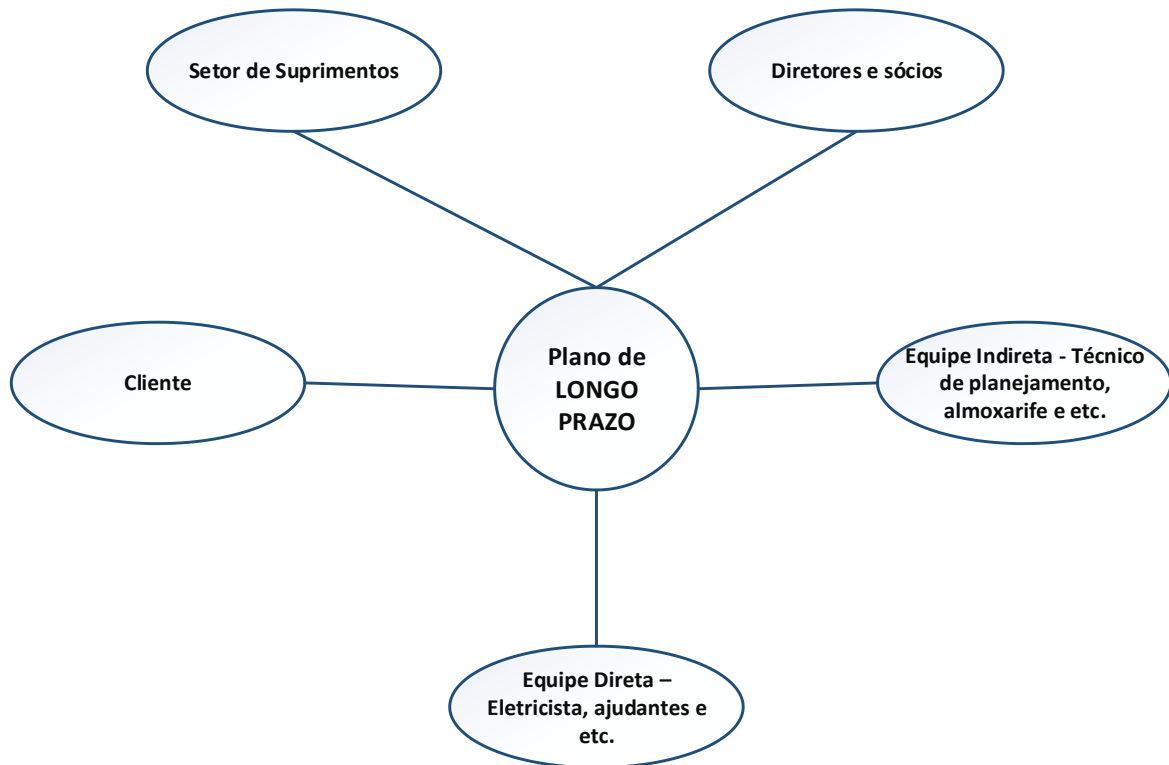
- Macro e micro atividades;
- As macro restrições; ex: chegada de materiais, contratação da equipe, assinatura do contrato.
- Os recursos utilizados; ex: eletricista, ajudante, meio-oficial de eletricista, encarregado.
- O tempo da execução de cada atividade

- Trabalho previsto;

Durante esta etapa, foi evidenciado a importância do uso da Engenharia Simultânea (PRASAD, 1997) que procura integrar o projeto do produto e do processo em toda a empresa, ou seja, trazer todas as partes envolvidas para participar da elaboração do plano de longo prazo. Gerente de suprimentos, engenheiro da obra, encarregado da obra e recursos humanos devem estar fortemente envolvidos na elaboração do projeto, pois todos possuem grande impacto para que o plano de longo prazo alcance seu máximo potencial. A seleção de uma equipe ineficiente, bem como a programação errônea da chegada dos materiais pode comprometer bastante os prazos pré-estabelecidos.

Em seguida, tendo o plano de longo prazo em mãos, é de grande importância que este seja fortemente difundido para as partes envolvidas no processo.

Figura 10 - Difusão do plano de longo prazo



Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

Uma reunião de difusão ocorreu para explicar como seria aplicada a metodologia de Planejamento Hierarquizado no projeto piloto, bem como para difundir o plano de longo prazo.

4.1.1.2. Execução

Tendo em vista todo o esforço desenvolvido para a elaboração do plano de longo prazo e a sua devida difusão, a equipe de gestão de obra, especialmente o gerente da obra, dava bastante ênfase a sua devida atualização. A comparação com os dados previstos e os dados reais (trabalho, datas de término e início e etc.), quando devidamente atualizados, proporcionam ao gestor da obra um leque amplo de decisões

a serem tomadas para: antecipar a chegada de certo material, reduzir ou aumentar os recursos da obra e mudança no processo de execução, decisões que foram tomadas ao longo da obra para recuperar um eventual atraso ou, até mesmo, antecipar uma atividade crítica.

4.1.2. Plano de Médio Prazo

O plano de médio prazo era acompanhado pelo MS Project e, como decidido anteriormente, não foi desenvolvido nenhuma planilha de acompanhamento para o mesmo. As reuniões de médio prazo foram feitas em conjunto com as reuniões de curto prazo. Tendo um horizonte sempre de 2 semanas adiante, o plano de médio prazo. O principal objetivo do plano de médio prazo, como apresenta a literatura, foi a eliminação das restrições dos pacotes de trabalho que deveriam entrar no curto prazo. Para tal, durante a reunião, as restrições eram elencadas e a sua eliminação era atribuída aos seus devidos responsáveis. Em seguida, o acompanhamento da eliminação era feito pelo próprio gerente da obra.

Tabela 1 - Tabela de restrições

ANÁLISE DE RESTRIÇÕES		
Elemento a ser construído	Início	Término Previsto
Fabricação de suportes para o Terreo	23/fev	25/fev

RESTRIÇÃO	RESPONSÁVEL	DATA LIMITE	STATUS
Verificação em loco a fim de detectar interferências	Encarregado da obra	13/fev	P
Verificar chegada de materiais	Almoxarife	27/fev	P
Definir equipe (1 soldador e 2 serralheiro)	Gerente da obra	13/fev	S
Definição do material (perfilado ou cantoneira?)	Gerente da obra	09/fev	S
Verificar ferramentas - cobrar lista	Encarregado da obra	13/fev	S
Verificar insumos - cobrar lista	Encarregado da obra	13/fev	S
Verificar EPI - cobrar lista	Téc. de segurança	13/fev	N
Verificar documentação	Téc. de segurança	13/fev	P

PINTURA DE PROTEÇÃO E ACABAMENTO LEITOS E ELETRODUTOS	27/fev	06/mar
Montagem de suportes para o Térreo	26/fev	27/fev
Fab. de suportes Andar 1	26/fev	02/mar

Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

Durante o período da pesquisa, foram realizadas 10 reuniões de médio prazo. Devido à dimensão da obra, as restrições orbitavam principalmente em torno de:

- Data de chegada de materiais;
- Liberação de infraestrutura necessária para a realização de determinado serviço;
- Definir com precisão a locação de item a ser instalado.

Todos os envolvidos no plano de médio prazo tinham grande interesse em manter o cronograma real fiel ao previsto, isso ocasionou um envolvimento satisfatório de toda a equipe, fator que levou a identificação e eliminação de restrições de grande importância para o pleno andamento do empreendimento. As empresas terceirizadas tinham responsabilidade de encaminhar ao gerente da obra o seu planejamento para que as restrições deste também fossem contempladas a fim de evitar os atrasos de suas atividades.

4.1.3. Plano de curto prazo

O plano de curto prazo foi o grande foco da gerência da obra e, em sua opinião, o responsável pelos excelentes resultados obtidos. Desenvolvido com o horizonte semanal, o plano de curto prazo tinha como principal objetivo controlar a produção da semana por meio de um direcionamento eficaz do fluxo de atividades.

A grande novidade desse experimento piloto foi a utilização do gerenciamento por meio de metas e os índices de produtividade gerados pelo uso do plano de curto prazo. Na opinião do pesquisador e da gerência de obra, esses foram os fatores que contribuíram para o resultado satisfatório dos mesmos.

Para favorecer o controle proposto, foi utilizado a planilha de controle apresentada abaixo.

Tabela 2 - Planilha de curto prazo

Programação nº 6											Início: 28/09/15		kg Prev: 5,97%		R\$ Prev: 5,86%		PPC = 75,00%		Kg Real= 5,21%		PRP= 87,31%		R\$ Real= 5,56%	
ATIVIDADE	% / Kg	EQUIPE	Previsto x Realizado	28/set	29/set	30/set	01/out	02/out	03/out	04/out	OK? (S/N)	Meta	OBS	Valor previsto da equipe										
Fabricação de curva 45 em eletroduto 3/4"	0,00%	Eletricista 1 e ajudante 1	P	X							S	14 pçs		0,41%										
	-		R	X						R\$ 585,00														
Fabricação de curva 90 em eletroduto 3/4"	0,00%	Eletricista 1 e ajudante 1	P		X	X					S	40 pçs		0,82%										
	-		R		X	X	X	X		R\$ 1.170,00														
Montagem de eletroduto 2" para descida de alimentação de tomadas	1,86%	Eletricista 1 e ajudante 1	P				X	X			N	10 descidas de eletroduto	3.1 - QUEBRA (MANUTENÇÃO CORRETIVA)	0,23%										
	600		R							R\$ 1.170,00														
Concluir infraestrutura para circuito de câmeras	0,00%	Eletricista 1 e ajudante 1	P						X		S			0,41%										
	-		R						X	R\$ 585,00														
Montagem de decidas de lógica	0,54%	Meio Oficial de Eletricista 2	P	X	X	X	X	X			S	58 decidas de lógica		0,63%										
	174		R	X	X	X	X	X	X	R\$ 900,00														
Montagem de eletroduto 2" para descida de alimentação de tomadas	0,42%	Meio Oficial de Eletricista 2	P						X		N	4 descidas	4.1 - FALTA DE DETALHE EM PROJETO	0,13%										
	136		R							R\$ 180,00														
Fixação de suporte para descida de lógica	0,56%	Eletricista 2 e Ajudante 2	P	X	X	X					S	60 Suportes		1,23%										
	180		R	X	X	X				R\$ 1.755,00														
Fabricação e montagem de caixas de equalização	0,11%	Eletricista 2 e Ajudante 2	P				X	X			S	16 caixas		0,82%										
	34		R				X	X		R\$ 1.170,00														
Ligação de 10 caixas de tomadas	0,09%	Eletricista 2 e Ajudante 2	P						X		S	10 caixas de tomadas		0,41%										
	30		R						X	R\$ 585,00														
Montagem de suporte para caixas de tomadas	0,37%	Meio Oficial de Eletricista 1	P	X	X						S	40 pçs		0,25%										
	120		R	X	X					R\$ 360,00														
Montagem de caixas de tomadas	0,15%	Meio Oficial de Eletricista 1	P			X	X				N	16 pçs	2.11 - CLIENTE ENTREGOU MATERIAL ERRADO	0,25%										
	48		R			X				R\$ 360,00														
Montagem de eletroduto 2" para descida de alimentação de tomadas	1,86%	Meio Oficial de Eletricista 1	P					X	X		S	10 descidas de eletroduto		0,25%										
	600		R				X	X	X	R\$ 360,00														

Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

Ao final de cada semana, o gerente da obra, encarregado, técnico de planejamento e almoxarife se reúnem para elaborar o plano de curto prazo. A primeira atividade da reunião era a conferência do que foi planejado com o real. Assim, os índices de produtividade da semana eram gerados.

I. Colunas da planilha

Para melhor entender os benefícios da planilha de curto prazo, é importante atentarmos ao que representa cada coluna.

- a) Atividade: Coluna que descreve a atividade a ser realizada. Não é interessante que o quantitativo de itens a serem montados esteja descrito nessa coluna, mas é fundamental que esteja claro a atividade a ser realizada pelo colaborador.
- b) % / Kg: Toda atividade de montagem, ou seja, que ocorre a saída de material do canteiro de obras para a fábrica, tem uma representatividade em Kg de acordo com o peso do material utilizado. Assim, possível mensurar o quanto aquela atividade vai contribuir para o andamento total da obra. Por exemplo: visto que cada eletroduto de 2" tem um peso (previamente estabelecido pelo setor de planejamento e controle de obras) de 60 kg e a obra toda pesa 300.000 kg, ao montar 10 eletrodutos de 2", o colaborador contribuirá em

$$10 * \frac{60Kg}{300000Kg} = 0.2\% \text{ do andamento total da obra}$$

- c) Equipe: Coluna que define os responsáveis pela execução da atividade em questão. É necessário atentar ao cuidado para não alocar o colaborador em mais de uma atividade no mesmo dia.
- d) Previsto x Realizado: Coluna onde está presente os dias previstos para a execução da tarefa e os dias em que esta foi realizado. Diariamente, o técnico de planejamento deve atualizar e marcar as atividades realizadas naquele dia. Assim, o gestor da obra terá uma maior ciência da razão de não execução de determinada atividade.
- e) Ok? (S/N): Necessária para o acompanhamento das atividades concluídas. Por meio dessa coluna é gerado o índice de produtividade Percentual de Pacotes Concluídos (PPC).

- f) Meta: Coluna que deve ser dada grande atenção durante a elaboração do plano, pois ela é a responsável pela geração dos indicadores individuais e gerais. O dimensionamento errôneo da meta pode gerar insatisfação no colaborador, por isso o gerente de obra, em conjunto com o encarregado, deve dar grande atenção ao dimensionamento da meta. O uso da experiência de ambos deve ser amplamente aproveitada, porém um banco de dados pode oferecer maior precisão.
- g) OBS: Coluna criada para oferecer justificativa a não conclusão de uma atividade. Previamente, um documento com as possíveis causas de impedimentos (APÊNDICE 01) na execução foi elaborado no intuito de gerar informações para o benefício da gestão da obra. Para cada atividade não concluída uma causa era escolhido na lista e retroalimentado em um banco de dados. Assim, foi possível fazer uma análise das causas mais recorrentes na obra.
- h) Valor previsto da equipe: tendo a informação do custo de cada colaborador e os dias que estes deverão trabalhar em uma atividade específica durante a semana, é possível estabelecer o custo previsto para a execução desta atividade. Por exemplo, a atividade de montagem de suportes deve durar os 5 dias da semana. O custo de uma eletricista é R\$ 51,00/h e o do seu ajudante é R\$ 20,00/h, assim:

$$\text{Custo da atividade} = R\$ 51,00 * 44h + R\$ 20,00 * 44h = R\$ 3080,00$$

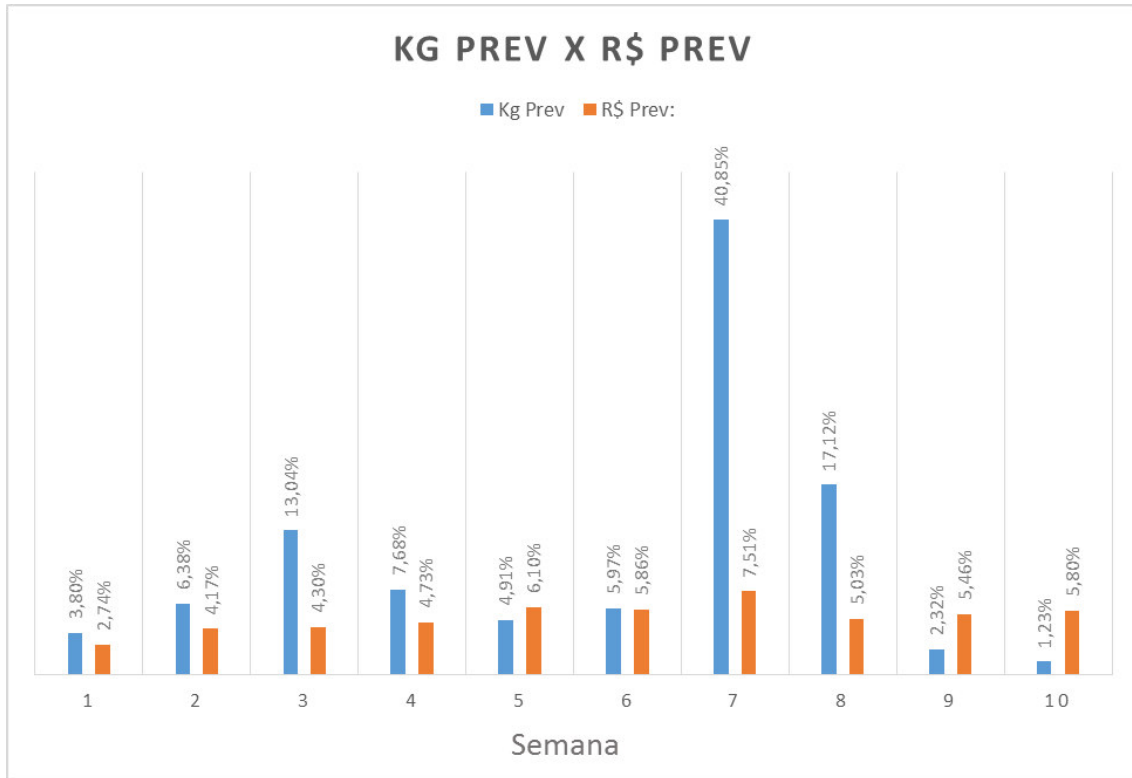
Ao elaborar a previsão de custo de cada atividade, é possível elaborarmos a previsão do custo da semana.

II. Indicadores

- a) %Kg Previsto: composto por meio do %Kg de cada atividade. Importante para prever o andamento da semana e tomar as devidas atitudes, caso não esteja satisfatório.
- b) R\$ Previsto: composto por meio do %R\$ de cada atividade. Importante para fazer o comparativo entre o %Kg e o %R\$. Assim, é possível prever também a produtividade daquela semana: %Kg/%R\$. Caso a produtividade não esteja satisfatória, é papel do gestor de obras analisar como fazer mais com menos:

trocar a equipe de execução por uma mais barata, mudar a metodologia de execução, reduzir o quadro de funcionários e etc.

Figura 11 - Kg Prev. X R\$ Prev.



Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

- c) Percentual de Pacotes Concluídos (PPC): indicador de produtividade da equipe direta. Caso o colaborador tenha batido a sua meta semanal, a atividade é contabilizada no PPC. Assim, tendo como critério de produtividade o alcance das metas, o PPC se torna um indicador bastante eficaz para medir o rendimento da equipe direta. A sua fórmula é:

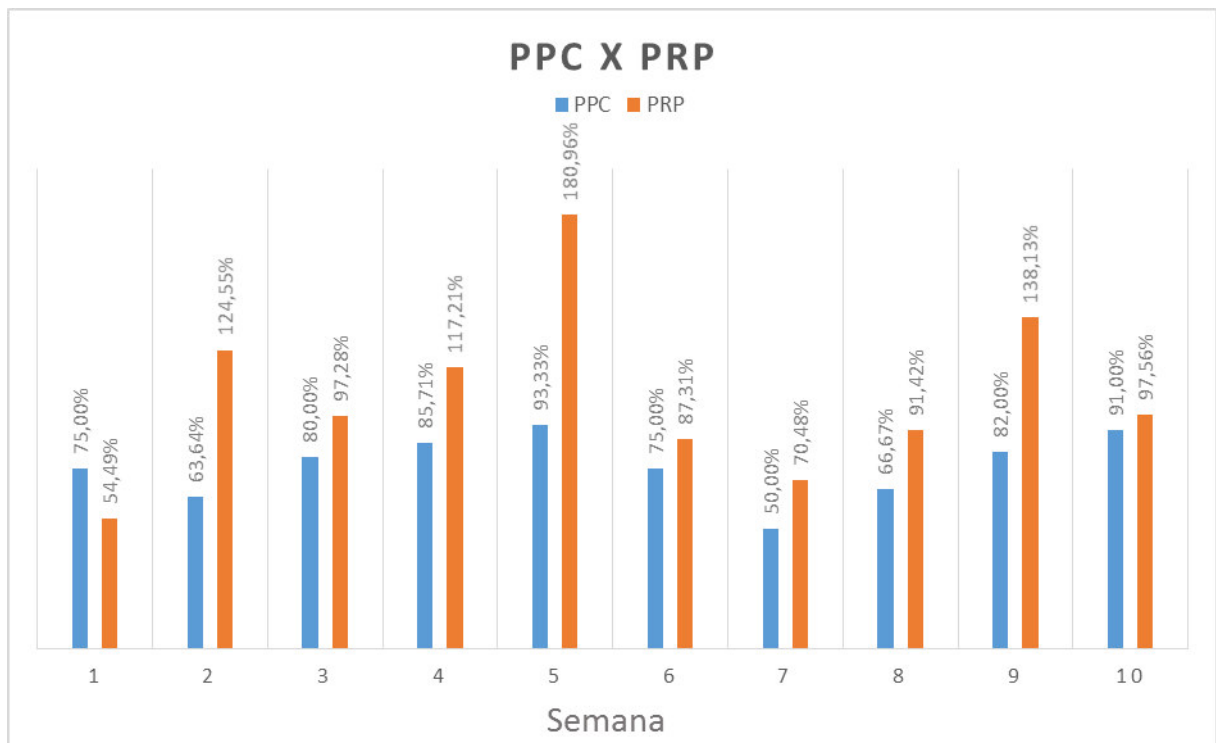
$$\text{PPC (percentual de pacotes concluídos)} = \frac{\text{Pacotes Concluídos}}{\text{(Total de Pacotes Planejados)}}$$

- d) Pacotes Realizados por Previstos (PRP): indicador de produtividade da equipe direta. Outra forma de medir a produtividade da equipe direta é dada pelo PRP. Tendo os dados do %Kg Previsto e o %Kg Real, é possível encontrarmos o PRP. Sua fórmula é:

$$\text{PRP} = \% \text{Kg Prevista} / \% \text{Kg Real}$$

O PRP foi criado com o intuito de possuir um indicador de produtividade alternativo. Foi observado que, por algumas vezes, as metas por pouco não foram alcançadas, o que reduzia o PPC da semana. Como uma tentativa de tornar o indicador de produtividade mais adequado a realidade específica da obra, o PRP foi idealizado por volta da segunda semana de execução.

Figura 12 – Comparativo de índices de produtividade



Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

Os indicadores constituíram parte importante para o sucesso da ferramenta. Semanalmente, os resultados eram expostos para toda a equipe. Bem como, um acompanhamento individual de metas era feito para avaliar o desempenho de cada colaborador. Assim, foi notável o aumento de produtividade dos colaboradores no intuito de baterem as suas metas. Uma planilha semelhante a tabela 3 era exposta no canteiro de obras e atualizada diariamente.

Tabela 3 - Metas Individuais

	01/out	02/out	03/out	04/out	05/out	06/out	07/out	08/out	09/out	10/out	11/out	12/out	13/out	14/out	15/out	16/out	17/out
Eletricista 1	■	■	■	■	■	■											
Eletricista 2	■	■	■	■	■	■	■										
Meio oficial de eletricista 1		■	■	■	■	■	■										
Meio oficial de eletricista 2		■	■	■	■	■	■										
Ajudante 1		■		■		■											
Ajudante 2			■														

Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

4.2. Limitações da ferramenta

Uma das principais limitações da ferramenta é o tempo expendido para gerar as informações (indicadores, metas individuais, previsões e etc.) que ela tem o potencial de fornecer. Como, geralmente, a precisão dos dados a serem inseridos eram mais confiáveis quando avaliados pelo gerente da obra, este acabava expendendo muito tempo para elaborar a planilha de curto prazo, médio e atualizar o plano de longo. Posteriormente, implementando a ferramenta em outras obras de maior porte, observou-se dificuldades da equipe de gerência da obra para elaborar e compilar todos os dados.

Outra limitação bastante visível foi a grande dependência que esta tinha dos encarregados. Estes, por possuírem maior experiência na execução, tinham maior dimensão das metas a serem atribuídas a cada colaborador. Assim, devido ao baixo nível de instrução dos encarregados e a difícil aceitação a mudança de cultura de trabalho, foi evidenciado essa limitação.

4.3. Resultados

A ferramenta proporcionou vários benefícios visíveis e exclusivos desta obra. Formoso (2001) afirma algumas vantagens advindas por meio da implementação da metodologia, dentre elas, estão:

4.3.1. Comprometimento do colaborador

Por meio do uso de ferramentas transparentes, a exposição das informações e o constante estímulo para que ocorra a participação do colaborador, foi notável o acréscimo na satisfação do mesmo e a constante busca por melhores resultados. Ao receberem suas metas semanais, os colaboradores eram motivados a persegui-las e um acompanhamento diário por meio do modelo apresentado na tabela 03 era realizado. Assim, a obra obteve um ganho de produtividade considerável.

4.3.2. Proteção da Produção

A obra obteve uma lucratividade recorde em comparação a série histórica dos últimos 10 anos. Tendo alcançado lucro bruto de 65% em relação ao faturamento, a obra trouxe excelentes resultados para os colaboradores participantes, os acionistas e cliente. O resultado foi atribuído ao sucesso da ferramenta e a capacidade de proteção da produção que esta proporcionava

Em outras obras, nos últimos 5 anos, o maior resultado alcançado foi de 45% de lucro bruto.

4.3.3. Confiabilidade no término da obra

A obra tinha um prazo de execução de 10 semanas e um histograma previsto de 22 colaboradores, em seu pico. Esta, foi executada com 12 colaboradores, em seu pico, com um prazo de exatas 10 semanas.

4.3.4. Satisfação do cliente e novos negócios

Por meio de uma pesquisa de satisfação, identificou-se que o cliente estava bastante satisfeito com os serviços prestados. Por meio desta satisfação alcançada, a

empresa contratante nos convidou para permanecermos na fábrica por meio de um contrato de manutenção predial que nos rende, atualmente, cerca de R\$ 40.000,00 mensais.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho foi elaborado por meio do estudo de caso sobre implementação dos níveis hierárquicos de planejamento e controle da produção em uma obra de instalação elétrica localizada no estado do Ceará.

A implementação dos diferentes níveis hierárquicos, bem como as ferramentas de gestão a vista utilizadas, trouxe diversos benefícios ao empreendimento. Dentre os principais, se destacaram o comprometimento da equipe direta com as metas a cada um das direcionadas, o lucro bruto obtido e a satisfação do cliente medida em um futuro contrato de manutenção da fábrica. Na opinião tanto dos clientes internos e externos, a ferramenta contribuiu para um aumento na confiabilidade durante a execução do planejado. Resultado obtido graças a um plano de longo prazo e médio integrado com o de curto. A busca contínua da equipe indireta pela identificação das restrições e sua eliminação trouxeram fluidez e segurança ao planejamento de curto prazo.

O trabalho contribuiu de forma significativa para a organização por meio de índices de lucratividades inéditos, graças a implementação de um sistema produtivo dividido por níveis hierárquicos, ferramenta nunca antes aplicada na empresa. Futuramente, devido aos resultados alcançados dentro da organização, tornou-se uma das metas estratégicas da organização a implementação da ferramenta em todas as obras existentes.

Para o autor e também colaborador da organização, o trabalho rendeu uma promoção de estagiário para gerente de obras. Passo essencial na sua formação profissional, pois lhe proporcionou uma valiosa experiência profissional na área de gerenciamento de obras.

São sugeridos os seguintes temas para estudo:

- (a) Aplicação dos níveis hierárquicos de planejamento no sistema produtivo de obras industriais;
- (b) Aplicação dos conceitos enxutos no sistema produtivo da empresa;
- (c) Aplicação dos conceitos enxutos no sistema produtivo de obras industriais;

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AZIZ, Remon Fayek e HAFEZ, Sherif Mohamed. **Applying Lean Thinking in Construction and Performance Improvement**. Alexandria Engineering Journal, n. 52. EUA: Elsevier, 2013. Structural Engineering Department, Faculty of Engineering, Alexandria University, Egypt.

DA FONSECA, RENATO; CUNHA, SAMANTHA. **Indústria brasileira: da perda de competitividade à recuperação?** Brasília, DF, Brasil, CNI, 2015.

DIAS, Christine Miranda e SERRA, Sheyla Mara Baptista. **Aplicação da Construção Enxuta na Customização de Imóveis Verticais para Habitação de Interesse Social**. XIX Simpósio de Engenharia de Produção: Sustentabilidade Na Cadeia De Suprimentos. Bauru, São Paulo, 2012.

FORMOSO, Carlos Torres et al. **Análise de restrições: definição e indicador de desempenho**. III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. UFSCar, São Carlos, São Paulo, 2003

FORMOSO, Carlos Torres et al. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. Núcleo orientado para a inovação da edificação, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

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

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Ceará em Mapas: Atividades Econômicas**. Disponível em: <
<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo5/52.htm>>. 19/06/2012

KOSKELA, Lauri. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. CIFE Technical Report #72. Stanford University, 1992.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. **Is Construction Planning Really Doing its Job? A critical examination of focus, role and process**. Construction Management and Economics, v. 5, 1987.

MATT, Dominik T. et al. **Synchronization of the Manufacturing Process and On-Site Installation in ETO Companies**. 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems. EUA: Elsevier, 2014.

MELLO, Carlos Henrique P. **Auditoria Contínua: Estudo de Implementação de uma ferramenta de Monitoramento para Sistema de Garantia da Qualidade com Base nas Normas NBR ISO 9000**. Dissertação de mestrado, Itajubá: EFEI. 1998.

MOURÃO, Carlos Alexandre Martiniano do Amaral e VALENTE, Caroline Porto. **Coletânea Lean & Green**. C. Rolim Engenharia Ltda. Fortaleza, 2013.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PRASAD, B. **Concurrent Engineering Fundamentals**. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall PTR, 1997.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção.** Porto Alegre, SC, Brasil, Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Non-stock production: the Shingo system for continuous improvement.** Productivity Press, Cambridge, MA, 1988.

SILVA, Edson Zílio. **Automação e Eliminação das Perdas: A Base de uma Estratégia de Produção para Assegurar uma Posição Competitiva na Indústria.** Porto Alegre: UFRGS, 2002. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SIMONSSON, Peter. **‘Learning to see’ the Effects of Improved Workflow in Civil Engineering Projects.** Lean Construction Journal, 2012, pp 35-48.

SOARES, Castro Alexandre. **Diretrizes para a Manutenção e o Aperfeiçoamento do Processo de Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras.** Porto Alegre: UFRGS, 2003. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

TAPPING, D.; SHUKER, T. **Lean Office: Gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas - 8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias Lean nas áreas administrativas.** São Paulo, SP, Brasil, Leopardo Ed., 2010.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro, Campus, Brasil, 1992.

ANEXO 1 – Lista de causas possíveis

1 - MÃO DE OBRA

- 1.1 - FALTA DE MÃO DE OBRA PRÓPRIA
- 1.2 - FALTA DE MÃO DE OBRA TERCEIRIZADO
- 1.3 - BAIXA PRODUTIVIDADE
- 1.4 - NÃO SOLICITAÇÃO DE MÃO DE OBRA
- 1.5 - SOLICITAÇÃO DE MÃO DE OBRA NÃO ATENDIDA NO PRAZO
- 1.6 - PRODUÇÃO SUPERESTIMADA
- 1.7 - MÃO DE OBRA NÃO QUALIFICADA
- 1.8 - GREVE / PARALIZAÇÕES
- 1.9 - DESVIO DE PROGRAMAÇÃO
- 1.10 – COLABORADOR FALTOU

2 - MATERIAL

- 2.1 - FALTA DA SOLICITAÇÃO
- 2.2 - SOLICITAÇÃO FORA DO PRAZO
- 2.3 - COMPRA NÃO REALIZADA
- 2.4 - FORNECEDOR NÃO ENTREGOU (FORA DO PRAZO)
- 2.5 - FORNECEDOR ENTREGOU ERRADO
- 2.6 - SEDE NÃO ENTREGOU MATERIAL
- 2.7 - SEDE ENTREGOU MATERIAL ERRADO
- 2.8 - MÁ QUALIDADE DO MATERIAL
- 2.9 - FALTA DE EPI
- 2.10 - CLIENTE NÃO ENTREGOU O MATERIAL
- 2.11 - CLIENTE ENTREGOU MATERIAL ERRADO
- 2.12 - DESVIO DE MATERIAL

3 - MÁQUINAS / EQUIPAMENTOS

- 3.1 - QUEBRA (MANUTENÇÃO CORRETIVA)
- 3.2 - QUANTIDADE INSUFICIENTE
- 3.3 - FORNECEDOR NÃO ENTREGOU
- 3.4 - SEDE NÃO ENTREGOU NO PRAZO
- 3.5 - NÃO SOLICITAÇÃO
- 3.6 - FALTOU PLANEJAMENTO/PROGRAMAÇÃO
- 3.7 - FALTA DE COMBUSTÍVEL
- 3.8 - DESVIO DE PROGRAMAÇÃO

4 - MÉTODO / PROJETO

- 4.1 - FALTA DE DETALHE EM PROJETO

- 4.2 - META SUPERESTIMADA
- 4.3 - FALHA NO PROCESSO EXECUTIVO
- 4.4 - INDEFINIÇÃO DA CUSTOMIZAÇÃO
- 4.5 - FALTA DE PROJETO EXECUTIVO
- 4.6 - ALTERAÇÃO DO PROJETO
- 4.7 INCOMPATIBILIDADE ENTRE PROJETOS
- 4.8 - FORÇA MAIOR (ORGÃO PÚBLICO, LEIS, LICENÇAS, AUTORIZAÇÃO)
- 4.9 - LOCAL NAO ESTAVA LIBERADO PARA EXECUCAO DA ATIVIDADE

5 - MEIO AMBIENTE

- 5.1 - INTEMPÉRIES
- 5.2 - FALTA DE ENERGIA
- 5.3 - FALTA DE ÁGUA
- 5.4 - LOCAL DE TRABALHO INACESSÍVEL

6 - MEDIDA

- 6.1 - ERRO DE QUANTITATIVO
- 6.2 - MEDIÇÕES DIVERGENTES DO PROJETO