

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

**Matheus Gabriel Ries**

**EFEITOS DO CONTROLE DOS PACOTES DE TRABALHO  
INFORMAIS SOBRE A EFICÁCIA DO PLANEJAMENTO DE  
CURTO PRAZO DA OBRA**

Porto Alegre  
novembro, 2016



**MATHEUS GABRIEL RIES**

**EFEITOS DO CONTROLE DOS PACOTES DE TRABALHO  
INFORMAIS SOBRE A EFICÁCIA DO PLANEJAMENTO DE  
CURTO PRAZO DA OBRA**

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

**Orientador: Prof. Eduardo Luis Isatto**

Porto Alegre  
novembro, 2016



**MATHEUS GABRIEL RIES**

**EFEITOS DO CONTROLE DOS PACOTES DE TRABALHO  
INFORMAIS SOBRE A EFICÁCIA DO PLANEJAMENTO DE  
CURTO PRAZO DA OBRA**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de indicar o título obtido (por exemplo, Engenheiro Civil) e aprovado pela banca examinadora e, em sua forma final, pelo Professor Orientador.

Porto Alegre, novembro de 2016

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

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Eduardo Luis Isatto**  
**UFRGS**  
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Prof. Luciani Somensi Lorenzi**  
**UFRGS**  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Prof. Daniela Dietz Vianna**  
**UFRGS**  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul



Dedico este trabalho aos meus pais, Carlos e Márcia por sempre me incentivar a estudar e melhorar a cada dia.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Prof. Eduardo Luis Isatto por me orientar neste trabalho, demonstrando muita paciência e interesse em ajudar.

Agradeço a todos os colegas e direção da Athivabrazil, empresa onde esta pesquisa foi realizada e a qual foi de grande importância para minha formação.

Agradeço aos meus pais, Carlos Henrique Ries e Marcia Helena Ries por sempre me apoiarem em todas minhas decisões e ajudar de todas as formas possíveis a enfrentar os desafios.

Agradeço a minha irmã, Natália Brenda Ries e minha namorada, Isabela Dewes Karohl que me mantiveram sempre motivado durante o período da graduação.



## RESUMO

Com a grande queda da economia no país, torna-se imprescindível a avaliação dos procedimentos de controle de produção, buscando reduzir as perdas e aumentar a eficiência dos mesmos. Este trabalho avalia os procedimentos de coleta e análise de dados de planejamento de curto prazo e busca explicar comportamentos irregulares ainda presentes na gestão dos processos de produção. Um dos grandes problemas encontrados neste contexto é a alta informalidade dos serviços presentes nos canteiros de obra, seguindo de forma contrária o que ensina o sistema Toyota de produção. A pesquisa retrata um estudo de caso realizado em um empreendimento residencial de alto padrão com unidades repetitivas, localizado no centro de Novo Hamburgo. Primeiramente, foram analisadas as ferramentas e procedimentos utilizados no controle de produção de curto prazo pela empresa, verificando suas deficiências. Após isto, foram propostas melhorias na coleta, análise e transmissão das informações. Estes mecanismos revisados foram utilizados no canteiro para identificar os pacotes de trabalho informais, observando suas origens e formalizando-os. Junto a esta verificação, foram medidos os indicadores PPC e % Pacotes Informais, avaliando-os em forma conjunta. Através do aprendizado fornecido pelos procedimentos buscou-se uma redução significativa das informalidades presentes no canteiro de obras. Paralelamente foram analisadas as variações do PPC durante as coletas de dados, percebendo-se uma redução nos valores deste indicador inicialmente. Após implantação dos procedimentos e identificação dos pacotes informais foram analisados os resultados medidos pelos indicadores.

Palavras-chave: informalidade, pacotes de trabalho, indicadores de planejamento, construção civil.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas da pesquisa .....	23
Figura 2: Diagrama de etapas de planejamento .....	26
Figura 3: Fluxograma Last Planner .....	28
Figura 4: Sistema Last Planner .....	29
Figura 5: Modelo de utilização de indicadores .....	32
Figura 6: Correlação Pearson PPC X DC .....	37
Figura 7: Gráfico de dispersão PPC X DC .....	38
Figura 8: Modelo de simulação para análise de PPC .....	41
Figura 9: Resultado simulação PPC .....	42
Figura 10: Esquema de coleta de dados pacotes com making-do .....	45
Figura 11: Perspectiva da obra de estudo .....	47
Figura 12: Planilha de controle de produção semanal .....	48
Figura 13: Planejamento de longo e médio prazo utilizando Microsoft Project® .....	51
Figura 14: Fluxograma de planejamento e controle .....	52
Figura 15: Quadro para divulgação dos pacotes planejados disponíveis .....	54
Figura 16: Planilha de controle de funcionários .....	55
Figura 17: Planilha de controle de produção com campo local .....	55
Figura 18: Planilha com nome e local dos pacotes planejado .....	56
Figura 19: Planilha auxiliar para controle em obra .....	56
Figura 20: Gráfico de pacotes informais .....	57
Figura 21: Pacotes totais e formais de forro de gesso .....	59
Figura 22: Gráfico pacotes formais pintura interna .....	59
Figura 23: Gráfico média de funcionários de pintura por dia .....	60
Figura 24: Gráfico pacotes pintura planejados concluídos .....	61
Figura 25: Gráfico pacotes totais e formais .....	62

Figura 26: Gráfico de pacotes identificados ao longo das semanas .....	63
Figura 27: Gráfico PPC .....	63
Figura 28: Média móvel PPC .....	64
Figura 29: Gráfico pacotes planejados concluídos .....	65
Figura 30: Gráfico PPCint .....	66
Figura 31: Média móvel PPCint .....	66
Figura 32: Média móvel PPCint e % Informais .....	67

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Causas de não cumprimento de pacotes de trabalho .....	36
Quadro 2: Regressão linear PPC X DC .....	39
Quadro 3: Análise de correlação causas X DC .....	40
Quadro 4: Regressão linear causas X DC .....	40
Quadro 5: Análise de Correlação PPC X DP .....	41
Quadro 6: Correlação Causas X DP .....	42
Quadro 7: Cronograma de coleta e análise de dados .....	52
Quadro 8: Pacotes de trabalho informais por etapa .....	58



## **LISTA DE SIGLAS**

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

NORIE – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

PCP – Planejamento e Controle da Produção

STP – Sistema Toyota de Produção

EAP – Estrutura analítica de projeto

PPC – Percentual de Pacotes Concluídos

DP – Desvio de Prazo

DC – Desvio de Custo

IRR – Índice de Remoção de Restrições



# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....	21
2.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	21
2.2 QUESTÕES DE PESQUISA.....	21
2.3 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	21
2.4 DELIMITAÇÕES.....	21
2.5 MÉTODO DE PESQUISA.....	21
3 LEAN CONSTRUCTION.....	25
3.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO.....	25
3.2 KANBAN.....	27
3.3 SISTEMA LAST PLANNER.....	27
3.3.1 Nível Estratégico (Longo Prazo).....	29
3.3.2 Nível Tático (Médio Prazo).....	29
3.3.3 Nível Operacional (Curto Prazo).....	30
3.4 INDICADORES DE PLANEJAMENTO.....	30
3.4.1 Discussão Sobre o Papel dos Indicadores.....	31
3.4.2 Indicadores de Longo e Médio Prazo.....	32
3.4.3 Indicadores de Curto Prazo.....	34
3.4.4 Correlações de Indicadores.....	37
3.5 INFORMALIDADE DOS PLANOS.....	42
4 ESTUDO DE CASO.....	46
4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA E DO EMPREENDIMENTO ESTUDADO.....	46
4.2 DIAGNÓSTICO DOS PROCEDIMENTOS DE PCP DE CURTO PRAZO EXISTENTE .....	47
4.3 PROBLEMAS IDENTIFICADOS NOS PROCEDIMENTOS DE PCP DE CURTO PRAZO.....	49
4.4 MELHORIAS PROPOSTAS NOS PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE.....	51
4.4.1 Definição de Métodos de Controle.....	51
4.4.2 Dispositivos de Comunicação.....	53
4.4.3 Documentos de Controle.....	54

4.5 ANÁLISE DE PACOTES INFORMAIS.....	57
4.5.1 Análise de Pacotes Informais Semana 116.....	58
4.5.2 Análise de Pacotes Informais Semana 119.....	59
4.6 Análise de Aprendizado do Planejamento.....	61
4.7 EFEITOS DAS MELHORIAS DO CONTROLE SOBRE A QUALIDADE DO PLANEJAMENTO.....	62
5 CONCLUSÕES.....	68

## 1 INTRODUÇÃO

No cenário atual de crise econômica, a necessidade de se obter informações coerentes e que possam contribuir para a melhoria da produção, diminuindo prazos e desperdícios de materiais, é fundamental. Nos últimos anos vêm-se estudando novas teorias de produção e implantando-se sistemas de planejamento e controle para ajudar neste contexto.

O sistema Toyota de produção desenvolvido após a segunda guerra tem como objetivo a redução das perdas e aumento na eficiência dos processos de produção. A utilização deste sistema na construção civil originou a chamada construção enxuta ou *Lean Construction*. A ferramenta deste sistema mais discutida até o momento é o *Last Planner*, que se baseia na organização do processo de planejamento e controle de produção (PCP) em níveis, de forma a proteger o excesso de informações desnecessárias.

Os gestores atuam diretamente sobre os planos de longo prazo, diminuindo sua influência nos níveis mais operacionais dos processos de produção. Isto devido aos níveis de curto prazo exigirem uma grande quantidade de informação e apresentarem grande variabilidade. Aliado a isto, está o ocasional desconhecimento dos gestores sobre estes processos. Devido a esta complexidade, não se consegue obter informações objetivas e sucintas, desta forma os gestores acabam utilizando intuições e palpites para definir as mudanças nos planos de ação da empresa.

Neste contexto, a utilização de um sistema de indicadores para avaliação dos processos pode ser significativa na avaliação e um bom funcionamento do planejamento. Apesar disto, os indicadores utilizados atualmente acabam fornecendo informações discretas, nem sempre atuando da forma mais transparente e objetiva. Eles também podem ser manipulados para influenciar o sistema de PCP, por exemplo, planejando muitos pacotes de trabalho de fácil execução para se obter um PPC (Percentual de Pacotes Concluídos) maior.

Além da falta de informação obtida pelos indicadores também há ausência na definição dos pacotes de trabalho em si. Muitos pacotes de trabalho são indevidamente descritos, pouco detalhados e muitas vezes não identificados. Com um planejamento incompleto, as restrições acabam não sendo identificadas e o processo de produção é comprometido.

A fim de evitar a má utilização dos indicadores, é necessária uma abordagem sistêmica e prática que consiga capturar todos pacotes presentes na construção civil, de forma que não haja informações desencontradas e ocultas.

O autor, atuando em construtora e conhecendo as dificuldades do setor, verificou a possibilidade da criação de procedimentos de coleta e análise de informações de PCP de forma sistêmica, de modo que os processos de aprendizagem pudessem ser mais eficientes e gerassem dados mais representativos.

O próximo capítulo deste trabalho apresentará os métodos de pesquisa utilizados em sua elaboração. O terceiro capítulo apresenta a classificação da pesquisa quanto aos métodos utilizados. Nos capítulos quatro, cinco e seis o autor aborda os conceitos de planejamento e controle da produção assim como pesquisas relacionadas efetuadas anteriormente. O sétimo capítulo demonstra os procedimentos e ferramentas utilizadas para obtenção dos resultados. Por fim, os capítulos 8 e 9 tratam dos resultados e conclusões oriundos da pesquisa.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes da pesquisa são descritas abaixo.

### **2.1 PROBLEMA DE PESQUISA**

Os pacotes de trabalho informais correspondem a grande parte do que é executado em obra e muitas empresas não fazem uma avaliação destes na qualidade do PCP.

### **2.2 QUESTÕES DE PESQUISA**

Como a identificação dos pacotes informais durante o controle da produção afeta a eficácia do planejamento de curto prazo da obra?

### **2.3 OBJETIVOS DA PESQUISA**

O objetivo principal desta pesquisa será avaliar os efeitos da identificação dos pacotes de trabalho informais sobre a eficácia do planejamento de curto prazo.

### **2.4 DELIMITAÇÕES**

As delimitações da pesquisa são descritas abaixo:

- a) disponibilidade de apenas uma obra de uma empresa para coleta de dados;
- b) dados históricos de controle dependente de pessoas não participantes da pesquisa;
- c) influência direta do comprometimento dos diferentes controles nos resultados;
- d) necessidade de participação constante do pesquisador em campo para identificação dos pacotes de trabalho informais;
- e) obra em estágio final, não sendo abordado alguns serviços importantes como: estrutura, alvenaria e reboco.

### **2.5 MÉTODO DE PESQUISA**

A presente pesquisa é classificada quanto à abordagem em qualitativa. Relativa à natureza se enquadra em aplicada, visando uma solução prática ao controle de produção de obras de edifícios residenciais. Em relação ao objetivo caracteriza-se em exploratória.

Para se atingir os resultados almejados foram utilizados os seguintes métodos de pesquisa:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) pesquisa-ação;
- c) estudo de caso;

A pesquisa bibliográfica apresenta os assuntos inerentes ao escopo do *Lean Construction*, observando as definições de planejamento e controle da produção, estudando o contexto do *Last Planner*, mais precisamente na caracterização dos pacotes de trabalho e indicadores utilizados nos planos de curto prazo. Em paralelo foram estudadas as ferramentas de PCP desenvolvidas para utilização em obras civis.

A pesquisa ação consistiu em estudar os procedimentos existentes de planejamento e controle de produção de uma empresa e identificar as possíveis falhas e deficiências nas ferramentas utilizadas. Após esta avaliação foram propostas soluções para amenizar ou eliminar as dificuldades, gerando um novo modelo de coleta e distribuição das informações. Com o *feedback* da equipe foi feita uma revisão na proposta inicial definindo um procedimento de controle final.

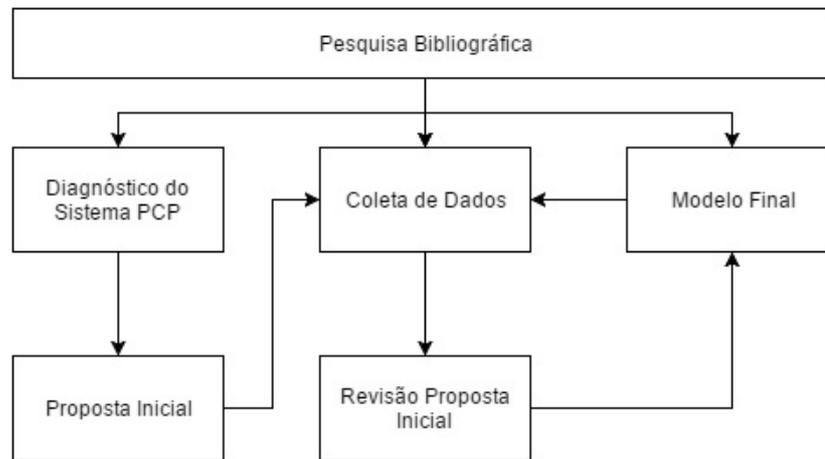
O estudo de caso escolhido para execução da pesquisa, é uma obra residencial de alto padrão de uma empresa à qual o autor trabalha no setor de planejamento. Até o início da pesquisa a empresa utilizava planilhas geradas por softwares (Microsoft Excel® e Microsoft Project®) para o planejamento das atividades e controle de execução das mesmas.

As etapas para execução deste trabalho são descritas a seguir:

- a) pesquisa bibliográfica: revisão dos aspectos inerentes à pesquisa;
- b) diagnóstico do sistema PCP: verificação da eficiência dos controles através do contato direto com estas em campo;
- c) proposta inicial: propostas de mudanças nos controles existentes e sugestão de novas ferramentas para auxílio na coleta de dados;
- d) avaliação da proposta: observação dos impactos gerados pelas mudanças dos procedimentos do PCP de curto prazo da obra;
- e) revisão da proposta inicial: análise de melhorias obtidas nas alterações e ajustes nos procedimentos propostos;
- f) coleta de dados: execução de planejamento e controle com as novas ferramentas, unindo as auxiliares (pacotes de trabalho informais, quantidade de funcionários e divulgação de informações de forma visual);
- g) modelo final: consolidação do modelo proposto para utilização contínua pós pesquisa.

A Figura 1 apresenta o esquema básico das etapas realizadas no trabalho.

Figura 1: Etapas da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)



### 3 LEAN CONSTRUCTION

O Sistema Toyota de Produção (STP), surgiu após a segunda guerra mundial onde as leis trabalhistas no Japão eram rigorosas e a capacidade em equipamentos e recursos escassa, assim sendo, para que a Toyota sobrevivesse foi criado um plano de redução de perdas (WOMACK, JONES & ROSS<sup>1</sup>, 1992 apud SOUTO, 2000. pg 55). Apesar da grande quantidade de estudos relacionados as técnicas propostas por este sistema, uma grande parte das empresas ainda falham ao tentar implementar suas premissas.

Segundo SPEAR & BOWEN (1999), isto ocorre devido ao não cumprimento de 4 regras básicas do sistema por parte dos gestores. São elas:

- a) todo trabalho deve ser altamente especificado quanto ao seu conteúdo, sequenciamento, tempo de produção e resultados esperados;
- b) cada trabalhador sabe quem e quando são fornecidos os recursos necessários para execução do trabalho;
- c) cada processo flui por apenas um e simples caminho;
- d) todas as melhorias nos procedimentos devem ser feitos através de um método científico sob supervisão de um professor mas pelo nível organizacional mais baixo (próprio funcionário que executa).

Koskela (1992) introduziu estes conceitos na construção civil, originando o grupo de pesquisa *Lean Construction* ou “construção enxuta”. O autor aponta como principal causa de desperdício a falta de identificação dos processos de fluxo em um canteiro de obras, sendo apenas consideradas as atividades de conversão, Afirma ainda que a identificação dos processos de fluxo e sua eliminação pode produzir significativas melhoras nos processos produtivos.

#### 3.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO

A necessidade de planejamento e controle da produção se torna imprescindível para obtenção de uma produção satisfatória. Neste conceito, FORMOSO (2001) destaca os principais problemas do planejamento de obra:

- a) falta de visão no processo: se deve pelas empresas não possuírem uma base de informações consistentes e processos de disseminação destas informações;

---

1 WOMACK, J. P. & JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas – Elimine o Desperdício e Crie Riquezas**, Rio de Janeiro, Campus, 1998

---

Efeitos do Controle dos Pacotes de Trabalho Informais Sobre a Eficácia do Planejamento de Curto Prazo da

- b) negligência da incerteza: é inerente ao processo de produção e muitas vezes não é possível sua predição no início do projeto;
- c) informalidade do planejamento: execução de um plano operacional realizado sem contato com o nível tático;
- d) reduzido impacto dos computadores: utilização de informática para tratar de processos ineficientes acaba gerando inúmeros dados não importantes.

A definição das etapas de planejamento propostas por Laufer e Tucker (1986) são representadas na Figura 2.

Figura 2: Diagrama de etapas de planejamento



(fonte: FORMOSO, 2001, pg. 6)

- a) preparação do processo: Onde são definidos os padrões, planos de ataque, periodicidade de avaliação do planejamento, responsáveis por cada etapa, definição de níveis;
- b) coleta de dados: Definição clara dos papéis de cada responsável pelo processo de planejamento, definição dos sistemas de informação de fornecedores, clientes e projetistas;
- c) elaboração dos planos: Fase onde são definidas as técnicas e durações para cada tarefa dos processos;
- d) difusão das informações: Deve ser definido para cada participante do projeto o tipo, forma e periodicidade de informação que será divulgada para cada um;
- e) avaliação do processo: Para que o processo seja melhorado é necessária sua avaliação, através dos indicadores de desempenho. Devem ser definidos os modos de coletas destas informações e sua periodicidade.

Segundo Formoso (2001, p. 7), “O ciclo do planejamento e controle, por sua vez, repete-se várias vezes durante a realização de um empreendimento, em diferentes níveis hierárquicos, baseado nas definições formuladas a partir do ciclo anterior.” O autor ainda explica

que os processos de coleta de dados e difusão das informações são muitas vezes mal feitos, comprometendo este esquema acima apresentado.

### **3.2 KANBAN**

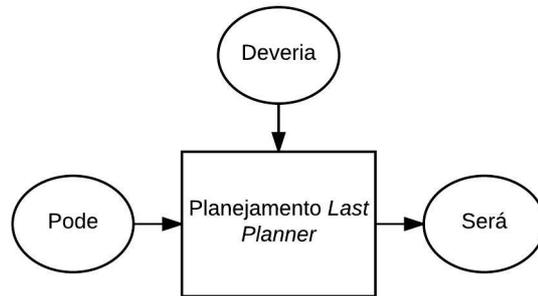
A palavra *kanban* tem origem japonesa e significa “cartões visuais”. Esta ferramenta é originária do sistema “JIT (*just in time*) production” aplicado na indústria automotiva e funciona como ordens de serviço, de forma visual informando quais as tarefas que devem ser executadas e em qual ordem (JANG e KIM, 2007).

O *kanban* pode ser classificado como de produção, movimentação e aquisição (BERGAMINI, 2012). Segundo Bergamini (2012), o *kanban* de produção estipula as quantidades de produtos que devem ser feitos apresentando em um quadro ou no material a autorização de execução da tarefa. O autor define *kanban* de movimentação e de aquisição sendo referentes as quantidades dos recursos necessários para execução das tarefas, sua diferença é a etapa do processo em que estes atuam.

Os objetivos principais do *kanban* são aumentar a visibilidade sobre as informações necessárias para execução de serviços, auxiliar no controle de produção, identificando quais os serviços em andamento e quais não podem iniciar, atuar no monitoramento de progresso das atividades e prover aumento na segurança da obra através de informações detalhadas dos mecanismos de segurança necessários para execução da tarefa (JANG e KIM, 2007).

### **3.3 SISTEMA LAST PLANNER**

A partir dos estudos do STP, BALLARD (2000) propôs um sistema para proteção do planejamento e controle da produção, denominado “*Last Planner System*” (LPS). Esse sistema se baseia no conceito do último planejador (“*last planner*”) como a pessoa, ou grupo de pessoas, que realiza as últimas atribuições de tarefas às equipes de campo. Essa pessoa é quem em última instância, avalia o que pode e o que será feito, conforme Figura 3.

Figura 3: Fluxograma *Last Planner*

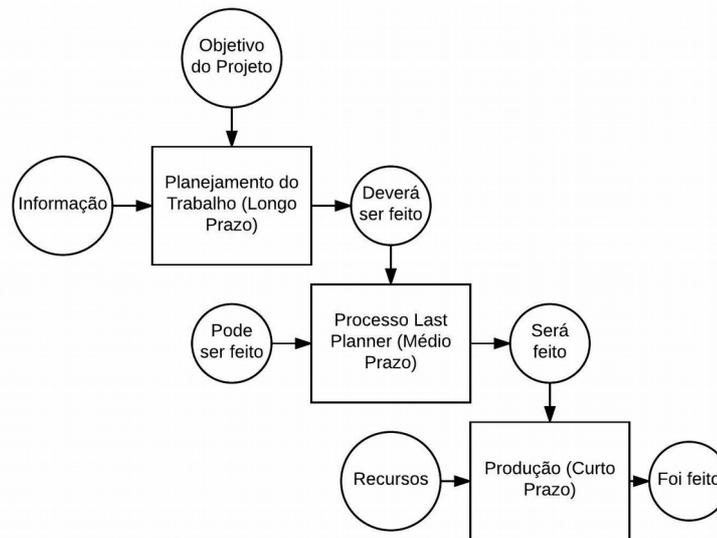
(fonte: BALLARD, 2000, pg. 3-2, tradução nossa)

Este sistema pode ser organizado através de uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP), um diagrama orientado ao produto que agrupa os elementos de trabalho com durações específicas, detalhando-os a cada nível hierárquico e lincando-os de forma lógica (DEVI e REDDY, 2012). Segundo o PMBOK® (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2008), a EAP é utilizada para facilitar o gerenciamento das entregas de um projeto através das subdivisões em componentes menores.

Ballard (2000) define como “pacotes de trabalho” a unidade indivisível da EAP, sendo definidos em níveis mais baixos do planejamento. Além disto, pacotes de trabalho também são tratados como tarefas de um mesmo grupo com recursos semelhantes para sua execução apenas com locais determinados diferentes (CHOO et. al, 1999<sup>2</sup> apud IBARRA, 2016). Os pacotes de trabalho devem ser explícitos quanto às equipes, tarefas e local, desta forma facilitam o controle quanto à terminalidade dos serviços (FORMOSO, 2001), ou seja, o pacote está concluído ou não, sem meios termos.

Além do conceito de último planejador, o LPS emprega a separação do planejamento em três níveis de detalhamento e cada nível é aberto conforme a proximidade de sua execução. A Figura 4 mostra o funcionamento deste sistema.

2 CHOO, H. J.; et. al. **WorkPlan: Constraint-Based Database for Work Package Scheduling**. 1999.

Figura 4: Sistema *Last Planner*

(fonte: BALLARD, 2000, pg. 3-15, tradução nossa)

Segundo Formoso (2001, p. 8), “O nível de detalhe mais adequado depende também do grau de incerteza envolvido. Em empreendimentos nos quais a incerteza é elevada não convém fazer, antecipadamente, um planejamento muito detalhado.”.

Os níveis de planejamento são separados nestas três etapas para que não haja excesso de informação desnecessária e o controle da produção demande excessivo tempo e mão de obra para se obter resultados pouco relevantes a gerência (BALLARD, 2000).

### 3.3.1 Nível Estratégico (Longo Prazo)

Segundo FORMOSO (2001), neste nível se prevê o que deve ser feito, analisa-se o objetivo do projeto e normalmente se utilizam dados históricos de produtividade para definir-se datas-marco para as conclusões de tarefas sem grande detalhamento. O planejamento de longo prazo é definido no início da obra, tendo poucas alterações durante a execução do projeto.

### 3.3.2 Nível Tático (Médio Prazo)

Esta etapa, também chamada de “*look ahead*” (“olhar a frente”), é onde os serviços de longo prazo são organizados na forma de pacotes de trabalho, neste nível definidos como uma ação aplicada a um elemento em um determinado local (MARCHESAN, 2001<sup>3</sup> apud AKKA-

3 MARCHESAN, P. **Modelo Integrado de Gestão de Custos e Controle da Produção para Obras Civis**, 2001. Porto Alegre.

Efeitos do Controle dos Pacotes de Trabalho Informais Sobre a Eficácia do Planejamento de Curto Prazo da

RI, 2003). Esta forma de apresentar uma atividade torna o controle e a compreensão de execução simplificada (FORMOSO, 2001).

É no planejamento de médio prazo que se define o que efetivamente pode ser feito. Nesta etapa onde, se verificam os recursos necessários para realização de cada um dos pacotes de trabalho de médio prazo: materiais, mão de obra e equipamentos (FORMOSO, 2001). As restrições eventualmente identificadas são atribuídas a responsáveis e estabelecida uma data para sua remoção. Enquanto tais restrições não forem removidas, esses pacotes de trabalho não são disponibilizados para as equipes de execução.

Os planos de médio prazo são avaliados com periodicidade variada entre as empresas, podendo ser revisado semanalmente com horizontes de 4 semanas, assim como pode ter horizontes de três meses sendo revisado mensalmente (COELHO, 2003<sup>4</sup> apud SUKSTER, 2005).

### 3.3.3 Nível Operacional (Curto Prazo)

Trata-se da definição do que vai efetivamente ser feito, e possui um grande detalhamento das ações, normalmente revisado semanalmente. É neste nível que se formam os pacotes de trabalho de curto prazo, também chamados de “tarefas” ao serem atribuídas as equipes (AKKARI, 2003). São definidos como os elementos indivisíveis da EAP, apropriados apenas a uma equipe com a definição clara do que deve ser feito (FORMOSO, 2001), podendo ser tanto elementos físicos como tarefas operacionais do fluxo de produção.

Como esta etapa de planejamento é de caráter estritamente operacional, normalmente nela participam o engenheiro, o mestre de obras e os encarregados das equipes. Neste momento se atribuem às equipes os pacotes de trabalho que ficarão sob responsabilidade de cada uma. Por esta razão, o planejamento de curto prazo é denominado de “planejamento do comprometimento” (“*commitment planning*”).

## 3.4 INDICADORES DE PLANEJAMENTO

O Núcleo Orientado para Inovação da Edificação (NORIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) junto ao Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do RS (SEBRAE/RS) e o Sindicato da Indústria da Construção do Estado do Rio Grande do Sul (SINDUSCON/RS) criou um sistema de indicadores, denominado Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil (SISIND). Este sistema, em parceria com empresas do ramo de construção civil coleta indicadores de qualidade para *benchmarking*.

---

4 COELHO, H. O. **Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil**, 2003. Porto Alegre.

Um grupo de *benchmarking* é definido como um fórum, onde as empresas podem divulgar seus indicadores e possam trocar informações sobre aprendizados para melhoria conjunta do mercado (NORIE/PPGEC/UFRGS, 2005). O manual do SISIND propõe um conjunto de 18 indicadores, porém cabe as empresas escolherem quais indicadores são relevantes para coleta e divulgação.

### **3.4.1 Discussão Sobre o Papel dos Indicadores**

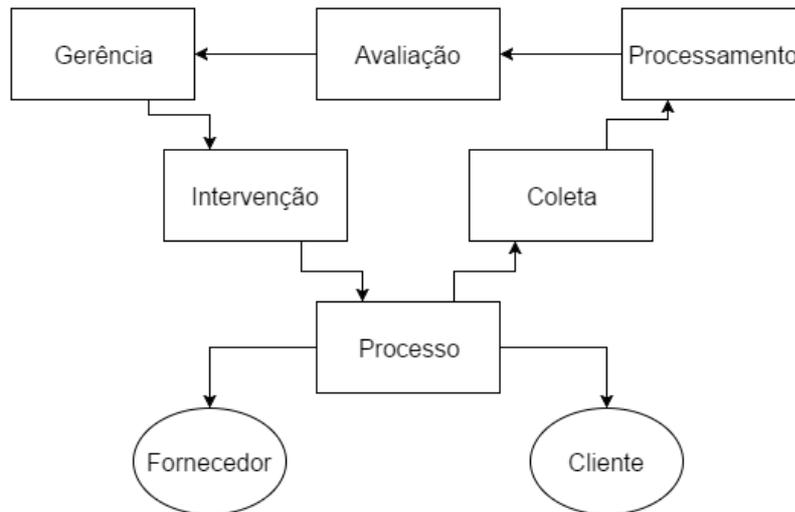
Segundo COSTA (2003) os indicadores são utilizados com função de visibilidade quanto ao desempenho da empresa, apontando os pontos fortes e fracos. Desta forma podem ser definidos os programas de melhorias necessários e quais os setores mais carentes dos mesmos.

Para Sink e Tuttle a utilização dos indicadores passa por três passos:

- a) coleta de dados: deve levar em conta os dados já existentes na empresa, ferramentas de coleta adequadas, treinamento dos funcionários e rotinização, buscando simplificar e reduzir os custos dos procedimentos;
- b) processamento: nesta etapa é importante o comprometimento na entrega das informações e utilização de ferramentas visuais para transmissão das mesmas;
- c) avaliação: necessária a existência de reuniões para discussão dos resultados de forma que o processo possa ser melhorado.

A Figura 5 representa o modelo de funcionamento dos indicadores.

Figura 5: Modelo de utilização de indicadores



(fonte: SINK e TUTTLE, 1993)

Formoso (2001) aponta que a falta de consistência entre os níveis hierárquicos pode causar distorções na avaliação da qualidade (p.ex. Uma obra com desempenho alto no PPC mas que está atrasada).

Os indicadores podem ser usados na avaliação do resultado da obra como um todo ou na avaliação dos processos de planejamento (MOURA, 2008). Os indicadores de resultado são usados em longo prazo e comparam de forma mais geral o planejado com o executado, incluindo-se neste caso os desvios (custo, prazo e ritmo). Ballard (2000) propõe a utilização de dois indicadores atuando em conjunto para medição do processo, o percentual de pacotes concluídos (PPC) e as causas de não cumprimento de tarefas. Pereira (2011) avalia outro indicador para qualidade do planejamento, o índice de remoção de restrições. O próximo capítulo aprofunda os indicadores mencionados.

### 3.4.2 Indicadores de Longo e Médio Prazo

Cada nível de planejamento possui indicadores mais recomendados para sua avaliação. O nível de longo prazo é avaliado principalmente pelos indicadores: desvio de prazo (DP), desvio de custo (DC). Estas são as principais informações utilizadas pelos diretores para qualificar o planejamento do empreendimento.

O desvio de prazo avalia a diferença dos prazos previstos e executados. Os prazos previstos, ou planejados, são baseados na experiência dos planejadores para determinação do tempo requerido para realização da tarefa. Os prazos reais levam em conta o tempo necessário

para execução da tarefa. O desvio de prazo é calculado conforme a Equação (1) MOURA (2008).

$$DP = \frac{PR - PP}{PP} \times 100 \quad 1)$$

Sendo:

DP = desvio de prazo;

PR = prazo real;

PP = prazo previsto.

Da mesma forma que o DP, o desvio de custo avalia a diferença entre o planejado e o executado, porém é referente aos valores dos custos. Segundo (MOURA, 2008) existem diferentes formas de se avaliar esta informação. Sendo a mais simplificada definida pela Equação (2).

$$DC = \frac{CR - CO}{CO} \times 100 \quad (2)$$

Sendo:

DC = desvio de custo;

CR = custo real;

CO = custo orçado.

Em nível de médio prazo, o principal indicador utilizado é o índice de remoção de restrições, onde são verificados todos os processos que impedem a realização da tarefa como compra de materiais, contratação de mão de obra e locação de equipamentos.

Este indicador mede a proporção de restrições removidas sobre o total durante a fase de planejamento (PEREIRA, 2011). Elas não são avaliadas pelos gestores com a devida atenção, mesmo sendo de suma importância para um bem-sucedido controle de produção.

Para o cálculo do índice de remoção de restrições utiliza-se a Equação (3).

$$IRR (\%) = \frac{Rr}{Rt} \times 100 \quad (3)$$

Sendo:

IRR = índice de remoção de restrições;

Rr = restrições removidas;

Rt = restrições totais.

### 3.4.3 Indicadores de Curto Prazo

Ballard (1994) propôs alguns indicadores para controle de qualidade do planejamento a nível das equipes em curto prazo, são eles: o PPC e as causas de não cumprimento das tarefas.

O PPC é o principal indicador de eficácia do planejamento de curto prazo. É a razão dos pacotes de trabalho concluídos pela quantidade de pacotes de trabalho planejados (BORTOLAZZA, 2006) conforme Equação (4).

$$PPC = \frac{\sum PTc}{\sum PTt} \times 100 \quad (4)$$

Sendo:

PTc = pacotes de trabalho concluídos;

PTt = pacotes de trabalho totais.

Apesar de o PPC ser um bom indicador para demonstrar o comportamento da produção em nível operacional, ele não reflete um grande impacto nos horizontes de médio e longo prazos. Isto ocorre pelo fato de ser diretamente relacionado à formulação dos pacotes de trabalho, mais definidos próximo a execução.

Segundo Ballard (1994, p. 5, tradução nossa):

Frequentemente, sistemas de planejamento em nível de equipe falham em transmitir o real propósito do plano (p. ex. simplesmente apontar as atividades previstas nas próximas duas semanas na programação do projeto) e em assumir que o objetivo principal do planejamento neste nível é de fazer os encarregados “pensar a frente”, desta forma falhando em fornecer critérios precisos das saídas do processo de planejamento, de forma possível a se medir a conformidade do realizado com o planejado.

Bortolazza (2006) analisou diversos estudos realizados sobre os PPC's de obras de diversos tipos. O indicador variou entre 30% e 90%, alcançando médias de 60% à 70%. Após implementação de melhorias nos processos de planejamento, através de boas práticas, estas médias chegaram à 80% em alguns casos, demonstrando que este valor pode ser considerado um bom valor nas médias de PPC (BORTOLAZZA, 2006).

As causas de não cumprimento atuam simultaneamente com o PPC e avaliam os pacotes de trabalho que não foram concluídos, lhes atribuindo um motivo pela sua não conclusão (BALLARD, 2000). O Quadro 1 apresenta algumas causas apresentadas pelo SISIND-NET:

Quadro 1: Causas de não cumprimento de pacotes de trabalho

Mão de Obra	
1.	Absenteísmo
2.	Falta de comprometimento do empreiteiro
3.	Baixa produtividade (mesma equipe)
4.	Modificação da equipe
5.	Afastamento por acidente
6.	Falta de programação de mão-de-obra
7.	Superestimação da produtividade
8.	Interferência entre equipes de trabalho
9.	Falta de dados sobre a produção de um novo serviço
Materiais	
10.	Falta de programação de materiais
11.	Falta por perda elevada (acima da estimada)
12.	Falta de materiais do empreiteiro
Equipamento	
13.	Falta de programação de equipamento
14.	Manutenção de equipamento da construtora
15.	Mau dimensionamento
Projeto	
16.	Falta de projeto
17.	Má qualidade do projeto
18.	Incompatibilidade entre projetos
19.	Alteração do projeto
20.	Falta de conferência do projeto
Planejamento	
21.	Modificações dos planos
22.	Má especificação da tarefa
23.	Atraso da tarefa antecedente
24.	Pré-requisito do plano não foi cumprido
25.	Falha na solicitação do recurso
26.	Problema não previsto na execução
27.	Problema na gerência do serviço
Interferência do Cliente	
28.	Solicitação de modificação do serviço que já estava sendo executado
29.	Solicitação de inclusão de pacote de trabalho no plano (diário ou semanal)
30.	Solicitação de paralisação dos serviços
31.	Indefinição por parte do cliente (projeto e/ou execução)
32.	Liberação de serviços extras
Interferência Climática	
33.	Condições adversas do tempo
Fornecedores	
34.	Fornecedor
35.	Atraso na entrega
36.	Manutenção de equipamento do fornecedor

(fonte: baseada em NORIE, 2005)

As causas de não cumprimento das tarefas juntamente ao PPC são usados diretamente para auxiliar na tomada de decisões da gerência em nível de curto prazo. É importante a análise da influência destes indicadores nos planos de longo prazo. Para tanto, foram realizados al-

guns estudos nesta área. Como este trabalho tem enfoque nos indicadores de qualidade dos processos de planejamento em curto prazo, o IIR não está contemplado neste escopo.

### 3.4.4 Correlações de Indicadores

A fim de se avaliar a correlação de indicadores, Moura (2008) realizou um estudo utilizando informações do banco de dados provenientes do SISIND-NET.

Moura (2008) verificou a correlação dos indicadores PPC e DC, utilizando o desvio de custo como variável dependente e o PPC como variável independente. Utilizando correlação de Pearson obtendo um coeficiente de Pearson (r) de 0,031 conforme Figura 6.

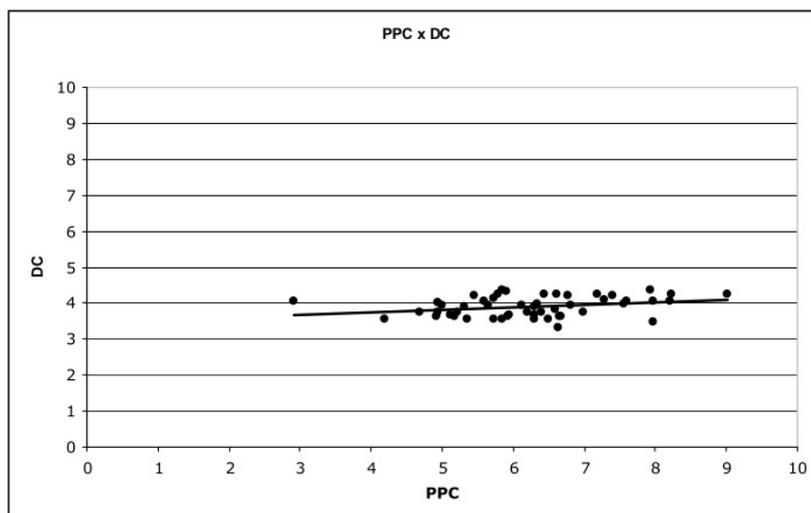
Figura 6: Correlação Pearson PPC X DC

		PPC	DC
PPC	Corr. Pearson	1,000	0,031
	Sig.		0,826
	N	512	54
DC	Corr. Pearson	0,031	1,000
	Sig.	0,826	
	N	54	181

(fonte: MOURA, 2008 p. 113)

Com um coeficiente baixo é constatado como baixa a correlação. Após isto, gerou-se um gráfico de dispersão (Figura 7) onde Moura (2008) verificou o grau de correlação entre as duas variáveis.

Figura 7: Gráfico de dispersão PPC X DC



(fonte: MOURA, 2008, p. 115)

Conforme pode-se perceber, aparentemente não há uma correlação linear entre as variáveis, visto que a reta é praticamente horizontal, ou seja, o desvio de custo praticamente se mantém constante com a variação do PPC. A partir destes dados, Moura (2008) realizou uma regressão linear, encontrando como explicação ( $R^2$ ) da variável dependente apenas 8% em relação a independente, os resultados são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2:Regressão linear PPC X DC

Resumo do modelo					
R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Erro de estimativa padrão		
0,284	0,080	0,062	2,563		

ANOVA					
	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
<b>Regressão</b>	28,142	1	28,142	4,285	0,044
<b>Resíduo</b>	321,838	49	6,568		
<b>Total</b>	349,980	50			

Coeficientes					
	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Erro padrão	Beta		
<b>Constante</b>	1,481	2,008		0,737	0,464
<b>PPC</b>	0,656	0,317	0,284	2,070	0,044

(fonte: MOURA, 2008, p.116)

Em uma análise de correlação entre os indicadores Causas de não cumprimento e DC, Moura (2008) utilizou os mesmos procedimentos anteriores, subdividindo as causas nos seguintes grupos:

- a) mão-de-obra;
- b) materiais;
- c) equipamentos;
- d) projetos;
- e) planejamento;
- f) interferência de cliente;
- g) problemas meteorológicos;
- h) fornecedores.

Como conclusão, Moura (2008) constatou uma correlação entre o desvio de custo com os grupos mão-de-obra, projeto e planejamento. Os resultados obtidos são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Análise de correlação causas X DC

		MÃO-DE-OBRA	MATERIAIS	EQUIPAMENTO	PROJETO	PLANEJAMENTO	INTERFERÊNCIA DO CLIENTE	PROBLEMAS METEOROLÓGICOS	FORNECEDORES
DC	Corr. Pearson	-0,366	-0,088	0,058	-0,323	-0,377	-0,075	0,166	-0,072
	Sig.	0,008	0,538	0,686	0,021	0,006	0,600	0,245	0,615
	N	51	51	51	51	51	51	51	51

(fonte: MOURA, 2008, pg. 117)

Da mesma forma que o caso anterior, apesar de a correlação ser confirmada, a predição do comportamento do desvio de custo não pode ser totalmente associada às causas de não cumprimento, conforme regressão linear efetuada e apresentada no Quadro 4 (MOURA, 2008).

Quadro 4: Regressão linear causas X DC

Resumo do modelo			
R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Erro de estimativa padrão
0,366	0,134	0,116	2,487

ANOVA					
	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
Regressão	46,933	1	46,933	7,589	0,008
Resíduo	303,047	49	6,185		
Total	349,980	50			

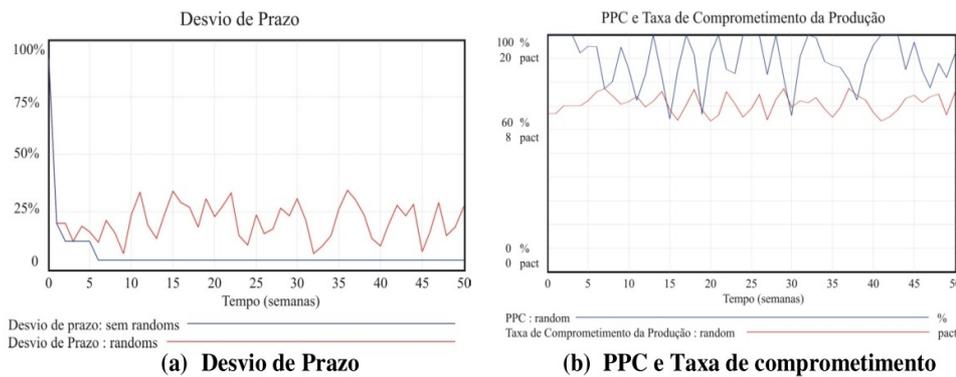
Coeficientes					
	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Erro padrão	Beta		
Constante	6,874	0,587		11,701	0,000
Mão-de-Obra	-0,069	0,025	-0,366	-2,755	0,008

(fonte: MOURA, 2008, p. 119)

Avaliando-se o desvio de prazo em função do PPC, Moura (2008) verificou a existência de correlação entre as variáveis. Porém não conseguiu gerar uma equação de predição para este fenômeno. Os coeficientes obtidos, neste estudo, estão apresentados no Quadro 5.



Figura 9: Resultado simulação PPC



(fonte: MOTA et al, 2010)

Ao realizar a análise de correlação de DP com causas de não cumprimento, Moura (2008) verificou uma dependência apenas entre DP e a indefinição de clientes. Da mesma forma como as anteriores, não se pôde gerar uma equação de predição deste indicador. Os dados obtidos são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6: Correlação Causas X DP

		MÃO-DE-OBRA	MATERIAIS	EQUIPAMENTO	PROJETO	PLANEJAMENTO	INTERFERÊNCIA DO CLIENTE	PROBLEMAS METEOROLÓGICOS	FORNECEDORES
DP	Corr. Pearson	0,074	0,081	0,041	-0,175	-0,251	-0,316	0,132	0,046
	Sig.	0,586	0,551	0,762	0,197	0,062	0,018	0,334	0,734
	N	56	56	56	56	56	56	56	56

(fonte: MOURA, 2008, pg. 128)

Como conclusão dos estudos realizado por Moura (2008) e Mota (2010) percebe-se uma falta de correlação entre o PPC com os demais indicadores de qualidade, sugerindo a necessidade de se avaliar mais a fundo os mecanismos de coleta do PPC.

O processo de aprendizagem utiliza principalmente as informações obtidas pelo indicador de causa de não cumprimento na avaliação de melhorias do PCP, sem uma abordagem das informalidades presentes nos canteiros de obras, que serão tratadas no próximo tópico.

### 3.5 INFORMALIDADE DOS PLANOS

Segundo Formoso (2001) a informalidade excessiva na construção civil acarreta a falta de preparação dos recursos de forma correta, gerando perdas e falta de correlação entre os níveis de planejamento. Os pacotes de trabalho informais são aqueles que não constam nos pla-

nos de produção gerados semanalmente (FIREMAN, 2012). O autor identifica 3 tipos de pacotes informais presentes na obra: novos, falta de terminalidade e retrabalho.

Os pacotes novos são aqueles que já constam nos planos de médio prazo, porém não são detalhados no curto prazo, indicando uma mudança nas etapas da obra (FIREMAN, 2012). O autor define os pacotes de retrabalho aqueles provenientes da execução incorreta ou com baixa qualidade dos serviços, gerando perdas de material e tempo. Fireman (2012) identificou pacotes informais por falta de terminalidade, também chamados “arremates” que são originados pela falta de detalhamento das atividades e formulação dos pacotes no curto prazo.

Dentro do campo da informalidade encontra-se o conceito de *making-do*. Koskela (2004) define como sendo a execução de serviços sem a existência de todos os recursos necessários. Este fenômeno é um dos grandes causadores de perda de material e tempo (LEÃO, 2014).

O fenômeno *making-do* é relacionado com a improvisação dos serviços. (FIREMAN, 2012). Segundo Ciborra<sup>5</sup> (1998, apud Fireman, 2012) a improvisação ocorre instantaneamente sem causas ou razões explicáveis, sendo as instruções formais tratadas como uma entrada para abordar problemas até o momento não especificados e não como um plano para resolvê-los ou executar uma ação.

Ronen (1992) propôs a concepção do chamado “kit completo”, que consiste em preparar os componentes, projetos, documentos e informações necessárias para a execução das tarefas. Segundo o autor existem três causas para os fenômenos de *making-do*: síndrome da eficiência, pressão para resposta imediata e divisão imprópria dos níveis de montagem.

Síndrome da eficiência consiste na necessidade de se utilizar os recursos disponíveis, mesmo que as tarefas não tenham os demais requisitos disponíveis. A pressão para resposta imediata é originada pela falta de confiabilidade do cliente no fornecedor, desta forma, como garantia de que a tarefa será concluída é requerido seu início imediato. Enquanto a divisão imprópria dos níveis de montagem se deve ao fato do surgimento de novos requisitos não verificados anteriormente para execução da determinada tarefa (RONEN, 1992).

Bernardes (2001) afirma que as informalidades podem trazer consequências ruins ao planejamento como a dificuldade em manter um processo de aprendizagem com informações que auxiliem no controle dos efeitos obtidos através das decisões tomadas para correções, a

---

5 CIBORRA, C.U . Notes on improvisation and time in organizations. **Primavera Working Paper** 98-14. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, Holland, 1998.

falta de uma referência na confecção dos planos de produção das semanas seguintes e o desconhecimento sobre a real eficiência da mão de obra, dificultando na definição das metas.

Leão (2014) desenvolveu um modelo de controle integrado onde podem ser avaliadas as perdas por *making-do* aliados ao controle de curto prazo de obras. Através da definição de pacotes de trabalho genéricos representativos de tarefas definidas e pacotes específicos como combinação dos genéricos com informação do local da execução (LEÃO, 2014). A Figura 10 apresenta o procedimento proposto para coleta.

A fim de unir as ideias propostas por Ballard (2000) dos indicadores de curto prazo na avaliação do PCP com as influências das análises realizadas por Leão (2014) sobre as informalidades inerentes aos processos de produção, convém a utilização de um novo indicador que englobe estes conceitos. O mais adequado nestas condições é o Percentual de Pacotes Concluídos – Integral ( $PPC_{int}$ ) que é definido pela Equação (5):

$$PPC_{int} = \frac{PTc}{PTp + PTi} \times 100 \quad (5)$$

Sendo:

$PPC_{int}$  = pacotes de trabalho integrais;

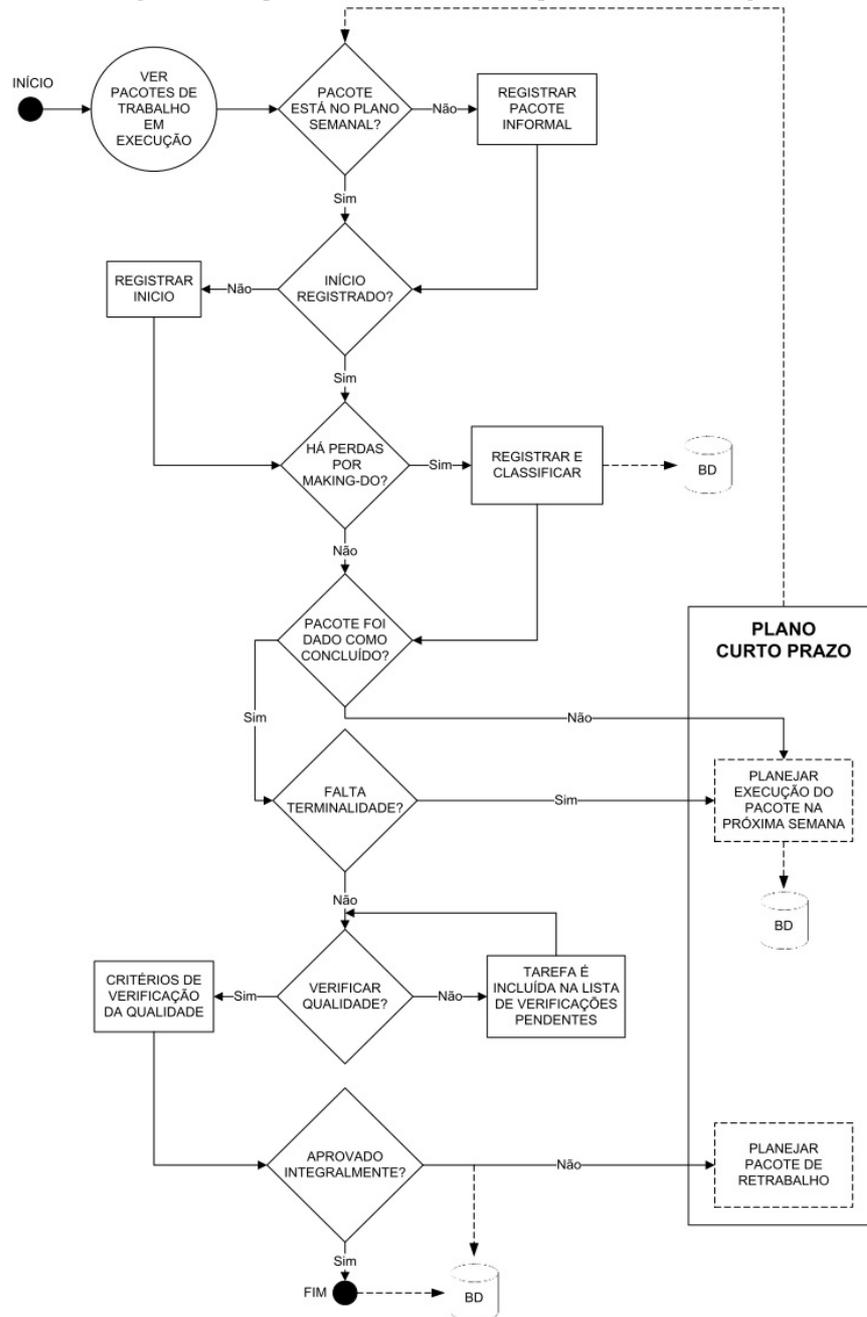
$PTc$  = pacotes de trabalho concluídos;

$PTp$  = pacotes de trabalho planejados;

$PTi$  = pacotes de trabalho informais.

Com este novo indicador o processo de planejamento será avaliado quanto a terminalidade e transparência simultaneamente de forma a fornecer dados com maior qualidade aos gestores e estes por fim, podendo tomar decisões mais relevantes para a empresa.

Figura 10: Esquema de coleta de dados pacotes com making-do



(fonte: LEÃO, 2014, p.117)

## 4 ESTUDO DE CASO

O presente capítulo apresenta a empresa e obra de estudo, assim como os procedimentos adotados para a coleta e análise dos resultados, avaliando os mecanismos existentes previamente à pesquisa e adaptando-os para obtenção de resultados necessários à mesma.

### 4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA E DO EMPREENDIMENTO ESTUDADO

A pesquisa foi realizada em uma construtora e incorporadora localizada na cidade de Novo Hamburgo – RS. A empresa atua no mercado de construção civil desde 2007, porém os dois gestores de execução de obras atuam no ramo a mais de vinte anos. Os empreendimentos realizados pela empresa costumam ser edifícios residenciais de alto-padrão, se destacando pelo alto nível de inovação presente nos seus produtos. Nos últimos dois anos a empresa têm alterado sua atuação, voltando-se para execução de prédios comerciais e condomínios.

A empresa conta com cerca de 50 funcionários próprios para execução de serviços de carpintaria e administração. Os serviços de alvenaria e revestimentos como reboco, pintura, cerâmicos, forros de gesso são terceirizados. Durante as etapas de maior fluxo de mão de obra, o pico de funcionários em canteiro chega a 150 operários. Todos os funcionários passam por treinamento ao serem adicionados no canteiro de obras, seguindo IT's (instruções de trabalho) previamente elaboradas e revisadas. A pesquisa avaliou as informações de pacotes informais e PPC referentes a todas as equipes da obra.

Atualmente, a empresa está desenvolvendo três projetos simultâneos. Um edifício residencial de 25 pavimentos, em fase final, localizado no centro de Novo Hamburgo. Um condomínio horizontal, onde será entregue apenas a infraestrutura, também localizado em Novo Hamburgo e um hotel com dois blocos de 4 pavimentos no centro de Gramado.

Os edifícios construídos pela empresa nos últimos anos possuem sistema de tratamento e reutilização de águas cinzas nos vasos sanitários e mangueiras de jardim. Além disto, apresentam sistema de aquecimento solar, que contribuem para economia de consumo energético das edificações.

A obra analisada no estudo é um edifício residencial de alto padrão, com 17.993,80 m<sup>2</sup> de área construída, um total de 72 unidades autônomas, 25 pavimentos (incluindo dois subsolos). A torre contará com três elevadores, área condominial com piscina, playground, guarita, três quiosques, quadra poliesportiva, salão de festas, espaço gourmet, espaço kids, sala de jogos e duas salas de espera. A Figura 11 apresenta a perspectiva do projeto:

Figura 11: Perspectiva da obra de estudo



(fonte: empresa do estudo de caso)

Durante a pesquisa a obra encontrou-se em fase final, com predominância de serviços de revestimentos e alguns serviços estruturais nas áreas comuns. O início da obra foi em fevereiro de 2014 e a previsão inicial de término era agosto de 2016, porém a entrega real está prevista para dezembro de 2016.

## **4.2 DIAGNÓSTICO DOS PROCEDIMENTO DE PCP DE CURTO PRAZO EXISTENTE**

A empresa estudada possui um sistema de documentação das informações do planejamento de curto prazo, utilizando planilhas eletrônicas gerenciadas pelo software Microsoft Excel. No arquivo constam as informações semanais do planejamento:

- a) descrição do pacote de trabalho;
- b) equipe encarregada;
- c) previsão de execução da tarefa;
- d) status;
- e) motivo de não Execução;

f) comentários.

Os indicadores utilizados para avaliação do planejamento são: PPC e Motivos de Causa de Não cumprimento. A Figura 12 mostra a planilha utilizada no plano semanal. Os pacotes de trabalho correspondem a uma linha, sua descrição localiza-se na primeira coluna e são classificados por etapas de execução (representado pela linha amarela). A segunda coluna indica o encarregado responsável pela execução; As colunas seguintes utilizam esquema de cores para programação e controle das tarefas, a linha superior com pintura em azul indicam as datas em que as tarefas estão previstas para execução. A segunda linha com indicações em verde são as verificações efetuadas diariamente dos pacotes, marcados quando estão em execução. Em cinza são marcados os dias não trabalhados. A coluna “Status” representa se a tarefa foi executada (verde) ou não (vermelho). A coluna “Motivo” é utilizada para indicar um dos motivos pelo não cumprimento das tarefas, utilizando código numeral e marcando em vermelho os pacotes que possuem algum motivo definido.

Figura 12: Planilha de controle de produção semanal

	Respons.	PLANO DE PRODUÇÃO SEMANAL														Comentários
		SEMANA 120							SEMANA 121							
		Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Status	Motivo	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	
		19/9	20/9	21/9	22/9	23/9	24/9			26/9	27/9	28/9	29/9	30/9	1/10	
<b>Avenaria e Reboco</b>																
Reboco Reservatório (Arremates)	Claudio	Prev														
		Real														
1603 - Prumo quarto solteiro	Claudio	Prev														
		Real														
1501 - Prumo parede sala	Claudio	Prev														
		Real														
903 - Prumo/placidez churrasqueira	Claudio	Prev														
		Real														
Arremates Reboco Escada - SS1 aos Descorados	Claudio	Prev														
		Real														
Arremate caixas elétricas persianas - Finais 03 e 04	Janaína	Prev														
		Real														
Arremates Platibanda - Central do Gás	Claudio	Prev														
		Real														

(fonte: elaborado pelo autor)

Estas informações são disponíveis a toda equipe de engenharia, utilizando o sistema nuvem. Para coleta de pacotes para planejamento, a empresa realiza reuniões semanais em sextas-feiras às 8:30 com os encarregados e estagiários, onde são discutidos os motivos de não cumprimento dos pacotes de trabalho da semana anterior e programados os pacotes de trabalho da próxima semana. As reuniões têm duração aproximada de três horas.

O acompanhamento semanal é feito diariamente pelos estagiários com auxílio do plano de produção semanal impresso ou na versão digital utilizando *tablet*. Quando feito acompanhamento com planilhas impressas, os dados são atualizados na versão digital posteriormente utilizando computadores.

### 4.3 PROBLEMAS IDENTIFICADOS NOS PROCEDIMENTOS DE PCP DE CURTO PRAZO

Durante a etapa de observação dos processos utilizados foram identificados os principais problemas dos mesmos. Primeiramente verificou-se a baixa eficiência das reuniões de planejamento, onde os encarregados e equipe de engenharia perdiam muito tempo discutindo questões pouco relevantes ao planejamento das tarefas. Deste modo não se programavam todos os pacotes sem restrição da obra e os que eram planejados, acabavam sendo mal definidos.

Outro problema identificado foi na forma de organização da planilha de controle, onde os dados são classificados por grupos de serviço:

- a) superestrutura;
- b) alvenaria e reboco;
- c) instalações hidrossanitárias;
- d) instalações elétricas;
- e) forro de gesso;
- f) impermeabilização;
- g) azulejos;
- h) piso porcelanato;
- i) pintura interna;
- j) esquadrias;
- k) reboco externo;
- l) plaquetas externas;
- m) pintura externa.

Como estes serviços ocorriam em locais diversos da obra, o acompanhamento não seguia por setores ordenados, necessitando movimentação excessiva no canteiro de obras para controle, conseqüentemente perdendo tempo.

A planilha utilizada no controle das tarefas planejadas em campo era a mesma utilizada para análise dos dados e revalidação do planejamento nas semanas seguintes. Esta planilha continha muitas informações desnecessárias ao controle no campo, tais como:

- a) nome do encarregado: informação já conhecida pela equipe de controle;
- b) status: campo muito grande para marcar a conclusão da tarefa;
- c) motivos: não necessários durante a fase da coleta, apenas na análise

- d) previsão de execução na semana seguinte: colunas com o planejamento da semana seguinte, não relevante ao controle diário;
- e) comentários: campo utilizado para auxiliar o planejamento das próximas semanas, não precisando constar durante coleta em campo.

Assim sendo, eram necessárias muitas folhas para impressão de todo o controle, tornando mais difícil e lento o procedimento de coleta dos dados, além do desperdício de folhas.

Outra deficiência identificada no PCP foi na transmissão das informações dos encarregados para as equipes que executam as tarefas. Os principais motivos desta ineficiência são o esquecimento por parte do encarregado e a troca de equipes para as tarefas planejadas.

O problema mais relevante e motivador da pesquisa foi a inexistência da identificação de pacotes de trabalho informais. Devido ao tempo perdido nas reuniões, muitas tarefas não eram formalizadas e tampouco avaliadas quanto à conclusão e qualidade de execução.

Em suma, o processo de planejamento consistia em verificar as atividades pertencentes ao longo e médio prazos listadas no software Microsoft Project® (Figura 13) sem uma avaliação criteriosa das necessidades da obra, reprogramando atividades não concluídas na semana anterior. Já o controle consistia basicamente em verificar se os pacotes planejados eram concluídos ou não, atribuindo causas gerais para o não cumprimento, sem se preocupar com outras atividades que ocorriam paralelamente no canteiro.

Figura 13: Planejamento de longo e médio prazo utilizando Microsoft Project®

ID	Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão	Predecessoras	Sucessoras	Adicionar Nova Color
500	ALVENARIA	454 dias	Seg 19/01/15	Sex 21/10/16			
501	Alvenaria	454 dias	Seg 19/01/15	Sex 21/10/16			
513	Alvenaria TER	144 dias	Ter 05/04/16	Sex 21/10/16			
524	Alvenaria Salão de Festas	40 dias	Seg 29/08/16	Sex 21/10/16			
526	Alvenaria Salão de Festas - Banheiros	5 dias	Seg 17/10/16	Sex 21/10/16			
599	REVESTIMENTOS INTERNOS	880 dias	Sex 21/06/13	Sex 11/11/16			
651	Azulejos com Argamassa Colante	880 dias	Sex 21/06/13	Sex 11/11/16			
654	Azulejos - Colocação	220 dias	Seg 11/01/16	Sex 11/11/16			
746	Azulejos - Colocação - Lofts	20 dias	Seg 17/10/16	Sex 11/11/16			
747	Compra Azulejos Lofts (1901, 2001, 2003, 2004)	15 dias	Seg 17/10/16	Sex 04/11/16		748;752;754;755	
748	Azulejos - 1901	5 dias	Seg 07/11/16	Sex 11/11/16	747	994	
749	Azulejos - 1902	5 dias	Seg 17/10/16	Sex 21/10/16		995	
750	Azulejos - 1903	5 dias	Seg 17/10/16	Sex 21/10/16		996	
751	Azulejos - 1904	5 dias	Seg 17/10/16	Sex 21/10/16		997	
752	Azulejos - 2001	5 dias	Seg 07/11/16	Sex 11/11/16	747	998	
753	Azulejos - 2002	5 dias	Seg 17/10/16	Sex 21/10/16		999	
754	Azulejos - 2003	5 dias	Seg 07/11/16	Sex 11/11/16	747	1000	
755	Azulejos - 2004	5 dias	Seg 07/11/16	Sex 11/11/16	747	1001	
831	REVESTIMENTOS EXTERNOS	317 dias	Seg 24/08/15	Qua 16/11/16			
937	Plaquetas Cerâmicas	163 dias	Seg 04/04/16	Qua 16/11/16			
938	Colocação de Plaquetas	158 dias	Seg 04/04/16	Qua 09/11/16			
946	Plaquetas Cerâmicas Finais 03	40 dias	Qui 15/09/16	Qua 09/11/16		962	
949	Plaquetas - S1	15 dias	Qui 20/10/16	Qua 09/11/16	929		

(fonte: elaborado pelo autor)

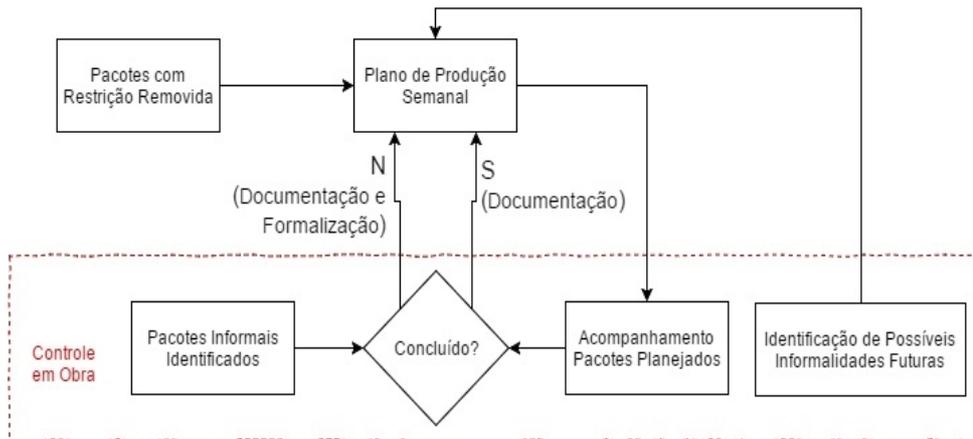
## 4.4 MELHORIAS PROPOSTAS NOS PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE

Para solução dos problemas citados anteriormente, foram propostas algumas ferramentas e procedimentos que visam principalmente auxiliar na identificação dos pacotes informais durante o controle. Outra melhoria esperada é a diminuição da ocorrência das informalidades no processo de planejamento.

### 4.4.1 Definição de Métodos de Controle

Para organizar os procedimentos de planejamento e controle da produção foi proposto um modelo para execução do PCP em curto prazo, conforme a Figura 14.

Figura 14: Fluxograma de planejamento e controle



(fonte: elaborado pelo autor)

Sendo assim, para obtenção de dados confiáveis sem haver perda de informação, foi criado um cronograma para as etapas de controle e planejamento. O Quadro 7 demonstra esta organização.

Quadro 7: Cronograma de coleta e análise de dados

Tarefa	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
Divulgação Plano de Produção para Encarregados (Início dia)	X		X		
Controle de Pacotes Planejados (Diário)		X		X	
Controle de Pacotes Informais (Diário)	X	X	X	X	X
Revalidação Plano de Produção (Fim dia)		X			X

(fonte: elaborado pelo autor)

Uma medida tomada para melhoria do processo de planejamento e controle, foi o cancelamento das reuniões com empreiteiros, trocando por reuniões apenas com a equipe de engenharia. Nestas reuniões eram definidos quais os pacotes de trabalho mais relevantes para execução da obra organizando todas as equipes, incluindo a mão de obra terceirizada. Os planos foram apenas divulgados para os encarregados. Desta forma o comprometimento dos encarregados não influenciou mais a programação dos pacotes. Tendo em vista que as equipes eram terceirizadas, para garantir o comprometimento das mesmas, utilizou-se o plano de produção como referência dos serviços executados, sendo medido apenas os serviços constantes na planilha.

A divulgação do plano de produção de curto prazo para os encarregados ocorreram de três maneiras: através da planilha impressa gerada pelo software Microsoft Excel®, filtrando-se os pacotes para cada encarregado. A segunda forma de divulgação do plano de produção ocorreu pelo envio da mesma planilha em forma digital no formato PDF através do aplicativo

Whatsapp®. A última ferramenta utilizada na transmissão dos dados foi a utilização de um quadro com notas autoadesivas que será explicado posteriormente.

A divulgação dos planos ocorriam nas segundas e quartas-feiras no início do turno da manhã, de forma que os encarregados pudessem organizar as equipes para o trabalho durante o dia. Optou-se por divulgar o plano em duas partes para que os encarregados se mantivessem cientes das tarefas que deveriam ser realizadas.

O controle dos pacotes planejados eram realizados nas terças e quintas-feiras, iniciando no meio da manhã até metade da tarde. O controle realizado na terça-feira era analisado no fim do dia gerando um novo plano para quarta-feira. Os dados coletados nas quintas-feiras geravam informações para reunião de planejamento da engenharia nas sextas-feiras onde o plano era revisto para a próxima semana.

O controle de pacotes informais foi realizado diariamente por todos os envolvidos no planejamento e controle da obra. Todos os pacotes que não constavam no plano de produção semanal eram informados diretamente ao autor (responsável por transcrever o planejamento) ou colados no quadro com uma sinalização (seta) utilizando as notas autoadesivas, caso o autor não se encontrasse no canteiro.

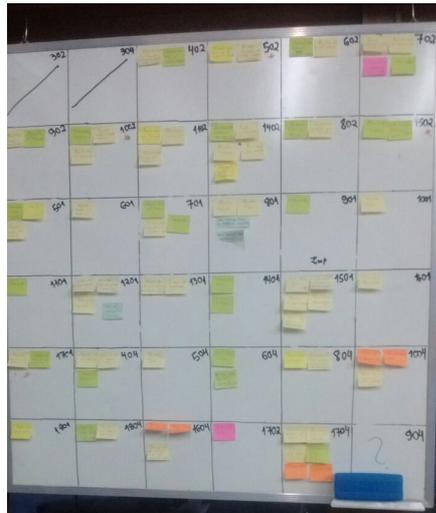
#### **4.4.2 Dispositivos de Comunicação**

Para resolver a ineficiência da transmissão de informações para as equipes, foi proposto a criação de um sistema inspirado no *kanban*, utilizando um quadro branco e notas autoadesivas com diferentes cores para cada equipe (Figura 15). Neste sistema, cada nota foi utilizada para representar um pacote de trabalho planejado. O quadro foi dividido em apartamentos ordenados pela prioridade de entrega dos mesmos, ressaltando a sequência de onde os serviços eram necessários. As áreas de uso comum foram representadas em outro quadro, dividido em 3 partes: segunda, quarta e sexta-feira.

O controle do planejamento foi dividido em duas equipes, uma responsável pelos pacotes referentes aos apartamentos e outra equipe para áreas de uso comum, visto que o volume de serviço de ambos setores assemelhava-se em grande parte.

A intenção deste sistema na resolução dos pacotes informais foi de manter-se em local visível para todos os encarregados as reais necessidades da obra, fazendo com que não fossem alocados funcionários em tarefas não contempladas pelo planejamento.

Figura 15: Quadro para divulgação dos pacotes planejados disponíveis



(fonte: elaborado pelo autor)

#### 4.4.3 Documentos de Controle

Para o controle em obra foram propostos novos documentos, mais simples e estruturados de forma a agilizar a coleta dos dados. Uma das ferramentas implantadas para identificação dos pacotes informais executados na obra foi uma planilha de funcionários (Figura 16). A planilha consiste na listagem dos funcionários ativos na obra com duas colunas, uma indicando a tarefa executada e a outra o local onde o respectivo funcionário se encontrava.

Este controle é muito importante, pois analisando a localização e a tarefa a qual o funcionário está alocado fica evidente a existência de pacotes informais. Esta planilha foi utilizada todos os dias e as informações avaliadas no final do expediente para verificar a existência de tarefas fora do plano de produção.

Cabe ressaltar que todos os serviços informais encontrados durante os processos de controle da obra eram documentados, sendo formalizados nas revisões do plano de produção.

Figura 16: Planilha de controle de funcionários

Controle Pessoal		
Funcionário	Tarefa	Local
Adolar Santos	ARMAZENAMENTO	LATERAL / PISCINA
Alberri Rodrigues	"	GOIA ELEVADOR
Anderson	ARMENATE	ESPACO FITNESS
Gasemiro Souza da Rosa	ESTRUTURA	SI
Darci Klein	"	"
Darvin Vinicius	ARMENATE	GUARITA / PORTANCA
Eugenio Lima	ARMENATE COGOLADO	SI / FUNDO
Jefferson de Mello	ARMENATE	ESPACO FITNESS
Laerte	ARMENATE	ESCALARIA / PORTAS GARAGEM
Leomar de Oliveira	"	"
Luciano Machado	REBOCO	LATERAL / PISCINA
Marcos Vinicius	ENC.	"
Paulo Cesar	GOIA ELEVADOR	13º CONECTOR
Patrick Yago Chaves	"	"
Vanderlei	REBOCO	SI / FUNDO

(fonte: elaborado pelo autor)

Para melhoria no procedimento de acompanhamento de pacotes planejados, foi criado um campo “local” na planilha de produção semanal, este campo serviu para informar o pavimento (ou apartamento) referente ao pacote planejado, conforme Figura 17.

Figura 17: Planilha de controle de produção com campo local

Incorporação & Construção <b>athivabrazil</b> empreendimentos imobiliários	Respons.	Local	PLANO DE PRODUÇÃO SEMANAL														CHRONOS RESIDENCIAL Comentários
			SEMANA 119							SEMANA 120							
			Seg 12/9	Ter 13/9	Qua 14/9	Qui 15/9	Sex 16/9	Sáb 17/9	Status	Motivo	Seg 19/9	Ter 20/9	Qua 21/9	Qui 22/9	Sex 23/9	Sáb 24/9	
<b>Azulejos</b>																	
402 - Azulejo Refazer Parede banho solteiro (detalhe - pedir paginação)	Toto	402	Pre														
801 - Azulejo Terminar cozinha	Toto	801	Pre														
803 - Azulejo Falta executar cozinha	Toto	801	Pre														
1501 - Azulejo Falta executar cozinha (Moss Stone)	Toto	1501	Pre														
1701 - Azulejo Falta executar cozinha (Clapboard)	Toto	1701	Pre														
1801 - Azulejo Falta executar cozinha e janela WC americano	Toto	1801	Pre														
1201 - Azulejo Revisar rejunte WC suite e limpar	Toto	1201	Pre														
801 - Azulejo Colocar peças banheiro americano	Toto	801	Pre														
1403 - Concluir azulejos	Toto	1403	Pre														

(fonte: elaborado pelo autor)

Em uma nova planilha foram inseridas as colunas “nome da tarefa” e “local”, colando-se apenas o texto (Figura 18). Em seguida ordenando esta lista de forma crescente pelo campo “local” e posteriormente deletando o mesmo, resultou a lista dos pacotes de trabalho planejados de forma organizada por setor. Após a devida formatação para melhor visibilidade e aproveitamento da folha, resultou a planilha de controle da Figura 19.

Figura 18: Planilha com nome e local dos pacotes planejado

Tarefa	Local
Remover Plantão de Vendas	100
Viga Rampa Entrada	100
Pórtico Entrada parte Superior	100
Regularização Enchimentos - Setor 2 Limpeza	100
1603 - Prumo quarto solteiro	1603
1501 - Prumo parede sala	1501
903 - Prumo/planicidade churrasqueira	903
Reboco Reservatório	2300
Arremates Reboco Escada - SS1 aos Descorados	100
1102 - Teste de estanqueidade	1102
1001 - Teste de estanqueidade	1001
1201 - Teste de estanqueidade	1201
402 - Teste de estanqueidade	402
602 - Teste de estanqueidade	602
1002 - Teste de estanqueidade	1002
302 - Teste de estanqueidade	302
Instalação Luminárias - 302	302
Montagem Elevador - Finais 01 e 03	100
701 - Gesso WC Solteiro	701
801 - Refazer Gesso WC Comum	801
903 - Cortar gesso churrasqueira	903
Conserto buraco gesso mezanino	200

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 19: Planilha auxiliar para controle em obra

Requadros Portão SS1	1004 - Teste de estanqueidade
Arremate Rodapés - Setor 3 Norte	1104 - Teste de estanqueidade
Soleiras Vigas Divisas piso - setor 2	1201 - Teste de estanqueidade
Pingadeiras - Fitness	1302 - Demolição Avenaria cozinha
Arremates Portas Externas Salão de Festas	1302 - Arremates reboco modificações (cozinha e sala de jantar)
Alvenaria/Reboco Ventilação Elevador (Grua)	1302 - Teste de estanqueidade
Arremate Central de Gás	1302 - Pontos adicionais sala de jantar (Ver marcação)
Alvenaria Saída Emergência Térreo	Acabamentos Elétricos - 1402 (Batentes e Módulos)
Reboco Saída Emergência Térreo	1501 - Prumo parede sala
Lixação Escadas - Até SS2	Acabamentos Elétricos - 1502 (Batentes e Módulos)
Arremates Reboco Frente Subsolos	1504 - Teste de estanqueidade
Reboco Parede Frente Central de Gás	1601 - Teste de estanqueidade
Aumentar Porta WC Guarita	1603 - Prumo quarto solteiro
Reboco Escada Entrada Lateral (Grua)	1604 - Teste de estanqueidade
Requadrar Espelho d' Água	1703 - Arremates Reboco Paredes Demolidas
Pingadeiras Espelho d'Água	1703 - Forro de gesso WC's
Refazer Pingadeiras Fitness	1703 - Abrir forro de gesso sala e suíte
Fiação Eletrocalha Térreo	1804 - Gesso sala refazer (nível cozinha)

(fonte: elaborado pelo autor)

Com esta planilha o acompanhamento em obra foi acelerado consideravelmente. Durante esta implantação pode-se perceber a deficiência na definição dos pacotes de trabalho,

pois o acompanhamento não sabia explicar do que se tratava o pacote. Após o período de adaptação os pacotes tiveram um aumento no detalhamento eliminando estas dificuldades.

O tempo de adaptação destes procedimentos foi de duas semanas. Após este período iniciou-se à análise das informações de pacotes informais e seu impacto no PPC.

#### 4.5 ANÁLISE DE PACOTES INFORMAIS

Os pacotes informais da obra foram coletados a partir da semana 114. Todos os pacotes considerados informais não concluídos na semana se tornavam pacotes formais da semana seguinte.

Durante a análise de dados semanal foi verificado a origem destes pacotes, auxiliando na identificação de outros serviços relacionados que teriam caráter informal, podendo assim serem formalizados antes de sua execução. A Figura 20 mostra a quantidade de pacotes informais coletados durante a pesquisa.

Figura 20: Gráfico de pacotes informais



(fonte: elaborado pelo autor)

Como pode-se perceber, houve uma tendência à diminuição dos pacotes informais coletados, porém houve distorções na semana 116 e 119. As causas das distorções foram avaliadas, analisando os pacotes considerando a etapa. Como o plano de produção semanal é estruturado desta forma, pode-se obter os dados mostrados no Quadro 8.

Quadro 8: Pacotes de trabalho informais por etapa

Semana	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123
Superestrutura	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
Alvenaria e Reboco	7	3	4	0	1	3	1	2	1	0
Instalações Hidrossanitárias	4	3	1	1	5	0	5	0	0	0
Instalações Elétricas	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0
Forro de Gesso	11	6	15	1	3	5	0	6	0	5
Impermeabilização	2	2	2	0	0	2	2	1	0	0
Azulejos	6	0	5	0	0	5	1	1	2	0
Piso Porcelanato	6	6	0	7	3	4	3	0	0	0
Pintura Interna	1	1	1	0	0	11	5	0	0	0
Esquadrias	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Reboco Externo	3	6	0	0	1	1	0	0	0	0
Plaquetas Externas	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Pintura Externa	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>32</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

(fonte: elaborado pelo autor)

O quadro aponta que para a semana 116 a etapa de maior contribuição para a quantidade de pacotes informais foi a etapa de forro de gesso e na semana 119 a pintura interna. Assim sendo, foram analisados os planos de produção e controles de funcionários para estes grupos de serviço.

#### 4.5.1 Análise de Pacotes Informais Semana 116

Na análise da distorção dos pacotes informais da semana 116, verificou-se que as tarefas da etapa forro de gesso eram excepcionalmente tarefas de reparo. Estes pacotes não haviam sido levantados na semana anterior, portanto não foram formalizados. Após este acontecimento, foram feitas revisões em todos os forros de gesso, isto demonstrou uma diminuição, porém não eliminação de informalidades, conforme a Figura 21.

Figura 21: Pacotes totais e formais de forro de gesso

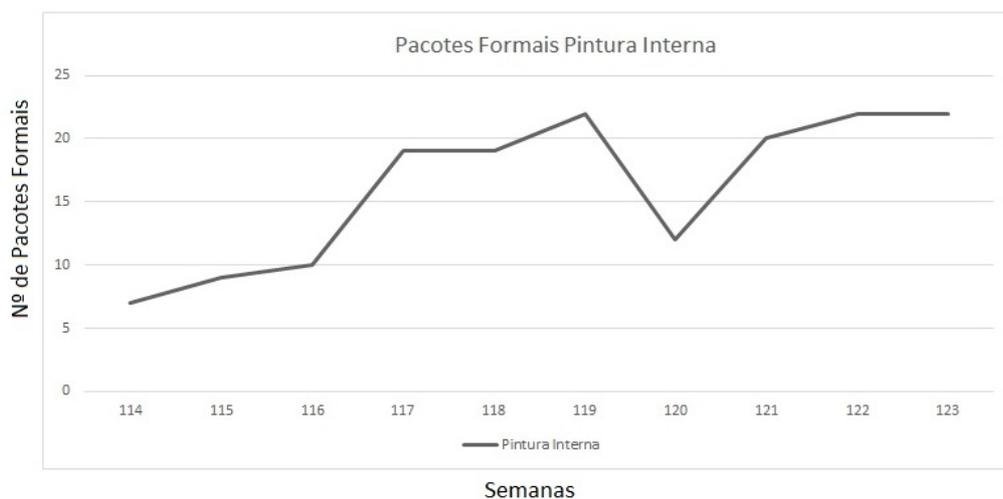


(fonte: elaborado pelo autor)

#### 4.5.2 Análise de Pacotes Informais Semana 119

Da mesma forma que na semana 116, as tarefas informais predominantes da semana 119 foram referentes a reparos. Porém a quantidade de pacotes planejados na etapa de pintura durante a semana de distorção foi muito superior a semana de distorção da etapa de gesso na semana 116. A Figura 22 demonstra a variação de pacotes formais da etapa de pintura ao longo das semanas.

Figura 22: Gráfico pacotes formais pintura interna



(fonte: elaborado pelo autor)

Procurou-se outra explicação para tamanha distorção na semana 119. Primeiro analisou-se a quantidade média diária de funcionários por semana referente às tarefas de pintura. Analisando os dados percebeu-se um crescimento da quantidade de funcionários por semana a

partir do início da pesquisa, chegando ao pico na semana 118, conforme Figura 23. Isto ocorreu porque houve um grande aumento nos pacotes de trabalho planejados e divulgados ao encarregado dos serviços de pintura a partir da semana 116, como pode-se verificar na Figura 22. Para que o encarregado conseguisse completar as tarefas propostas, o mesmo optou por aumentar o efetivo na obra.

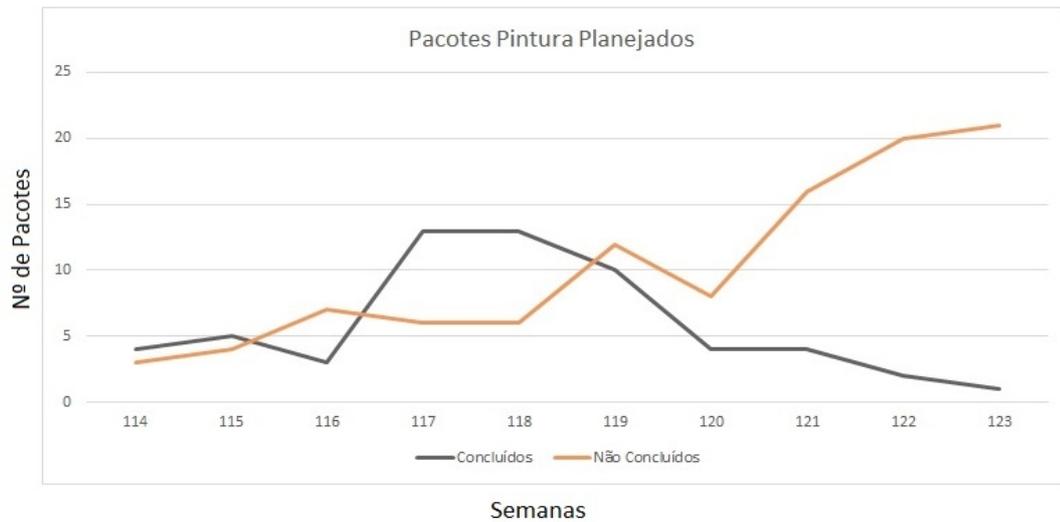
Figura 23: Gráfico média de funcionários de pintura por dia



(fonte: elaborado pelo autor)

Esta informação não pode ser considerada satisfatória como explicação do aumento de pacotes informais diretamente. Foi realizado um comparativo entre os pacotes concluídos e não concluídos planejados para as equipes de pintura. Desta forma, verificando-se uma alta eficiência da produção durante as semanas 117 e 118, seguida de uma queda brusca a partir da semana 119 até o fim da pesquisa (Figura 24).

Figura 24: Gráfico pacotes pintura planejados concluídos



(fonte: elaborado pelo autor)

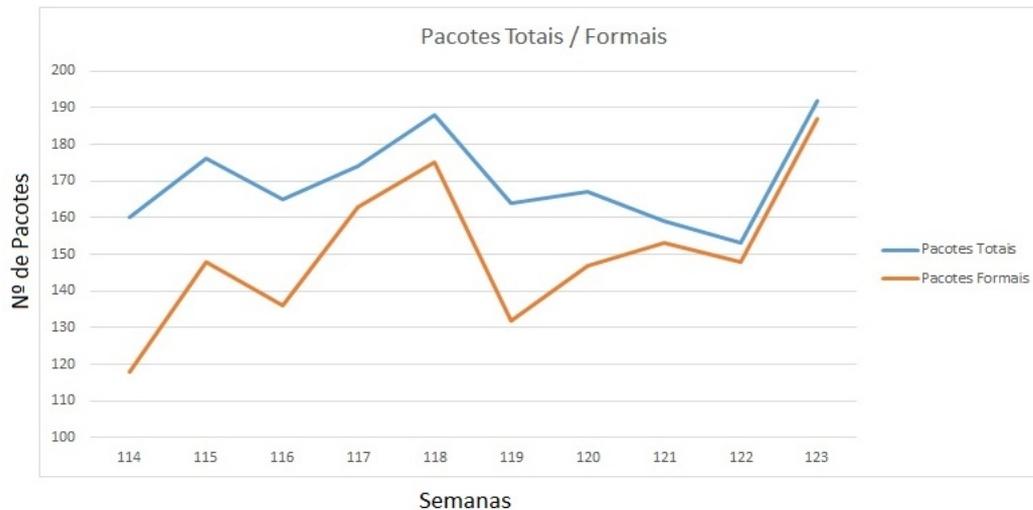
Como explicação deste comportamento, o encarregado informou que devido ao aumento da quantidade de funcionários nas semanas 117 e 118 e com a alta conclusão de pacotes formais, as equipes recorreram a execução de tarefas informais, parando de seguir as programações geradas pela engenharia.

Após a semana 119, com a baixa produção das tarefas planejadas, somando à diminuição de mão de obra no canteiro, não houve necessidade de encontrar tarefas informais por parte das equipes. Além disto, a partir da semana 120 fica constatado um baixíssimo PPC relacionado às tarefas de pintura. Isto pode ser explicado pela redução de funcionários em obra com a mesma intensidade de pacotes planejados.

#### 4.6 Análise de Aprendizado do Planejamento

Os aprimoramentos de controle e planejamento conforme descritas no capítulo 4.4 levaram a um controle maior, causando uma redução nos pacotes informais totais presentes na obra. Para constatação que o aprendizado foi eficiente realizou-se uma análise comparativa entre pacotes totais e formais, mostrando uma tendência de aproximação das retas, conforme Figura 25.

Figura 25: Gráfico pacotes totais e formais



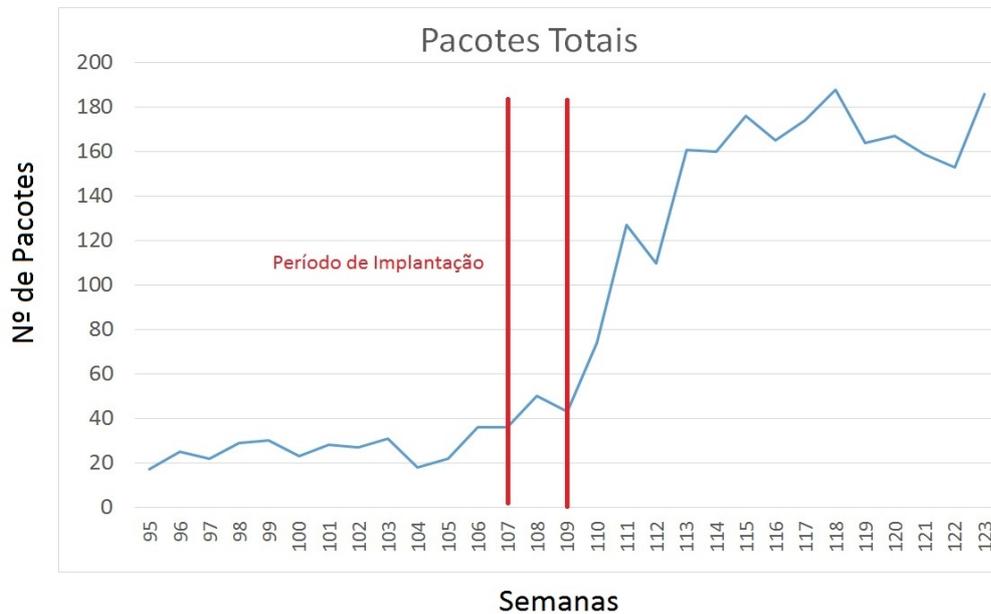
(fonte: elaborado pelo autor)

#### 4.7 EFEITOS DAS MELHORIAS DO CONTROLE SOBRE A QUALIDADE DO PLANEJAMENTO

Durante o período de implantação (semanas 107 a 109), as reuniões de planejamento foram canceladas. Esta medida foi questionada pela gerência pois não acreditava-se que as informações seriam devidamente divulgadas aos encarregados. Outro motivo seria a falta do comprometimento verbal firmado nas reuniões semanais. Para garantir a eficácia da transmissão das informações, foi utilizado o quadro baseado no sistema *kanban* explicado anteriormente.

Mesmo durante todas as mudanças realizadas verificou-se um aumento na quantidade de pacotes de trabalho totais identificados. Após a implantação das melhorias observou-se um aumento drástico neste indicador. O gráfico da Figura 26 mostra esta variação.

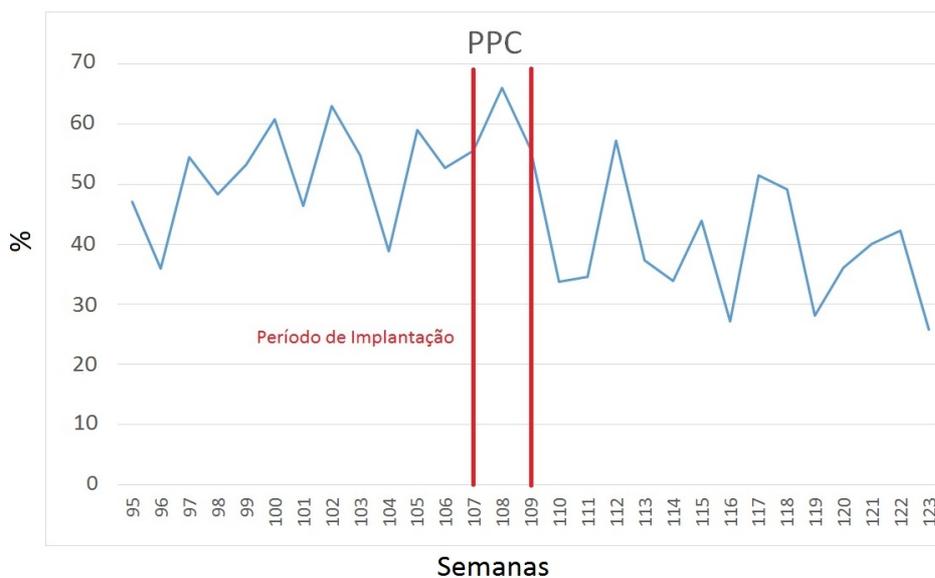
Figura 26: Gráfico de pacotes identificados ao longo das semanas



(fonte: elaborado pelo autor)

Durante o processo de PCP foi verificada a variação do PPC para os pacotes planejados após implantação dos métodos citados, resultando em uma aparente queda neste indicador, embora existisse uma grande oscilação dos valores analisados. A Figura 27 mostra os valores de PPC para os pacotes planejados durante as semanas da pesquisa.

Figura 27: Gráfico PPC



(fonte: elaborado pelo autor)

Para demonstrar de forma explícita a queda do PPC, foi realizada uma média móvel, apresentada na Figura 28 com amplitude de 3 semanas, conforme Equação (6).

$$\overline{PPC}_i = \frac{(PPC_{i-2} + PPC_{i-1} + PPC_i)}{3} \quad (6)$$

Sendo:

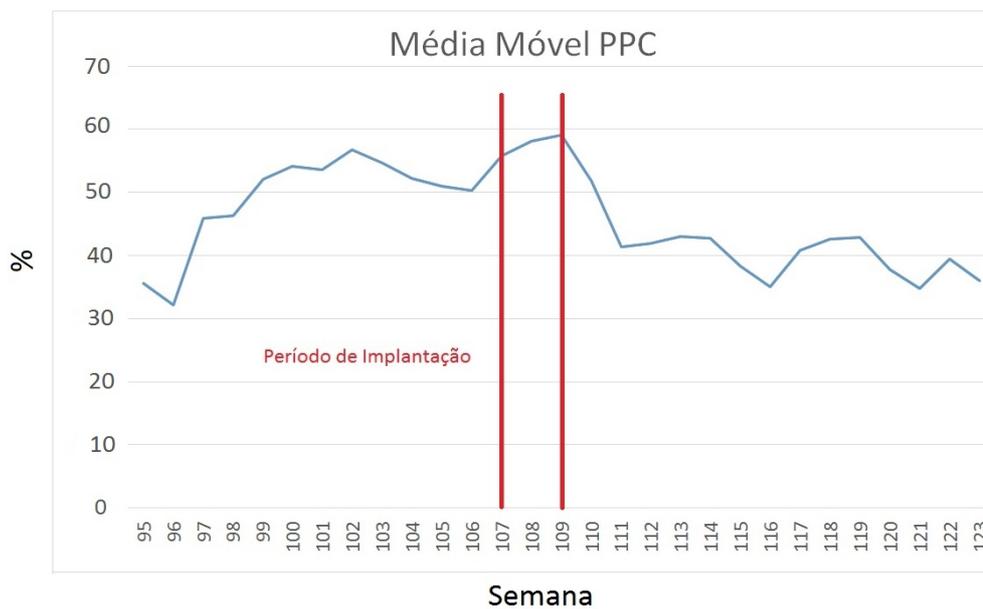
$\overline{PPC}_i$  = média móvel do PPC na semana i;

$PPC_{i-2}$  = PPC da semana i-2;

$PPC_{i-1}$  = PPC da semana i-1;

$PPC_i$  = PPC da semana i.

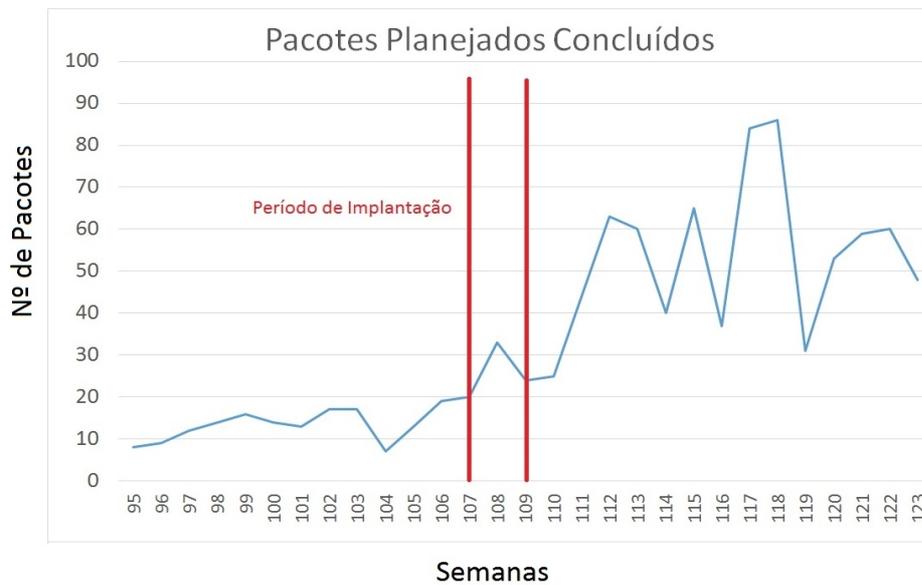
Figura 28: Média móvel PPC



(fonte: elaborado pelo autor)

A diminuição do indicador PPC ao longo da pesquisa é explicada pelo fato do aumento da quantidade de pacotes disponíveis para produção e a não consideração do comprometimento das equipes para o planejamento. Apesar desta diminuição, foi notada uma melhora na qualidade da produção durante este período. Para mostrar esta melhora analisou-se a quantidade de pacotes planejados concluídos da obra durante a pesquisa. A Figura 29 demonstra um crescimento neste indicador, mesmo havendo uma grande variabilidade.

Figura 29: Gráfico pacotes planejados concluídos

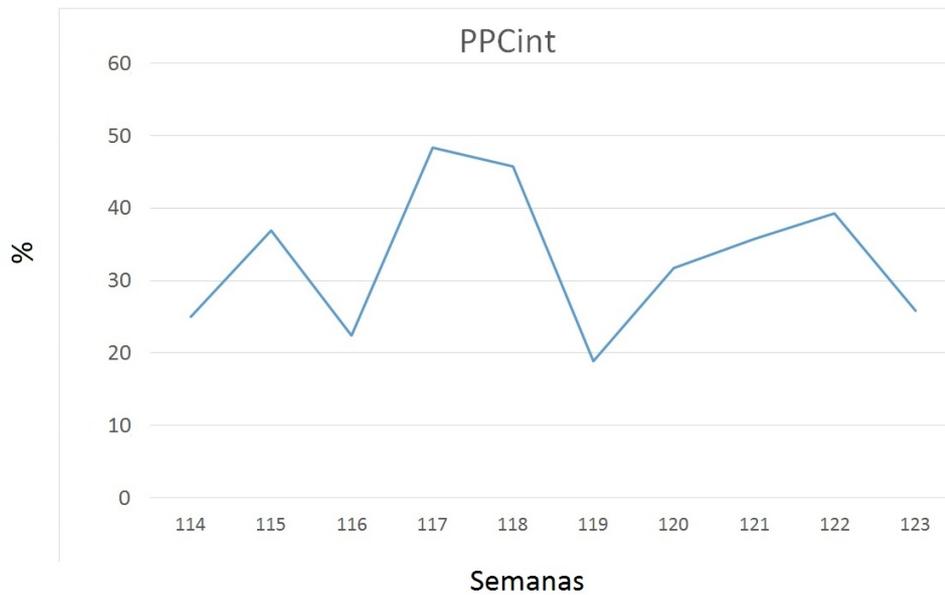


(fonte: elaborado pelo autor)

Pode-se concluir que as alterações nos métodos de controle impactaram positivamente a produção, mostrando que neste caso o PPC isoladamente não representou a qualidade do planejamento e controle da produção.

Além da análise do PPC, abordando apenas tarefas formais, foi observado o comportamento do indicador  $PPC_{int}$  (Percentual de Pacotes de trabalho Concluídos - Integrais), explicado no capítulo Erro: Origem da referência não encontrada. A Figura 30 representa o comportamento deste indicador ao longo da pesquisa.

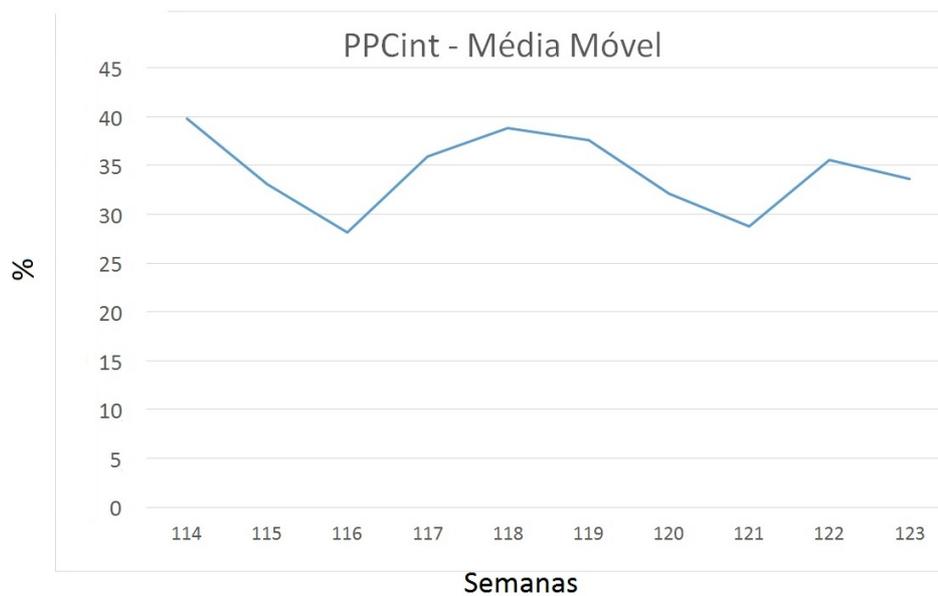
Figura 30: Gráfico PPCint



(fonte: elaborado pelo autor)

Como pode ser observado, há presença da oscilação característica do indicador PPC, portanto da mesma forma como abordado na Figura 28, foi realizada uma média móvel com mesma amplitude (3 semanas) para análise do comportamento do PPC<sub>int</sub>. Os resultados são apresentados na Figura 31.

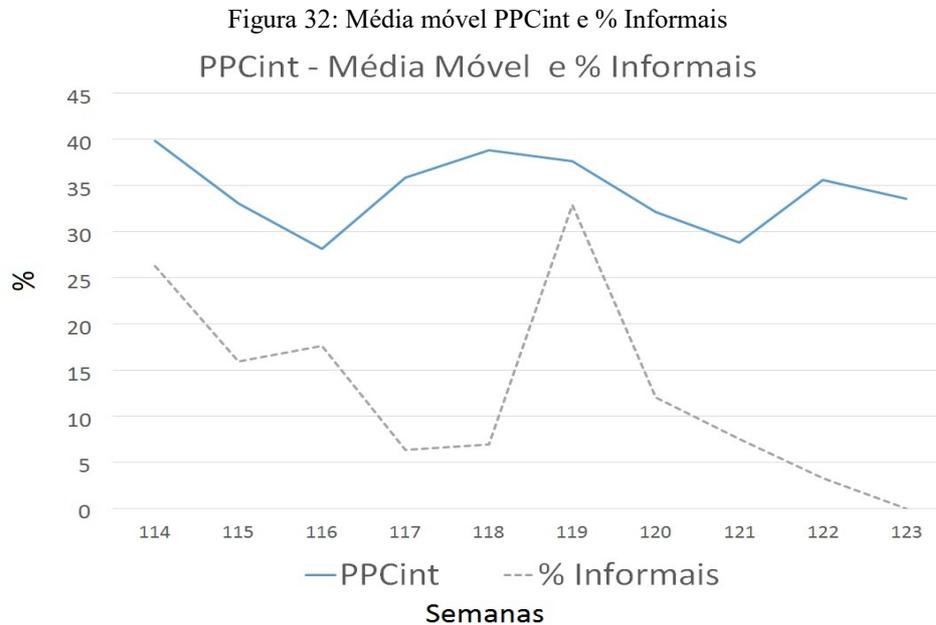
Figura 31: Média móvel PPCint



(fonte: elaborado pelo autor)

As informações obtidas por este indicador demonstram uma queda no indicador inicialmente, explicado pelo aumento da coleta de pacotes de trabalho informais. Conforme a di-

minuição das informalidades ocorreu, este indicador voltou a aumentar (semanas 117 a 119). Após este período o  $PPC_{int}$  caiu, este fato pode ser justificado pela diminuição geral da produção, visto que a ocorrência de serviços extras ao planejado não foram identificados, conforme pode-se verificar na Figura 32.



(fonte: elaborado pelo autor)

O gráfico representa um impacto do percentual de pacotes informais no  $PPC_{int}$ , conforme são eliminadas as informalidades, o  $PPC_{int}$  tende a aumentar. A distorção do percentual de pacotes informais na semana 119, explicada na seção 4.5.2, pode ser relacionada a diminuição do indicador  $PPC_{int}$ .

## 5 CONCLUSÕES

A pesquisa teve como objetivo avaliar a influência dos pacotes de trabalho informais na eficiência do planejamento e controle da produção, analisando as variações do indicador PPC, muito utilizado como medida de qualidade. Os resultados obtidos e mostrados no capítulo 4 indicam que realmente há uma alta correlação entre o indicador PPC e % Pacotes Informais.

O aumento da identificação de pacotes informais, através das melhorias implantados no planejamento e controle de produção, aliado a sua posterior formalização causaram uma redução no PPC avaliado semanalmente pela obra, porém esta redução não significou que a produção piorou. De forma contrária, a quantidade de pacotes de trabalho concluídos aumentou significativamente.

Em obras com grandes quantidades de pacotes informais sendo executados, o PPC pode ser um indicador pouco confiável, não retratando a real situação da produção das equipes. Isto pode ser utilizado como artifício para se obter informações falsas para os gestores. Portanto é necessário avaliar o nível de informalidade da obra para que juntamente ao PPC possa ser possível determinar a eficiência da produção.

A pesquisa respondeu a questão inicialmente levantada, mostrando a relação entre os indicadores de PPC e % de pacotes informais, na medida em que uma maior formalidade tende a produzir, em um primeiro momento, uma piora no indicador do PPC. Porém, com o passar do tempo e o processo de aprendizagem, foi possível verificar uma clara melhora no indicador de % Pacotes Informais, enquanto o PPC manteve-se constante.

O indicador  $PPC_{int}$  apresenta uma variação menor que o PPC, indicando que uma alta quantidade de pacotes concluídos pode estar relacionado a um aumento na informalidade presente na obra, ou seja, aumento da parcela do numerador da equação do  $PPC_{int}$  (pacotes concluídos) e aumento no denominador (pacotes planejados + informais) da mesma equação.



## REFERÊNCIAS

- AKKARI, A. M. P. **Interligação entre o Planejamento de Longo, Médio e Curto Prazo com o Uso do Pacote Computacional Msproject**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BALLARD, H. G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. Dissertação (Doutorado em Filosofia) – Universidade de Birmingham, Inglaterra.
- BERGAMINI, J. F. M. **Produção de Divisórias de Gesso Acartonado: impactos da utilização do sistema kanban na percepção dos profissionais envolvidos**. 2012. Dissertação (Graduação em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BERNARDES, M.M.S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas da Construção**. Tese de Doutorado (Doutor em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- BORTOLAZZA, R. C. **Contribuições para a Coleta e a Análise de Indicadores de Planejamento e Controle da Produção na Construção Civil**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- COSTA, D. B. **Diretrizes para Concepção, Implementação e Uso de Sistemas de Indicadores de Desempenho para Empresas da Construção Civil**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- DEVI, T. R. REDDY, V. S. **Work Breakdown Structure of the Project T.Rajani**. International Journal of Engineering Research and Applications: 2012.
- FIREMAN, M. C. T. **Proposta de Método de Controle Integrado entre Produção e Qualidade com Mensuração de Perdas por Making-Do e Pacotes Informais**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FORMOSO, C. T. **Planejamento e Controle da Produção em Empresas da Construção**. Porto Alegre: 2001
- LEÃO, C. F. ISATTO, E. L. FORMOSO, C. T. **Proposta de modelo para controle**

**integrado da produção e da qualidade com apoio da computação móvel.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 109-124, out./dez. 2016.

JANG, J. W. E KIM, Y. W. **Using the Kanban for Construction Production and Safety Control.** Proceedings IGLC-15. Michigan, USA: 2007

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction.** Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University, 1992.

KOSKELA, L. VTT Publications. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** Finland: Espoo, 2000.

MIORANZA, G. LARENTIS, G. S. M. CRUZ, M. R da. TONI, D. N. de. **Modelos Mentais: Estudo de Suas Implicações no Desempenho Organizacional.** VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia: 2011.

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

MOURA, C. **Avaliação do Impacto do Sistema Last Planner no Desempenho de Empreendimentos da Construção Civil.** 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PEREIRA, F. de Q. **Análise de Restrições no Planejamento e Controle da Produção em Nível de Médio Prazo em uma Empresa Construtora.** 2011. Dissertação (Graduação em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos: Guia PMBOK®.** 4. ed. Newtown Square, USA: 2008.

SINK D.S.; TUTTLE, T.C. **Planejamento e medição para performance.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993.

SOUTO, R. S. **Aplicação de Princípios e Conceitos do Sistema Toyota de Produção em Uma Etapa Construtiva de Uma Empresa de Construção Civil.** 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SPEAR, S. BOWEN, H. K. **Decoding the DNA of the Toyota Production System.** Harvard Business Review: 1999.

STERMAN, J. D. **System Dynamics Modeling for Project Management.** Massachusetts Institute of Technology – Cambridge:1992.

**SUCKSTER, R. A Integração Entre o Sistema de Gestão da Qualidade e o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.