

**FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS  
CURSO: ENGENHARIA CIVIL**

**GUILHERME MACIEL FIGUEIREDO**

**MATRÍCULA: 20929588**

**ANÁLISE DE INDICADORES DE DESEMPENHO NO  
PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS DE  
EDIFICAÇÃO: ESTUDO DE CASO EM OBRAS NO DISTRITO  
FEDERAL**

Brasília  
2014

**GUILHERME MACIEL FIGUEIREDO**

**ANÁLISE DE INDICADORES DE DESEMPENHO NO  
PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS DE EDIFICAÇÃO:  
ESTUDO DE CASO EM OBRAS NO DISTRITO FEDERAL**

Trabalho de Curso (TC) apresentado  
como um dos requisitos para a graduação  
no curso de Engenharia Civil do UniCEUB  
- Centro Universitário de Brasília

Orientador: Eng. Civil Flávio de Queiroz  
Costa, M Sc.

**Brasília  
2014**

**GUILHERME MACIEL FIGUEIREDO**

**ANÁLISE DE INDICADORES DE DESEMPENHO NO  
PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS DE EDIFICAÇÃO:  
ESTUDO DE CASO EM OBRAS NO DISTRITO FEDERAL**

Trabalho de Curso (TC) apresentado  
como um dos requisitos para a  
graduação no curso de Engenharia  
Civil do UniCEUB - Centro  
Universitário de Brasília

Orientador: Eng. Civil Flávio de  
Queiroz Costa, M Sc.

Brasília, 01 de Dezembro de 2014.

**Banca Examinadora**

---

Eng. Civil: Flávio de Queiroz Costa, M Sc.  
Orientador

---

Eng. Civil: Jairo Furtado Nogueira, M Sc.  
Examinador Interno

---

Eng<sup>a</sup> Civil: Márcia Alves Lopes.  
Examinador Externo

## RESUMO

Atualmente, no mercado de construção civil, um dos problemas mais recorrentes é o atraso das atividades executadas na obra. Isto acontece por diversos motivos, e as consequências são sempre as mesmas: desvio de custo e desvio de prazo do empreendimento. Neste trabalho, realizou-se uma pesquisa seguida de uma aplicação prática do planejamento e controle de produção (PCP) com a finalidade de demonstrar o impacto que este método de controle tem nos empreendimentos de construção civil. Para a aplicação desta metodologia, foi necessária a elaboração de um plano semanal de atividades (com base no *Last Planner*) assim como o acompanhamento da execução destas, a fim de serem extraídos, da obra, os indicadores de desempenho PPC E PEPO. Estes indicadores de desempenho foram a principal ferramenta utilizada para a interpretação dos dados levantados. Após o aferimento desses dados, buscou-se uma intervenção benéfica, por parte da equipe de produção, nas atividades problemáticas da obra e, posteriormente, mediu-se quantitativamente os efeitos positivos dessas intervenções. Constatou-se então que, por causa deste controle, houve uma melhora significativa no cumprimento das atividades contidas no planejamento de curto prazo.

*Palavras chave:* Planejamento, Indicadores de Desempenho, Controle de Produção

## **ABSTRACT**

Nowadays, in the civil construction industry, one of the recurring issues is the delay of the activities performed at the site. This happens for several reasons, and the consequences are always the same: diversion of cost and schedule of the project. In this work, a survey was carried out followed by a practical application of planning and control of production for the purpose of demonstrating the impact that this control method has in construction projects. For the implementation of this methodology, it was necessary to prepare a weekly plan of activities (based on the Last Planner) as well as the monitoring of implementation in order to be extracted, at the site, the performance indicators PPC and PEPO. These performance indicators were the main tool used for the interpretation of data collected. After the the benchmarking of these data, a beneficial intervention was sought, on the part of the production team, in the problematic lines of work, and later was measured quantitatively the positive effects of these interventions. Then it has been observed that, because of this control, there was a significant improvement in the performance of activities contained in the Last Planner.

*Key words:* Planning, Performance Indicators, Production Control

# SUMÁRIO

RESUMO .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVO .....	13
2.1 Objetivo Geral .....	13
2.2 Objetivo Específico.....	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1 Tipos de Planejamento .....	14
3.1.1 Planejamento de longo prazo .....	16
3.1.2 Planejamento de médio prazo.....	17
3.1.3 Planejamento de curto prazo.....	17
3.2 Ciclo PDCA – <i>Plan, Do, Check, Act</i> .....	20
3.3 Controle de produção.....	22
3.3.1 Indicadores de desempenho .....	23
3.3.1.1 Percentual de planos completos (PPC) .....	23
3.3.1.2 Percentual de êxito do planejamento operacional (PEPO).....	24
3.3.2 Matriz de problemas.....	25
3.3.3 Reuniões e relatórios gerenciais.....	26
4 METODOLOGIA DE TRABALHO .....	27
4.1 Plano semanal de atividades .....	28
4.2 Acompanhamento das atividades programadas .....	31
4.3 Indicadores de desempenho.....	32
4.3.1 Obtenção do PPC.....	33
4.3.2 Obtenção do PEPO.....	34
4.4 Elaboração da matriz de problemas .....	35
4.5 Reuniões semanais de PCP .....	36
4.6 Características dos empreendimentos acompanhados .....	36
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	38
5.1 Implementação da metodologia .....	38
5.1.1 Estudo de caso “A” .....	38

5.1.2	Estudo de caso “B” .....	42
5.1.3	Estudo de caso “C” .....	44
5.2	Estudo estatístico final .....	47
5.3	Comparação final de resultados.....	49
6	CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS .....	51
6.1	Conclusões .....	51
6.2	Sugestões para pesquisas futuras.....	52
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
	ANEXO I .....	56
	ANEXO II .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Modelo de processos de produção .....	14
<b>Figura 2</b> – Fluxo dos planejamentos .....	16
<b>Figura 3</b> – Definição de tarefas no sistema <i>Last Planner</i> .....	18
<b>Figura 4</b> – Sistema <i>Last Planner</i> .....	20
<b>Figura 5</b> – Ciclo PDCA – <i>Plan, Do, Check, Act</i> .....	21
<b>Figura 6</b> – Interface MS Project®, porcentagem concluída .....	29
<b>Figura 7</b> – Gráfico de comparação PPC x PEPO, Empreendimento “A” .....	39
<b>Figura 8</b> – Principais motivos de não cumprimento do planejamento semanal de atividades, Empreendimento “A” – Grupos gerais .....	40
<b>Figura 9</b> - Principais motivos de não cumprimento do planejamento semanal de atividades, Empreendimento “A” – Fatores detalhados .....	41
<b>Figura 10</b> - Gráfico de comparação PPC x PEPO, Empreendimento “B” .....	42
<b>Figura 11</b> - Principais motivos de não cumprimento do planejamento semanal de atividades, Empreendimento “B” – Grupos gerais .....	43
<b>Figura 12</b> - Principais motivos de não cumprimento do planejamento semanal de atividades, Empreendimento “B” – Fatores detalhados .....	44
<b>Figura 13</b> - Gráfico de comparação PPC x PEPO, Empreendimento “C” .....	45
<b>Figura 14</b> - Principais motivos de não cumprimento do planejamento semanal de atividades, Empreendimento “C” – Grupos gerais .....	46
<b>Figura 15</b> - Principais motivos de não cumprimento do planejamento semanal de atividades, Empreendimento “C” – Fatores detalhados .....	47
<b>Figura 16</b> – Estatística geral dos principais problemas encontrados nos empreendimentos estudados .....	48
<b>Figura 17</b> – Comparação entre os indicadores PPC dos três estudos de caso .....	49
<b>Figura 18</b> – Comparação entre os indicadores PEPO dos três estudos de caso .....	50



## ÍNDICE DE EQUAÇÕES

<b>Equação 01</b> – Cálculo do PPC .....	33
<b>Equação 02</b> – Cálculo do PEPO .....	35

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Exemplo de Matriz de Problemas .....	25
<b>Tabela 2</b> – Exemplo de planilha com trabalho previsto no período .....	30
<b>Tabela 3</b> – Exemplo de planilha de medição e controle de planejamento .....	32
<b>Tabela 4</b> – Exemplo de obtenção do PPC .....	34

## ÍNDICE DE ABREVIações

LPS .....	<i>Last Planner System</i> (Sistema <i>Last Planner</i> )
PCP .....	Planejamento e Controle de Produção
PPC .....	Percentual de Planejamento Concluído
PEPO.....	Percentual de Êxito do Planejamento Operacional
PMP.....	Plano Mestre de Produção
DP.....	Desvio de Prazo
DC.....	Desvio de Custo
PSR.....	Percentual de Serviços Concluídos

## 1. INTRODUÇÃO

A área de construção civil, diferentemente de outras áreas de produção industrial, possui um processo construtivo que está sempre em mudança e é suscetível a imprevistos. Por este motivo, uma de suas etapas mais importantes é o planejamento do projeto.

O plano mestre do projeto a ser executado funciona como um manual de instruções com sequência produtiva, duração e datas de início e término das atividades. Porém, o planejamento compreende muito mais do que apenas esta instrução. Comumente ele é confundido como apenas um cronograma ou ordem produtiva, feito a um nível gerencial, mas sua função e potencial vão muito além disto.

Ainda que um planejamento seja bem elaborado, ele é suscetível a variações que afetam o seu desenvolvimento. Por isto, o empreendimento deve ser sempre acompanhado de um controle, a fim de minimizar estas variações.

Para uma realização eficaz deste controle de produção, são utilizados indicadores de desempenho, que traduzem em números o andamento físico e evidenciam a relevância do processo construtivo. Dentre estes indicadores, o mais utilizado é o PPC (percentual de planos concluídos).

Este sistema de controle de produção vem sendo utilizado em um grande número de empreendimentos em vários países (BALLARD; HOWELL, 2003). Diversos estudos realizados ao redor do mundo, em países como Estados Unidos (BALLARD, 2000), Reino Unido (KOSKELA, 1999), Brasil (BERNARDES, 2001), etc., também ressaltam a importância e o benefício que um PCP eficiente traz.

Muitas empresas focam o controle apenas a um nível gerencial, sem dar a devida atenção ao processo produtivo (BERNARDES, 2001). O PCP, aliado ao *Last Planner*, visa justamente ao controle a um nível operacional.

Neste trabalho, o processo produtivo foi o principal foco de atuação do sistema *Last Planner*. Sendo assim, os resultados obtidos através do acompanhamento das obras e levantamento de dados serviram de *feedback* para as próprias equipes de produção, passando pelo conhecimento da gerência.

Essas informações são extremamente valiosas tanto a um nível gerencial quanto produtivo, pois elas que traduzem, de forma objetiva, a rotina de execução de uma obra, contendo todos os dados relevantes para a melhoria da sua eficiência construtiva.

Este método também colabora com a teoria da produção enxuta, que pratica um envolvimento ativo na solução das causas de problemas com finalidade de maximizar a agregação de valor ao produto final (WOMACK et al, 1990).

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho tem como objetivo implementar metodologias de controle do planejamento semanal de atividades em obra (curto prazo), analisar seus resultados e propor soluções para possíveis problemas, mostrando como estes indicadores podem influenciar positivamente no PCP de um empreendimento de construção civil.

### **2.2 Objetivo Específico**

- Estabelecer um cronograma semanal de atividades a serem executadas;
- Medir e avaliar o rendimento das atividades realizadas em canteiro de obras;
- Comparar as atividades previstas e realizadas para se obter os indicadores de desempenho (PPC e PEPO);
- Analisar, interpretar e comparar os resultados obtidos através dos indicadores de desempenho;
- Depurar os principais problemas detectados durante o período de avaliação;
- Propor modelos de resolução ou amenização dos problemas aferidos.

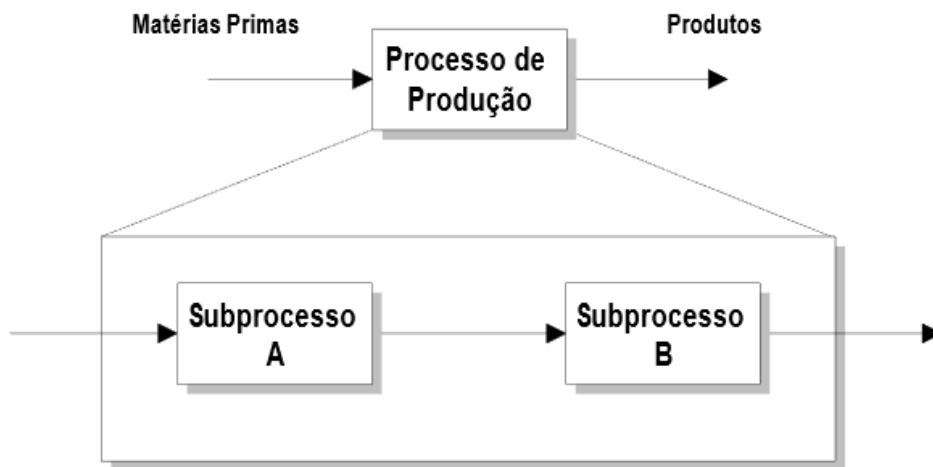
### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Tipos de Planejamento

Para entendermos o que é o processo de planejamento de um projeto de construção civil, devemos primeiramente saber do que é constituído todo o escopo do projeto, assim como a sua produção.

De acordo com Koskela (1992), o processo de produção consiste na transformação de matéria prima (*input*) em produtos (*outputs*). Sendo assim, o processo de produção no ambiente de construção civil pode ser dividido em subprocessos (Figura 1).

Figura 1- Modelo de processos de produção.



Fonte: adaptado de KOSKELA, 1992.

Segundo Ballard (2000), entende-se por “produção” não apenas a etapa física da construção em seu sentido puramente denotativo – montar diferentes partes de um todo –, mas sim todo o processo de criação do projeto, desde o estudo de viabilidade e definição do design até o término e entrega da obra. Uma dessas importantes etapas é o planejamento.

Planejar, segundo o dicionário Aurélio, significa definir antecipadamente um conjunto de ações ou intenções. No ambiente de construção civil, o planejamento é definido como um processo que se constitui da elaboração de metas e dos procedimentos necessários para cumpri-las, tornando-se mais efetivo quando acompanhado de um controle (FORMOSO et al, 1999).

O planejamento, ainda que seja uma ferramenta eficiente, sofre uma variação muito grande devido à imprevisibilidade da construção civil, tornando difícil a sua elaboração com muita antecedência. Pelo mesmo motivo, é necessário um acompanhamento constante da produção a fim de se realizar reprogramações do cronograma, mantendo a sua confiabilidade.

Estes motivos incentivaram a elaboração de um sistema de planejamento e controle de produção (PCP), denominado “Sistema *Last Planner*”, proposto por Ballard e Howell (1994).

Dentro do Sistema *Last Planner* (LPS) existem algumas ferramentas de aferimento que permitem a interpretação e verificação do desempenho (indicadores de desempenho), a fim de manter o controle contínuo do planejamento e da produção do empreendimento.

O LPS tem como objetivo criar um ambiente de produção mais confiável, reduzindo a variação do fluxo de seus serviços (BALLARD, 2000). No LPS, existem três principais níveis hierárquicos de planejamento (Figura 2), citados por Formoso et al (1999).

São estes:

- a) Planejamento estratégico: estabelece objetivos globais e restrições que orientam o empreendimento, com atribuição de estratégias gerais e etapas da obra (BALLARD, 2000);
- b) Planejamento tático: é considerado um planejamento de longo e médio prazo e consiste na aquisição de recursos necessários para alcançar os objetivos do empreendimento, além de esquematizar um plano de utilização destes recursos (FORMOSO et al, 1999);



- c) Planejamento operacional: estipula as atividades a serem executadas pelas equipes, os recursos empregados nestas atividades e as metas de curto prazo (BALLARD; HOWELL, 1998)

Figura 2 - Fluxo dos planejamentos.



Fonte: MARIANA DE MORAES RIGHI, 2009.

Cada uma dessas divisões hierárquicas deve apresentar um grau de detalhe apropriado para a sua finalidade. Quanto mais próximo da implementação, maior deve ser o nível de detalhamento do planejamento. Contudo, planos que contêm uma quantidade muito grande de detalhes podem ser ineficientes em situações de grande incerteza, devido ao trabalho excessivo de remanejá-los (LAUFER e TUCKER, 1987).

### 3.1.1 Planejamento de longo prazo

Segundo Laufer e Tucker (1987), o planejamento de longo prazo – também conhecido como planejamento mestre de produção (PMP) – tem como objetivo

definir o corpo do projeto e as metas a serem atingidas pelo empreendimento em relação a fatores como qualidade, custo e prazo.

O planejamento de longo prazo não deve apresentar um grau de detalhamento elevado. Ele serve como um fornecedor de diretrizes gerais a serem seguidas durante a execução do empreendimento e é destinado à alta gerência, de forma a mantê-la informada sobre as atividades que estão sendo realizadas (TOMMELEIN e BALLARD, 1997 apud BERNARDES, 2001).

### **3.1.2 Planejamento de médio prazo**

Considerado um segundo nível de planejamento, sua função é vincular as metas estabelecidas no plano mestre com as que serão estipuladas no planejamento de curto prazo (FORMOSO et al, 1999). É através dele que os fluxos de trabalho são analisados, visando a um sequenciamento que reduza a parcela das atividades que não agregam valor ao processo produtivo (BERNARDES, 2001).

Nesta etapa, segundo Ballard (1997), Howell (1998) e Koskela (1999, 2004), busca-se a redução da variabilidade nos fluxos de trabalho a serem executados através da identificação e remoção de restrições dos serviços. Desta maneira, também são evitadas a interrupção dos serviços ou a sua realização inadequada, reduzindo custos e prazos.

### **3.1.3 Planejamento de curto prazo**

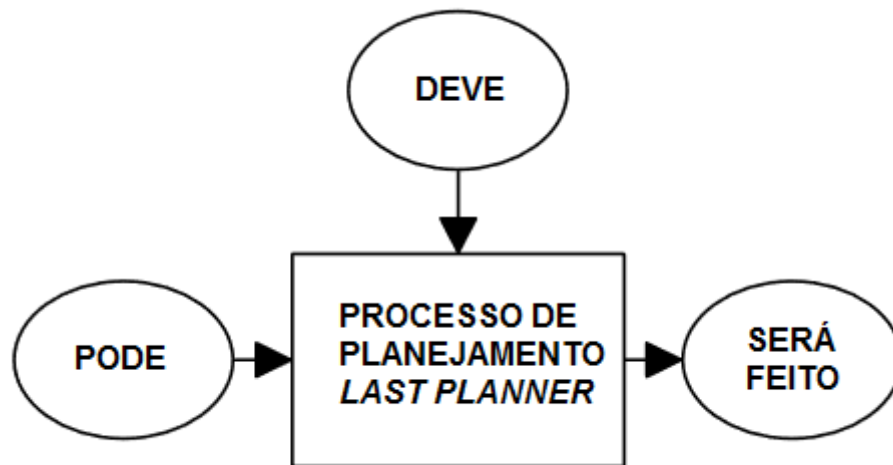
O planejamento de curto prazo é a principal ferramenta a ser utilizada pela equipe de produção. É ele que define quais subprocessos deverão ser cumpridos.

A principal intenção do planejamento de curto prazo é proteger a produção contra efeitos da variabilidade através da orientação direta da execução das atividades. Esta proteção é afiançada ao se garantir que sejam incluídas no plano semanal somente as atividades que tenham sido removidas ou atendidas todas as

suas restrições: disponibilidade de recursos (materiais, mão-de-obra, equipamentos, projeto, etc), e a conclusão de atividades predecessoras (BALLARD, 2000).

No sistema *Last Planner*, o último planejador dita o que será feito, baseado no que o plano de médio prazo estipula que deverá ser feito, levando em consideração as tarefas que sofrem restrições quanto ao que pode ser feito (BALLARD, 2000) (Figura 3).

Figura 3 – Definição de tarefas no sistema Last Planner.



Fonte: adaptado de BALLARD, 2000.

A figura acima exemplifica o sistema *Should-Can-Will*, proposto por Ballard (2000), em que as tarefas que vêm do planejamento de médio prazo (*Should* – DEVE, em português) sofrem restrições quanto a possibilidade de serem executadas (*Can* – PODE, em português).

Ainda segundo Ballard (2000), muitas vezes o responsável pelas atribuições das tarefas não vê distinção entre o que DEVE (*Can*) ser feito e o que SERÁ FEITO (*Will*), sem levar em consideração a possibilidade de execução dos serviços, fazendo com que as equipes de produção sejam exigidas além do que elas realmente podem cumprir. Neste caso, o planejamento deixa de representar a realidade, levando a um abandono do plano operacional, tornando-se ineficiente.

No planejamento operacional (curto prazo), também existem tarefas reservas, que são aquelas consideradas como *buffers* de tarefas executáveis, identificadas durante a elaboração do planejamento de médio prazo como atividades que atendem os requisitos do plano de curto prazo, mas que não são identificadas como prioritárias pelo plano de longo prazo (BALLARD e HOWELL, 1997). Seu principal objetivo é garantir continuidade de trabalho para as equipes de produção, caso ocorra algum problema que impeça a execução das atividades designadas à equipe de produção (CHOO et al, 1999).

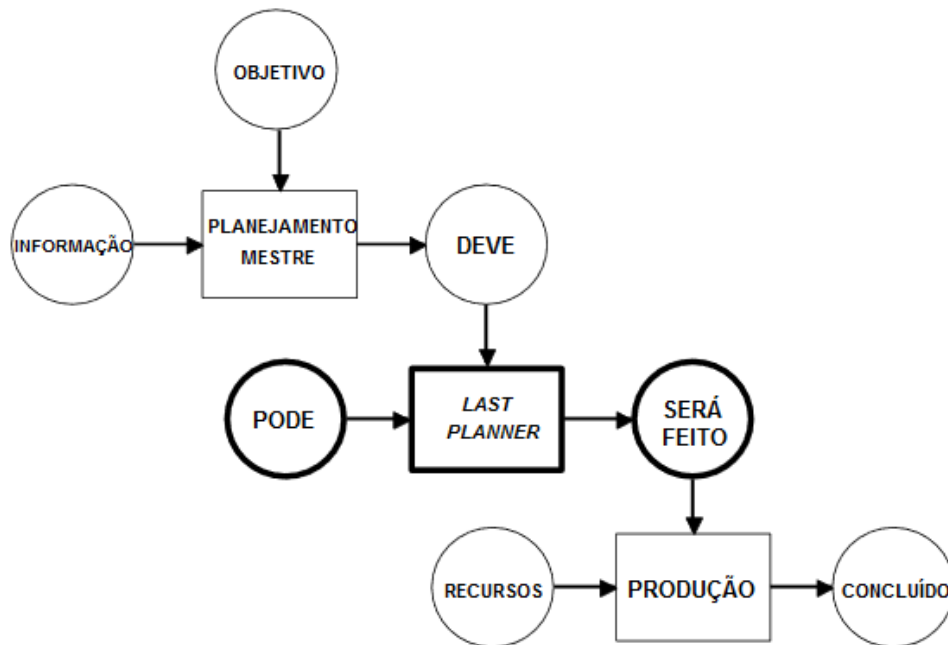
Ballard e Howell (1997) ainda estabelecem alguns requisitos que necessitam ser cumpridos para que se possa elaborar este tipo de plano. Para criar condições de elaboração de planos passíveis de serem atingidos são feitas as exigências a seguir:

- (a) Definição: os pacotes de trabalho devem estar suficientemente detalhados para definição do tipo e quantidade de material a ser utilizado, sendo possível identificar claramente ao término da semana aqueles que foram completados;
- (b) Disponibilidade: os recursos necessários devem estar disponíveis quando estes forem solicitados;
- (c) Sequenciamento: os pacotes de trabalho devem ser selecionados, observando um sequenciamento necessário para garantir a continuidade dos serviços desenvolvidos por outras equipes de produção;
- (d) Tamanho: o tamanho dos pacotes designados para a semana deve corresponder à capacidade produtiva de cada equipe de produção;
- (e) Aprendizagem: os pacotes que não foram completados nas semanas anteriores e as reais causas do atraso devem ser analisados, de forma a se definir as ações corretivas necessárias, assim como identificar os pacotes passíveis de serem atingidos. Esta última etapa dará origem à matriz de problemas, descrita mais à frente.

Através destes requisitos é possível proteger a produção, a um nível operacional, de efeitos que causem a variação e, conseqüentemente, aumenta a eficiência do PCP no processo de produção (BALLARD, 2000).

A figura 4 evidencia o posicionamento do planejamento operacional dentro do escopo geral de um projeto, a fim de esclarecer a sua finalidade.

Figura 4 - Sistema *Last Planner*.



Fonte: adaptado de Ballard, 2000.

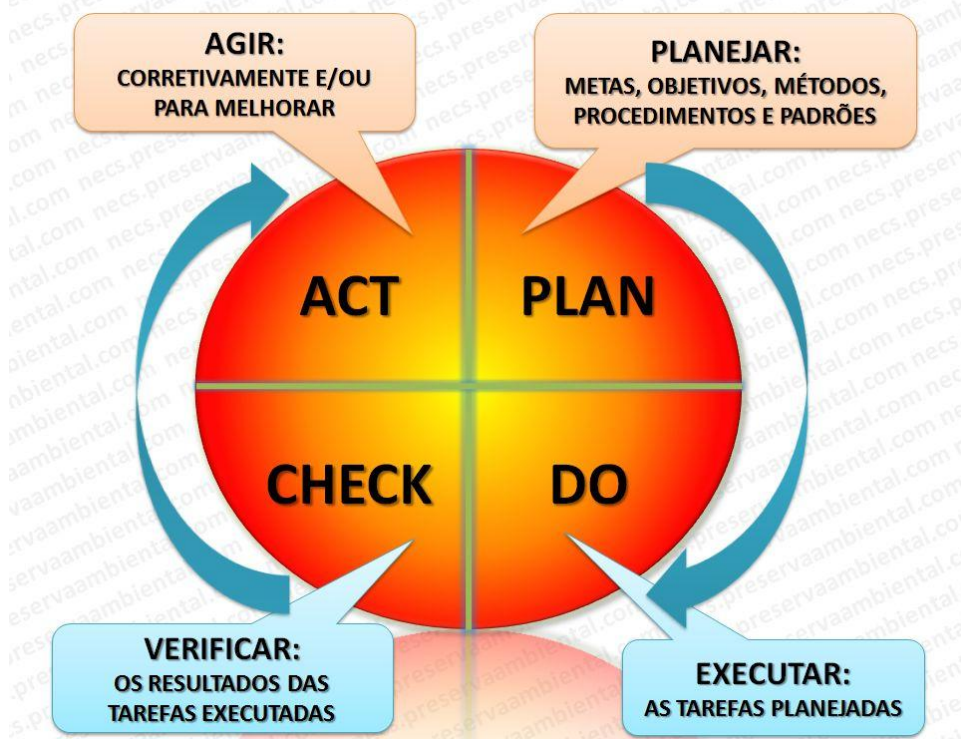
### 3.2 Ciclo PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

O planejamento operacional com base no *Last Planner* segue, basicamente, uma única diretriz principal: o ciclo PDCA (Figura 5).

O ciclo PDCA constitui-se de quatro etapas:

- 1) Planejar (*Plan*): É a primeira etapa, responsável por definir metas, objetivos, procedimentos e métodos executivos;
- 2) Executar (*Do*): É a etapa de execução das tarefas planejadas;
- 3) Verificar (*Check*): É a etapa de verificação dos serviços executados. Esta etapa é a que verifica o PSR (percentuais de serviços executados) das atividades incluídas no planejamento, e também verifica todos os problemas encontrados durante a execução destes.
- 4) Agir (*Act*): É a última e mais importante etapa. É nesta etapa que serão feitas as intervenções nos problemas encontrados a fim de minimizar a sua influência.

Figura 5 – Ciclo PDCA – *Plan, Do, Check, Act*.



Fonte: Núcleo de Estudos Científicos em Sustentabilidade (NECS), 2011.

A etapa de verificação é avaliada através dos indicadores de desempenho e a de ação é feita através da matriz de problemas. Estes tópicos serão detalhados mais à frente.

### 3.3 Controle de produção

Como dito anteriormente, o planejamento deve ser acompanhado de um controle, no nível operacional, a fim de ser mantido a sua funcionalidade.

Lauri Koskela (1999) apud Ballard (2000) propõem os seguintes critérios a serem considerados para um sistema de PCP eficiente:

- (a) Nenhuma tarefa deve começar a ser executada sem que todos os requisitos estejam disponíveis para a sua conclusão. Chamado de princípio do Kit Completo (Ronnen, 1992), este critério visa minimizar a execução de tarefas em condições não ideais.
- (b) A realização de tarefas deve ser sempre medida e monitorada. A utilização dos índices de desempenho se aplica a este caso, sendo possível quantizar as tarefas planejadas e concluídas, assim como a sua proporção.
- (c) As causas da não realização dos pacotes de trabalho devem ser investigadas, e posteriormente removidas ou minimizadas. Deste modo, há uma melhoria constante do processo de produção.
- (d) Deve existir sempre um conjunto de tarefas reserva (ou *buffer* de tarefas) para cada equipe de produção. Se alguma tarefa designada no planejamento operacional não puder ser executada, uma correspondente das tarefas reserva entrará em seu lugar. Este critério evita a perda de produtividade pela impossibilidade de concluir alguma tarefa.

- (e) Os pré-requisitos das tarefas subsequentes, no planejamento de médio prazo, devem ser deixados prontos, garantindo que todas as condições de execução destas tarefas sejam atendidas. Isto também evita um acúmulo de materiais desnecessários em campo.

Estes critérios norteiam a metodologia de controle de produção, que fornece todos os dados necessários para otimizar o sistema construtivo como um todo.

O controle de produção não deve ser considerado como somente a ideia de inspeção ou verificação, mas sim buscar a correção das causas dos problemas e ser baseado na pesquisa em estudo e não apenas na intuição e experiência (MOREIRA et al., 1999 apud FOLGIARINI, 2003). De acordo com Goldman (2004), para o controle dos serviços é necessária uma qualificada interligação ao planejamento correspondente, pois estes devem sempre auxiliar um ao outro. O controle só será bem-feito se o planejamento tiver sido preparado corretamente, de acordo com os pontos propostos por Ballard e Howell (1997), descritos anteriormente.

### **3.3.1 Indicadores de desempenho**

O desempenho do sistema de planejamento deve ser medido durante a execução do plano, que através dos indicadores de desempenho pode ser medido até que ponto o compromisso do supervisor foi cumprido com relação ao que será feito. E através das análises de não conformidade pode-se chegar à causa do problema, de modo a buscar a melhoria para o planejamento futuro (BALLARD, 2000). Os indicadores de desempenho do planejamento são ferramentas para a avaliação do êxito das tarefas planejadas. São índices que ajudam a analisar de forma quantitativa os serviços e a produção.

#### **3.3.1.1 Percentual de planos completos (PPC)**



Para Ballard et al. (1996), o PPC é a medida imediata do sistema *Last Planner*, indicando a confiabilidade do processo de planejamento da produção.

O percentual de planos completos (PPC) é o número de atividades planejadas 100% concluídas dividido pelo número total de atividades planejadas, expresso em porcentagem (Fórmula nº 1). O PPC é o padrão em que o controle é exercido a nível operacional, sendo derivado de um conjunto de diretrizes. Uma porcentagem alta do valor de PPC representa uma execução apropriada das atividades do plano semanal, indicando um planejamento condizente com a capacidade produtiva das equipes, assim como um sistema de produção eficiente. A análise das não-conformidades pode ser rastreada até as causas dos problemas que interferiram na execução dos planos não concluídos. Desta maneira, em serviços futuros, pode-se tomar ação preventiva nestes casos (BALLARD, 2000).

$$PPC(\%) = \frac{\sum \text{Atividades concluídas}}{\sum \text{Atividades planejadas}} \times 100 \quad (1)$$

Ainda segundo Ballard (2000), ainda que a avaliação da performance seja no nível do *Last Planner*, não significa que seja possível fazer mudanças apenas neste nível de planejamento. As causas do fracasso executivo podem ser encontradas em qualquer nível organizacional. Sendo assim, o PPC torna-se uma poderosa ferramenta de avaliação e distinção dos problemas do planejamento e processo construtivo, podendo também, através da análise quantitativa dos dados, gerar uma matriz dos serviços com problemas mais recorrentes.

### 3.3.1.2 Percentual de êxito do planejamento operacional (PEPO)

Proposto por Rafael Schadeck (2004), o percentual de êxito do planejamento operacional (PEPO) funciona de forma semelhante ao PPC. Porém, este indicador

também leva em consideração as atividades contidas no planejamento operacional que não foram completamente concluídas. Deste modo ele pondera o percentual executado destas tarefas.

O cálculo do PEPO é feito a partir das datas e da duração prevista para a execução das atividades no planejamento de médio prazo, baseado na determinação de pesos a estas atividades, relacionado com as suas respectivas durações programadas (SCHADECK; 2004).

De acordo com este pensamento, se em um plano semanal que possui 10 atividades todas forem 90% concluídas, o indicador PPC será zero. Este raciocínio pode levar a uma interpretação errônea do andamento da obra e do seu planejamento, pois o PPC indica que este está em desacordo com o que foi executado, mas a obra ainda pôde ter um avanço significativo.

### 3.3.2 Matriz de problemas

A matriz de problemas é uma ferramenta de aferimento dos fatores mais frequentes que impactam, direta ou indiretamente, na execução dos serviços da obra. Esta planilha apresenta diversos motivos, internos e externos, que podem justificar a interferência no cumprimento dos pacotes de serviços.

Esta matriz serve como uma diretriz para a elaboração dos relatórios gerenciais que apontam as principais causas dos desvios de prazo das atividades executadas na obra.

Tabela 1 – Exemplo de matriz de problemas.

<b>Matriz dos Principais problemas</b>			
<b>Cód</b>	<b>Setor</b>	<b>Descrição</b>	<b>Ocorrências</b>
1	Mão-de-Obra	Produtividade baixa	2
11	Materiais	Programação de entrega de materiais	6
14	Materiais	Fornecimento sob responsabilidade de terceirizado	4
22	Projetos	Detalhes insuficientes	6
37	Gerência	Falta de documentação com o terceirizado	2

40	Planejamento	Alocação de recursos	3
17	Equipamentos	Programação de equipamentos	1
20	Equipamentos	Manutenção de equipamentos	3
30	Processo Executivo	Atraso da atividade predecessora	6
33	Fatores Externos	Chuva	4
38	Planejamento	Definição do processo executivo	2

### 3.3.3 Reuniões e relatórios gerenciais

O relatório gerencial é o principal produto do PCP da obra. Elaborado durante as reuniões das equipes de produção, ele direcionará as intervenções a serem feitas para que o planejamento tenha o máximo de eficiência possível. Portanto, nele devem constar todas as atividades não concluídas do plano semanal, o percentual realizado e o motivo da não realização dos pacotes de serviço, que é o item mais importante neste documento. De nada adianta ter um acompanhamento semanal com medição da eficiência do planejamento se, caso este não seja cumprido, não é feita nenhuma intervenção para a melhoria do andamento das atividades.

## 4 METODOLOGIA DE TRABALHO

Neste capítulo, serão detalhados os procedimentos de aquisição e processamento dos dados.

Para o presente trabalho, foram levantados os valores dos índices de desempenho em três obras no Distrito Federal. Em duas delas (“A” e “B”), esses valores foram extraídos retroativamente, em um período de 4 semanas, com a finalidade de obter-se uma base de comparação entre os empreendimentos.

No terceiro estudo de caso (obra “C”), os índices de desempenho foram extraídos *in loco* acompanhando-se semanalmente a execução da obra e realizando-se, ao final do período, reuniões com a equipe de produção, a fim de sanar os eventuais problemas que ocorreram durante a execução da obra. O efeito que a resolução destes problemas causou foi medido continuamente através da mesma metodologia descrita, aplicada na semana seguinte.

Desta forma, estipulou-se como objetivo traçar uma comparação entre os empreendimentos que mediram o PPC (porém não realizaram firmemente um controle de produção) e um empreendimento em que as reuniões com a equipe de produção eram o principal meio de se reduzir a variabilidade executiva.

A metodologia utilizada seguiu os moldes do ciclo PDCA, sendo que os dois últimos níveis, *Check* e *Act*, foram os principais objetos de estudo. É através destas duas etapas do planejamento de curto prazo que serão analisados os resultados deste trabalho.

#### 4.1 Plano semanal de atividades

A partir do planejamento de médio prazo (tático), são definidas as atividades a serem consideradas no planejamento de curto prazo – objeto de estudo deste trabalho. Para esta metodologia, o período de atividades de curto prazo foi estipulado em uma semana (mais comumente utilizado).

Tendo em vista que os pacotes de trabalho em um canteiro de obra possuem variadas durações e são interligados, também fazem parte da planilha os serviços que já começaram em semanas anteriores e precisam ser continuados.

Os cronogramas das obras acompanhadas são fornecidos no formato do *software* MS Project®: ferramenta amplamente usada no planejamento, gerenciamento e controle de obras atualmente.

Para se obter o plano semanal, as atividades que estão previstas para o período devem ser “puxadas” do planejamento global (que deve estar atualizado), sendo fornecidas as datas de início e término destes serviços. Dentro do programa isso é feito através da ferramenta “Filtro” dentro da aba “Exibição”. Através desta ferramenta, deve-se inserir as datas de início e término do período a ser apurado. Deste modo, apenas as tarefas que estiverem em andamento neste intervalo de tempo serão exibidas. A porcentagem executada anteriormente é apresentada em uma coluna específica no MS Project®, denominada “% Concluída” (Figura 5).

Figura 5 – Interface MS Project®, porcentagem concluída.

Modos de Exibição de Tarefa		Modos de Exibição de Recurso		Dados		Zoom	
	nº	Nome da tarefa	% concluída	Dur.	Início	Fim	
	933	721	OBRAS DO EMBASAMENTO - FASE 2	10%	363,7 d	Sáb 05/07/14	Sex 11/09/15
	934	722	ALVENARIA / REBOCO / ENCHIMENTOS / CONTRAPISOS - FASE 2 - EMBAS.	23%	175 d	Seg 07/07/14	Sáb 31/01/15
	935	722.20	TRATAMENTO DO CONCRETO - FASE 2 - EMBAS.	47%	177,25 d	Sáb 05/07/14	Ter 03/02/15
	936	722.21	TRATAMENTO DO CONCRETO - FASE 2 - EMBAS. - 5ºSS	46%	50 d	Sáb 05/07/14	Ter 03/02/15
	938	722.23	TRATAMENTO DO CONCRETO - FASE 2 - EMBAS. - 3ºSS	15%	25 d	Qui 02/10/14	Qua 05/11/14
	941	722.1	ELEVAÇÃO DA ALVENARIA - FASE 2 - EMBAS.	74%	270,8 d	Sáb 05/07/14	Seg 25/05/15
	942	722.2	ELEVAÇÃO DA ALVENARIA - FASE 2 - EMBAS. - 5ºSS	5%	20 d	Sáb 19/07/14	Seg 25/05/15
	946	722.6	ELEVAÇÃO DA ALVENARIA - FASE 2 - EMBAS. - 1ºSS	75%	52 d	Qua 27/08/14	Seg 27/10/14
	947	722.7	APERTO DA ALVENARIA - FASE 2 - EMBAS.	50%	238,8 d	Ter 02/09/14	Ter 16/06/15
	953	722.13	REBOCO INTERNO - FASE 2 - EMBAS.	33%	243,8 d	Seg 15/09/14	Sex 03/07/15
	956	722.16	REBOCO INTERNO - FASE 2 - EMBAS. - 3ºSS	71%	28 d	Qui 18/09/14	Ter 21/10/14
	959	722.19	ENCHIMENTOS / CONTRAPISOS - FASE 2 - EMBAS.	0%	221 d	Sáb 11/10/14	Sex 03/07/15
	961	722.27	ENCHIMENTOS / CONTRAPISOS - FASE 2 - EMBAS. - 4ºSS	0%	15 d	Sáb 11/10/14	Ter 28/10/14
	965	723	IMPERMEABILIZAÇÃO LAJE ÁREA EXTERNA - FASE 2 - EMBAS.	29%	65 d	Qua 27/08/14	Sex 05/12/14
	968	726	SUBESTAÇÃO - OBRAS CIVIS - FASE 2 - EMBAS.	58%	73 d	Ter 19/08/14	Ter 11/11/14
	977	726.6	Enchimento / Contrapiso - SUBEST. - OBRAS CIVIS - F2 - EMBAS.	0%	8 d	Seg 06/10/14	Ter 14/10/14
	978	726.10	Exaustão - SUBEST. - OBRAS CIVIS - F2 - EMBAS.	0%	5 d	Qua 15/10/14	Seg 20/10/14

Após ser feita a filtragem, deve-se extrair a porcentagem a ser concluída na semana. Para tanto, seleciona-se a opção “Informações de projeto” na aba “Projeto” e, no campo “data de status”, coloca-se a data de término da semana. Em seguida seleciona-se a ferramenta “Atualizar com agendado”, para que as tarefas atinjam o percentual previsto ao final da semana.

Posteriormente, as tarefas a serem acompanhadas são transplantadas para uma planilha em Excel. Nesta planilha, a subtração dos percentuais concluídos antes da data de início e após a data de término resultará no percentual a ser concluído no período – indicado pela coluna “Trabalho Previsto” (Tabela 2).

Tabela 2 – Exemplo de planilha com trabalho previsto no período.

ID	TAREFA	% concluída	% agendada	Trabalho Previsto
183	ESTRUTURA - FASE 2 - TORRE - TIPO - JUNTA 1 - 9º PAV.	13%	75%	62%
200	ESTRUTURA - FASE 2 - TORRE - TIPO - JUNTA 2 - 8º PAV.	72%	100%	28%
201	ESTRUTURA - FASE 2 - TORRE - TIPO - JUNTA 2 - 9º PAV.	0%	35%	35%
244	PRÉ-ALVENARIA - FASE 2 - TORRE - 2º PAV.	70%	100%	30%
245	PRÉ-ALVENARIA - FASE 2 - TORRE - 3º PAV.	0%	63%	63%
246	PRÉ-ALVENARIA - FASE 2 - TORRE - 4º PAV.	0%	33%	33%
260	ALVENARIA / ENCHIMENTO PISO HALL - FASE 2 - TORRE - 1º PAV.	15%	51%	36%
261	ALVENARIA / ENCHIMENTO PISO HALL - FASE 2 - TORRE - 2º PAV.	0%	19%	19%
888	ALVENARIA / REBOCO / ENCHIMENTOS / CONTRAPISOS - FASE 2 - TÉRREO	0%	21%	21%
890	Marcação da alvenaria - Fase 2 - Térreo	80%	100%	20%
891	Elevação da alvenaria - Fase 2 - Térreo	5%	15%	10%
898	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS - FASE 2 - TÉRREO	0%	9%	9%
935	ALVENARIA / REBOCO / ENCHIMENTOS / CONTRAPISOS - FASE 2 - EMBAS.	23%	50%	27%
939	TRATAMENTO DO CONCRETO - FASE 2 - EMBAS. - 3ºSS	15%	35%	20%
947	ELEVAÇÃO DA ALVENARIA - FASE 2 - EMBAS. - 1ºSS	75%	84%	9%
957	REBOCO INTERNO - FASE 2 - EMBAS. - 3ºSS	71%	89%	18%
962	ENCHIMENTOS / CONTRAPISOS - FASE 2 - EMBAS. - 4ºSS	0%	33%	33%
966	IMPERMEABILIZAÇÃO LAJE ÁREA EXTERNA - FASE 2 - EMBAS.	29%	36%	7%
975	Infraestrutura elétrica - SUBEST. - OBRAS CIVIS - F2 - EMBAS.	0%	100%	100%
977	Enfições - SUBEST. - OBRAS CIVIS - F2 - EMBAS.	0%	100%	100%

Para a elaboração do plano semanal, as tarefas resumo não são consideradas, tendo em vista que estas representam apenas o andamento das subtarefas que a compõem. Por isto, nesta planilha, deve ser realizado um filtro de tarefas, de modo a retirar todos os itens de resumo da tabela, que podem interferir no processo de medição dos serviços, levando a resultados redundantes.

Depois de obter-se o conjunto de atividades a serem executadas no período (exemplificado acima), será formulado e fornecido para cada equipe de produção da

obra apenas o pacote de tarefas que será executado (*Will*), de acordo com o pacote de tarefas que pode ser realizado (*Can*). Esta planilha, formulada pelo *Last Planner*, tem a finalidade de oferecer instrução direta a estas equipes, tornando mais objetiva a instrução dos serviços. Por este motivo, é comumente chamada de “ordem de serviço”.

#### **4.2 Acompanhamento das atividades programadas**

Após o período estipulado (uma semana), foi analisado o desenvolvimento físico das tarefas contidas no plano semanal, a fim de aferir o desempenho da obra. Com a ajuda de uma planilha de controle do planejamento, é atribuída uma porcentagem para cada serviço estipulado, que representa o seu andamento.

Em seguida, é feita uma reunião com os responsáveis pela produção da obra a fim de apurar os principais motivos da execução incompleta de alguns dos serviços estipulados. Este motivo é sucintamente esclarecido na coluna “Problemas” (Tabela 3), de acordo com o índice correspondente na Matriz de problemas e constará no relatório gerencial.

A cada ciclo completado na obra, que neste caso foi estabelecido em uma semana, a planilha de atividades é atualizada. Sendo assim, ela apresentará a continuação dos serviços do último período e, também, apresentará as atividades sucessoras destas.



Tabela 3 – Exemplo de planilha de medição e controle do planejamento semanal.

<b>PLANEJAMENTO SEMANAL</b>			Período:		
			09/10/2014		
			16/10/2014		
<b>ID</b>	<b>TAREFA</b>	<b>% Acum.</b>	<b>Trabalho</b>		<b>Problemas</b>
			<b>Previsto</b>	<b>Executado</b>	
183	ESTRUTURA - FASE 2 - TORRE - TIPO - JUNTA 1 - 9º PAV.	13,00%	62,00%		
200	ESTRUTURA - FASE 2 - TORRE - TIPO - JUNTA 2 - 8º PAV.	72,00%	28,00%		
201	ESTRUTURA - FASE 2 - TORRE - TIPO - JUNTA 2 - 9º PAV.	0,00%	35,00%		
244	PRÉ-ALVENARIA - FASE 2 - TORRE - 2º PAV.	70,00%	30,00%		
245	PRÉ-ALVENARIA - FASE 2 - TORRE - 3º PAV.	0,00%	63,00%		
246	PRÉ-ALVENARIA - FASE 2 - TORRE - 4º PAV.	0,00%	33,00%		
260	ALVENARIA / ENCHIMENTO PISO HALL - FASE 2 - TORRE - 1º PAV.	15,00%	36,00%		
261	ALVENARIA / ENCHIMENTO PISO HALL - FASE 2 - TORRE - 2º PAV.	0,00%	19,00%		
888	ALVENARIA / REBOCO / ENCHIMENTOS / CONTRAPISOS - FASE 2 - TÉRREO	0,00%	21,00%		
890	Marcação da alvenaria - Fase 2 - Térreo	80,00%	20,00%		
891	Elevação da alvenaria - Fase 2 - Térreo	5,00%	10,00%		
898	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS - FASE 2 - TÉRREO	0,00%	9,00%		
935	ALVENARIA / REBOCO / ENCHIMENTOS / CONTRAPISOS - FASE 2 - EMBAS.	23,00%	27,00%		
939	TRATAMENTO DO CONCRETO - FASE 2 - EMBAS. - 3ºSS	15,00%	20,00%		
947	ELEVAÇÃO DA ALVENARIA - FASE 2 - EMBAS. - 1ºSS	75,00%	9,00%		
957	REBOCO INTERNO - FASE 2 - EMBAS. - 3ºSS	71,00%	18,00%		
962	ENCHIMENTOS / CONTRAPISOS - FASE 2 - EMBAS. - 4ºSS	0,00%	33,00%		
966	IMPERMEABILIZAÇÃO LAJE ÁREA EXTERNA - FASE 2 - EMBAS.	29,00%	7,00%		
975	Infra-estrutura elétrica - SUBEST. - OBRAS CIVIS - F2 - EMBAS.	0,00%	100,00%		
977	Enfições - SUBEST. - OBRAS CIVIS - F2 - EMBAS.	0,00%	100,00%		

### 4.3 Indicadores de desempenho

Ao final do período de uma semana, é realizada a medição de avanço físico dos serviços em que são analisadas as percentagens de conclusão dos planos (trabalho avançado). Estes dados são utilizados para analisarmos a eficiência

através dos indicadores de desempenho. Para cada período avaliado, haverá um valor de indicador diferente, representando a eficácia da produtividade.

#### 4.3.1 Obtenção do PPC

O indicador PPC é obtido através da fórmula nº 1, expressa em porcentagem. Lembrando que são apenas consideradas tarefas realizadas as que forem inteiramente concluídas. No caso de haver tarefas reservas, estas apenas serão consideradas caso sejam concluídas. Para cada período estipulado haverá um valor de PPC correspondente.

$$PPC(\%) = \frac{\sum \text{Atividades concluídas}}{\sum \text{Atividades planejadas}} \times 100 \quad (1)$$

Para realizar-se este cálculo, as percentagens globais executadas – também chamadas de PSR (percentual de serviço realizado) – deverão ser transformadas, através de uma simples regra de três, em percentagens relativas, para que o cumprimento da programação resulte sempre em 100%.

A Tabela nº 4, a seguir, exemplifica o método de obtenção do índice PPC:

Tabela 4 – Exemplo de obtenção do PPC.

PLANEJAMENTO SEMANAL			Período:		31/10/2014
					06/11/2014
ID	TAREFA	% Anterior	Trabalho Previsto	Executado Global	Executado Relativo
1	EXEMPLO DE ATIVIDADE - A	0,00%	52,00%	52,00%	100,00%
2	EXEMPLO DE ATIVIDADE - B	13,00%	62,00%	62,00%	100,00%
3	EXEMPLO DE ATIVIDADE - C	72,00%	28,00%	28,00%	100,00%
4	EXEMPLO DE ATIVIDADE - D	0,00%	35,00%	30,00%	85,71%
5	EXEMPLO DE ATIVIDADE - E	70,00%	30,00%	30,00%	100,00%
6	EXEMPLO DE ATIVIDADE - F	0,00%	63,00%	50,00%	79,37%
7	EXEMPLO DE ATIVIDADE - G	0,00%	33,00%	33,00%	100,00%
8	EXEMPLO DE ATIVIDADE - H	15,00%	36,00%	31,00%	86,11%
9	EXEMPLO DE ATIVIDADE - I	0,00%	19,00%	19,00%	100,00%
10	EXEMPLO DE ATIVIDADE - J	0,00%	21,00%	21,00%	100,00%
11	EXEMPLO DE ATIVIDADE - K (atividade reserva)	0,00%	15,00%	10,00%	66,67%

No exemplo de planejamento acima, o índice de PPC é calculado por:

$$PPC(\%) = \frac{7}{10} \times 100 = 70,00\%$$

em que das dez atividades planejadas, sete foram concluídas. Neste caso, a atividade reserva “K” não é considerada no cálculo pois não estava prevista originalmente no plano semanal (atividade reserva) e não foi completamente realizada. Caso fosse completada, o novo cálculo seria:  $PPC(\%) = \frac{8}{11} \times 100 = 72,72\%$ .

#### 4.3.2 Obtenção do PEPO

O indicador PEPO funciona de forma semelhante ao PPC. Porém, neste cálculo, levam-se em consideração os percentuais das atividades concluídas e, também, das atividades não concluídas (Fórmula nº 2).

$$PEPO(\%) = \frac{\sum \% \text{ de execução das atividades}}{\sum \% \text{ das atividades planejadas}} \quad (2)$$

Utilizando-se o mesmo exemplo da tabela 4, o índice PEPO é calculado por:

$$PEPO(\%) = \frac{100 + 100 + 100 + 85,71 + 100 + 79,37 + 100 + 86,11 + 100 + 100}{100 \times 10} = 95,12\%.$$

Percebe-se, neste caso, que a porcentagem aferida pelo PEPO é superior ao PPC. Isso acontece devido às atividades não concluídas possuírem um percentual alto, ainda que não tenham sido 100% concluídas. Portanto, através do PEPO, o cumprimento do planejamento semanal é comumente considerado mais eficiente.

De acordo com a Fórmula 2<sup>1</sup>, o percentual do PEPO será, no mínimo, igual ao do PPC, e nunca inferior a este. No presente trabalho, o cálculo do PEPO foi simplificado por não ser disponibilizada a fórmula na referência bibliográfica original.

#### 4.4 Elaboração da matriz de problemas

Com a coleta de dados das atividades em canteiro de obras e aferimento dos índices de desempenho, já é possível ter uma ideia do desenvolvimento e ritmo da produção. Porém, para que o PCP seja mais eficiente é necessária uma terceira etapa, tão importante quanto as anteriores, para que os principais motivos de não cumprimento dos serviços sejam detectados e, futuramente, eliminados. Esta etapa é a elaboração da matriz de problemas.

São preenchidos os campos “problemas encontrados”, na planilha de planejamento semanal (Tabela 3), com os principais motivos que causaram a não finalização das atividades designadas, evidenciando-os desta forma. Sendo assim, a matriz de problemas agrupará todos os motivos encontrados, realizando um estudo

---

<sup>1</sup> Rafael Schadeck, em seu trabalho “DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL” (2004), onde propõe esta metodologia, não disponibiliza a fórmula explícita do cálculo do PEPO. Sendo assim, a fórmula aqui descrita é uma adaptação que apresenta um valor próximo – porém diferente – ao proposto por este autor, ainda que com a mesma finalidade.

simples de estatística dos principais pontos a serem trabalhados, quando possível, para a melhoria do desempenho dos serviços.

#### **4.5 Reuniões semanais de PCP**

Ao final do período de uma semana, as situações problemas são levantadas e discutidas com a gerência das equipes de produção, a fim de serem propostas soluções e melhoramentos constantes no desenvolvimento da obra.

Esta etapa é a mais importante de todo o PCP da obra, pois é ela que irá afetar diretamente a execução dos serviços, tentando reduzir o desvio de prazo das atividades e, conseqüentemente, do empreendimento como um todo.

A situação ideal seria a percepção dos problemas o mais próximo possível de quando eles acontecem, porém em um canteiro de obras, onde há muitas atividades e variações de local destas, fica inviável um acompanhamento direto e constante dos serviços, até mesmo em um intervalo de tempo diário.

#### **4.6 Características dos empreendimentos acompanhados**

Para o presente trabalho, foram acompanhados três empreendimentos de construção civil em Brasília – DF. Denominados aqui de empreendimentos “A”, “B” e “C”; suas características estão detalhadas a seguir.

O empreendimento “A” é um centro comercial de pequeno porte com cinco andares, dois subsolos, aproximadamente 5.500m<sup>2</sup>, central de processamento de dados, localizado na Asa Norte.

O empreendimento “B” também é um centro comercial, porém de grande porte, com quatro torres, dezesseis andares, três subsolos, aproximadamente 14.500m<sup>2</sup>, área comum, localizado no Plano piloto.

No caso empreendimento “C”, trata-se de um empreendimento comercial de grande porte, com dezesseis andares, cinco subsolos, subestação de energia própria, aproximadamente 16.000m<sup>2</sup>, localizada na Asa Norte, onde será implantada uma central de processamento e administração bancária estatal

A etapa acompanhada nos três empreendimentos foi a de início de obra bruta, portanto as atividades do planejamento operacional destes são condizentes umas com as outras.

## 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1 Implementação da metodologia

Após o levantamento de todos os dados necessários para a pesquisa, foram elaborados gráficos a fim de se comparar os índices de desempenho do PCP das obras, apontar os benefícios que ele fornece e esclarecer as informações obtidas através deles. Também foram realizados estudos estatísticos dos problemas mais recorrentes que impactam na produção da obra.

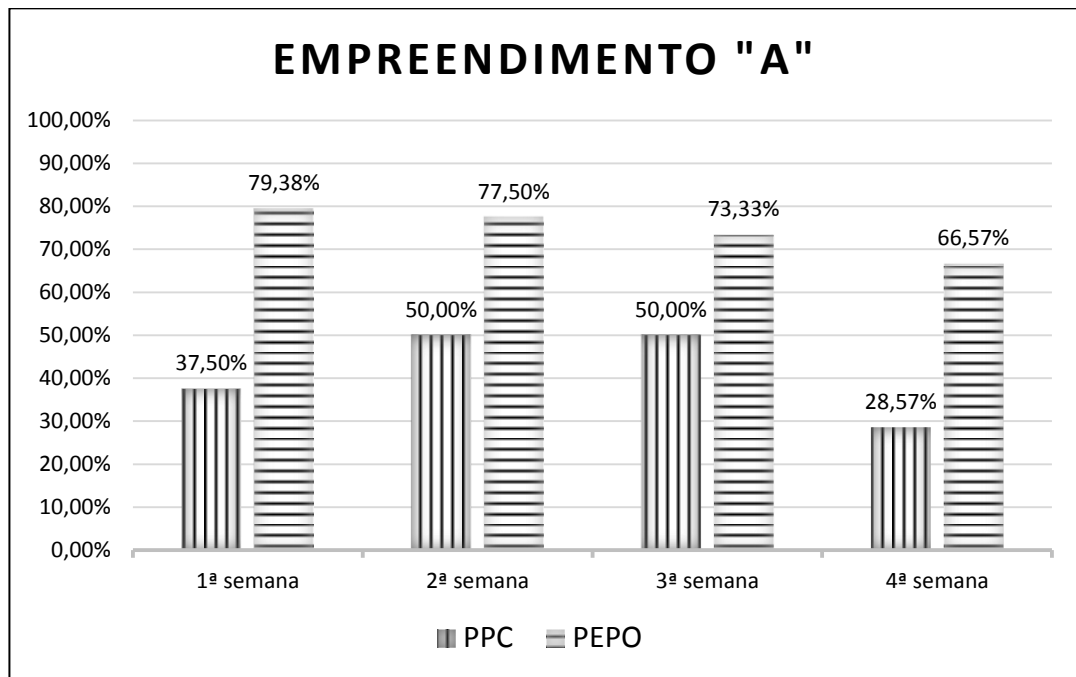
#### 5.1.1 Estudo de caso “A”

Para o estudo de caso “A”, foram analisados os dados levantados durante 4 semanas de um empreendimento comercial de pequeno porte localizado no Plano Piloto, em Brasília – DF. O seu planejamento semanal foi realizado nos moldes do *Last Planner*, portanto este empreendimento segue os mesmos padrões dos apresentados em seguida, favorecendo a suas comparações.

Os indicadores de desempenho foram aferidos posteriormente ao período executivo da obra, portanto a etapa de intervenção para o melhoramento do processo produtivo não fora executada. Ainda assim, é possível ter uma ideia da eficiência do planejamento de curto prazo através dos valores apurados.

A Figura 6 mostra uma comparação entre o percentual dos indicadores de desempenho (PPC e PEPO) do PCP da obra ao longo das 4 semanas citadas:

Figura 6 – Gráfico de comparação PPC x PEPO, Empreendimento "A".



Nota-se que o percentual do índice PEPO é sempre superior ao PPC. Quanto maior a divergência entre os dois valores, maior o número de atividades que foram iniciadas, porém não concluídas, o que pode indicar uma dispersão dos recursos empregados na produção das atividades.

Podemos perceber, através deste gráfico, que o desempenho das atividades realizadas neste empreendimento é considerado insatisfatório, uma vez que a média de PPC apurada em estudos anteriores<sup>2</sup> é em torno de 75%.

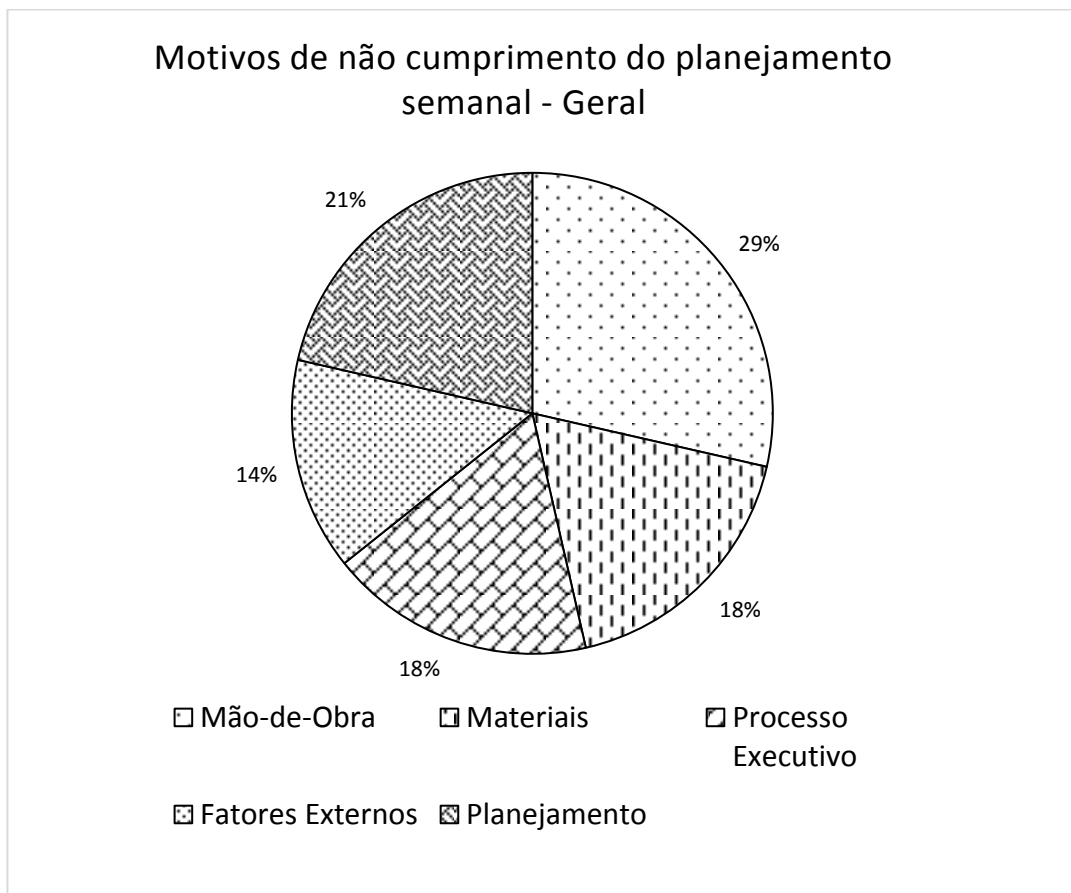
O índice de desempenho PEPO ainda não possui um valor médio consolidado em muitos estudos, tendo em vista que a sua proposição ainda é relativamente recente e não foi amplamente implementada em comparação ao índice PPC.

<sup>2</sup> MOURA, C.B.; FORMOSO, C.T. em **Análise quantitativa de indicadores de planejamento e controle da produção: impactos do Sistema *Last Planner* e fatores que afetam a sua eficácia** (2009); e BORTOLAZZA et al. **Análise quantitativa da implementação do sistema *Last Planner* no Brasil** (2005).



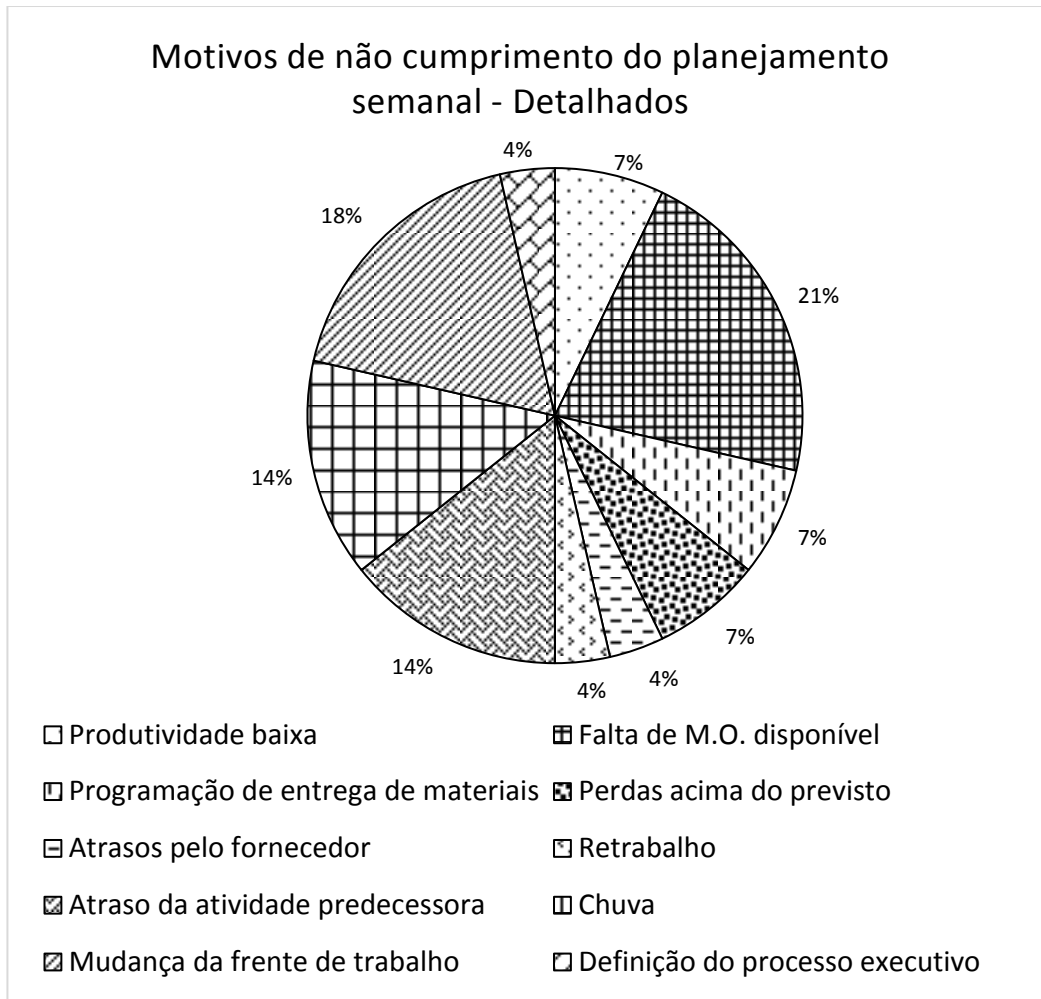
Estes dados extraídos também forneceram um estudo estatístico das principais causas de não conclusão das atividades produtivas. A Figura 7 demonstra a ocorrência percentual destes problemas no empreendimento “A” ao longo das 4 semanas estudadas:

Figura 7 – Principais motivos de não cumprimento do planejamento semanal de atividades, empreendimento “A” – Grupos gerais.



Os principais motivos explicitados acima estão agrupados dentro dos setores globais de atuação. Porém, para obter-se uma análise mais detalhada, é necessária a expansão destes motivos a fim de serem localizadas as raízes dos problemas encontrados. Esta análise é feita a seguir, na Figura 8:

Figura 8 – Principais motivos de não cumprimento do planejamento semanal de atividades, empreendimento “A” – Fatores detalhados.



Com o detalhamento acima podem-se ver mais claramente os pontos chave a serem aprimorados para o melhor desempenho do planejamento semanal neste empreendimento em questão. São estes os motivos que devem ser apontados nos relatórios gerenciais para que ocorra a etapa de moderação da produção da obra.

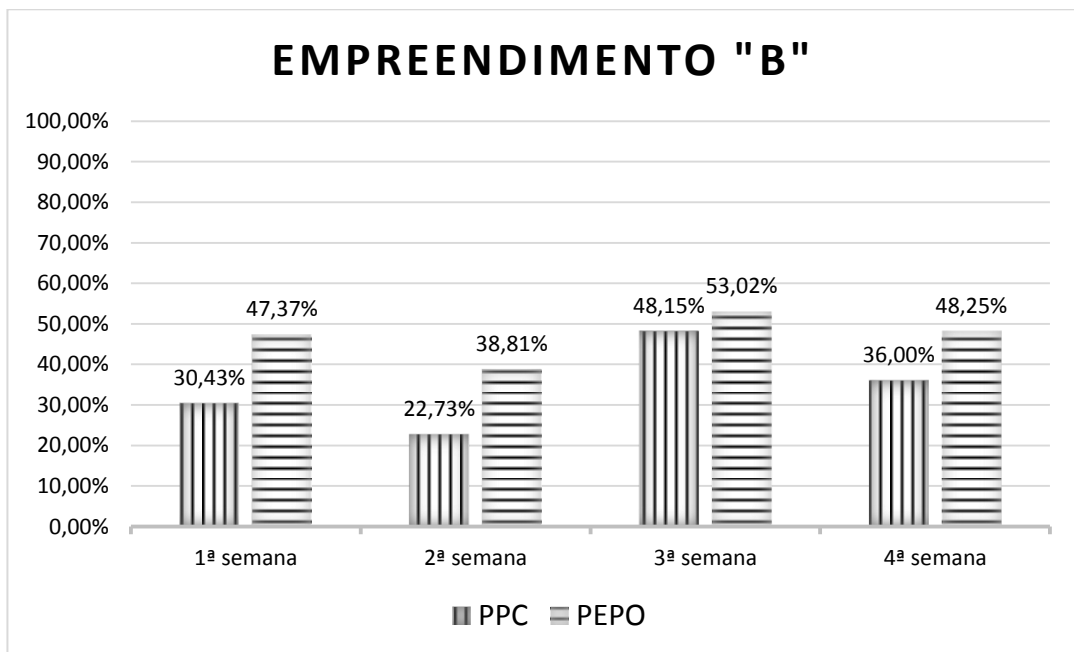
As porcentagens demonstradas nos gráficos com a exemplificação dos problemas encontrados em obra foram extraídas da divisão da reincidência destes problemas pelo total de atividades afetadas. Assim é possível ilustrar o campo onde se encontra a maior quantidade de interferências construtivas.

### 5.1.2 Estudo de caso “B”

No estudo de caso “B”, os dados apurados referem-se a um empreendimento já finalizado e, assim como o caso “A”, não foi realizado um controle ativo do PCP deste empreendimento, apenas sua aferição. Trata-se também de um empreendimento comercial edificado no Plano Piloto, em Brasília – DF.

A Figura 9, a seguir, mostra a comparação entre o percentual dos indicadores de desempenho (PPC e PEPO) do empreendimento “B” ao longo das 4 semanas estudadas:

Figura 9 – Gráfico de comparação PPC x PEPO, Empreendimento “B”.



Nesta obra, podemos perceber que, apesar de diferentes, os dois indicadores estudados não apresentam uma discrepância tão grande quando na obra “A”, o que pode indicar que, no geral, as atividades contidas no plano semanal tiveram uma concentração de atividade maior, apesar de os indicadores de desempenho relatarem um avanço físico ainda menor em comparação ao estudo de caso “A”.

Isto indica que o planejamento semanal está sendo ineficaz. Mas somente estes dados não ilustram a real situação do canteiro de obras.

Nos gráficos a seguir (figuras 10 e 11), estão explicitados os principais problemas – globais e detalhados, respectivamente – encontrados na execução do plano semanal do empreendimento “B”:

Figura 10 – Principais motivos de não cumprimento do planejamento semanal de atividades, empreendimento “B” – Grupos gerais.

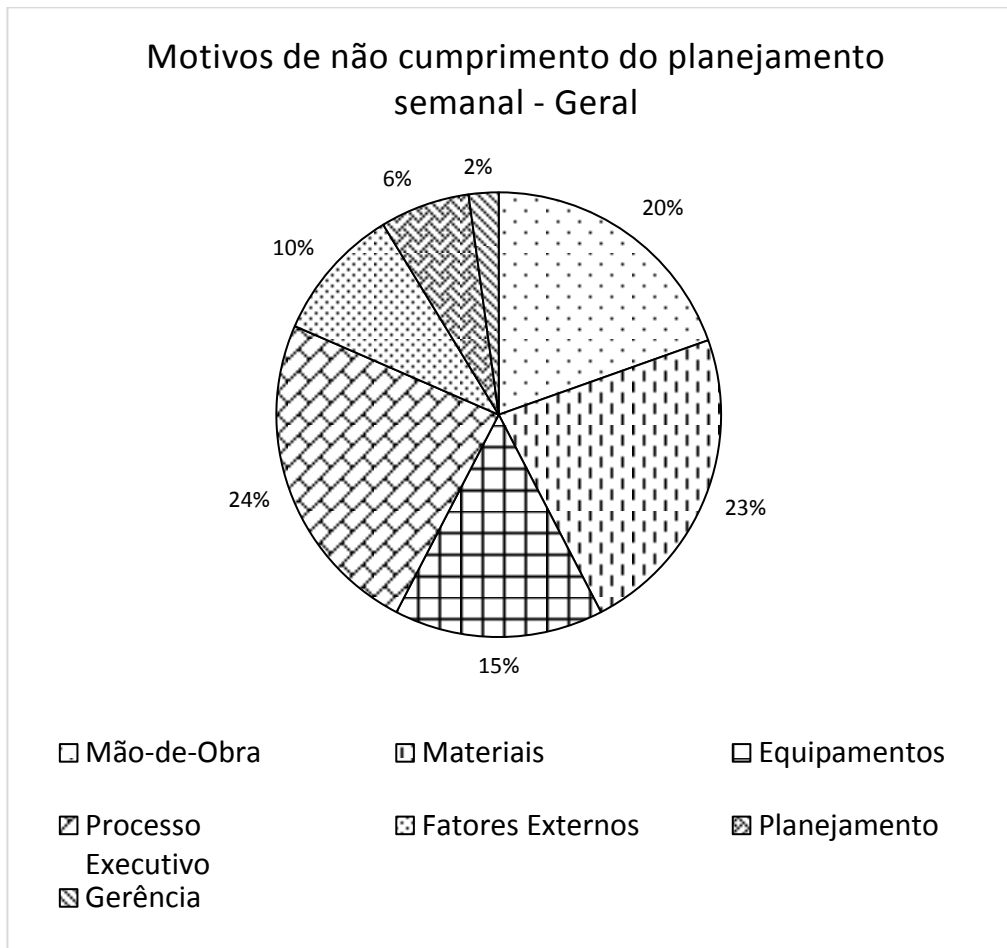
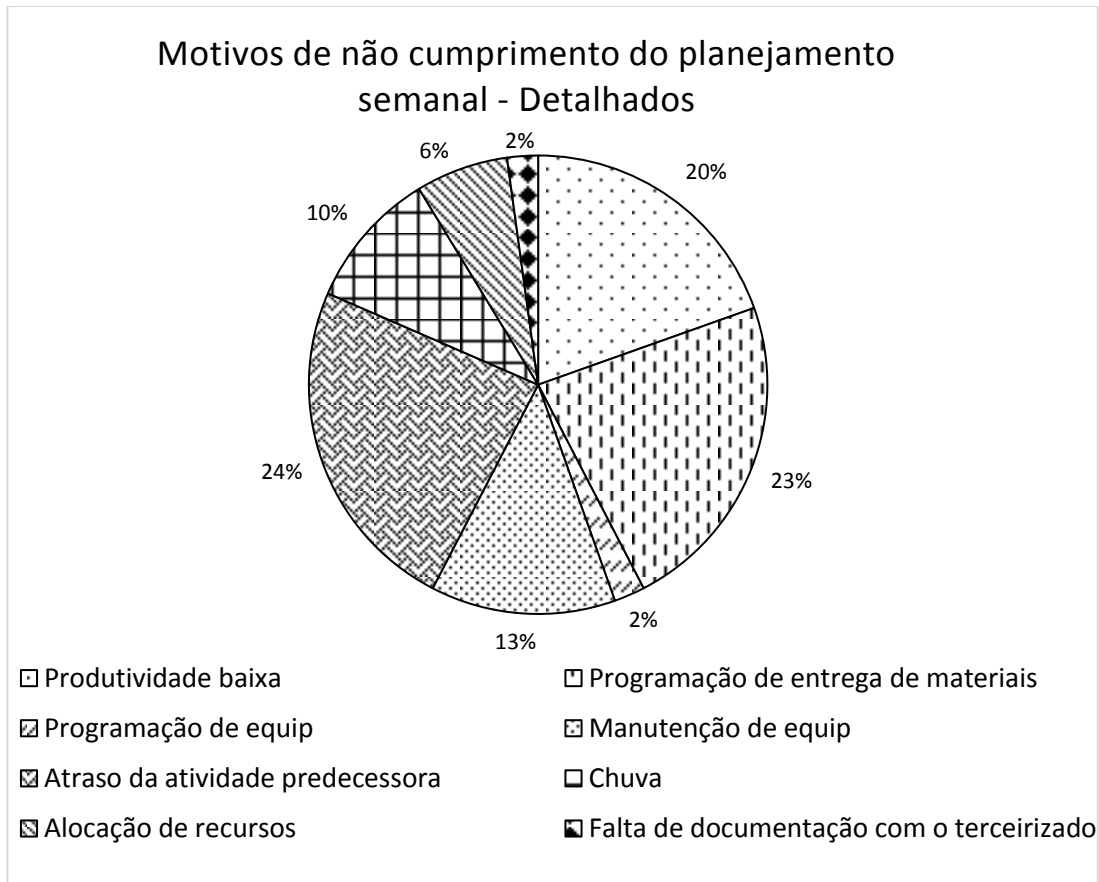


Figura 11 – Principais motivos de não cumprimento do planejamento semanal de atividades, empreendimento “B” – Fatores detalhados.



Novamente, são com estes dados que será possível fazer uma análise estatística dos problemas mais comuns encontrados em canteiro de obra e, através de uma intervenção a nível operacional, a eficiência produtiva da mesma poderá ser aprimorada.

### 5.1.3 Estudo de caso “C”

Principal objeto de estudo deste trabalho, o empreendimento “C” difere-se dos anteriores por ter sido acompanhado durante toda a etapa de levantamento de dados e por nele terem sido aplicadas as metas estipuladas durante as reuniões das equipes de produção.

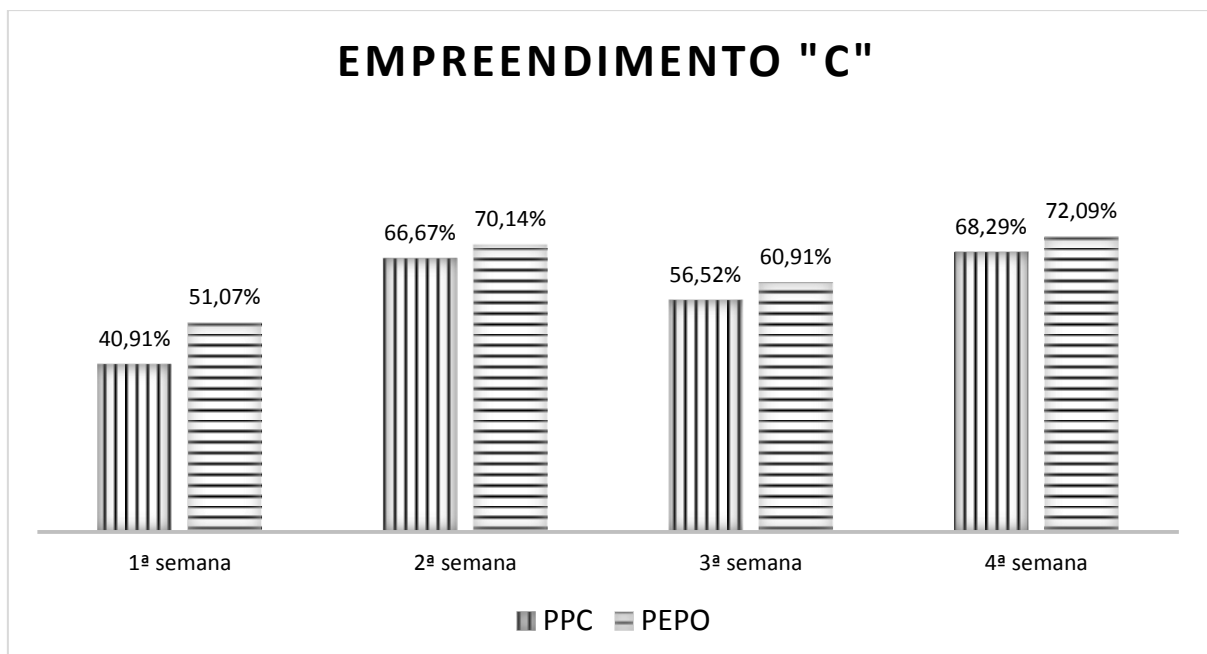
Esta obra foi dividida em três fases de execução – semelhantes entre si – tendo como critério as juntas de dilatação do edifício. Para a levantamento dos dados foi acompanhado o planejamento e execução da fase 2 (dois), durante o período de outubro a novembro de 2014. Os dados foram coletados através de documentos, observações diretas, visitas em canteiro e reuniões entre as equipes de produção e de planejamento, a qual atua no empreendimento de forma terceirizada.

Foram realizadas medições semanais de todos os serviços incluídos no planejamento de curto prazo, sendo seguidas de reuniões para apuração dos motivos de problemas encontrados e proposição de soluções para estes.

O início do plano operacional foi considerado sempre às sextas-feiras, e ao seu término, na quinta-feira seguinte, eram realizadas as reuniões que dariam o *feedback* do planejamento semanal.

Ao final do período de levantamento de dados – 4 semanas – os índices a seguir (figura 12) foram extraídos do andamento da obra:

Figura 12 - Gráfico de comparação PPC x PEPO, Empreendimento "C".



É possível verificar, no gráfico acima, que os valores dos indicadores de desempenho se mantiveram de forma mais constante durante o período de estudo. Também pode-se observar que houve uma pequena, porém significativa, melhora ao longo das 4 semanas. Esta melhora foi possível devido a constante intervenção nos processos produtivos que apresentavam problemas ao final do período de uma semana.

O valor médio do PPC foi de 58,1%, não estando tão próximo à media aferida em outros estudos anteriores, porém significativamente maior à média dos empreendimentos “A” e “B”, os quais não tiveram a etapa de intervenção e minimização dos problemas encontrados.

Representados nas figuras 13 e 14, estão os principais motivos da não conclusão das atividades globais e detalhadas, respectivamente.

Figura 13 - Principais motivos de não cumprimento do planejamento semanal de atividades, empreendimento “C” – Grupos gerais

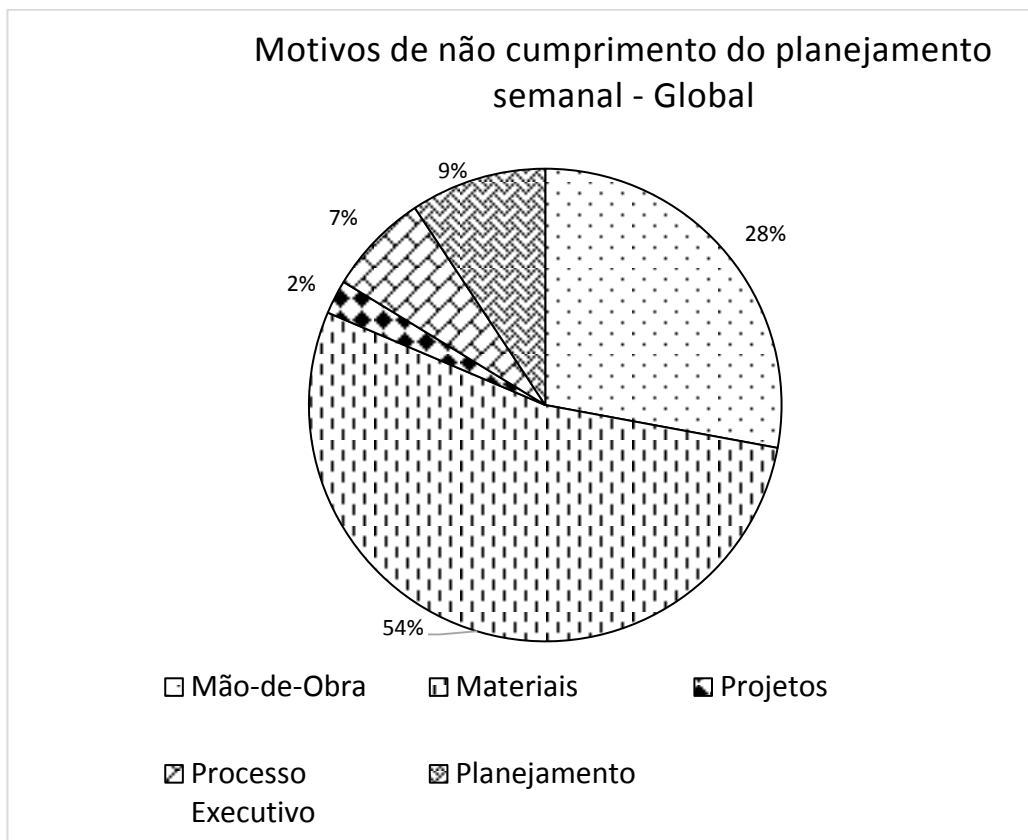
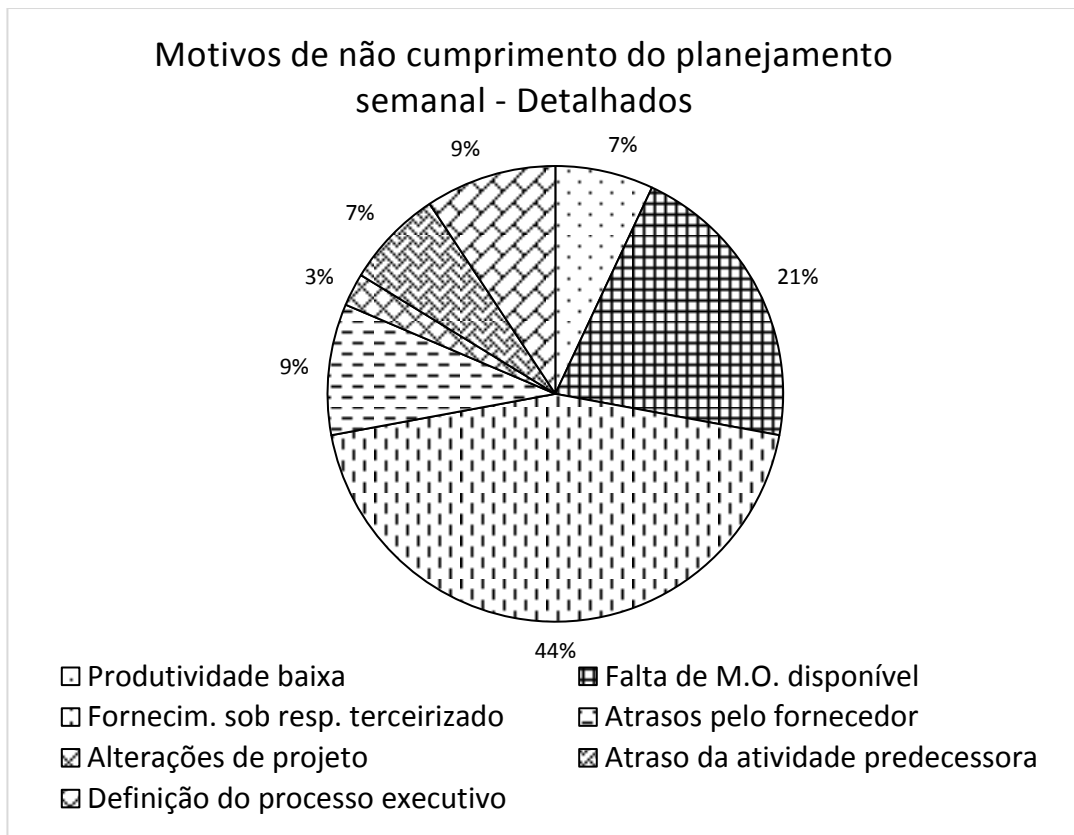


Figura 14 – Principais motivos de não cumprimento do planejamento semanal de atividades, empreendimento “C” – Fatores detalhados.

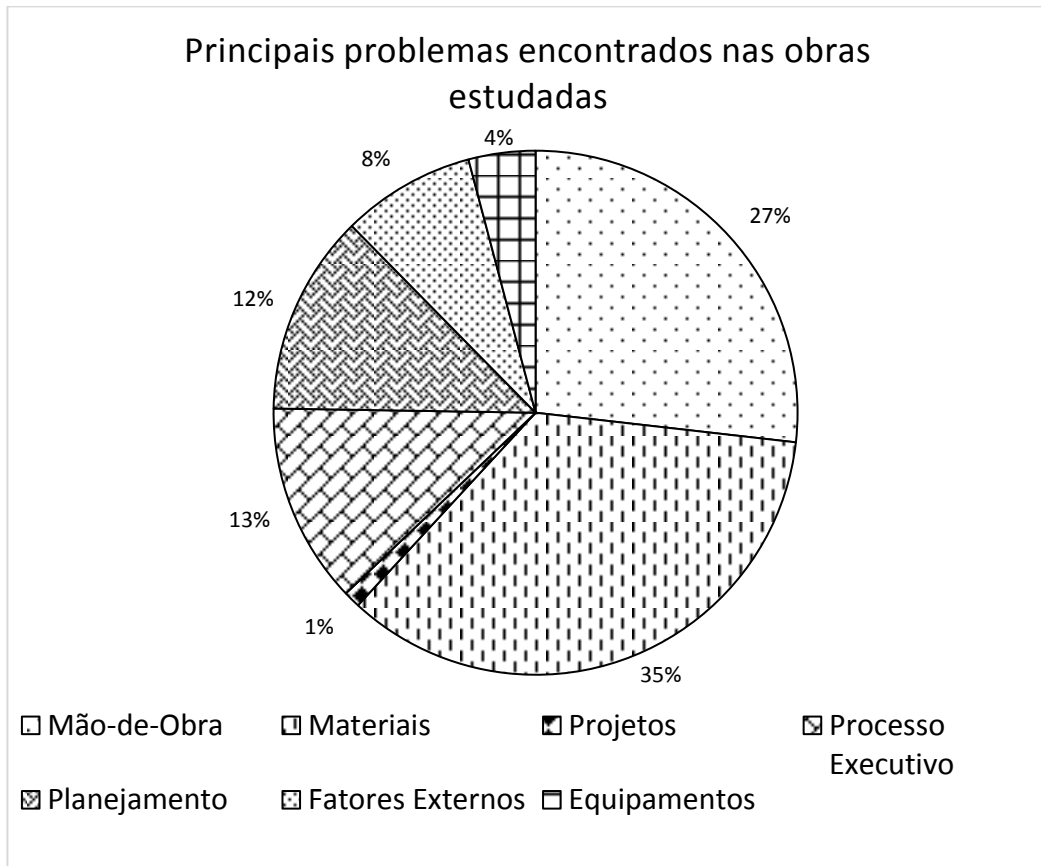


## 5.2 Estudo estatístico final

Para efeitos de conclusivos, todas as ocorrências problemáticas encontradas e apuradas pela matriz de problemas dos três empreendimentos foram agrupadas no gráfico abaixo (figura 15), fornecendo um estudo estatístico que revela dados palpáveis para o entendimento da finalidade do planejamento e controle de produção.



Figura 15 – Estatística geral dos principais problemas encontrados nos empreendimentos estudados.



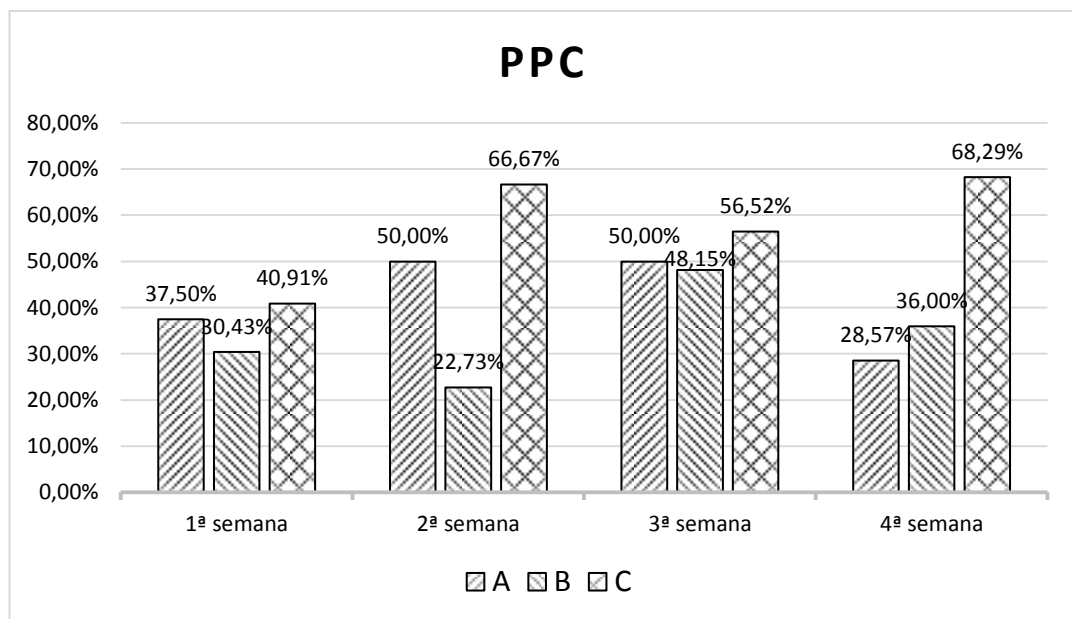
De acordo com o gráfico mostrado, identifica-se que os problemas mais recorrentes estão relacionados a materiais e mão-de-obra. No entanto, estes fatores normalmente são muito abrangentes. Por isso, é necessária uma investigação mais detalhada para a busca das causas pontuais da não realização dos pacotes de trabalho. Nas figuras 8, 11 e 14, mostradas anteriormente, são explicitados estes empecilhos mais detalhados, que são descritos nos relatórios que nortearão as intervenções a serem feitas no processo produtivo da obra.

Os problemas detalhados dos três estudos de caso não foram agrupados em um único gráfico pois a quantidade de dados em uma mesma representação tornaria a leitura de difícil entendimento e, por este motivo, foram descartadas, sendo apresentados somente os gráficos individuais.

### 5.3 Comparação final de resultados

A fim de demonstrar a diferença entre um PCP realizado com foco na retroalimentação dos resultados no planejamento *Last Planner* (empreendimento “C”) e um simples aferimento do avanço físico das obras (“A” e “B”), foram montados os gráficos a seguir (figuras 16 e 17):

Figura 16 – Comparação entre os indicadores PPC dos três estudos de caso.

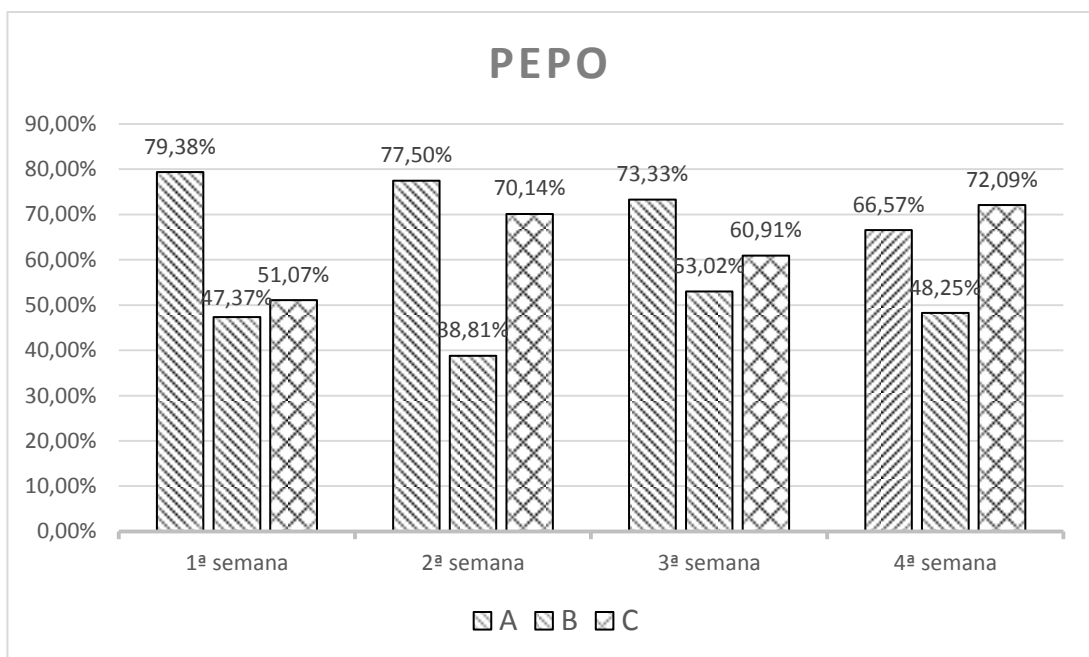


Neste quadro podemos perceber que o empreendimento com melhor índice de desempenho e menor variação de valores foi o empreendimento “C”, que apresentou uma média de 58,09% ao longo do período de 4 semanas. As obras “A” e “B” apresentaram respectivamente 41,51% e 34,32%.

É possível notar também que o empreendimento “C” apresentou uma curva de PPC ascendente, indicando que o planejamento e controle de produção apresentou resultados positivos no andamento físico da obra, colaborando com a redução do desvio de prazo.

A figura 17, a seguir, compara os resultados do indicador PEPO nas três obras estudadas. Nota-se que no empreendimento “A” o valor foi maior que nos demais. Deste modo é possível interpretar que esta obra teve um andamento físico maior, em relação ao planejado, do que nas outras duas, apesar de o plano semanal ter sido menos respeitado.

Figura 17 – Comparação entre os indicadores PEPO dos três estudos de caso.



## 6 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

### 6.1 Conclusões

Os resultados apresentados explicitam a realidade dos ambientes de construção civil. Por depender de inúmeras variáveis, as obras estão sempre sujeitas a imprevistos de difícil controle e prevenção. Por este motivo, o planejamento dos empreendimentos devem considerar todas as possíveis interferências que possam afetar o processo produtivo, a fim de evitar eventuais desvios na produção e, caso ocorra algum problema, tentar saná-lo o mais rápido possível.

É exatamente neste ponto que o PCP foi realizado no empreendimento “C” e comparado aos outros dois estudos de caso. Através das análises da matriz de problemas, as causas que têm maior influência na eficácia do planejamento puderam ser solucionadas ou minimizadas, aumentando o valor médio dos indicadores de desempenho.

Ao ser observado o aumento do valor dos indicadores de desempenho ao longo do período acompanhado e controlado, é possível concluir que o controle de produção adotado interferiu positivamente na execução da obra, reduzindo o seu desvio de prazo (DP).

Outra informação pertinente a este trabalho é extraída através da comparação entre os dois índices de desempenho (PPC e PEPO). Estes dois indicadores, quando analisados separadamente, podem dar informações incompletas ou levar a interpretações equivocadas acerca do desempenho da obra.

Um índice PEPO muito elevado não necessariamente reproduz uma obra com PCP eficiente, como pôde-se observar no empreendimento “A”. Mas quando analisado junto ao PPC fornece outras informações, como a discrepância da comparação dos dois valores, que pode representar o nível de gravidade dos

problemas que interferiram na execução das atividades: valores muito divergentes podem indicar problemas mais amenos – que interferem pouco na execução dos serviços –, enquanto valores mais próximos podem indicar a ocorrência de problemas mais graves, que interferem plenamente nas atividades planejadas.

## **6.2 Sugestões para pesquisas futuras**

O presente trabalho teve por finalidade demonstrar como a aplicação do PCP pode influenciar positivamente na execução de uma obra. Como pesquisas futuras, sugere-se:

- i) Fazer um estudo, através do cronograma físico-financeiro, sobre o desvio de custo (DC) que o atraso das atividades não concluídas provocam;
- ii) Avaliar os impactos positivos e negativos que empreiteiros terceirizados causam no cumprimento do planejamento de curto prazo;
- iii) Dividir a execução da obra por etapas e aferir, através do PCP, qual problema se repete com maior frequência em etapas distintas da obra.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. 192 f. Tese (Doctor of Philosophy) – University of Birmingham, Birmingham, 2000.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Implementing Lean Construction**. In: **ALARCÓN, L. Lean Construction**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997. P. 101-125.

BERNARDES, M. M. e S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção**. 2001. 310f. Tese (Doutorado 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. 178 f. Tese (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

BORTOLAZZA, R. C.; COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T. **ANÁLISE QUANTITATIVA DA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA *LAST PLANNER* NO BRASIL**. IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. I Encontro Latino-americano de Gestão e Economia da Construção. Porto Alegre, 24-28 julho 2005.

CHECHINEL JUNIOR, L. A. **A Utilização do Planejamento de Curto Prazo como Ferramenta para o Gerenciamento na Construção Civil**. 2005. 58 f. Tese (Especialista em Gerência de Produção) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2005.

FORMOSO, C. T.; MOURA, C. B. **Análise quantitativa de indicadores de planejamento e controle da produção: impactos do sistema *Last Planner* e fatores que afetam a sua eficácia**. Porto Alegre. 2009

KOSKELA, L. **MANAGEMENT OF PRODUCTION IN CONSTRUCTION: A THEORETICAL VIEW**. University of California, Berkeley, CA, USA. 1999.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. **Is Construction Planning Really Doing Its Job? In: Construction Management and Economics**, Florence, EUA, v. 5, n. 3, p. 243-266, 1987.

RIGHI, M. de M. **Sistema de Controle da Qualidade e Planejamento de Curto Prazo na Construção Civil: Integração e Compartilhamento de Informações**. 2009. 75 f. Tese (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

ROEHRS, R. T. **Planejamento e Controle de Produção: Aplicação do Sistema *Last Planner***. 2012. 67 f. Tese (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012

SCHADECK, R. **Desenvolvimento de um Sistema de Controle de Empreendimentos de Construção Civil**. 2004. 169 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SCHADECK, R.; DE MORI, L. M.; JUNGLES, A. E. **AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA**. I Conferência Latino-americana de Construção Sustentável. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo. 18-21 julho 2004.

SCHNEIDER, A. L. G. **Integração da Agenda Semanal de Obras com o Planejamento de Médio e Longo Prazo no Ambiente do MS-Project**. 2012. 55 f. Tese (Especialização em Gerenciamento de Obras) – Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2012.

## ANEXO I

### Matriz dos problemas mais frequentes encontrados em obras

Setores	Grau de Atuação	Problemas	
		Cód.	Descrição
Mão-de-Obra Própria	Pleno	1	Produtividade baixa
		2	Não seguir seqüência de planejamento
	Relativo	3	Absenteísmo
		4	Afastamento por acidentes
	Nulo	5	Greves
Mão-de-Obra Terceirizada	Pleno	6	Produtividade baixa
		7	Não seguir seqüência de planejamento
	Relativo	8	Absenteísmo
		9	Afastamento por acidentes
	Nulo	10	Falta de M.O. disponível
Materiais	Pleno	11	Greves
		12	Programação de entrega
		13	Perdas acima do previsto
	Relativo	14	Especificação para compra
		15	Fornecimento sob responsabilidade do terceirizado
	Nulo	16	Atrasos pelo fornecedor
Equipamentos	Pleno	17	Verificação da qualidade no uso
		18	Indisponibilidade de Entrega
	Relativo	19	Programação
		20	Dimensionamento inadequado
Projetos	Pleno	21	Fornecimento sob responsabilidade do terceirizado
		22	Manutenção
	Relativo	23	Inexistência
Cliente	Pleno	24	Detalhes insuficientes
		25	Incompatibilidades
	Relativo	26	Alterações
		27	Modificações de serviços
Processo Executivo	Pleno	28	Inclusão de outros serviços
		29	Paralização de serviços
	Relativo	30	Indefinições de projeto
Condições Adversas	Pleno	31	Retrabalho
		32	Interferências durante a execução
	Relativo	33	Atraso da atividade predecessora
		34	Falta de energia
Gerenciamento	Relativo	35	Falta de água
		36	Chuva
	Nulo	37	Ventos fortes
		38	Umidade
Planejamento	Pleno	39	Mudança da frente de trabalho
		40	Falta de documentação com o terceirizado
	Relativo	41	Definição do processo executivo
Planejamento	Pleno	42	Especificação da tarefa
		43	Alocação de recursos



## ANEXO II

## Exemplo de planilha de planejamento semanal preenchida

PLANEJAMENTO SEMANAL			Período:		17/10/2014	23/10/2014
ID	TAREFA	Acum.	Previsto	Executado	Problemas	
183	ESTRUTURA - FASE 2 - TORRE - TIPO - JUNTA 1 - 9º PAV.	88,00%	12,00%	12,00%		
184	ESTRUTURA - FASE 2 - TORRE - TIPO - JUNTA 1 - 10º PAV.	0,00%	50,00%	63,00%		
201	ESTRUTURA - FASE 2 - TORRE - TIPO - JUNTA 2 - 9º PAV.	48,00%	52,00%	52,00%		
202	ESTRUTURA - FASE 2 - TORRE - TIPO - JUNTA 2 - 10º PAV.	0,00%	10,00%	23,00%		
245	PRÉ-ALVENARIA - FASE 2 - TORRE - 3º PAV.	23,00%	62,00%	62,00%		
246	PRÉ-ALVENARIA - FASE 2 - TORRE - 4º PAV.	0,00%	45,00%	85,00%		
260	ALVENARIA / ENCHIMENTO PISO HALL - FASE 2 - TORRE - 1º PAV.	58,00%	36,00%	37,00%		
261	ALVENARIA / ENCHIMENTO PISO HALL - FASE 2 - TORRE - 2º PAV.	0,00%	36,00%	30,00%	10	
890	Marcação da alvenaria - Fase 2 - Térreo	85,00%	15,00%	0,00%	10	
891	Elevação da alvenaria - Fase 2 - Térreo	20,00%	14,00%	0,00%	10	
898	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS - FASE 2 - TÉRREO	0,00%	5,00%	0,00%	15	
939	TRATAMENTO DO CONCRETO - FASE 2 - EMBAS. - 3ºSS	49,00%	25,00%	51,00%		
947	ELEVAÇÃO DA ALVENARIA - FASE 2 - EMBAS. - 1ºSS	80,00%	10,00%	10,00%		
957	REBOCO INTERNO - FASE 2 - EMBAS. - 3ºSS	92,00%	8,00%	8,00%		
958	REBOCO INTERNO - FASE 2 - EMBAS. - 2ºSS	0,00%	19,00%	50,00%		
962	ENCHIMENTOS / CONTRAPISOS - FASE 2 - EMBAS. - 4ºSS	15,00%	33,00%	85,00%		
966	IMPERMEABILIZAÇÃO LAJE ÁREA EXTERNA - FASE 2 - EMBAS.	45,00%	9,00%	23,00%		
975	Infra-estrutura elétrica - SUBEST. - OBRAS CIVIS - F2 - EMBAS.	0,00%	100,00%	0,00%	15	
977	Enfições - SUBEST. - OBRAS CIVIS - F2 - EMBAS.	0,00%	100,00%	0,00%	15	
978	Enchimento / Contrapiso - SUBEST. - OBRAS CIVIS - F2 - EMBAS.	0,00%	13,00%	13,00%		
982	IMPERMEABILIZAÇÃO RESERVATÓRIOS - FASE 2 - EMBAS.	33,00%	6,00%	0,00%	16	
983	INFRAESTRUTURA ELÉTRICA-ELETRÔNICA - FASE 2 - EMBAS.	7,00%	2,00%	0,00%	15	
262	ALVENARIA / ENCHIMENTO PISO HALL - FASE 2 - TORRE - 3º PAV.	0,00%	-	20,00%		
953	APERTO DA ALVENARIA - FASE 2 - EMBAS. - 1ºSS	0,00%	-	15,00%		