

**DIRETRIZES PARA A MANUTENÇÃO E O
APERFEIÇOAMENTO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE DA PRODUÇÃO EM EMPRESAS CONSTRUTORAS**

Alexandre Castro Soares

Porto Alegre
fevereiro de 2003

ALEXANDRE CASTRO SOARES

**DIRETRIZES PARA A MANUTENÇÃO E O
APERFEIÇOAMENTO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE DA PRODUÇÃO EM EMPRESAS CONSTRUTORAS**

Trabalho de conclusão apresentado ao Curso de Mestrado
Profissionalizante da Escola de Engenharia da Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Engenharia na modalidade Profissional.

Porto Alegre
fevereiro de 2003

ALEXANDRE CASTRO SOARES

**DIRETRIZES PARA A MANUTENÇÃO E O
APERFEIÇOAMENTO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE DA PRODUÇÃO EM EMPRESAS CONSTRUTORAS**

Este trabalho de conclusão de mestrado foi julgado adequado para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelo Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 06 de Fevereiro de 2003

Prof. Carlos Torres Formoso
Ph.D. pela University of Salford
Orientador

Prof. a Helena Beatriz Bettella Cybis
Ph.D. pela University of Leeds
Coordenador do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia

BANCA EXAMINADORA

Prof. Luiz Fernando Mählmann Heineck (UFSC)
Ph.D. University of Leeds

Prof. a Carin Maria Schmitt (UFRGS)
Dr. PPGA/UFRGS

Prof. Maurício Moreira Bernardes (UFRGS)
Dr. NORIE/UFRGS

CIP. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação.

S676d SOARES, Alexandre Castro

Diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras / Alexandre Castro Soares. – Porto Alegre: UFRGS, 2003.

138 fls.

Trabalho de Conclusão, Programa de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Mestre em Engenharia. Orientador: Carlos Torres Formoso.

1. Gerenciamento. 2. Planejamento e Controle da produção. 3. Construção Civil. I. Título. II Carlos Torres Formoso

CDU 69:658 (043)

“Os analfabetos do século XXI serão aqueles que não desenvolveram sua capacidade de aprender, desaprender e reaprender”. (A.Toffler)

Dedico este trabalho à minha esposa Maria Cristina Cerveira
Soares por seu amor, dedicação e carinho. Eu te amo Cris.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Carlos Torres Formoso por ter contribuído na minha formação profissional e, em especial, por ter orientado este trabalho.

Aos diretores da BSF Engenharia, Eng^o. Nelson Basso, Eng^o. Nelson Sterzi e Eng^o. Eduardo Fossati, por terem acreditado e apoiado o desenvolvimento deste trabalho. Suas contribuições foram valiosas para minha vida profissional.

Aos colegas da BSF Engenharia, especialmente aos engenheiros Alexandre De Carli, Diego Betti, Eduardo Styzey, Gustavo Neves, Rafael Bernardes e Valéria Valério, que contribuíram no desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores e colegas da primeira turma de mestrado profissional do NORIE, em especial à Prof^a Carin Maria Schmitt.

Aos Norianos Dayana Costa, Eduardo Isatto, Henrique Coelho, Luciana Miron, Renato das Neves, Ricardo Codinhoto e Tarcísio Saurin. A dedicação e profissionalismo em suas atividades acadêmicas foram um exemplo para mim. À Elvira Lantelme que me ensinou a “ser mais humano”. Ao Maurício Bernardes pelo meu primeiro contato com a pesquisa científica.

Ao Eng^o. Carlos Marczyk por ter contribuído no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Arq^o. Carlos Botelho, ao Paulo Pró e à Dona Nara pelas entrevistas.

À Bruna, ao Léo e à Teka por seu companheirismo.

Aos meus pais Ary Soares (*in memorian*) e Iracilda Castro Soares por seu incentivo para que continuasse com os meus estudos.

A Deus, por tudo.

RESUMO

SOARES, A.C. **Diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**, 2003. Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A indústria da construção civil é caracterizada por um elevado nível de desperdícios, baixa inovação tecnológica e gerencial, e baixa qualidade de seus produtos. Este fato traz à construção civil uma imagem de setor atrasado e, muitas vezes, causa a desmotivação de seus profissionais. Neste contexto, a aplicação de novos conceitos e princípios de gestão da produção, muitos deles oriundos da indústria automobilística, pode contribuir para a modernização da construção civil. Neste sentido, o processo de planejamento e controle da produção (PCP) tem um papel importante na aplicação dos novos conceitos de gestão da produção. O presente trabalho tem como objetivo geral propor diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do PCP em empresas construtoras, utilizando conceitos e princípios gerais de gestão da produção. A pesquisa foi realizada através de um estudo de caso em uma empresa construtora, sendo dividida em três etapas. Inicialmente, foi realizada uma análise no sistema de planejamento e controle da produção existente. Na segunda etapa, foram entrevistados diretores, gerentes de produção, representantes de clientes e fornecedores da empresa, e realizadas visitas e coleta de dados em obras. Além disso, realizou-se um estudo de caso mais aprofundado em uma das obras da empresa. Após, durante a terceira fase desta pesquisa, foram analisados os dados obtidos e propostas as diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do processo de PCP.

Entre as principais conclusões deste estudo, podem ser destacados os fatores que contribuíram para o sucesso da implementação do sistema de PCP: a existência de um sistema de gestão da qualidade baseado na norma ISO-9001, o papel desempenhado pelo coordenador do planejamento e as reuniões de aprendizagem semanal envolvendo todos os gerentes de produção. Observou-se também que o atendimento dos requisitos do cliente aumentou com a implementação do sistema de PCP.

Palavras-chave: planejamento e controle da produção, gestão da produção, produção enxuta.

ABSTRACT

SOARES, A.C. **Diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**, 2003. Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

The construction industry is characterized by high levels of waste, lack of organization and low degree of technological and managerial innovation. This brings a bad image to this sector, and often contributes to the lack of motivation among its professionals. In this context, the application of new production management concepts, some of them originated in the car industry, can contribute to develop the construction industry. In this respect, the production planning and control process plays an important role in the implementation of such concepts. The main objective of this research work is to propose guidelines for maintaining and upgrading production planning and control systems in construction companies, using general production management concepts and principles. A case study was carried out in a construction company, and this was divided into three stages. Initially, an analysis of the existing production planning and control system was undertaken. The second stage involved interviews with company directors, production managers, client representatives, and suppliers, as well as visits and data collection on site. Besides, an in-depth case study was carried out in one of the projects of the company. In the third stage of the study, the data was analyzed and the guidelines for maintaining and upgrading the production planning and control process were proposed.

Among the main conclusions of this research work, the factors that contribute for the success of the implementation of production planning and control systems can be pointed out: the existence of an ISO-9001 quality management system, the role of the coordinator of the production planning and control process, and the weekly learning meetings involving all company production managers. Also, it was observed that the degree of client requirement fulfillment increased due to the production planning and control system.

Keywords: production planning and control, production management, lean production

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	p.16
1.2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	p.16
1.3 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO.....	p.16
1.2.1 Contexto	p.16
1.2.2 Problema de pesquisa	p.20
1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO	p.22
1.4 PRESSUPOSTOS	p.22
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	p.22
2 CONCEITOS E PRINCÍPIOS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO	p.24
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	p.24
2.2 A PRODUÇÃO EM MASSA	p.24
2.3 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	p.26
2.4 EM DIREÇÃO A UMA TEORIA DE PRODUÇÃO	p.33
2.4.1 O conceito de transformação da produção	p.34
2.4.2 O conceito de fluxo da produção	p.36
2.4.3 O conceito de valor da produção	p.39
2.4.4 A integração dos conceitos Transformação-Fluxo-Valor na produção	p.40
3 O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	p.43
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	p.43
3.2 DEFINIÇÃO DE PLANEJAMENTO	p.43
3.3 DIMENSÃO HORIZONTAL DO PLANEJAMENTO	p.45
3.4 DIMENSÃO VERTICAL DO PLANEJAMENTO	p.48

3.5 O SISTEMA <i>LAST PLANNER</i>	p.50
3.5.1 O planejamento de médio prazo	p.51
3.5.2 O planejamento de curto prazo	p.54
3.6 MODELO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	p.57
4 MÉTODO DE PESQUISA	p.59
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	p.59
4.2 OPORTUNIDADE PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA	p.59
4.3 ESTRATÉGIA DA PESQUISA	p.62
4.4 DELINEAMENTO DA PESQUISA	p.63
4.4.1 Etapa de análise preliminar do sistema de PCP da empresa	p.63
4.4.2 Etapa de análise detalhada	p.67
4.4.3 Etapa de proposição das diretrizes	p.70
5 RESULTADOS DA PESQUISA	p.72
5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	p.72
5.2 SISTEMA DE PCP INICIAL	p.72
5.3 EVOLUÇÃO DO PCP AO LONGO DAS OBRAS	p.76
5.3.1 A implantação nas outras obras da empresa	p.76
5.3.2 Análise dos resultados do PCP	p.78
5.3.3 Análise da implantação das práticas essenciais do PCP	p.81
5.3.4 Análise geral da implantação das práticas	p.88
5.4 ESTUDO DE CASO DA OBRA “O”	p.89
5.4.1 Descrição geral da obra	p.89
5.4.2 Considerações sobre o planejamento de curto prazo	p.91
5.4.3 Considerações sobre o planejamento de médio prazo	p.99
5.4.4 Considerações sobre o planejamento de longo prazo	p.102
5.4.5 Considerações finais sobre o estudo de caso da obra “O”	p.102

5.5 SISTEMA DE PCP FINAL	p.103
5.6 DIRETRIZES PARA MANTER E APERFEIÇOAR O PCP	p.106
5.6.1 Vincular o PCP com a estratégia competitiva da empresa	p.106
5.6.2 Instituir uma coordenação geral do PCP na organização.....	p.107
5.6.3 Constituir uma equipe de aperfeiçoamento do PCP	p.109
5.6.4 Desenvolver a aprendizagem dos conceitos de PCP pela organização	p.110
5.6.5 Integrar os fornecedores no processo de planejamento e controle da produção	p.113
5.6.6 Introduzir os princípios e conceitos do PCP no sistema de gestão da qualidade da empresa	p.114
5.7 BARREIRAS À IMPLANTAÇÃO	p.115
5.8 FATORES CHAVES DE SUCESSO PARA A VALORIZAÇÃO DO PCP PELO CLIENTE	p.117
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	p.120
6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	p.120
6.2 CONCLUSÕES	p.122
6.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	p.122
REFERÊNCIAS	p.124
APÊNDICE 1- ROTEIRO DE ENTREVISTAS COM OS DIRETORES	p.130
APÊNDICE 2 - ROTEIRO DE ENTREVISTAS COM OS GERENTES DE PRODUÇÃO	p.132
APÊNDICE 3 - ROTEIRO DE ENTREVISTAS COM OS CLIENTES	p.135
APÊNDICE 4 - ROTEIRO DE ENTREVISTAS COM OS FORNECEDORES	p.137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: resumo da eficácia da implementação e adequação do modelo nas empresas (adaptado de Bernardes, 2001)	p.20
Figura 2: o processo de transferência de sistemas complexos	p.32
Figura 3: caracterização de uma teoria de produção	p.34
Figura 4: modelo de produção pelo conceito de transformação	p.35
Figura 5: conceito de produção como fluxo	p.37
Figura 6: conceito de produção e a atividade de geração de valor	p.39
Figura 7: integração dos princípios da produção	p.41
Figura 8: integração da visão TFV na produção	p.41
Figura 9: as fases do processo de planejamento	p.45
Figura 10: integração dos níveis horizontal e vertical do PCP	p.49
Figura 11: o <i>Last Planner</i> como um sistema de puxar a produção	p.50
Figura 12: o sistema <i>Last Planner</i> e os níveis hierárquicos do planejamento.....	p.51
Figura 13: exemplo de plano de médio prazo	p.52
Figura 14: esquema do <i>Lookahead Planning</i>	p.53
Figura 15: planilha para plano de curto prazo	p.55
Figura 16: características das obras analisadas e etapas do PCP.....	p.60
Figura 17: delineamento da pesquisa	p.63
Figura 18: símbolos utilizados no diagrama de fluxo de dados	p.66
Figura 19: convergência das diferentes fontes de evidências no estudo da manutenção e aperfeiçoamento do PCP	p.71
Figura 20: DFD inicial consolidado pela empresa construtora	p.73
Figura 21: dicionário de dados do DFD inicial do PCP	p.74

Figura 22: evolução do PPC médio das obras da empresa	p.79
Figura 23: relação entre PPC e complexidade das obras	p.80
Figura 24: média do PPC das obras e eventos importantes durante o desenvolvimento do trabalho	p.81
Figura 25: avaliação da implantação das práticas associadas ao PCP.....	p.82
Figura 26: dispositivo visual de identificação do LD.....	p.84
Figura 27: documentos desenvolvidos durante a etapa 1	p.85
Figura 28: apresentação dos gráficos do indicador PPC na reunião de engenharia	p.87
Figura 29: percentual de eficácia do sistema de planejamento por obra	p.88
Figura 30: Parque fabril e localização das obras	p.90
Figura 31: PPC semanal da obra O	p.92
Figura 32: problemas para o não cumprimento dos planos na obra O	p.95
Figura 33: falhas relacionadas ao planejamento	p.96
Figura 34: planilha utilizada para os planos de curto prazo	p.98
Figura 35: percentual de tarefas executadas e não planejadas na reunião de curto prazo	p.98
Figura 36: evolução do indicador IRR	p.100
Figura 37: datas de remoção das restrições e a semana do planejamento de médio prazo	p.100
Figura 38: quadro metálico com imãs para planejamento dos locais de descarga	p.101
Figura 39: DFD do PCP final	p.103
Figura 40: dicionário de dados do DFD consolidado do PCP	p.104
Figura 41: ciclo de aprendizagem vivencial	p.112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: PPC médio das obras analisadas	p.78
Tabela 2: relação de serviços contratados	p.90

SIGLAS

CV: Coeficiente de Variação

DFD: Diagrama de Fluxo de Dados

GM: *General Motors Company*

IRR: Índice de Remoção de Restrições

JIT: *Just in Time*

LD: Local de Descarga

NORIE: Núcleo Orientado para a Inovação na Edificação

PESP: Percentual de Eficácia do Sistema de Planejamento e Controle da Produção

PCP: Planejamento e Controle da Produção

PCS: Planejamento e Controle da Segurança

PDP: Planejamento e Desenvolvimento do Produto

PPC: Percentual do Planejamento Concluído

PPC/S: Percentual do Planejamento Concluído do Subempreiteiro

SEBRAE: Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

STP: Sistema Toyota de Produção

TFV: Teoria da Transformação-Fluxo-Valor

TRF: Troca Rápida de Ferramentas

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Na primeira parte deste capítulo justifica-se e contextualiza-se o desenvolvimento do presente trabalho. Em seguida, são apresentados as questões de pesquisa e os objetivos deste trabalho. Finalmente, apresenta-se a estrutura desta pesquisa.

1.2 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

1.2.1 CONTEXTO

Durante a formação de graduação do autor deste trabalho, sempre fizeram parte de seu pensamento o enfoque prático das atividades da obra e uma forte desconsideração pelas teorias que fundamentam a gestão da produção. Em suas atividades profissionais, este autor sempre foi considerado um bom engenheiro “tocador de obra”, que tinha soluções rápidas, baseadas na experiência e intuição, para os problemas de obra, tais como as sugestões: “adicione mais mão-de-obra” ou “tente com mais vontade”, referidas no trabalho de Ballard (2000). Pode-se afirmar que o autor deste trabalho, em suas atividades profissionais, fazia o papel conhecido na prática profissional como “bombeiro”, normalmente “apagando incêndios”. Este tipo de atuação profissional é caracterizada pela tomada de decisões rápidas, sem um envolvimento com o planejamento das atividades e com o crescimento contínuo (KOSKELA, 2000). A existência deste tipo de profissional tem sido identificada como uma das barreiras para o desenvolvimento do processo de planejamento e controle da produção (PCP) nas empresas de construção civil, visto que, como o planejamento não é considerado uma tarefa prioritária, é necessária a existência do gerente “tocador de obras” (ISATTO et al., 2000).

Com o decorrer dos anos, o cansaço, a desilusão com a engenharia, o *stress* e a falta de qualidade de vida, em decorrência da experiência profissional adquirida, foi se tornando uma realidade

insustentável. Uma primeira possibilidade de mudança surgiu quando este autor participou como interveniente do trabalho de pesquisa realizado por Bernardes (2001), propiciando os primeiros contatos com os conceitos e princípios de gestão da produção e do processo de planejamento e controle da produção. A partir daquele estudo, a empresa na qual o autor está vinculado passou a se envolver em um conjunto de projetos de pesquisa desenvolvidos pelo Núcleo Orientado para a Inovação na Edificação (NORIE), trabalhos que têm contribuído para mudar a realidade supracitada. Este trabalho reflete um esforço em alterar esta realidade pessoal e organizacional através dos estudos e da aplicação dos conceitos e princípios de gestão da produção.

Neste contexto, é importante salientar que a indústria da construção civil, nos últimos anos, tem procurado se adaptar às novas exigências dos clientes, principalmente quanto às questões de custo e qualidade dos seus produtos. Com o intuito de atender às novas exigências, a cadeia produtiva da construção civil vem desenvolvendo, nos últimos anos, movimentos em busca da melhoria de qualidade (SOUZA, 1997). Contudo, os resultados dos esforços de implantação de sistemas da qualidade na construção continuam ambíguos (KOSKELA, 2000). O que é realizado no canteiro de obras, com frequência, não segue a implementação do sistema de qualidade, sendo que normalmente o que está documentado não é realizado (HAMMARFUND, 1996 apud KOSKELA, 2000). Em geral, são encontradas poucas evidências dos benefícios da implementação do sistema da qualidade (HAMMARFUND, 1996 apud KOSKELA, 2000; MAROSSZEKY et al., 2002).

Por outro lado, a bibliografia indica que o processo de planejamento e controle da produção (PCP) exerce um papel fundamental para atender às novas exigências competitivas do mercado de trabalho, destacando-se que o planejamento tem um papel fundamental nas funções de direção e controle (LAUFER & TUCKER, 1987). Este processo também tem a função de comunicar e coordenar os principais intervenientes do empreendimento, conciliando as diversas atividades das partes envolvidas (LAUFER & TUCKER, 1987; ECHEVERRY et al., 1989 apud FORMOSO, 1991). Laufer (1990) destaca ainda que o processo de planejamento e controle da produção é necessário para:

- a) obter um melhor entendimento dos objetivos do empreendimento e aumentar a probabilidade de obtê-los;

- b) definir todos os requisitos do trabalho, permitindo assim que cada participante do empreendimento identifique e planeje a sua parte;
- c) estabelecer uma melhor coordenação e integração dos diversos níveis hierárquicos e funcionais do empreendimento;
- d) prover um padrão de referência para monitorar, revisar e controlar o empreendimento;
- e) explorar a experiência acumulada do gerenciamento e execução do projeto através do aprendizado desenvolvido durante o processo.

Em que pese a sua importância, várias deficiências do processo de planejamento e controle da produção na indústria da construção civil têm sido apontadas:

- a) o processo de planejamento é, normalmente, considerado apenas como a utilização de técnicas de preparação de planos, sem consistência, e fundamentadas na intuição e experiência dos gerentes e não como um processo gerencial (LAUFER & TUCKER, 1987);
- b) as empresas de construção focam primeiramente o planejamento no tempo, e, depois, o estendem para a alocação de recursos e o fluxo de caixa. A questão central de como dirigir o trabalho não recebe a devida atenção (LAUFER & TUCKER, 1987);
- c) o processo de planejamento é tratado com a visão de conversão¹. A visão de processo como um fluxo é normalmente negligenciada pelas organizações (BALLARD, 2000);
- d) o processo de planejamento e controle da produção existente na prática é normalmente diferente do que é prescrito nos livros-texto de gerenciamento dos empreendimentos, sendo dada ênfase excessiva na fase de preparação dos planos e negligenciando os outros estágios do processo de planejamento (FORMOSO, 1991).

¹ O conceito de processo com as visões de conversão e de fluxo é apresentado no capítulo 2 deste trabalho.

Laufer & Tucker (1987) afirmam que é muito comum encontrar planos formais desenvolvidos pela equipe do escritório da central da empresa apenas decorando as paredes e murais dos canteiros de obras;

- e) a incerteza, inerente ao processo da construção civil, é negligenciada pela maioria dos planejadores. Este fato é evidenciado em situações em que os planos são extremamente detalhados, necessitando constantemente ser revisados e atualizados (LAUFER & TUCKER, 1987).

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos no intuito de transformar esta realidade. Internacionalmente podem ser destacados os trabalhos de Laufer e Tucker (1987) e de Ballard e Howell (1997). No Núcleo Orientado para a Inovação na Edificação (NORIE) destacam-se os trabalhos dos pesquisadores Oliveira (1999), Alves (2000), Marchesan (2001) e Bernardes (2001), em relação aos quais este trabalho pretende dar continuidade. O trabalho de Laufer e Tucker (1987) destaca-se como um marco conceitual para o processo de planejamento e controle da produção. No referido trabalho os autores realizaram uma análise crítica do processo de planejamento existente na prática, propondo que o planejamento deve ser desenvolvido em duas dimensões: a dimensão vertical e a dimensão horizontal.

O desenvolvimento do sistema de planejamento e controle da produção denominado *Last Planner* (BALLARD, 2000; BALLARD & HOWELL, 1997b) também se tornou um referencial teórico muito importante ao PCP, desencadeando vários trabalhos de pesquisa em planejamento e controle da produção. Oliveira (1999) identificou e selecionou indicadores relacionados aos níveis de longo, médio e curto prazo do PCP. Este estudo indicou, através de um conjunto de indicadores, que a implementação de um modelo de PCP² contribuiu para um avanço na gestão da produção das empresas que participaram de seu trabalho. Alves (2000) propõe diretrizes para a gestão de fluxos físicos nos canteiros de obras, integradas ao processo de planejamento e controle da produção, baseadas em conceitos e princípios vinculados ao paradigma da produção enxuta³, com intuito de reduzir ou eliminar as perdas que ocorrem nos fluxos da produção.

² O referido modelo de planejamento e controle da produção para empresas construtoras foi desenvolvido pelo grupo de pesquisa do Núcleo Orientado para a Inovação na Construção (NORIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

³ O paradigma da construção enxuta é apresentado no capítulo 2 deste trabalho.

Marchesan (2001) abordou o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de custos para obras civis, utilizando os princípios do custeio por atividade, incorporando ao processo de custeio a visão de fluxo, com o intuito de gerar informações relevantes à gestão da produção. O referido autor também desenvolveu um modelo com o intuito de integrar as informações geradas pelo sistema de custeio com o processo de PCP. Bernardes (2001) contribuiu para o desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras de pequeno e médio porte⁴. Este trabalho apresentou avanços no processo de implantação do modelo de PCP e propõe diretrizes para a implantação de sistemas de planejamento e controle da produção em empresas de construção.

1.2.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Bernardes (2001) avaliou a eficácia da implementação e a adequação do modelo de PCP desenvolvido em seu trabalho, através da análise das práticas essenciais para o desenvolvimento do PCP. A figura 1 apresenta os resultados obtidos pelo referido autor.

Item de avaliação	Empresa						
	A	C	D	E	F	I	J
Eficácia da implementação - %	50	40,9	40	15	4,2	25	46,2
Adequação ao modelo na empresa - %	46,4	35,7	39,3	17,9	3,6	2,6	53,6

Figura 1: resumo da eficácia da implementação e adequação do modelo nas empresas (adaptado de Bernardes, 2001)

Analisando-se a figura 1, constata-se que os resultados obtidos quanto à eficácia de implementação e adequação do modelo de planejamento nas empresas foi relativamente modesto. Também se constatou que ocorreu um descarte das empresas participantes de alguns elementos do modelo de PCP que foi desenvolvido. O descarte ocorreu principalmente pela falta de compreensão dos funcionários que participaram do trabalho sobre a utilidade de alguns elementos do modelo (BERNARDES, 2001).

⁴ Esse autor desenvolveu no seu trabalho de doutoramento a compilação, através de um modelo de PCP, de um conjunto de trabalhos de pesquisa em planejamento e controle da produção desenvolvidos pelo NORIE/UFRGS.

Analisando-se as pesquisas baseadas no sistema *Last Planner*, proposto por Ballard (2000), percebe-se que a maioria dos trabalhos enfatiza a implantação inicial do processo de planejamento, normalmente através de um ou mais estudos em empresas de construção (SOARES et al., 2002). No entanto, observa-se que poucos estudos analisaram o esforço de manutenção do sistema de planejamento implantado na organização e de que maneira este sistema pode sistematicamente ser melhorado.

A partir da discussão apresentada anteriormente, foi definida a seguinte questão de pesquisa para este trabalho: **“Como manter e aperfeiçoar o processo de planejamento e controle da produção em empresas de construção civil?”**

Para a elaboração da questão de pesquisa, este trabalho entende que:

- a) **manter:** significa consolidar o PCP na organização após o esforço inicial de implantação;
- b) **aperfeiçoar:** significa implantar o PCP nas demais unidades de produção da organização e aperfeiçoá-lo continuamente.

A partir da questão de pesquisa principal deste trabalho foram propostas as seguintes questões de pesquisa secundárias:

- a) Quais são as principais barreiras para a manutenção e desenvolvimento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras?
- b) Quais os principais fatores que influenciam positivamente a manutenção e desenvolvimento do PCP em empresas construtoras?
- c) Como os sistemas de gestão da qualidade, baseados nas normas ISO 9000, podem contribuir no desenvolvimento do PCP?

1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO

A partir dos problemas de pesquisa apresentados, foram propostos os objetivos principais e secundários deste estudo.

O objetivo principal deste trabalho consiste na proposição de diretrizes para manter e aperfeiçoar o PCP nas organizações.

Os objetivos secundários do projeto de pesquisa estão listados a seguir:

- a) identificar as principais barreiras para a manutenção do PCP nas organizações;
- b) identificar os principais fatores que contribuam para a manutenção e aperfeiçoamento do PCP em empresas construtoras.

1.4 PRESSUPOSTOS

Este projeto de pesquisa parte do pressuposto que o modelo de planejamento de controle da produção (Bernardes, 2001) é apropriado para as empresas construtoras.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho encontra-se dividido, além do presente capítulo, na seguinte estrutura:

- a) no capítulo 2, são apresentados os conceitos e princípios do Sistema Toyota de Produção e o chamado paradigma da Produção Enxuta (*Lean Production*). A seguir, é discutida a teoria Transformação-Fluxo-Valor proposta por Koskela (2000);
- b) no capítulo 3, é abordado o processo de planejamento e controle da produção, inicialmente pela suas duas dimensões horizontal e vertical.

Logo após, apresenta-se o sistema *Last Planner* e o modelo de PCP desenvolvido pelo NORIE/UFRGS;

- c) no capítulo 4, apresenta-se detalhadamente o método de pesquisa adotado neste trabalho, incluindo a estratégia e o delineamento da pesquisa e as atividades realizadas;
- d) no capítulo 5, são apresentados os resultados do trabalho. Primeiramente são descritas as etapas de implantação, manutenção e aperfeiçoamento do PCP na empresa estudada. Em seguida, apresenta-se detalhadamente o estudo realizado em uma das obras da empresa. A seguir, apresentam-se as diretrizes para manter e aperfeiçoar o PCP nas organizações;
- e) no capítulo 6, apresentam-se as conclusões da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

2 CONCEITOS E PRINCÍPIOS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo explora o desenvolvimento da produção em massa, passando pelo surgimento do Sistema Toyota de Produção e do paradigma da Produção Enxuta (*Lean Production*). Posteriormente, discute-se a teoria de produção Transformação-Fluxo-Valor (KOSKELA, 2000).

2.2 A PRODUÇÃO EM MASSA

Frederick W. Taylor, tido como o “pai da administração científica” tinha como centro de seu sistema de gerenciamento a divisão do processo em partes, sendo que a eficiência do sistema ocorre com a melhoria de cada parte (HOPP & SPEARMAN, 1996). Segundo Taylor (1990), era necessária a formação de uma camada de gestores responsáveis pelas funções de planejamento e controle. Para esse autor deveria ocorrer uma clara divisão entre as tarefas de planejamento e controle e das tarefas de execução da produção. Assim, surgiu o primeiro paradigma⁵ da administração da produção, que tinha o foco na melhoria das operações, ou seja, na racionalização do trabalho das pessoas e na melhoria das máquinas (ANTUNES JUNIOR, 1998).

Se Taylor preocupou-se com a padronização do trabalho, Henry Ford buscou a total padronização das peças, a intercambialidade e a facilidade de montagem na produção de automóveis (FORD, 1926 apud ALVES, 2000). As novas técnicas de Ford reduziram substancialmente os custos da produção de automóveis, aumentando, ao mesmo tempo, a qualidade do produto em comparação com a produção artesanal de automóveis (WOMACK et al., 1992). Assim, Ford denominou seu sistema inovador de “produção em massa”⁶ (WOMACK et al., 1992). A chave para a produção em massa não era a linha de montagem, mas a completa e consistente intercambiabilidade da peças e sua facilidade de ajuste entre si (WOMACK et al., 1992). Para obter esta intercambialidade, Ford

⁵ Paradigma é “uma constatação de crenças, valores, técnicas, etc., partilhadas pelos membros de uma comunidade” (KUHN, 1995 apud ANTUNES JUNIOR, 1998).

⁶ Ford propôs este termo em um artigo de 1926 para a Enciclopédia Britânica. Muitos outros autores desta época denominaram suas técnicas de “*fordismo*” (WOMACK et al., 1992).

insistiu que o mesmo sistema de medidas deveria ser utilizado em todas as peças ao longo do processo de fabricação (WOMACK et al., 1992). Além de aperfeiçoar a intercambiabilidade das peças, Ford desenvolveu a idéia do operário intercambiável (WOMACK et al., 1992). Neste sentido, o montador da linha de produção em massa de Ford tinha apenas uma tarefa, como, por exemplo, ajustar duas porcas em dois parafusos ou, quem sabe, colocar uma roda em cada carro (WOMACK et al., 1992). O operário não precisava solicitar peças, procurar ferramentas, consertar seus equipamentos, inspecionar a qualidade de seu trabalho ou mesmo entender o que os demais operários ao seu redor estavam fazendo (WOMACK et al., 1992). Ao trabalhador bastava apertar um botão ou puxar uma alavanca para que a máquina executasse a tarefa necessária (WOMACK et al., 1992). Este processo foi obtido através da redução drástica do tempo de preparação, com a utilização de máquinas capazes de realizar apenas uma tarefa (WOMACK et al., 1992).

O sucesso dos automóveis de Ford baseava-se, em primeiro lugar, nos seus baixos preços (WOMACK et al., 1992). Neste sentido, os trabalhadores eram considerados como potenciais compradores dos automóveis produzidos por sua empresa (ANTUNES JUNIOR, 1998). No entanto, Ford não se preocupava muito com as necessidades dos clientes (HOPP & SPEARMAN, 1996). Sua famosa frase: “*o cliente pode escolher qualquer cor para o seu carro, desde que este seja preto*” resume seu pensamento (HOPP & SPEARMAN, 1996). Assim, a produção em massa falhou por não oferecer aos clientes variedade de produtos (HOPP & SPEARMAN, 1996).

Chamado para trabalhar na *General Motors (GM)*⁷, Alfred Sloan, logo percebeu dois problemas críticos que a GM deveria solucionar: a administração profissional dos empreendimentos e o aperfeiçoamento dos produtos de Ford, com o objetivo de servir a “*todos os bolsos e propósitos*” (WOMACK et al., 1992). A *Ford Motor Company*, neste período, sofria de problemas organizacionais, dentre os quais se pode destacar a falta de sistemas administrativos para as fábricas, para as operações de engenharia e o para o *marketing* (WOMACK et al., 1992). Sloan tornou o sistema de produção de Ford completo através das divisões descentralizadas, técnicas de

⁷ A *General Motors*, fundada por William Durant, durante a depressão de 1920, estava passando por uma intervenção por exigências de seus banqueiros, devido a sua desorganização gerencial. Através da gestão de Pierre Du Pont, Alfred Sloan foi convidado para presidir a empresa (WOMACK et al., 1992).

marketing, e de métodos de previsão de demanda (HOPP & SPEARMAN, 1996; WOMACK et al., 1992).

Assim, as técnicas de produção em massa, desenvolvidas inicialmente por Ford, fortemente baseadas nas propostas de Taylor, foram aperfeiçoadas através das idéias gerenciais de Sloan na *General Motors* e impulsionaram a proliferação da produção em massa, cujas idéias ainda são utilizadas nos dias de hoje (HOPP & SPEARMAN, 1996; WOMACK et al., 1992). O sistema de produção em massa permaneceu hegemônico até os anos setenta, quando, influenciado principalmente pela crise do petróleo, gradativamente o ambiente de negócios foi se modificando (ANTUNES JUNIOR, 1998).

2.3 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Em 1950, o engenheiro Eiji Toyoda, da *Toyota Motor Company* visitou a fábrica Rouge da Ford, em Detroit, na época o maior e mais eficiente complexo fabril do mundo, com o intuito de melhorar o seu sistema de produção (WOMACK et al., 1992). Segundo esses autores, durante o nascimento do Sistema Toyota de Produção (STP)⁸, esta empresa enfrentava diversos problemas:

- a) **o mercado interno da Toyota era limitado**⁹: havia também grande variação na demanda de veículos, como, por exemplo, carros de luxo, caminhões grandes e pequenos, e pequenos carros;
- b) **força de trabalho era nativa do Japão**: os trabalhadores não estavam dispostos a serem tratados como uma peça intercambiável e um custo variável. Além disso, as novas leis trabalhistas e o aumento de poder de barganha dos sindicatos, que

⁸ O Sistema Toyota de Produção foi desenvolvido na empresa Toyota durante a gestão de Taiichi Ohno. Outros nomes foram utilizados para transmitir suas idéias, como por exemplo: *just-in-time*, *TQC*, sistemas de produção com estoque zero (ANTUNES JÚNIOR, 1998). Ultimamente, após os trabalhos de Womack et al. (1992), estes sistemas de produção têm sido denominados de Produção Enxuta ou *Lean Production* (ANTUNES JÚNIOR, 1998).

⁹ Cabe destacar, que em 1950 a *Toyota Motor Company*, tinha, após 13 anos de trabalho, produzido 2685 veículos, quantidade insignificante, se comparado com os 7000 automóveis produzidos em só dia pela unidade da Ford de Rouge (WOMACK et al., 1992).

passaram a representar a todos os empregados de uma empresa, colocaram os trabalhadores em condições de negociar condições mais favoráveis de trabalho¹⁰.

- c) **a economia do Japão estava devastada pela guerra:** havia pouca disponibilidade de capitais, dificultando as compras das tecnologias de produção ocidentais mais recentes;
- d) **havia um grande número de produtores de veículos em outros países:** alguns tinham grande interesse em atuar no Japão, e estavam dispostos a criar barreiras comerciais contra as exportações do mercado japonês.

Neste período, Toyoda Kiichirō, então presidente da *Toyota Motor Company*, lançou o desafio de alcançar, em três anos, os Estados Unidos (OHNO, 1997). Segundo esse autor, a base do Sistema Toyota de Produção é a eliminação completa de desperdícios, utilizando os dois pilares do sistema que são: *just-in-time (JIT) e automação*, ou automação com um toque humano.

O *JIT* significa que no fluxo da produção as partes necessárias para a produção de um produto chegam à linha de montagem somente no instante necessário e na quantidade necessária (OHNO, 1997). Assim o *JIT* tem como ideal a produção com estoque zero, ou seja, sem estoque (SHINGO, 1996b), o que requer um fluxo muito bem organizado no sistema de produção. Se os materiais não estão disponíveis quando o posto de trabalho necessita, todo o sistema de produção pode ser interrompido (HOPP & SPEARMAN, 1996). Segundo esses autores, a Toyota, entre os anos de 1940 e 1970, instituiu um conjunto de procedimentos e sistemas para implantar o *JIT* e a automação. Estes procedimentos incluem o famoso sistema *Kanban*¹¹, sistemas de redução do

¹⁰ No Japão, não existiam imigrantes temporários dispostos a enfrentar condições de trabalho desfavoráveis em troca de remuneração (WOMACK et al., 1992), condições que ocorriam na época do surgimento da produção em massa de Ford.

¹¹ O *Kanban* é normalmente um pedaço de papel, dentro de um envelope de vinil, no formato retangular (OHNO, 1997). Neste pedaço de papel a informação pode ser dividida em três categorias: coleta, transferência e de produção (OHNO, 1997). Segundo o autor citado, um *Kanban* sempre acompanha os produtos, e, portanto, é um instrumento importante para o *JIT*. Normalmente um *container* (um carrinho) está associado ao sistema, conferindo mais efetividade ao sistema.

tempo de *setup*¹², treinamento dos colaboradores, relações de vendas, controle de qualidade e muitos outros. O *JIT* com o enfoque de “estoque zero” estimula uma meta que nunca pode ser obtida no processo de produção. No entanto, é uma filosofia que motiva o constante crescimento (HALL, 1983 apud HOPP & SPEARMAN, 1996), promovendo a melhoria de qualidade (HOPP & SPEARMAN, 1996).

O sistema *Kanban* foi inspirado nos supermercados, nos quais a reposição dos produtos é realizada, somente depois que estes forem vendidos, minimizando, desta maneira os estoques (SHINGO, 1996A; SHINGO, 1996B; OHNO, 1997). Busca-se assim reduzir o estoque de produtos acabados, sendo programada a produção somente em resposta aos pedidos, minimizando também o trabalho em progresso ou *work-in-progress* (HOPP & SPEARMAN, 1996). Esta configuração é denominada de sistema de produção puxada (*pull system*) (SHINGO, 1996b). O *Kanban* é técnica para operacionalizar o *just-in-time* (OHNO, 1997).

A **automação**, ou automação com toque humano, foi desenvolvida na Toyota, com o intuito de possibilitar que as máquinas parem automaticamente quando algum problema for detectado (OHNO, 1997). Segundo esse autor, a parada da máquina decorrente de algum problema força todos a tomar conhecimento do fato e, quando o problema é claramente compreendido, torna-se possível à melhoria.

Shingo (1996b), respondendo ao questionamento sobre o que é o Sistema Toyota de Produção, afirmou: “*é um sistema que visa à eliminação de perdas*”. As perdas estão relacionadas à utilização de recursos de qualquer origem (material, mão-de-obra, equipamento, capital) acima da quantidade mínima necessária para atender os requisitos dos clientes (ISATTO et al., 2000). Os sete tipos de perdas do Sistema Toyota de Produção são (SHINGO, 1996b; OHNO, 1997):

¹² As operações de *setup* são a preparação antes e depois das operações, remoção e ajustes de matrizes e ferramentas (SHINGO, 1996b). Segundo esse autor, uma maneira de reduzir o *setup* é a troca rápida de ferramentas (TRF). A TRF tinha duas razões, primeiramente produzir em lotes pequenos, que eliminava os custos financeiros dos estoques de peças, e, ainda, produzir apenas algumas peças antes de montá-las no carro, estimulando que os erros de prensagem logo aparecessem (WOMACK et al., 1992).

- (a) por **superprodução**: podem ocorrer quando uma quantidade superior à necessária é produzida ou quando os itens são produzidos num momento anterior ao necessário;
- (b) por **espera**: há dois tipos de espera, as esperas por **processo** e as esperas do **lote**. As esperas de um lote ocorrem, quando um lote inteiro permanece esperando, enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado. A espera do processo existe quando uma peça é processada e outras se encontram esperando (SHINGO, 1996b). Segundo esse autor para reduzir as perdas por espera é necessário eliminar as condições que geram variabilidade¹³. Neste sentido, a equalização e a sincronização entre os processos podem contribuir para a redução ou eliminação das esperas de processo;
- (c) por **transporte**: estão relacionadas à movimentação de materiais, que geram custo, mas, no entanto, não agregam valor (ANTUNES JUNIOR, 1998). A redução da necessidade de transporte deve iniciar através da melhoria de *layout* da planta, sendo seguido pelo esforço de tornar os meios de transporte mais racionais (SHINGO, 1996b);
- (d) durante o **processamento**: está relacionada à realização de parcelas de processamento que não agregam valor ao produto final, podendo estas ser eliminadas sem afetar as características ou as funções do produto (GUINATO, 1996 apud ALVES, 2000). Shingo (1996b) propõe, neste caso, as melhorias voltadas à engenharia e à análise de valor no intuito de reduzir este tipo de perda;
- (e) por **estoque**: a relação entre o período do prazo de entrega e do ciclo de produção exerce grande influência nos estoques de produção. Assim, a produção contra-pedido faz com que o prazo de entrega seja muito longo, sendo possível reduzir o estoque através da redução do ciclo de produção (SHINGO, 1996b). Ainda segundo esse autor, outra forma de reduzir o estoque é através da produção em pequenos lotes. Shingo (1996a) propõe que a necessidade

¹³ Segundo Hopp e Spearman (1996), existem dois tipos de variabilidade: variabilidade do tempo do processo e variabilidade do fluxo. A variabilidade do tempo do processo está relacionada aos postos de trabalho (*workstation*), mas a variabilidade de fluxo é aquela que faz com que uma estação de trabalho afete o comportamento da linha de produção (HOPP & SPEARMAN, 1996).

de estoque pode ser reduzida diminuindo-se o *lead time*, através das trocas rápidas de ferramentas (TRF), com a redução do tempo de *setup*, utilização controle de qualidade “zero defeito”¹⁴, redução das quebras das máquinas e a utilização de trabalhadores multifuncionais;

- (f) por **movimento**: esta perda está relacionada às movimentações que não são necessárias, realizadas pelos trabalhadores durante suas atividades. A melhoria dos movimentos pode ser obtida através da consideração de fatores humanos, psicologia e fisiologia do trabalho, durante a definição das tarefas (SHINGO, 1996b);

- (g) por produção de **produtos defeituosos**: as inspeções devem eliminar os defeitos, ao invés de descobri-los. Assim, é necessário utilizar-se inspeções 100 %, mais efetivas que as inspeções por amostragem (SHINGO, 1996b). Segundo esse autor, as técnicas de controle na fonte, auto-inspeção e verificações sucessivas são extremamente eficazes na redução deste tipo de perda.

Com relação ao retrabalho, Taichii Ohno concluiu, que se a prática das empresas de produção em massa de deixar passar os carros com defeito para que a linha de montagem continuasse funcionando, fazia com que os erros se multiplicassem (WOMACK et al., 1992). Assim, em oposição às fábricas de produção em massa, nos quais somente um gerente sênior podia parar a linha de montagem, Ohno colocou uma corda sobre cada estação de trabalho, treinando os trabalhadores para que parassem toda a linha de montagem, caso surgisse algum problema que eles não pudessem corrigir (WOMACK et al., 1992). Após a parada, os trabalhadores deveriam solicitar auxílio a toda equipe para trabalhar no problema detectado, buscando detectar a origem deste (WOMACK et al., 1992). A técnica utilizada para detectar a origem do problema é denominada de

¹⁴ O Sistema Toyota de Produção utiliza sistemas “inspeção 100 %” ou “zero defeito” em seus processos. Estes sistemas são chamados de *poka-yoke*, ou dispositivos a prova de erros (SHINGO, 1996a). Segundo esse autor, o *poka-yoke* pode ser utilizado de duas maneiras para corrigir os erros: pelo método de controle e pelo método de advertência. No método de controle, quando o *poka-yoke* é ativado, a máquina ou a linha de processamento pára, permitindo assim que o problema possa ser corrigido. No método de advertência, quando o *poka-yoke* é ativado, soa um alarme ou ocorre a sinalização de uma luz, com o objetivo de alertar o operador.

“5 por quês?” (SHINGO, 1996a; SHINGO, 1996b; OHNO, 1997). Segundo esses autores, a técnica consiste em perguntar “por que?” repetidas vezes até que a resposta seja encontrada.

Outro conceito importante do Sistema Toyota de Produção refere-se ao agrupamento dos trabalhadores em equipe, com um líder na equipe, ao invés de um supervisor, como ocorre no sistema de produção em massa (WOMACK et al., 1992). Segundo esses autores, a Toyota passou a atribuir às equipes as tarefas de limpeza, pequenos reparos de ferramentas, além do controle da qualidade. Ohno (1997), discorrendo sobre a redução dos custos no STP, argumenta que é necessário um sistema de gestão total que desenvolva a habilidade humana até a sua maior capacidade, a fim de desenvolver a criatividade com intuito de utilizar bem máquinas, instalações e eliminar as perdas. Depois que as equipes estavam funcionando a contento, a Toyota reservou um horário para que as equipes sugerissem um conjunto de medidas com o objetivo de melhorar o processo¹⁵ (WOMACK et al., 1992).

O Sistema Toyota de Produção é apontado por diversos autores como a origem de uma mudança de paradigma (HOPP & SPEARMAN, 1996; KOSKELA, 2000). Antunes Junior (1998) denomina o STP como o paradigma das melhorias nos processos. Womack et al. (1992) consideram que a verdadeira importância deste sistema está na constatação de que não se trata de uma simples adaptação do modelo norte-americano da produção em massa a um outro contexto. Womack et al. (1992) argumentam que os japoneses desenvolveram uma maneira totalmente nova de produzir, denominada por esses autores de **Produção Enxuta (*Lean Production*)**.

Nenhuma inovação fundamental em sistemas de produção deve ocorrer somente imitando-se seus aspectos superficiais (SHINGO, 1996a). Segundo esse autor, não se deve esperar por resultados completos e inovadores sem melhorias conceituais. Assim, é necessário não somente aplicar métodos, mas aprender as razões que estão por trás desses métodos (SHINGO, 1996a). Neste sentido, Lillrank (1995) argumenta que diferenças culturais, históricas e econômicas entre dois contextos, requerem alto grau de abstração para que possa ser realizada a transferência e a adaptação dos conceitos e princípios, conforme ilustra a figura 2. Assim, segundo esse autor, o

¹⁵ No ocidente, esta prática de coletar sugestões coletivas passou a se chamar “**círculos de qualidade**” (WOMACK et al., 1992).

sucesso da transferência depende de dois processos: abstração dos conceitos a partir da origem e, posteriormente, aplicação e adaptação dos conceitos. Lillrank (1995) afirma que a simples cópia de métodos, processos, técnicas e conceitos de um contexto cultural diferente é simples, mas sem efetividade, e tem o agravante de carregar distorções.

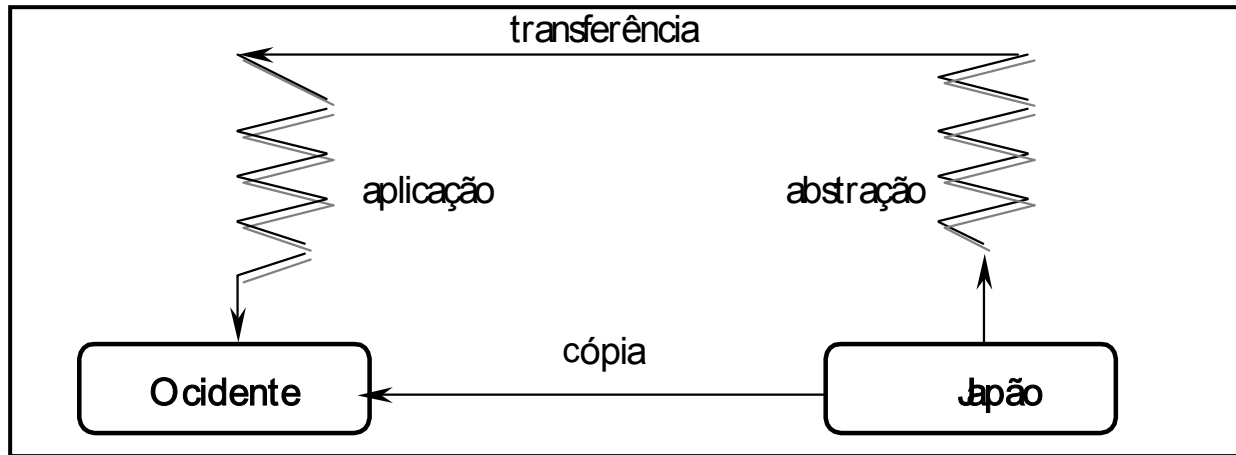


Figura 2: o processo de transferência de sistemas complexos (baseado em LILLRANK, 1995)

O STP tem sido saudado como a fonte da excelência em desempenho da indústria de manufatura (SPEAR & BOWEN, 1999). Muitos executivos têm visitado as fábricas da Toyota, mas poucas empresas conseguiram atingir os resultados da Toyota (SPEAR & BOWEN, 1999). Spear & Bowen (1999) questionam: qual motivo tem dificultado a decodificação do Sistema Toyota de Produção? A resposta, segundo esses autores, está no fato que os visitantes confundem ferramentas e práticas observadas nas fábricas visitadas, com a essência do sistema de produção. Ainda, segundo os autores supracitados, existe um aparente paradoxo no STP: normalmente as atividades, conexões e os fluxos da produção são rigidamente estabelecidos mas ao mesmo tempo as operações da Toyota são extremamente flexíveis e adaptáveis. Segundo os autores supracitados, a chave para entender esta questão está no fato de que o Sistema Toyota de Produção desenvolve uma “comunidade de cientistas” (SPEAR & BOWEN, 1999). Segundo esses autores, quando a Toyota elabora suas especificações, ela estabelece um grupo de hipóteses que podem ser testadas, isto é, um “método científico”¹⁶.

Spear & Bowen (1999) apresentam quatro regras que descrevem como a Toyota ensina o “método científico” aos seus colaboradores, em todos os níveis da organização. Os autores argumentam que

¹⁶ Spear & Bowen (1999) associam este grupo de hipótese e testes com o método científico.

estas regras¹⁷ representam a essência do STP e não as práticas ou ferramentas específicas que as pessoas observam durante as visitas. Essas regras são¹⁸:

- a) **primeira**: todo trabalho deve ser altamente especificado quanto ao conteúdo, seqüência, tempo e resultado.
- b) **segunda**: qualquer relação cliente-fornecedor deve ser direta;
- c) **terceira**: o caminho de qualquer produto e serviço deve ser simples e direto;
- d) **quarta**: qualquer crescimento deve ser desenvolvido utilizando o método científico, guiado por um instrutor.

2.4 EM DIREÇÃO A UMA TEORIA DE PRODUÇÃO

Os conceitos da *Lean Production*, oriundos do setor automobilístico, começaram a permear outros setores. Na construção civil, a aplicação da *Lean Production*, teve como marco principal o trabalho de Koskela (1992). Koskela (1996) expõe que normalmente as teorias são consideradas evidentes e dificilmente são mencionadas, e, em decorrência, não são testadas, seus domínios não são conhecidos, dificultando a sua aplicação em novas situações. Sua transferência e ensinamento são difíceis.

Uma teoria da produção contribui para esclarecer o comportamento observado e também para o entendimento do processo de produção (KOSKELA, 1999; KOSKELA, 2000). Além disso, a teoria da produção permite prever um comportamento futuro (KOSKELA, 1999). A validade da teoria é normalmente testada pela capacidade de investigar a previsão (KOSKELA, 2000). Koskela (2000) sugere um conjunto de elementos para caracterizar uma teoria de produção, conforme ilustrado na figura 3. Segundo esse autor, uma teoria da produção pode ser dividida em três níveis hierárquicos. O nível mais alto contém as noções conceituais que, normalmente, respondem à questão "o que é a produção?". O nível intermediário corresponde a princípios heurísticos, que descrevem as relações entre os conceitos. Os dois níveis superiores correspondem às noções da teoria. O nível inferior consiste em métodos, ferramentas, práticas, etc., que traduzem os respectivos conceitos e princípios em ações práticas.

¹⁷ Spear & Bowen (1999) expõem em seu trabalho que tentaram tornar "**explícito o que é implícito**" no STP.

¹⁸ Spear & Bowen (1999) apresentam os três primeiros princípios referentes a regras de projetos, mostrando como se agrupam todas as operações e experimentos e a última regra referente ao crescimento e desenvolvimento.

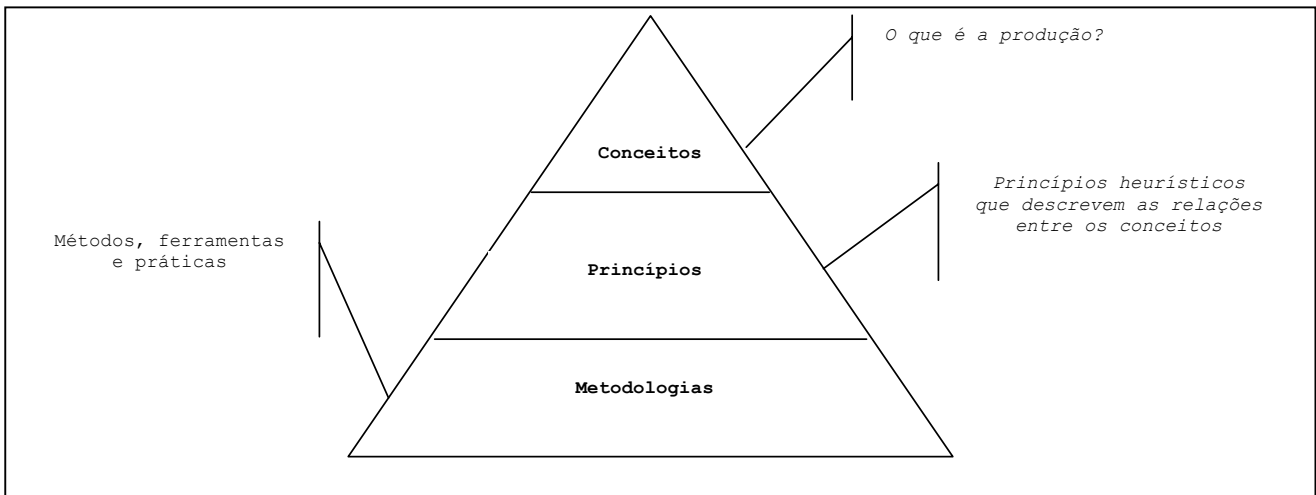


Figura 3: caracterização de uma teoria de produção (KOSKELA, 2000)

Koskela (2000) sugere que as análises históricas revelam a existência de três conceitos básicos utilizados para a produção. No primeiro conceito a produção é considerada como uma **transformação**¹⁹ de entradas em saídas. O segundo conceito analisa a produção como um **fluxo**. Neste caso, em adição à transformação, ocorrem na produção os estágios de espera, inspeção e transporte. O terceiro conceito está associado a como ocorre a geração de **valor**. Nos itens seguintes deste trabalho são apresentados os fundamentos dos três conceitos da produção.

2.4.1 O conceito de transformação da produção

Durante a grande parte do século XX, o modelo de transformação, também denominado modelo de conversão, fundamentou o desenvolvimento da administração da produção (KOSKELA, 2000). A produção como um processo de conversão pode ser definido como (KOSKELA, 1992; KOSKELA, 2000):

- a) o processo de produção é a conversão de entradas em saídas (figura 4);

¹⁹ Koskela (2000) argumenta que no século XX a teoria da produção dominante, tanto na prática como pesquisa, foi o modelo de transformação. Dentro das práticas deste modelo de produção pode se destacar: estandardização (ou padronização) da produção, máquinas com propósito específico e uso de mão de obra com pequena habilidade (HOUNSHELL, 1994 apud KOSKELA, 2000).

- b) o processo de conversão pode ser dividido em sub-processos, que são sub-processos de conversão;
- c) o custo total de cada processo pode ser reduzido através da redução do custo de cada sub-processo;
- d) o valor da saída do processo é associado com o custo (ou valor) de entrada deste processo. Portanto, na prática, o valor final de um produto pode ser aumentado através da utilização de melhores materiais e mais especialistas, resultando em aumento de custo.

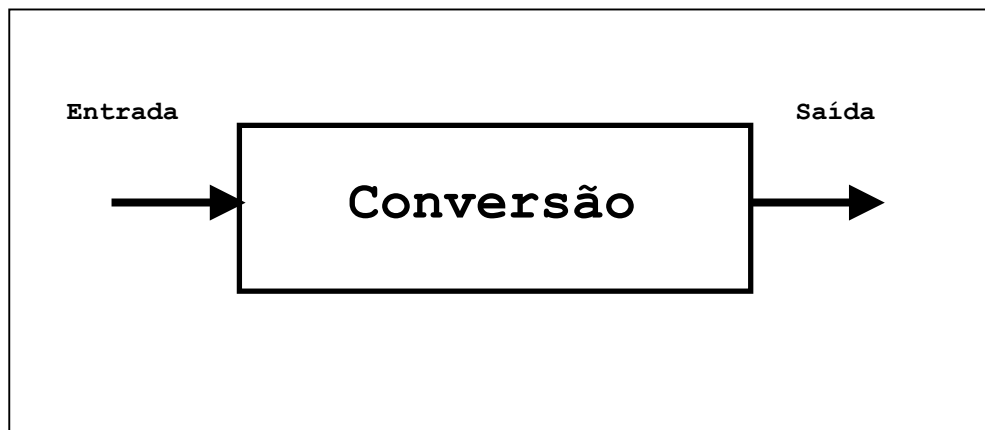


Figura 4: Modelo de produção pelo conceito de transformação (baseado em KOSKELA, 1992)

Baseado neste conceito, por exemplo, a atenção de gerenciamento do custo deve ser focada na redução do custo de cada operação, sub-processo ou departamento (KOSKELA 1992; KOSKELA 2000). Portanto, para tornar o processo mais produtivo, as estratégias utilizadas são aumentar o grau de especialização e a escala de produção (ISTVAN, 1992 apud KOSKELA, 2000). Neste sentido, o processo de estimativa de custos, no modelo de conversão, que suporta o controle, é baseado no que segue (UMBLE & SRIKANTH, 1990 apud KOSKELA, 1992):

- a) o custo total da produção é igual a soma do custo de cada operação;
- b) o custo total de cada operação (excluindo o custo de materiais) é proporcional ao custo do trabalho direto de cada operação.

Assim, cada sub-processo é considerado independente dos demais (KOSKELA, 2000). Esta independência é obtida através de *buffers*²⁰ (KOSKELA, 2000).

2.4.2 O conceito de fluxo da produção

Shingo (1996a) afirma que, no Ocidente, processos são considerados grandes unidades de análise e operações pequenas unidades de análise, quando se está estudando a produção. Assim, poderia se imaginar que, melhorando-se as operações, ou seja, as menores unidades de análise, a produção como um todo melhoraria (SHINGO, 1996a). No entanto, esse autor afirma que existe uma distinção clara entre processo e operação:

- a) **processo**: refere-se ao fluxo de produtos de um trabalhador a outro, ou seja, os estágios nos quais a matéria-prima movimenta-se até se tornar um produto acabado. O processo pode ser visualizado como um fluxo de materiais no tempo e no espaço;
- b) **operação**: refere-se ao estágio distinto, no qual um trabalhador pode trabalhar em diferentes produtos, ou seja, está relacionado a um fluxo humano temporal e espacial, fortemente centrado no trabalhador.

Neste contexto, segundo Shingo (1996a), processo é a transformação de matéria-prima em produto acabado e é efetivado através de uma série de operações. Shingo (1996a) afirma que os processos ocorrem num eixo Y, representando o fluxo de materiais até o produto acabado, e as operações ocorrem num eixo X, representando o fluxo no qual os trabalhadores executam o trabalho. Em outras palavras, esse autor afirma que “*produção é uma rede de processos (eixo Y) e operações (eixo X)*”. Portanto, o grande erro no conceito de processo é a decomposição da transformação do modelo de produção, pois negligencia o que está ocorrendo entre as operações (SHINGO, 1996a). Os processos são compostos de quatro fenômenos: processamento (ou conversão), inspeção,

²⁰ *Buffers* são estoques de amortecimento dispostos entre os postos de trabalho (HOPP & SPEARMAN, 1996). Neste sentido, a linha de montagem é projetada de maneira a garantir um fluxo linear de trabalho nos produtos. Para evitar eventuais paradas na linha, colocam-se estoques protetores (*buffers*) entre os postos de trabalho (TUBINO, 1999). Assim os *buffers* são uma folga planejada de recursos (tempo, material, capacidade ou espaço) necessária para proteger a produção contra a incerteza e variabilidade.

transporte e espera (GILBRETH, 1921 apud SHINGO, 1996a). Assim, ao se desenvolver melhorias na produção, deve ser dada prioridade inicial aos fenômenos de processo (SHINGO, 1996a). A figura 5 representa esquematicamente o conceito de produção como um fluxo.

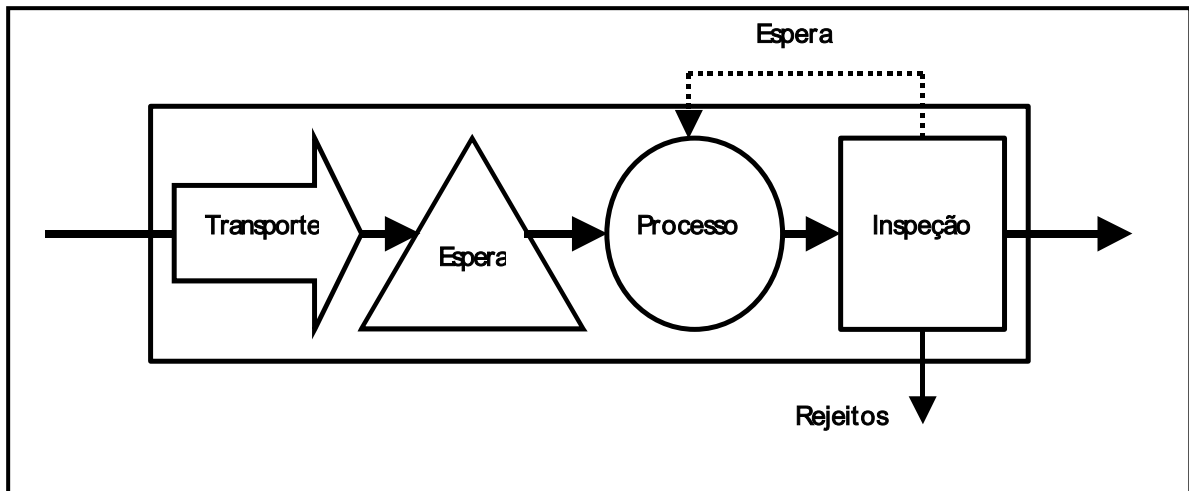


Figura 5: conceito de produção como fluxo (adaptado de KOSKELA, 1992; SANTOS, 1999)

No conceito de produção como fluxo, o enfoque das melhorias está focado na redução das atividades que não são necessárias na produção, ou seja, que não agregam valor (KOSKELA, 2000). O referido autor propõe princípios relacionados ao conceito de produção como fluxo, conforme segue²¹:

- a) **redução do lead time**²²: a redução do *lead time* força a redução das atividades de inspeção, movimentação e espera (atividades que não agregam valor). Além disso, a redução do *lead time* pode contribuir para a redução das perdas devido à redução do

²¹ Koskela (1992) identificou o princípio denominado “redução das atividades que não agregam valor” como um dos princípios para a aplicação da construção enxuta. Posteriormente, o referido autor, durante seu trabalho de doutoramento, o apresentou como o princípio teórico fundamental do conceito de produção como fluxo, sendo os outros princípios (alíneas a- e) derivados deste último.

²² *Lead time* é o tempo alocado para a produção de um produto (HOPP & SPEARMAN, 1996). Alguns autores consideram *lead time* como sinônimo de tempo de ciclo. Tempo de ciclo é o tempo alocado para um posto de trabalho terminar uma tarefa.

ciclo de detecção e correção dos problemas (KOSKELA, 1992), propiciando o aumento do efeito aprendizagem (ISATTO et al., 2000). A redução do *lead time* aumenta a velocidade de entrega do produto ao cliente, as estimativas de futuras demandas se tornam mais precisas, reduz o trabalho em progresso (*work-in-progress*), reduz o tamanho dos lotes, minimiza a variabilidade e induz a mudança do *layout* para a minimizar as distâncias (HOPP et al, 1990 apud KOSKELA, 1992);

- b) **redução da variabilidade:** segundo Hopp e Spearman (1996), a variabilidade aumenta o tempo de ciclo e o nível de trabalho em progresso. Ainda, segundo os mesmos autores, a alta variabilidade tende a aumentar o tempo de espera de todo o processo de produção. O enfoque prático de redução da variabilidade consiste em eliminar as causas dos problemas na sua origem (HOPP & SPEARMAN, 1996). Além disso, a atenção deve ser focada em reduzir tempos de *setup* e aumento da qualidade para redução do retrabalho (KOSKELA, 2000);

- c) **simplificação:** simplificação pode ser entendida como a redução do número de componentes de um produto, ou a redução do número de passos de um processo (KOSKELA, 1992). Esse autor sugere algumas medidas práticas para a aplicação deste princípio, como, por exemplo, utilizar equipes polivalentes e utilização de elementos pré-fabricados;

- d) **aumento da flexibilidade:** o aumento da flexibilidade de saída está vinculado ao conceito de processo como gerador de valor, e refere-se à possibilidade de mudar as características dos produtos entregues ao cliente, sem aumentar significativamente o custo dos mesmos (ISATTO et al., 2000). Existem diferentes tipos de flexibilidade: do *mix* de produtos; na introdução de novo produto; de volume, ou seja, a capacidade de variar o volume de produção; e no tempo de entrega (SUARES et al, 1995 apud KOSKELA, 2000).

- e) **aumento da transparência:** a falta de transparência aumenta a propensão ao erro, pois reduz a visibilidade dos erros e diminui a motivação para as melhorias (KOSKELA, 1992; FORMOSO et al., 2002). A redução da interdependência entre as unidades de produção, a utilização de equipamentos visuais para o reconhecimento do *status* do processo, a utilização de mecanismos apropriados para tornar o processo diretamente observável, a manutenção de um ambiente limpo e ordenado, a incorporação da informação no processo e a transformação de características invisíveis em visíveis através de medidas são apontados como abordagens para aumentar a transparência do processo por Koskela (1992).

2.4.3 O conceito de valor da produção

Valor é um conceito central em muitas teorias modernas de gerenciamento da produção (SANTOS, 1999). Gerar valor é satisfazer os requisitos do cliente, sendo que para cada atividade existem dois tipos de clientes: o cliente interno, responsável pela próxima atividade, e o cliente final (KOSKELA, 1992). O valor do produto deve ser determinado tendo como referência o cliente, sendo objetivo da produção satisfazer as necessidades do cliente (LEVITT, 1960 apud KOSKELA, 2000; DRUCKER, 1989 apud KOSKELA, 2000). O aumento do valor é obtido através da análise dos desejos do cliente e a subsequente transformação desta informação nas especificações dos produtos ou serviços (SANTOS, 1999). A figura 6 ilustra o processo de geração de valor.

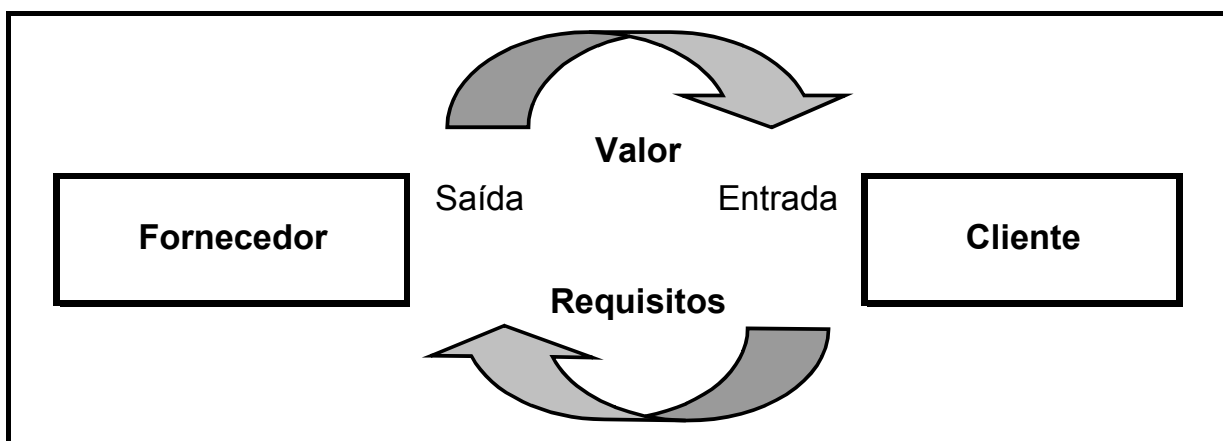


Figura 6: conceito de produção e a atividade de geração de valor (SANTOS, 1999)

Koskela (2000) propõe cinco princípios, que contemplam o ciclo de geração de valor:

- a) **captura dos requisitos:** garantir que todos os requisitos do cliente, tanto explícitos como implícitos, sejam capturados;
- b) **fluxo dos requisitos (*flow-down*):** garantir que os requisitos do cliente sejam identificados em todas as fases da produção, e que estes não sejam perdidos quando progressivamente transformados em soluções de projetos, planos de produção e produtos;
- c) **abrangência dos requisitos:** assegurar que os requisitos de todos os clientes²³. Todas as entregas aos clientes devem ser levadas em consideração;
- d) **garantir a capacidade do sistema de produção:** garantir que o sistema de produção tenha capacidade de produzir os produtos requisitados;
- e) **medir o valor:** assegurar, através de medições, que o valor é gerado para o cliente.

2.4.4 A integração dos conceitos Transformação-Fluxo-Valor na produção

Koskela (2000) propõe que os três conceitos da produção devem ser integrados e balanceados, definindo como **teoria TFV da produção** a integração destas três visões da produção e os princípios associados. Koskela (2000) afirma que o primeiro passo em direção a esta integração é analisar simultaneamente as três visões da produção. A principal contribuição da teoria TFV é estender a atenção para modelar, desenhar, controlar e melhorar a produção no enfoque das três visões da produção (KOSKELA, 2000). As figuras 7 e 8 apresentam a integração dos princípios associados e dos princípios gerais aos conceitos de transformação, fluxo e valor da produção.

Princípios gerais	Princípios associados
-------------------	-----------------------

²³ Whiteley (1999) apud Miron (2002) propõe que os clientes sejam divididos em cliente interno, intermediário e final.

Visão de transformação: adicionar valor realizando tarefas eficientemente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Decompor a produção em tarefas 2. Minimizar o custo de todas as tarefas decompostas
Visão de fluxo: reduzir parcela das atividades que não adicionam valor	<ol style="list-style-type: none"> 3. Reduzir o tempo de ciclo (<i>lead time</i>) 4. Reduzir a variabilidade 5. Simplificação 6. Aumentar a transparência 7. Aumentar a flexibilidade
Visão de valor: aumentar o valor ao cliente	<ol style="list-style-type: none"> 8. Garantir que todos os requisitos do cliente foram capturados 9. Garantir o <i>flow-down</i> dos requisitos do cliente 10. Garantir que todos os requisitos do cliente sejam entregues ao cliente 11. Garantir a capacidade do sistema de produção 12. Medir o valor

Figura 7: integração dos princípios da produção (adaptado de KOSKELA, 2000)

	Visão de Transformação	Visão de Fluxo	Visão de Valor
Conceito de produção	A transformação de entradas em saídas	O fluxo de material é composto por transformação, inspeção, movimento e espera	O processo onde o valor do cliente é produzido através da execução de seus requisitos
Princípios gerais	Tornando a produção realizada eficientemente	Eliminando as perdas (atividades que não agregam valor)	Eliminando a perda de valor
Exemplos de métodos e práticas	WBS ²⁴ , MRP ²⁵ , gráfico de responsabilidade organizacional	Fluxo contínuo, controle da produção puxado, e crescimento contínuo	Métodos de captura dos requisitos.
Contribuição prática	Tornando o centro do que pode ser feito	Tornando o centro a redução das tarefas que não são necessárias	Tornado o centro a melhor maneira de capturar os requisitos do cliente
Nome sugerido para a prática aplicação da visão	Gerenciamento da tarefa	Gerenciamento do fluxo	Gerenciamento do valor

Figura 8: integração da visão TFCV na produção (adaptado de KOSKELA, 2000)

²⁴ *Work Breakdown Structure* (WBS) consiste em uma estrutura de decomposição da obra em itens estabelecendo hierarquias entre as atividades que são decompostas (ASSUMPCÃO, 1996). Assim, por exemplo, uma obra pode ser dividida em infraestrutura, supra-estrutura, cobertura e proteções, alvenarias, revestimentos, esquadrias e instalações.

²⁵ *Material Requirements Planning* (MRP) é um sistema de gerenciamento de estoques desenvolvido através das experiências de Joseph Orlicky na IBM (HOPP & SPEARMAN, 1996).

Bertelsen e Koskela (2002) argumentam que os três princípios, em parte contraditórios, devem ser usados para desenhar, controlar e melhorar o sistema de produção. Neste sentido, os autores propõem as seguintes diretrizes para integrar as três visões da produção:

- (a) **integração**: as três visões de produção são aspectos de um mesmo fenômeno, e além disso em cada situação gerencial, todos dos três aspectos devem ser reconhecidos;
- (b) **balanço**: no caso de princípios contraditórios, as decisões devem ser balanceadas;
- (c) **sinergia**: a sinergia entre os princípios deve ser levada em consideração e utilizada nas decisões gerenciais;
- (d) **contingência**: dependendo da situação, cada visão da produção ou princípio pode ser fator crítico do sucesso. Nem todos os aspectos necessariamente precisam ser aprofundados em cada situação.

3 O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo apresenta uma fundamentação teórica sobre o processo de planejamento e controle da produção. Primeiramente, apresenta-se a definição do processo de planejamento e controle da produção e de suas duas dimensões vertical e horizontal. Posteriormente, é discutido o sistema *Last Planner* (BALLARD, 2000). Ao final do capítulo é discutido o modelo de planejamento e controle da produção proposto pelo NORIE/UFRGS (BERNARDES, 2001).

3.2 DEFINIÇÃO DE PLANEJAMENTO

A definição de planejamento não é consensual na literatura, sendo amplamente discutida (WILDAVSKY, 1973 apud LAUFER et al., 1988; MINTZBERG, 1981 apud LAUFER et al., 1988; ACKOFF, 1976). Segundo Formoso (1991), planejamento é um processo gerencial de tomada de decisão, que envolve o estabelecimento de metas e a determinação de meios para atingi-los, sendo efetivo quando acompanhado do controle. O processo de planejamento na construção civil possui alguns componentes, conforme segue (LAUFER et al., 1988; LAUFER, 1990):

- a) é um processo de tomada de decisão;
- b) é um processo de antecipação, para decidir o quê e como executar ações em determinado ponto no futuro;
- c) é um processo para integrar decisões independentes dentro de um sistema de decisões;
- d) é um processo hierárquico envolvendo a formulação de diretrizes gerais, metas e objetivos, para a elaboração de meios e restrições que levam a um detalhado curso de ações;
- e) é um processo que inclui parte ou toda cadeia de atividades compreendendo fontes de informação e análise, desenvolvimento de alternativas, evolução e análise destas e escolhas de soluções;

- f) é um emprego sistemático de procedimentos;
- g) é a apresentação documentada na forma de planos.

Planejamento na construção é uma tarefa altamente complexa, que envolve um grande número de atividades, com elevado grau de incerteza, normalmente com um número de restrições conflitantes, como tempo, espaço, custo e disponibilidade de recursos (LEVITT, 1986 apud FORMOSO, 1991). O alto grau de incerteza nos empreendimentos torna mais difícil o processo de planejamento, sendo que mesmo modelos de planejamento considerados como mais sofisticados são inadequados, em geral, para enfrentar situações com alto grau de incerteza (LAUFER & HOWELL, 1993).

A incerteza pode ser definida como a lacuna entre a informação necessária para a realização da tarefa e a já processada pela organização (GALBRAITH, 1977 apud LAUFER & HOWELL, 1993). Os fatores do ambiente da indústria da construção civil (como, por exemplo, as condições climáticas, condições do mercado de trabalho, os fornecedores e os recursos) resultam em altos níveis de incerteza (DUNCAN, 1972 apud LAUFER & HOWELL, 1993). Pela superposição desses fatores com as características internas da indústria da construção (tais como a variação na quantidade de novos empreendimentos, variações na lucratividade do trabalho e alto grau de interdependência entre as tarefas do empreendimento) não é raro se encontrar elevados níveis de incerteza em empreendimentos considerados rotineiros pelas organizações, comparado com as outras indústrias (DUNCAN, 1972 apud LAUFER & HOWELL, 1993). A incerteza não é um estado excepcional nos processos de trabalho na indústria da construção civil, mas é uma característica permanente, resultante das condições dominantes nos canteiros de obras e do ambiente da construção (LAUFER et al., 1988). A incerteza, muitas vezes, é considerada um “fato da vida” e, por esta razão, é tratada como um problema isolado, com importância limitada. Contudo, os responsáveis pelo gerenciamento de obras, precisam de estratégias para diagnosticar e enfrentar a incerteza, ao invés de ignorá-la ou negá-la (LAUFER & HOWELL, 1993). Neste contexto, Laufer & Tucker (1987) afirmam que a maioria dos responsáveis pelo planejamento tende a ignorar a incerteza.

Com intuito de reduzir os efeitos nocivos da incerteza, Laufer & Tucker (1987) dividem o gerenciamento da construção em três níveis hierárquicos (alto, médio e baixo), sendo que cada nível

requer planos de construção com graus de detalhes diferentes, de acordo com o grau de incerteza envolvido. Em situações de grande incerteza, os planos devem ser pouco detalhados, contendo somente informações estratégicas que dêem uma visão do conjunto (FORMOSO, 1991). Quando a incerteza é baixa, porque a tecnologia é bem estabelecida, ou porque os objetivos do projeto não são problemáticos, ou, ainda, porque as condições do ambiente são estáveis, o plano pode conter um grau maior de detalhamento (LAUFER & HOWELL, 1993). Assim, o nível de detalhe dos planos depende do grau de incerteza envolvido (LAUFER & HOWELL, 1993). Neste sentido, em obras nos quais o grau de incerteza é elevado, não se deve antecipar muito o detalhamento dos planos (FORMOSO et al., 1999).

3.3 DIMENSÃO HORIZONTAL DO PLANEJAMENTO (LAUFER & TUCKER, 1987)

Laufer e Tucker (1987) dividem o processo de planejamento e controle da produção em duas dimensões: horizontal e vertical. A dimensão horizontal do planejamento refere-se às etapas do processo de planejamento e controle da produção em cada nível hierárquico. Na dimensão vertical o planejamento está dividido em níveis hierárquicos (Laufer & Tucker, 1987). A figura 9 apresenta o esquema de seis fases do planejamento em seu nível horizontal.

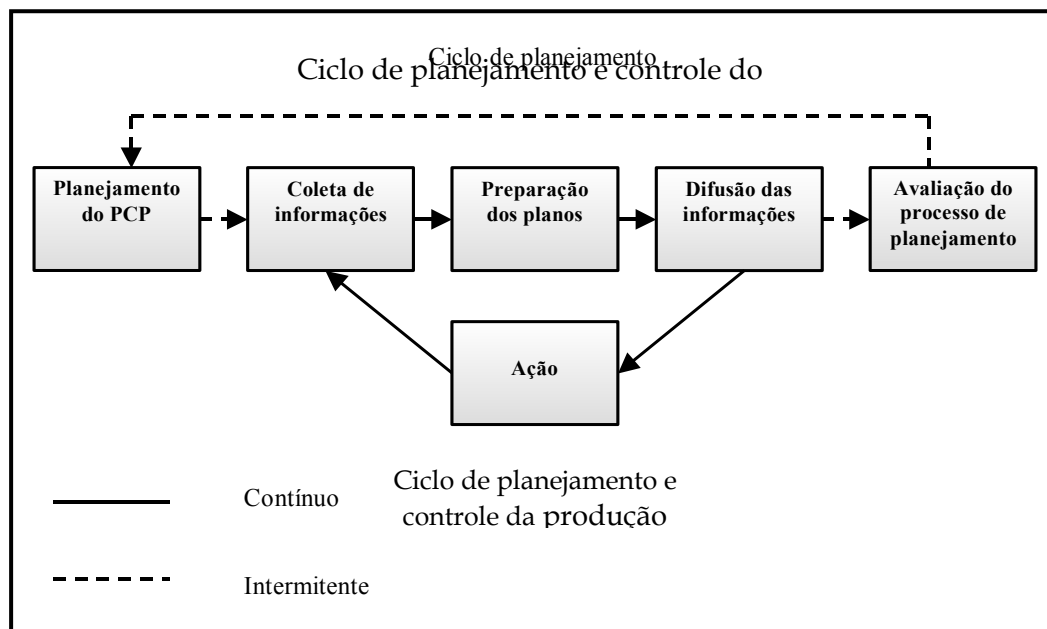


Figura 9: as fases do processo de planejamento (adaptado de LAUFER & TUCKER, 1987)

A seguir descreve-se sucintamente cada etapa da dimensão horizontal do processo de planejamento:

- a) **planejamento do processo de PCP**: nesta etapa são tomadas decisões relativas ao horizonte e nível do detalhe de planejamento, como, por exemplo, quais planos são necessários, como estes serão usados e qual o seu nível de detalhamento (HARRISON, 1985 apud FORMOSO, 1991). Também fazem parte desta etapa decisões referentes ao esforço e tempo dedicados a cada etapa de planejamento, frequência de atualização do planejamento e as técnicas que serão usadas. Projetos únicos requerem maior esforço neste estágio do que projetos repetitivos dentro da empresa (FORMOSO, 1991);

- b) **coleta de informações**: nesta etapa são coletadas as informações necessárias para o processo de planejamento. As fontes típicas para a coleta de informações são anteprojetos e especificações, condições do local e do ambiente, tecnologia construtiva, recursos internos e externos para a produção, dados de produtividade das equipes de trabalho e dos equipamentos que serão utilizados, metas e restrições da alta gerência da organização, dos clientes, autoridades externas, leis e exigências do controle de qualidade. Laufer (1990) afirma que coletar informações é a primeira atividade que um gerente de obras deve realizar para atingir seus objetivos;

- c) **preparação dos planos**: nesta etapa são tomadas decisões usando técnicas adequadas para o planejamento de recursos e as respectivas implicações de custo. A etapa de preparação dos planos é a que, normalmente, recebe maior atenção pelos responsáveis pelo planejamento. Com relação às técnicas de planejamento, a escolha adequada destas depende das características de cada obra, do nível do planejamento a ser elaborado e da habilidade dos responsáveis na utilização de determinadas técnicas (FORMOSO et al., 1999);

- d) **difusão da informação**: as informações desenvolvidas a partir da elaboração dos planos necessitam ser difundidas entre os usuários, como, por exemplo, os diversos

setores da empresa, os projetistas, os sub-empregados e os fornecedores de materiais (FORMOSO et al., 1999). Esta etapa apresenta normalmente três problemas. O primeiro se refere ao fato de que as pessoas podem se sentir prejudicadas com os resultados do planejamento, impondo obstáculos à sua implantação. O segundo se refere ao formato e à quantidade das informações não apropriadas. O terceiro é a existência de dois sistemas de informação paralelos para o gerenciamento do empreendimento. No nível tático, normalmente existe um sistema de caráter formal, localizado no escritório central da empresa, que tem um limitado efeito na execução da obra, enquanto no nível operacional existe um sistema de caráter informal, desvinculado do primeiro, que define as atividades a serem efetivamente realizadas (FORMOSO, 1991);

- e) **avaliação do processo de planejamento e controle:** nesta etapa é avaliado o processo de planejamento e controle ao final do empreendimento ou, em alguns casos, durante o mesmo (ver item 3.4). Esta avaliação pode ser realizada através da percepção dos principais intervenientes do processo de planejamento e também com a utilização dos indicadores de desempenho do processo de planejamento (FORMOSO et al., 1999).

O ciclo de planejamento e controle da produção deve ter um caráter contínuo. Os planos devem ser constantemente avaliados, baseado nos resultados das ações. Assim, o responsável pelo planejamento e controle da produção pode continuamente melhorar o desempenho da produção durante a execução da obra (LAUFER & TUCKER, 1987). O ciclo de planejamento e controle da produção deve ser repetido várias vezes durante a realização de um empreendimento, nos diversos níveis hierárquicos, baseado nas informações formuladas a partir do ciclo anterior (FORMOSO et al., 1999). Este ciclo, denominado de replanejamento, é iniciado com a coleta de informações sobre o sistema que está sendo controlado, as quais são processadas e difundidas (BERNARDES, 2001). Com base nestas informações, são realizadas ações que possibilitem o cumprimento das metas estabelecidas (BERNARDES, 2001). O ciclo de planejamento e controle do empreendimento, de caráter intermitente, corresponde à etapa de avaliação de todo o processo de planejamento e deve

ocorrer na conclusão da obra ou, ainda, durante a própria execução do empreendimento, caso ocorram mudanças substanciais nas metas estabelecidas nos planos (LAUFER & TUCKER, 1987).

3.4 DIMENSÃO VERTICAL DO PLANEJAMENTO

Conforme discutido no item 3.2, existe a necessidade de dividir o PCP em níveis hierárquicos (FORMOSO et al., 1999). Em geral, se podem definir três grandes níveis hierárquicos na gestão dos empreendimentos (NEALE & NEALE, 1986 apud FORMOSO, 1991):

- a) **estratégico**: este nível se refere à definição dos objetivos estratégicos do empreendimento, a partir do perfil do cliente. Deve envolver o estabelecimento de estratégias para atingir os objetivos do empreendimento, como, por exemplo, a definição do prazo da obra, as fontes de financiamento, as parcerias, etc.;
- b) **tático**: neste nível, as principais definições estão relacionadas à seleção e aquisição de recursos que são necessários para atingir os objetivos do empreendimento, bem como a elaboração de um plano geral para a utilização destes recursos;
- c) **operacional**: este nível está relacionado à definição detalhada das atividades que serão realizadas, seus recursos e o momento da execução.

A figura 10 apresenta uma integração das dimensões horizontal e vertical do processo de planejamento e controle da produção²⁶.

²⁶ O planejamento estratégico do empreendimento engloba os objetivos do empreendimento quanto a prazo, custo e qualidade, a partir dos requisitos dos clientes finais (BERNARDES, 2001). Algumas datas marco (*milestones*) podem ser definidas nesse processo, tais como as datas de início da obra, conclusão da estrutura, entrega das unidades, etc. (FORMOSO et al, 1999). O modelo de planejamento e controle da produção desenvolvido pelo NORIE (BERNARDES, 2001) utiliza, na dimensão vertical, os níveis tático e operacional (níveis 1,2 e 3 da figura 10), apesar de necessitar das informações contidas no planejamento estratégico do empreendimento, durante a etapa de preparação do processo de PCP.

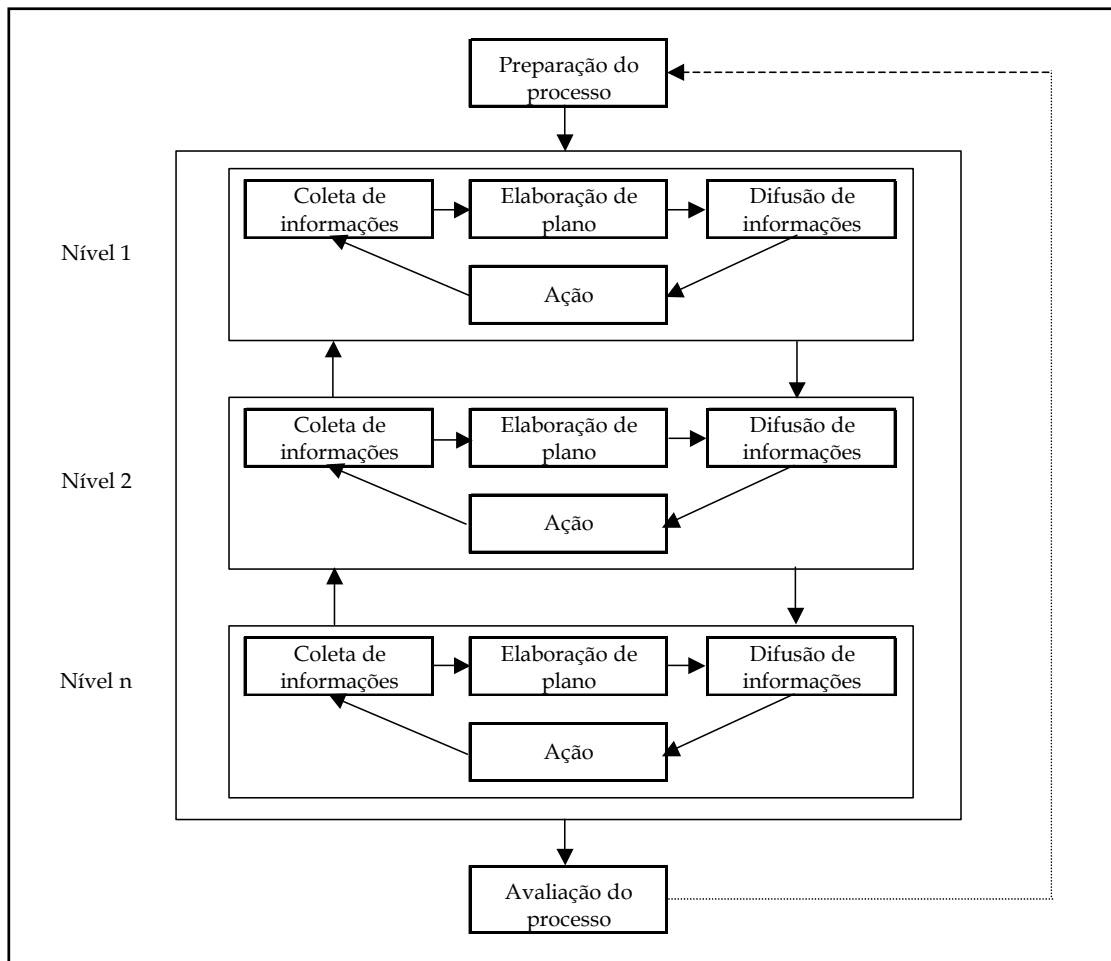


Figura 10: integração dos níveis horizontal e vertical do PCP (FORMOSO et al., 1999)

Segundo Formoso et al. (1999), as etapas de preparação e avaliação do processo normalmente são comuns a todos os níveis gerenciais, tipicamente ocorrendo no início e no final do empreendimento. No entanto, segundo esses autores as etapas podem ser realizadas ao longo do desenvolvimento da obra, em função das avaliações e ações corretivas intermediárias ao PCP. Já as outras etapas (coleta de informações, preparação do plano e difusão de informações) ocorrem em diferentes níveis gerenciais, com características próprias (FORMOSO et al., 1999). Em cada nível é importante a definição dos principais intervenientes, entradas e saídas de dados, o nível de detalhe e as ferramentas que deverão ser utilizadas para a preparação dos planos (FORMOSO et al., 1999).

3.5 O SISTEMA *LAST PLANNER*

O sistema *Last Planner*, proposto por Ballard e Howell (BALLARD, 2000), foi desenvolvido inicialmente para aumentar a confiabilidade do planejamento de curto prazo (BALLARD & HOWELL, 1997b). Envolve a aplicação do planejamento e controle da produção nos níveis de médio e curto prazo, utilizando uma determinada filosofia, regras, procedimentos e um grupo de ferramentas, que facilitam a gestão do fluxo de trabalho (BALLARD, 2000).

O *Last Planner* pode ser entendido como um mecanismo para transformar o que **deve** ser feito em o que **pode** ser feito, e, além disso, formar um estoque de atividades que podem ser incluídas no plano de curto prazo (BALLARD, 2000). Este processo é realizado na medida que as tarefas são programadas no plano de médio prazo e é configurado um conjunto de medidas para a disponibilização dos recursos necessários para a sua realização (TOMMELEIN & BALLARD, 1997), através da efetiva identificação e remoção das restrições que impedem o fluxo de produção (TOMMELEIN, 1998). A figura 11 representa esquematicamente o *Last Planner* e seu mecanismo de puxar a produção.

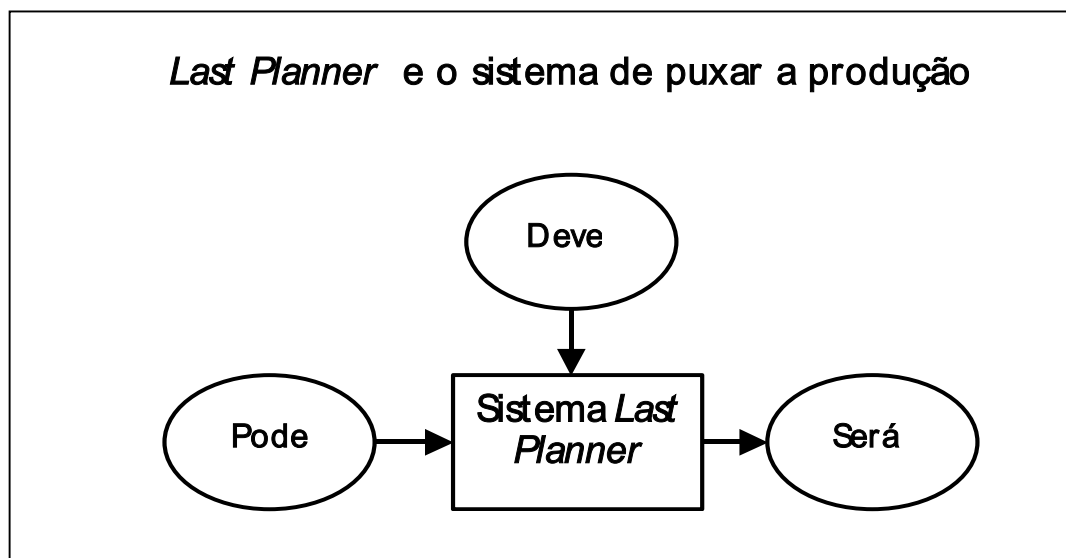


Figura 11: o *Last Planner* como um sistema de puxar a produção (adaptado de BALLARD, 2000)

Este sistema segue as diretrizes de hierarquização do processo de planejamento propostas por Laufer & Tucker (1997), sendo dividido nos níveis de longo, médio e curto prazo (BALLARD & HOWELL, 1997b). A figura 12 apresenta o sistema *Last Planner* e a sua integração com os planos de longo, médio e curto prazo (BALLARD, 2000)

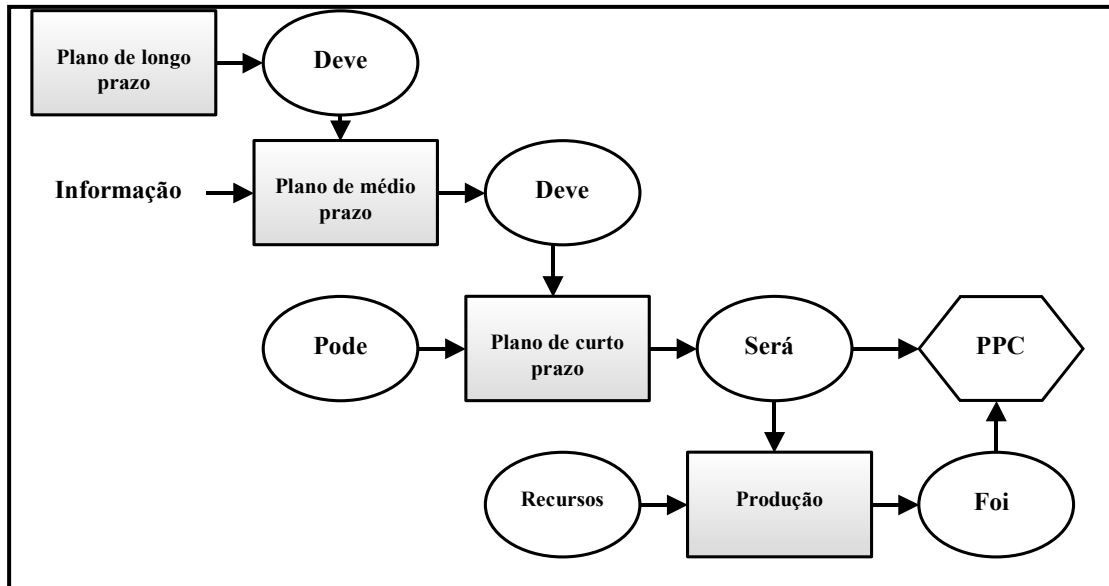


Figura 12: o sistema *Last Planner* e os níveis hierárquicos do planejamento (adaptado de BALLARD, 2000)

3.5.1 O planejamento de médio prazo

O planejamento de médio prazo normalmente é móvel e, por este motivo, é denominado de *Lookahead Planning* (“planejamento olhando a frente”) (FORMOSO et al., 1999). Suas principais funções são (BALLARD, 1997; BALLARD, 2000):

- a) estabelecer uma seqüência do fluxo de trabalho da melhor forma possível, de maneira a facilitar o cumprimento dos objetivos do empreendimento;
- b) identificar com mais precisão a carga de trabalho²⁷ necessária e a quantidade de recursos requerida para atender o fluxo de trabalho estabelecido;

²⁷ Carga de trabalho (*work load*) neste contexto se refere à quantidade de trabalho atribuída aos responsáveis em realizar as tarefas atribuídas no plano.

- c) decompor o plano de longo prazo em pacotes de trabalho;
- d) desenvolver métodos para a execução do trabalho; e
- e) atualizar e revisar o plano de longo prazo da obra.

Uma vez definido o conjunto de pacotes de trabalho²⁸ a serem realizados, deve ser realizada uma análise de restrições (BALLARD, 2000). São exemplos de restrições a aquisição e entrega de materiais, a realização de inspeções, a obtenção de permissões e aprovações, a disponibilização de projetos, a liberação de espaço e a aquisição e instalação de equipamentos, dentre outras (BALLARD, 2000). Não existe, no entanto, um consenso na literatura a respeito da definição de restrição. Este trabalho adota a definição proposta por Codinhoto et al. (2002), segundo o qual restrições são “*atividades gerenciais ou construtivas, necessidades físicas e informações de projeto ou campo que impedem a execução de um pacote de trabalho. Necessitam de um responsável por removê-la e uma data limite para a remoção*”.

A figura 13 apresenta um exemplo de plano de médio prazo de um empreendimento de construção.

Plano de Médio Prazo			Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4												
Equipe	Pacote de trabalho	Restrições	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D
Elétrica	Montagem de tubulações da etapa 1	Comprar material.	X	X	X	X	X	X	X																					
Elétrica	Enfição elétrica da etapa 1	Definir projeto.							X	X	X	X	X	X	X															
José	Pilares da casa de máquinas - etapa 1	Comprar madeira.	X	X	X	X	X	X																						
José	Laje da casa de máquinas - etapa 1	Compra aço.							X	X	X	X	X	X																
José	Pilares da casa de máquinas etapa 2	Projeto armaduras.														X	X	X	X	X	X									
José	Laje da casa de máquinas - etapa 2	-																					X	X	X	X	X	X		
Empreiteiro	Alvenarias do sanitário	Comprar tijolos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
Empreiteiro	Reboco e chapisco do sanitário	Definir traço reboco.														X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Empreiteiro	Rede de água da casa de máquinas	Contratar empresa.																												
Empreiteiro	Concretagem piso etapa 2	Contratar empresa.	X	X	X	X	X	X	X	X																				
Empreiteiro	Concretagem piso etapa 3	Comprar tela soldada.									X	X	X	X	X	X														
Empreiteiro	Concretagem piso etapa 4	-																X	X	X	X	X	X							

Figura 13: exemplo de plano de médio prazo (adaptado de BALLARD, 1997; BALLARD, 2000)

²⁸O conceito de pacote de trabalho adotado neste trabalho está definido no item 3.5.2. Ainda, cabe salientar que esta pesquisa adotou o conceito de “*assignment*” ou tarefa, que se refere a um pacote de trabalho que foi atribuído a uma equipe de execução ou a uma pessoa para ser realizado em um determinado período de tempo.

A figura 14 apresenta o esquema do *Lookahead Planning*, mostrando o fluxo de trabalho no tempo da direita para a esquerda. Potenciais tarefas entram na janela do *Lookahead* seis semanas²⁹ adiante da execução, quando cada semana se move para frente (BALLARD, 2000). Assim, quando as restrições para a execução das tarefas são removidas, forma-se um estoque de tarefas viáveis de serem executadas, podendo estas ser liberadas para a execução (BALLARD, 2000). Se as restrições não forem removidas a tempo, as tarefas não podem ser movidas a frente, ou seja, ser liberadas para a sua programação nos planos de curto prazo (BALLARD, 2000). O objetivo é manter um acúmulo consistente de trabalho, contendo tarefas que realmente podem ser executadas (BALLARD, 2000)³⁰. Segundo Tommelein e Ballard (1997), o plano semanal é formado a partir de um estoque de pacotes de trabalho viáveis de serem executados. O processo de definir as atividades que devem ser incluídas no plano de curto prazo é denominado de “*screening*” ou triagem (TOMMELEIN & BALLARD, 1997).

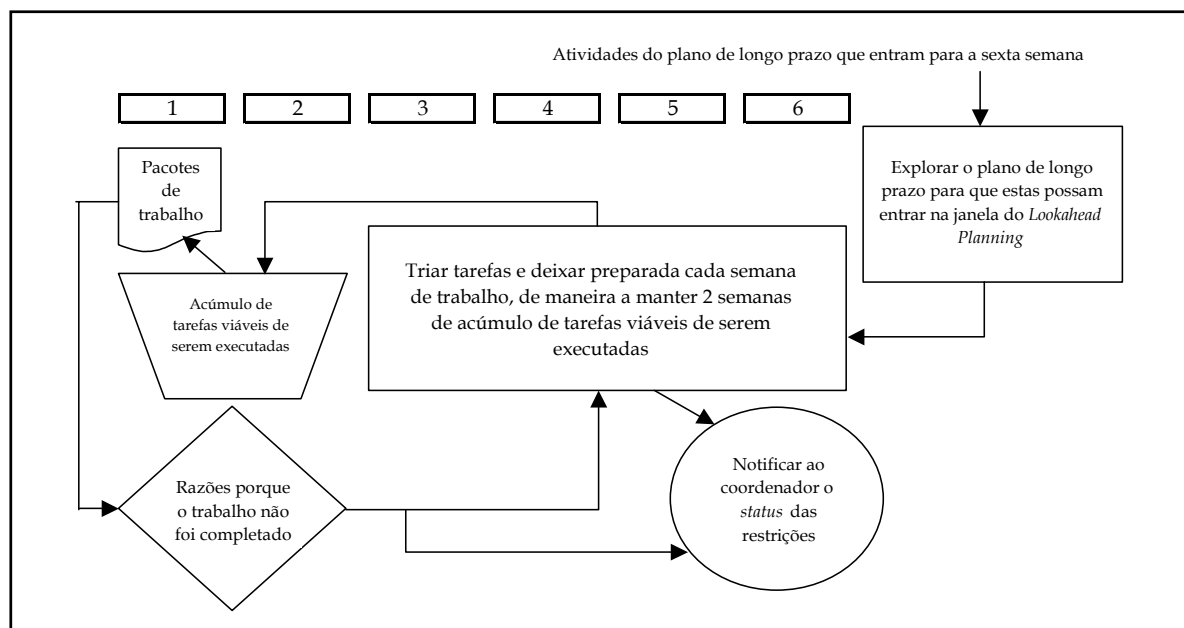


Figura 14: esquema do *Lookahead Planning* (adaptado de BALLARD, 2000)

²⁹ Neste exemplo foi utilizado um horizonte de cinco semanas no planejamento de médio prazo e mais uma semana para o planejamento semanal, constituindo assim as seis semanas.

³⁰ Ballard (2000) expõe que a estratégia de deliberadamente construir estoques, que neste caso são estoques de atividades, pode ser visto como uma atitude contraditória às metas do *just-in-time*. Segundo este autor, estoques devem ser sempre minimizados, mas quando existe variabilidade do fluxo de materiais e informação, são necessários *buffers*. Os *buffers* têm a função de absorver a variabilidade (BALLARD, 2000). Ainda, segundo o autor supracitado, a redução da variabilidade permite a redução dos *buffers*.

O *Last Planner* é um mecanismo de puxar (*pull*) a produção. O sistema *pull* só permite que os materiais ou informações entrem no processo de produção se for possível realizar o trabalho (BALLARD, 2000). Para que um pacote de trabalho seja realizado, é necessário que todas as condições para que o mesmo aconteça estejam disponíveis (TOMMELEIN & BALLARD, 1997), ou seja, todas as restrições removidas.

3.5.2 Planejamento de curto prazo

O planejamento de curto prazo tem como principal função orientar diretamente a execução da obra (FORMOSO et al., 1999). Normalmente é realizado em ciclos semanais, sendo caracterizado pela atribuição de recursos físicos (mão-de-obra, equipamento e ferramentas) às tarefas do *Lookahead Planning*, e através da divisão destas atividades em lotes menores, que são designados por pacotes de trabalho (FORMOSO et al., 1999). Não existe na bibliografia um consenso quanto à definição de pacote de trabalho. Neste trabalho adotou-se a definição de pacote de trabalho como “*unidades fundamentais de trabalho, cada uma consistindo de uma ação contínua tomada por um operário ou um grupo de operários juntos, sem ser interrompido por qualquer outra equipe de trabalho*” (FORBES, 1977 apud FORMOSO, 1991).

O planejamento de curto prazo ou de comprometimento tem a função de proteger a produção contra as incertezas (BALLARD, 1997; BALLARD, 2000). Segundo Ballard & Howell (1997c) este processo ocorre através da utilização de planos passíveis de serem cumpridos, sendo denominado de **produção protegida (*shielding production*)**. No planejamento de curto prazo são designados os pacotes de trabalho para as equipes de produção, normalmente num horizonte de uma semana de trabalho, informando o local onde devem ocorrer as tarefas (TOMMELEIN & BALLARD, 1997). Os pacotes são designados às equipes através da realização de reuniões regulares, normalmente semanais, contando tipicamente com o gerente da obra, o mestre de obras, os empreiteiros e os líderes de equipes (FORMOSO et al., 1999). Segundo esses autores, as reuniões supracitadas contribuem no engajamento das equipes com as metas estabelecidas no planejamento de médio prazo³¹.

³¹ Por esta razão, o planejamento de curto prazo também é denominado pela bibliografia de planejamento de comprometimento (FORMOSO et al., 1999).

Para a elaboração do plano de curto prazo lista-se os pacotes de trabalho que estão disponíveis para serem programados, atribuindo a estes as equipes para a realização dos mesmos, por ordem de prioridade, de forma a constituir as tarefas (*assignments*) semanais (FORMOSO et al., 1999). Pode-se constituir um estoque de tarefas substitutas, denominadas tarefas reservas³², que poderão ser realizadas por uma equipe que tenha o andamento de sua tarefa principal comprometida, ou quando a sua produtividade tenha superado as expectativas do planejamento (FORMOSO et al., 1999). A figura 15 apresenta, esquematicamente, a lista de tarefas de um plano de curto prazo. Na primeira coluna são alocadas as equipes responsáveis pela execução de cada pacote de trabalho, que estão discriminados na segunda coluna do plano. Nas demais colunas registram-se o número de colaboradores envolvidos com o pacote de trabalho, em seus respectivos dias de trabalho, além do registro de finalização da tarefa (coluna %) e a identificação da causa real para o não cumprimento dos pacotes (BERNARDES, 2001).

Os planos semanais são monitorados através do indicador denominado Percentual do Planejamento Concluído (PPC). O PPC é calculado através do número de tarefas completadas divididas pelo número de tarefas planejadas, expresso em percentual (BALLARD & HOWELL, 1997c; BALLARD, 2000). As razões para o não cumprimento dos planos devem ser identificadas, sendo um ponto de partida para a melhoria do desempenho da produção (BALLARD, 2000).

PLANEJAMENTO SEMANAL PLANEJAMENTO X EXECUÇÃO		Obra: Motovelo Engenheiro: Eduardo Mestre: José			PPC=2/3=67%					Semana: 8 Data: 10/05		
Equipe	Pacote de trabalho	S	T	Q	Q	S	S	S	D	%	Problemas	
		22	23	24	25	26	27	29	30			
José	Montagem fôrmas vigas refeitório	P	5	5	5						100	-
		E	4	4	4	4						
Mário	Colocação de azulejo sala de lavagem	P		3	3	3					100	-
		E		2	3	3	3					
		E										
João	Execução de alvenaria de blocos do sanitário sala 1	P				3	3	3			0	Faltou material
		E										
Tarefas reservas												
João	Reboco paredes divisórias do escritório	P				2					-	
		E				-						

Figura 15: planilha para plano de curto prazo (adaptado de BALLARD & HOWELL, 1997c)

³² As tarefas reservas, ou substitutas, constituem-se em um plano contingencial, utilizado como um dos mecanismos para combater os efeitos nocivos da variabilidade e da incerteza (FORMOSO et al., 1999).

Ballard (2000) propõe critérios de qualidade para a elaboração do plano de curto prazo, considerados pelo mesmo como a chave para a eficácia deste nível do planejamento. São eles:

- a) **definição**: os pacotes de trabalho devem ser bem definidos, de forma a permitir que após o período planejado, possa-se verificar quais foram efetivamente concluídos;
- b) **disponibilidade**: todos os recursos que são necessários para a realização das tarefas devem estar disponíveis;
- c) **seqüenciamento**: o dimensionamento das tarefas deve ser adequado, de maneira que os pacotes de trabalho possam ser realizados seguindo um seqüenciamento que permita continuidade do fluxo de produção;
- d) **tamanho**: os pacotes de trabalho devem levar em consideração a capacidade produtiva de cada equipe de produção;
- e) **aprendizagem**: as razões para o não cumprimento dos planos devem ser identificadas e realizadas as ações corretivas necessárias. Para a identificação das reais causas para o não cumprimento dos planos, pode-se utilizar o procedimento de perguntar “por quê?” cinco vezes. Através deste procedimento, a verdadeira causa do problema, não a superficial, é geralmente encontrada (SHINGO, 1996a).

O *Lookahead Planning* tem um papel fundamental para o crescimento do PPC e, conseqüentemente, é um fator importante para a redução do custo do empreendimento e a sua duração (BALLARD, 1997). Neste sentido o *Lookahead Planning* reduz a parcela de tarefas com baixa qualidade no planejamento de curto prazo (através do mecanismo *pull*) e, além disso, o planejamento de médio prazo orienta a seqüência de trabalho e define a carga de trabalho adequada ao empreendimento, que, neste caso, afeta a produtividade (BALLARD, 1997).

Vrijhoef et al. (2001) argumentam que o método *Last Planner* (BALLARD, 2000) estabelece uma estrutura de conversação para a ação, a partir da coordenação estabelecida nos encontros semanais

do planejamento de curto prazo. Ainda, segundo esses autores, este método dá uma maior transparência das tarefas para cada empresa envolvida. O *Last Planner* (BALLARD, 2000) contribui também para gerenciar o comprometimento na realização das tarefas, e requer uma explícita declaração da conclusão de cada tarefa, criando uma seqüência na busca da aprendizagem através das razões para o não cumprimento dos planos (VRIJHOEF et al., 2001).

3.6 MODELO NORIE/UFRGS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O trabalho de Bernardes (2001)³³ constituiu-se no desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas, usando o sistema *Last Planner* (BALLARD, 2000) como ponto de partida. Este modelo é composto basicamente de três etapas: preparação do processo, planejamento e controle da produção e avaliação do processo, sendo que as etapas de coleta de informações, preparação dos planos e difusão das informações, estão inseridas na etapa do processo de planejamento e controle da produção. A segunda etapa está dividida nos planejamentos de longo, médio e curto prazo.

Na etapa de preparação do processo de planejamento e controle da produção, o referido autor propõe que sejam definidos os procedimentos e padrões que deverão orientar as demais etapas do modelo de planejamento, bem como permitir a análise dos efeitos das decisões tomadas nos estágios preliminares do empreendimento, durante a execução da obra.

Durante o planejamento de longo prazo, Bernardes (2001) propõe que, além da elaboração do plano de longo prazo, seja realizada a programação de recursos classe I. Segundo Formoso et al. (1999), recursos classe I caracterizam-se, geralmente, por longo ciclo de aquisição e pela baixa repetitividade deste ciclo. Normalmente, o lote de compra corresponde ao total da quantidade de recursos a serem utilizados. Bernardes (2001) sugere que no planejamento de longo prazo seja também realizada a geração do fluxo de caixa do empreendimento.

³³ No trabalho de Bernardes (2001) foram utilizados resultados de um conjunto de trabalhos desenvolvidos pelo Grupo de Gerenciamento e Economia da Construção do Núcleo Orientado para a Inovação na Edificação. Dentre os trabalhos que fizeram parte do desenvolvimento do modelo de PCP, pode-se destacar as dissertações de Carvalho (1998), Oliveira (1999) e Alves (2000).

No planejamento de médio prazo, além da preparação e difusão do plano de médio prazo, Bernardes (2001) propõe que seja realizada a análise dos fluxos físicos e a programação de recursos classe II e III. A análise dos fluxos físicos, nesta etapa, visa a reduzir os conflitos de equipes de trabalho, além de reduzir o excesso de movimentação de pessoas e materiais através do seqüenciamento adequado dos pacotes de trabalho (ALVES, 2000). Os recursos classe II caracterizam-se, normalmente, por um ciclo de aquisição inferior a 30 dias e por uma freqüência média de repetição deste ciclo, sendo que, geralmente, os lotes de compra são frações da quantidade total do recursos (FORMOSO et al., 1999). Os recursos classe III caracterizam-se, geralmente, por um pequeno ciclo de aquisição e pela alta repetitividade deste ciclo. Neste caso, os lotes de aquisição são, normalmente, muitos pequenos em relação à quantidade total do recurso (FORMOSO et al., 1999).

Bernardes (2001) destaca que o planejamento de curto prazo é realizado, normalmente, em ciclos semanais. Porém, em obras muito rápidas ou nas quais ocorre um grau elevado de incerteza associada ao processo de produção, este ciclo pode ser diário. Além da elaboração do plano de curto prazo, segundo Bernardes (2001), nesta etapa deve-se alocar os recursos classe I, II e III nos postos de trabalho, seguindo o itinerário identificado durante a análise dos fluxos físicos realizada no planejamento de médio prazo.

A etapa de avaliação do processo de planejamento e controle da produção deve ocorrer no final da obra no intuito de se propor melhorias nos próximos empreendimentos (BERNARDES, 2001). Ainda, segundo esse autor, a avaliação pode ser realizada durante a execução da obra em períodos especificados na preparação do processo de planejamento. A avaliação do PCP é constituída de duas etapas: a identificação dos problemas durante o período e o desenvolvimento de alternativas para a resolução dos problemas identificados.

4 MÉTODO DE PESQUISA

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo apresenta o método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento deste trabalho. Inicialmente, é apresentada uma descrição sobre a oportunidade para a realização desta pesquisa. Posteriormente, apresenta-se a estratégia da pesquisa, discutindo em linhas gerais a forma no qual este trabalho foi desenvolvido. Após, é apresentado o delineamento desta pesquisa, através de uma descrição geral das etapas e do método de pesquisa. Ao longo da descrição destas etapas, são apresentadas as fontes de evidências e as ferramentas utilizadas na coleta de dados.

4.2 OPORTUNIDADE PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A construtora envolvida no desenvolvimento da pesquisa é uma empresa de médio porte que atua na construção de obras para terceiros nos seguimentos industriais, hospitalares e comerciais. A empresa é certificada pela norma ISO 9002 (ABNT, 1994), desde fevereiro de 2001, incluindo em seu escopo de certificação o sistema de planejamento e controle da produção. Atualmente, a construtora está revisando seu sistema de gestão da qualidade para atender as exigências da nova norma ISO 9001 (ABNT, 2000). As obras da construtora possuem, geralmente, as seguintes características:

- a) **curto lead time**: a empresa atua na construção de obras para os segmentos industriais, hospitalares e comerciais, sendo que estes têm como característica o reduzido prazo para execução das obras e, em alguns casos também do projeto. A figura 16 apresenta os tempos de execução das obras analisadas neste trabalho;
- b) **interferência no processo produtivo do cliente**: grande parte das obras da construtora são desenvolvidas no ambiente de trabalho de seus clientes. Em geral, são obras de ampliação ou reforma, muitas delas de unidades industriais desenvolvidas dentro de fábricas cujas linhas de produção estão em plena operação. Este fato exige da gerência de produção da empresa de construção, grande interação

com os representantes dos clientes e a utilização de soluções técnicas que venham a reduzir as interferências nos processos da organização contratante;

- c) **alta variedade do produto**: a construtora atua na execução de produtos “sob encomenda” e em ramos de atividades diferenciadas como, por exemplo, a reforma de prédios de fabricação de aço (aciaria) e a construção e reforma de Centros de Tratamento Intensivo (CTI) de hospitais. Este fato caracteriza-se pela baixa repetitividade e grande diversidade dos processos de produção da construtora.

As características listadas contribuem para tornar o processo gerencial destas obras bastante complexo. As obras analisadas neste trabalho, na ordem cronológica a partir do início de cada empreendimento, e as fases de desenvolvimento do sistema de PCP da organização estão apresentadas na figura 16.

Nome	Característica da obra	Duração (dias)	Etapa do PCP
A	Construção de centro de tratamento intensivo hospitalar	120	1. Implantação do PCP
B	Construção de centro de fisioterapia	90	2. Manutenção e implantação do PCP nas demais unidades produtivas da construtora
C	Construção de pavilhão industrial para indústria gráfica	150	
D	Construção de pavilhão industrial para depósito de pneus	90	
E	Recuperação estrutural oficina de indústria petroquímica	45	
F	Construção de refeitório e laboratório para indústria química	120	
G	Reforma de salas cirúrgicas e apartamentos hospitalares	90	
H	Construção de restaurante	120	
I	Reforma de prédio de indústria siderúrgica	150	
J	Construção de prédio para indústria de comunicação de dados	120	
K	Construção de laboratório para indústria petroquímica	90	
L	Construção e reforma de laboratório para indústria petroquímica	90	
M	Construção de silo para indústria cimenteira	90	
N	Construção de prédio para indústria siderúrgica	45	
O	Construção de pavilhão para depósito de pneus	210	

Figura 16: características das obras analisadas e etapas do PCP

A oportunidade de desenvolvimento desta pesquisa surgiu com a participação da empresa em diversos projetos de pesquisa desenvolvidos pelo NORIE/UFRGS. Inicialmente, a organização participou do trabalho de Bernardes (2001) com enfoque no desenvolvimento de um sistema de PCP para suas obras (item 3.6). Esta etapa do sistema de planejamento é denominada de implantação do sistema de planejamento e controle da produção na organização (etapa 1). Este

trabalho inicial foi realizado em uma obra que consistia na execução do Centro de Tratamento Intensivo (CTI) de um grande hospital particular de Porto Alegre-RS.

Após esta etapa, além de manter o sistema de planejamento implantado, a empresa passou a disseminá-lo nas demais unidades de produção da empresa. Esta etapa do sistema de planejamento foi denominada de manutenção e implantação do PCP nas demais unidades produtivas da construtora (etapa 2). Durante esta etapa de desenvolvimento do sistema de PCP da organização foram analisados oito empreendimentos da empresa construtora (figura 16).

Posteriormente, através da análise das etapas anteriores, a organização passou a desenvolver melhorias graduais e contínuas no sistema de planejamento e controle de produção, tendo como referência o sistema *Last Planner* de Ballard (2000) e o modelo de planejamento e controle da produção proposto por Bernardes (2001). Esta fase do sistema de PCP da construtora é definida com etapa de aperfeiçoamento (etapa 3). Durante esta etapa outros projetos de pesquisa foram desenvolvidos na construtora pela equipe do NORIE/UFRGS, podendo ser destacados os seguintes: planejamento e controle da segurança (SAURIN et al., 2002), gerenciamento dos requisitos do cliente (MIRON, 2002) e planejamento e desenvolvimento do produto (CODINHOTO et al., 2002). A partir do desenvolvimento desses projetos de pesquisa, identificou-se um conjunto de medidas para o desenvolvimento do sistema de planejamento e controle da produção, visto que, para que os resultados desses estudos pudessem ser implementados, tornava-se necessário que o sistema de PCP apresentasse um razoável grau de estabilidade. Neste sentido, ocorreu um conjunto de discussões teóricas entre a equipe de pesquisadores do NORIE/UFRGS e os profissionais da empresa (diretores, gerentes de produção e técnicos de segurança), no intuito de analisar pontos de melhoria no sistema de planejamento e controle da produção, buscando a realização de ações para aprimorar o sistema de planejamento. Essas discussões ocorreram em reuniões nas obras, no escritório central da construtora, na sede do NORIE/UFRGS e em seminários de avaliação dos trabalhos. Durante o desenvolvimento do sistema de PCP da construtora o autor desta pesquisa participou como gerente de produção na etapa 1 e como coordenador do sistema de PCP nas etapas 2 e 3. Além disso, durante as demais pesquisas desenvolvidas, o autor desta monografia atuou como interveniente participando das discussões teóricas em conjunto com a equipe do NORIE.

Os fatos referidos, além da abertura e apoio por parte dos diretores da organização analisada para o desenvolvimento deste trabalho, constituíram uma excelente oportunidade para desenvolvimento desta pesquisa.

4.3 ESTRATÉGIA DA PESQUISA

Os estudos de caso, experimentos, levantamentos, pesquisas históricas são alguns exemplos de como se realizar uma pesquisa científica (YIN, 2001). A escolha da estratégia de pesquisa depende fundamentalmente de três condições: o tipo de questão de pesquisa, a extensão de controle que o pesquisador tem sobre os eventos estudados e o grau com que a pesquisa envolve a investigação dos fatos contemporâneos (YIN, 2001). Neste trabalho a estratégia de pesquisa adotada inicialmente foi o estudo de caso do tipo *ex-post-facto*, que envolve a coleta de dados após ocorrência dos fatos (GIL, 1996). Esta estratégia foi adotada porque no início do desenvolvimento desta pesquisa já tinha ocorrido a implantação do sistema de planejamento e controle da produção da empresa construtora, bem como seu processo de manutenção (etapas 1 e 2). Nesta etapa da pesquisa realizou-se uma análise dos fatos ocorridos na organização após a implantação do sistema de PCP.

Como apresentado no item 1.2.2, a questão que orienta este trabalho é “Como manter e aperfeiçoar o processo de planejamento e controle da produção em empresas de construção civil?” Neste caso, a revisão da literatura indica quatro estratégias de pesquisa possíveis: os experimentos, a história, o estudo de caso e a pesquisa ação (EDEN & HUXHAM, 1996; RAPOPORT, 1970; YIN, 2001). Considerando o caráter *ex-post-facto* da pesquisa, a estratégia selecionada foi o estudo de caso descritivo, pois, segundo Yin (2001), este tipo de método deve ser adotado quando o pesquisador procura responder questões do tipo “como” e “por quê”, bem como em situações em que o investigador tem pouco controle sobre os eventos do ambiente estudado. Ainda, de acordo com Yin (2001), os resultados obtidos da utilização de estudos de caso são generalizáveis para proposições teóricas.

4.4 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O método desenvolvido para a realização desta pesquisa é apresentado na figura 17 e encontra-se subdividido em três etapas distintas: análise preliminar do sistema de PCP da empresa, análise detalhada do sistema de PCP da empresa e proposição de diretrizes.

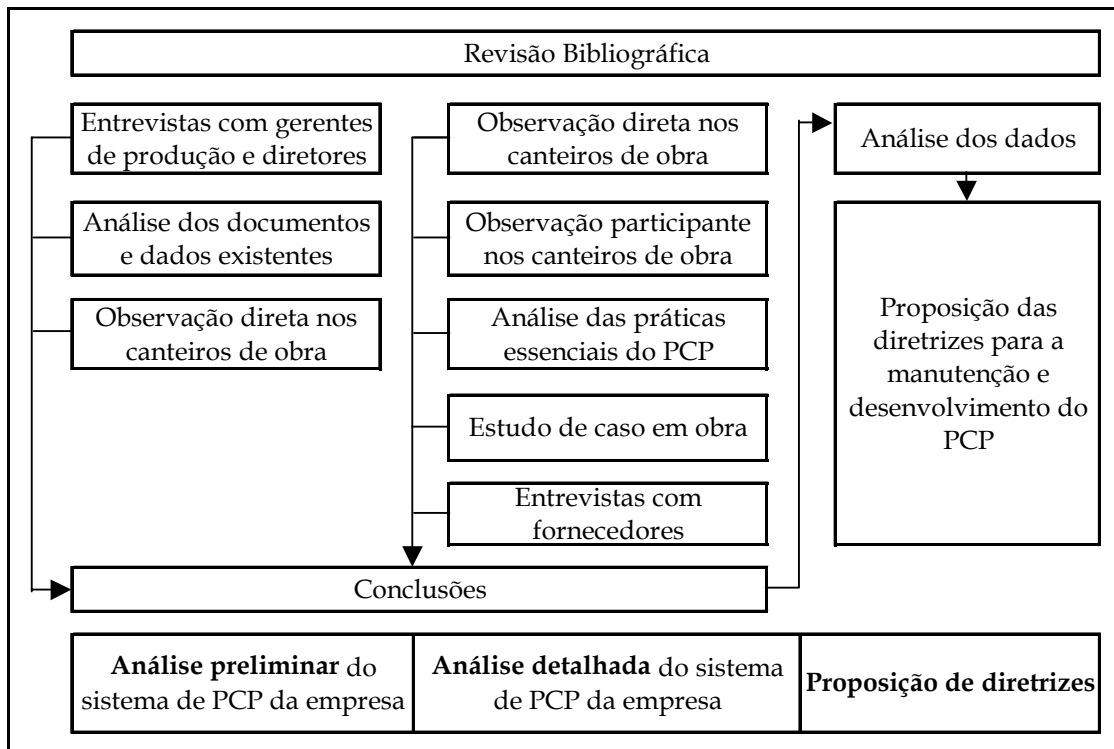


Figura 17: delineamento da pesquisa

4.4.1 Etapa de análise preliminar do sistema de PCP da empresa

Na etapa de análise preliminar do sistema de planejamento e controle da produção da empresa construtora partiu-se inicialmente da experiência do autor deste trabalho durante a implantação e manutenção do sistema de PCP da construtora analisada. Neste sentido, cabe destacar que a pesquisa qualitativa é conduzida com um intenso ou prolongado contato com as situações normais do dia a dia, como a vida dos indivíduos, grupos, sociedade e organizações (MILES & HUBERMAN, 1994). Todos os dados qualitativos se referem à essência das pessoas, objetos e situações (BERG, 1989 apud MILES & HUBERMAN, 1994).

A partir desta reflexão, foi iniciada a revisão bibliográfica deste trabalho. O objetivo da revisão bibliográfica é estabelecer uma base teórica em relação ao fenômeno que será estudado e, além disso, dirigir a coleta e análise dos dados, auxiliando na generalização dos resultados obtidos (YIN, 2001). A pesquisa bibliográfica é muito importante para a construção de uma teoria, pois fornece informações sobre os domínios de aplicação desta, as relações entre os seus elementos constituintes e suas definições (WACKER, 1998). Além disso, segundo Wacker (1998), a pesquisa bibliográfica orienta quais são as relações importantes a serem investigadas no desenvolvimento da pesquisa.

Ainda durante esta fase do trabalho, realizou-se uma análise dos documentos existentes na organização. A análise de documentos pode prover o pesquisador de outros detalhes específicos colaborando com a informação de outras fontes (YIN, 2001). As pesquisas qualitativas são baseadas em observações, entrevistas e documentos (MILES & HUBERMAN, 1994). Os documentos também podem embasar inferências, as quais devem ser tratadas somente como indícios para conduzir a um estudo mais profundo (YIN, 2001). Ainda segundo esse autor, uma fonte sistemática de levantamento de documentos é muito importante para o plano de coleta de dados. Kendall & Kendall (1991) destacam que, durante a análise de documentos, é importante que o analista compreenda a relevância desses documentos para a organização. A seguir são apresentados os documentos analisados nesta etapa da pesquisa:

- a) **planos de curto prazo:** as planilhas dos planos de curto prazo das obras foram analisadas, com intuito de obter informações quanto à qualidade dos planos, bem como, informações gerais que possibilitassem uma posterior informação;
- b) **indicadores PPC:** o indicador PPC foi obtido através dos registros dos documentos;
- c) **cronogramas:** os cronogramas físicos das obras, desenvolvidos no *software MS-Project®* foram analisados. Com esses dados foi possível obter algumas características das obras e do PCP, como prazo de execução, tipo de tarefas e o nível de detalhamento dos planos de longo prazo;
- d) **relatório final de desenvolvimento de pesquisa:** após a implantação do sistema de planejamento e controle da produção durante o trabalho de Bernardes (2001), esse

pesquisador entregou à empresa construtora um relatório com a descrição do projeto, uma comparação da situação anterior com a posterior à mudança, bem como a apresentação de indicadores coletados;

- e) **procedimentos para realização do processo de planejamento da produção:** um conjunto de quatro procedimentos³⁴ foi desenvolvido durante o trabalho de Bernardes (2001) e, posteriormente, incorporados ao sistema de gestão da qualidade da empresa.

Após a análise documental, foi desenvolvido um diagrama de fluxo de dados (DFD) da etapa 1 do sistema de planejamento e controle da produção da empresa analisada. O diagrama de fluxo de dados pode ser definido como *“uma representação em rede dos processos (funções ou procedimentos) de um sistema e dos dados que ligam estes processos. Mostra o que um sistema/procedimento faz, mas não como faz. É a ferramenta principal de modelagem da análise estruturada e é usada para dividir o sistema em uma hierarquia de processos (MARTIN & MCCLUBE, 1991 apud BERNARDES, 1996)”*.

Segundo Kendall & Kendall (1991), a utilização do diagrama de fluxo de dados pode ser justificada por três motivos principais:

- a) seu traçado é simples, pois utiliza somente quatro símbolos básicos, facilitando assim sua compreensão (figura 18);
- b) possibilita a compreensão das ligações dos subsistemas da organização;
- c) facilita a comunicação do analista com os colaboradores da empresa, pois, através da sua visualização, os funcionários podem criticá-lo e corrigi-lo.

Os símbolos utilizados no DFD estão apresentados na figura 18 (KENDALL & KENDALL, 1991). O retângulo representa uma entidade externa (uma pessoa, uma empresa ou um departamento) que

³⁴ Os documentos estão referenciados na figura 27.

fornece e recebe dados do sistema. A flecha representa o movimento dos dados de um ponto a outro. Cada flecha deve possuir um nome apropriado que corresponde ao fluxo de informação. O retângulo com os vértices arredondados representa um processo de transformação de dados (normalmente possui um nome de um responsável associado a ele). O retângulo aberto em um de seus lados representa o armazenamento de informações.

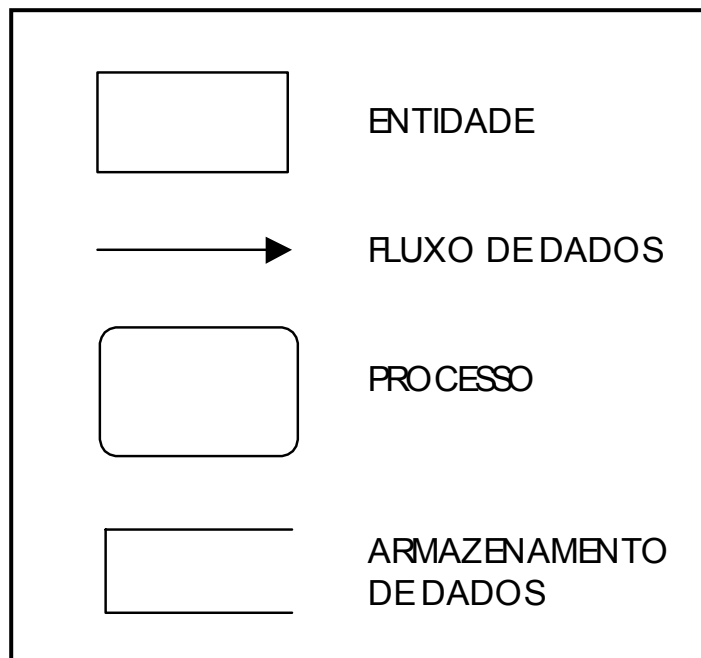


Figura 18: Símbolos utilizados no diagrama de fluxo de dados (KENDALL & KENDALL, 1991)

Após, foram realizadas entrevistas com clientes, com gerentes de produção e com diretores da empresa. Foram entrevistados dois representantes de clientes, que tiveram a oportunidade de acompanhar o processo de planejamento e controle da produção da empresa participante da pesquisa. Com relação aos gerentes de produção, o critério adotado foi que esses tivessem gerenciado empreendimentos com a implantação do sistema de PCP. Neste sentido, três gerentes foram entrevistados. Já os diretores, devido à importância desses em relação à implantação e desenvolvimento do sistema de planejamento, foram todos entrevistados.

Kendall & Kendall (1991) salientam que uma **entrevista** deve ser utilizada quando se pretende conhecer as opiniões do entrevistado do estado atual do sistema, bem como da organização e dos procedimentos informais aplicados no desenvolvimento do trabalho. Segundo Yin (2001), entrevistas permitem que seja possível indagar dos intervenientes chaves dos processos sobre fatos.

Esse autor divide as entrevistas em: espontânea, focal e levantamento formal. Na entrevista focal, o respondente é entrevistado em um curto período de tempo, de maneira informal, seguindo um conjunto programado de perguntas (YIN, 2001). As entrevistas foram gravadas³⁵ e transcritas, para melhorar sua análise e também o cruzamento dos dados. Os roteiros que orientaram a condução das entrevistas estão descritos nos apêndices 1, 2 e 3 deste trabalho. Segundo Yin (2001), as entrevistas devem ser corroboradas com os dados e informações obtidas através de outras fontes.

Ainda, durante esta etapa da pesquisa foram realizadas **observações diretas**. Alguns comportamentos relevantes ou condições ambientais podem ser avaliados por este tipo de observação (YIN, 2001). Ainda, segundo o mesmo autor, as observações diretas podem variar de atividades formais a atividades informais de coleta de dados. Nas observações pode-se verificar a incidência de certos tipos de comportamento, como, por exemplo, observações de reuniões e trabalhos de fábrica. De maneira informal, pode-se realizar observações diretas quando estão sendo coletadas outras evidências, como entrevistas (YIN, 2001). Assim, durante esta fase da pesquisa, foram realizadas observações diretas, tendo como foco principal às reuniões para elaboração dos planos de curto e médio prazo, reuniões com os representantes dos clientes, e, também, a observação das atividades nos canteiros de obras. Algumas observações podem ser validadas fazendo-se fotografias no local do estudo de caso (YIN, 2001). Neste sentido, foram batidas algumas fotografias, com objetivo de obter evidências adicionais de algumas mudanças ocorridas.

4.4.2 Etapa de análise detalhada

Durante esta etapa da pesquisa, assim como na etapa anterior, foram utilizadas as observações diretas. Posteriormente, com o objetivo de analisar o sistema de planejamento da construtora, utilizou-se o conjunto de práticas essenciais para a implementação com sucesso do modelo de planejamento e controle da produção, propostas por Bernardes (2001). As práticas essenciais estão listadas a seguir:

³⁵ Yin (2001), discorrendo sobre a utilização de gravadores afirma que, em parte, é uma escolha pessoal. No entanto, o gravador não deve ser utilizado quando o entrevistado não permite seu uso, não existe um planejamento para analisar o conteúdo das fitas ou o pesquisador considera que o gravador substitui o ato de “ouvir”.

- a) padronização do PCP;
- b) hierarquização do planejamento;
- c) análise e avaliação qualitativa dos processos;
- d) análise dos fluxos físicos;
- e) análise de restrições;
- f) utilização de dispositivos visuais;
- g) formalização do planejamento de curto prazo;
- h) especificação detalhada de tarefas;
- i) programação de tarefas reservas;
- j) tomada de decisão participativa;
- k) utilização do PPC e identificação das causas dos problemas;
- l) utilização de sistemas de indicadores de desempenho;
- m) realização de ações corretivas a partir das causas dos problemas;
- n) realização de reuniões para difusão das informações.

Para efetuar a avaliação através das práticas, verificou-se a implementação de cada prática nas obras da empresa, ao longo as etapas de desenvolvimento do sistema de PCP (etapas 1, 2 e 3). Para a análise da utilização das práticas, foi utilizado o procedimento proposto por Bernardes (2001), no qual é definido um indicador denominado percentual de eficácia do sistema de planejamento e controle da produção (PESP). No cálculo deste indicador, inicialmente são conferidos pesos a cada prática de acordo com seu grau de utilização, e com os seguintes critérios:

- a) **cor verde:** prática implementada integralmente pela obra analisada, de acordo com as evidências desta pesquisa. Para cálculo do indicador PESP utilizou-se peso 1;
- b) **cor amarela:** prática implementada parcialmente pela obra analisada. Nestes casos nem todas premissas necessárias à implantação da prática foram aplicadas pela obra. Para cálculo do indicador PESP utilizou-se peso 0,5;
- c) **cor vermelha:** prática não implementada pela obra. Para cálculo do indicador PESP utilizou-se peso 0;

Em seguida, somam-se os pesos conferidos a cada prática e divide-se o resultado por 14 (número de práticas utilizadas para a análise). Finalmente, multiplica-se o resultado da divisão por 100, para

representar o indicador em termos percentuais. A análise conjunta do indicador PESP com o PPC pode auxiliar na identificação das ações necessárias a melhoria da eficácia do sistema de planejamento e controle da produção da empresa estudada. Bernardes e Formoso (2002) afirmam que as referidas práticas podem contribuir para a avaliação dos sistemas de planejamento e controle da produção das empresas. Assim as práticas, em análise conjunta com os outros indicadores, podem auxiliar na identificação de oportunidades para o desenvolvimento de melhorias nestes sistemas de PCP (BERNARDES & FORMOSO, 2002).

Durante esta etapa da pesquisa também foi utilizada a **observação participante** nas obras (J a O da figura 16). A observação participante é uma oportunidade à coleta de dados (YIN, 2001). Nesta modalidade o pesquisador deixa de ser apenas um mero observador e passa a trabalhar como membro de uma equipe da organização (YIN, 2001)³⁶. A observação participante teve como foco principal às reuniões para elaboração dos planos de curto e médio prazo, reuniões com os representantes dos clientes, reuniões com a gerência de produção da obra, reuniões com os fornecedores, e, também, a observação das atividades nos canteiros de obras.

Durante esta etapa da pesquisa foi realizado um estudo de caso descritivo em uma obra da construtora analisada (denominada obra O). O objetivo deste estudo de caso foi aprofundar algumas análises deste trabalho. A referida obra foi escolhida para a realização do estudo devido a algumas oportunidades de pesquisa surgidas durante a realização deste trabalho. Dentre as oportunidades, destaca-se a solicitação do diretor responsável por este empreendimento para a aplicação do sistema de PCP na referida obra. Até este momento, esse era o diretor que apresentava a maior resistência na implantação do processo de planejamento e controle da produção na organização, surgindo uma excelente oportunidade de uniformização do PCP na direção da empresa. Além disso, neste momento o sistema de planejamento e controle da produção da empresa já apresentava uma consistência considerável, oportunizando o desenvolvimento de melhorias graduais. Neste caso,

³⁶ Não existe um consenso na bibliografia a respeito da utilização da observação participante como estudo de caso. Segundo Thiollent (1997) existem grandes discussões em relação à pesquisa-ação e à pesquisa participante. A pesquisa-ação possui um caráter participativo, mas existe uma vontade de ação planejada sobre os problemas detectados (THIOLLENT, 1997). Na pesquisa participante, existe um conjunto de discussões entre pesquisadores e membros da situação e isso constitui o ponto de partida para uma tomada de consciência, mas nem sempre há uma ação planejada (THIOLLENT, 1997). Ainda, segundo Thiollent (1998), na pesquisa-ação os pesquisadores pretendem desempenhar um papel ativo na própria realidade dos fatos. Thiollent (1998) considera que uma pesquisa social com base empírica realizada com intensa associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo é definido como pesquisa-ação.

também se destaca a aprendizagem do gerente de produção da obra no sistema de PCP, pois o mesmo tinha participado como responsável pela produção das obras F, J, M e O (figura 16) e mostrava-se motivado a sugerir melhorias no processo de planejamento e controle da produção.

Na análise documental, durante o estudo de caso da obra O foram analisados os documentos relativos à elaboração dos planos de curto prazo, o indicador PPC, os cronogramas, problemas para não cumprimento dos planos e documentos da qualidade. Também foram analisados os contratos e especificações do cliente com a empresa e os documentos dos planos de médio prazo. Os planos de médio prazo foram desenvolvidos no software *MS-Project*® e também através da utilização de planilhas auxiliares para registro das restrições.

Por último, após a análise das entrevistas realizadas, decidiu-se realizar entrevistas com fornecedores que participaram do processo de planejamento e controle de produção da empresa construtora. Foram escolhidos dois fornecedores da empresa. O critério de escolha destes fornecedores foi, basicamente, o fato de que os mesmos participaram de vários empreendimentos analisados neste trabalho. O roteiro destas entrevistas está descrito no apêndice 4 deste trabalho.

4.4.3 Etapa de proposição das diretrizes

A **análise dos dados** consiste em examinar, categorizar, classificar em tabelas, recombina as evidências tendo em vista proposições iniciais do estudo (YIN, 2001). Evidentemente, prossegue esse autor, as proposições da pesquisa ajudam a dar um certo foco à análise, sendo enfatizados alguns dados em detrimento a outros. Por outro lado, os dados qualitativos referem-se a essência das pessoas e situações e, esta essência é convertida em palavras (MICHAEL & HUBERMAN, 1994). As palavras são baseadas em observações, entrevistas e documentos (MICHAEL & HUBERMAN, 1994). No entanto, a análise destes dados não é simples, pois as palavras que são usadas para descrever experiências no campo de trabalho das pessoas são inevitavelmente estruturadas com nossos conceitos implícitos (MICHAEL & HUBERMAN, 1994).

Assim, um dos princípios fundamentais para a análise de várias fontes de evidências é a triangulação. Com a utilização de várias fontes de evidências é possível o desenvolvimento de linhas convergentes de investigação (YIN, 2001). Yin (2001) sugere que, através da utilização de

fontes convergentes de investigação, qualquer descoberta ou conclusão em um estudo de caso provavelmente será muito mais acurada se for baseada em várias fontes distintas de informação, obedecendo a um estilo corroborativo de pesquisa.

A figura 19 apresenta o modelo de convergência das diferentes fontes de evidências deste estudo. Os dados relativos às entrevistas foram, depois de transcritos, tabulados e cruzados com intuito de verificar a sua convergência. Após, foi possível desenvolver a proposta de diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do PCP em empresas construtoras.

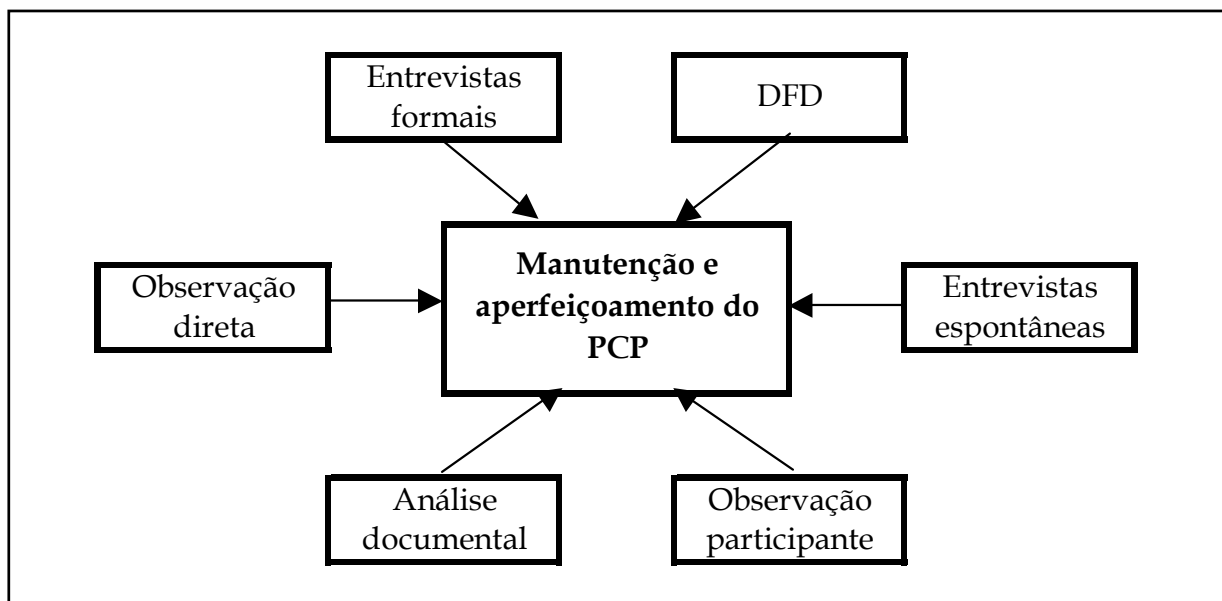


Figura 19: convergência das diferentes fontes de evidências no estudo da manutenção e aperfeiçoamento do PCP (adaptado de YIN, 2001)

5 RESULTADOS DA PESQUISA

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa. Inicialmente faz-se uma apresentação do sistema de planejamento e controle da produção inicial da empresa construtora. Posteriormente, discorre-se sobre a evolução do PCP da construtora ao longo das obras. A seguir, apresenta-se o sistema de sistema de PCP final após o desenvolvimento deste trabalho. No final deste capítulo discute-se as diretrizes para manter e aperfeiçoar o PCP, as barreiras à implantação deste sistema e os fatores chaves de sucesso para a valorização do PCP pelo cliente.

5.2 SISTEMA DE PCP INICIAL

O sistema de planejamento e controle da produção resultante do esforço de implantação estava constituído de dois níveis hierárquicos de planejamento: o planejamento de longo prazo e o planejamento de curto prazo. O planejamento de longo prazo era realizado através de um cronograma físico de atividades, elaborado com a utilização do *software MS-Project®*. O planejamento de curto prazo era constituído de planos semanais e diários. Os planos diários eram utilizados devido à grande incerteza das atividades da obra. Era coletado o indicador PPC para os planos semanais e diários. A programação de recursos classe I e II era realizada através de uma planilha na qual eram definidas as datas para os principais recursos que deveriam ser adquiridos pela organização. A figura 20 apresenta do DFD do PCP inicial da empresa construtora. Um dicionário de dados é apresentado a seguir com as informações descritas no referido DFD (figura 21). O desenvolvimento do diagrama de fluxo de dados (DFD) do processo de PCP da empresa após a implantação da obra A, denominado neste trabalho de DFD do PCP inicial, teve como principal objetivo explicitar o PCP implementado pela empresa, após o estudo piloto (etapa 1).

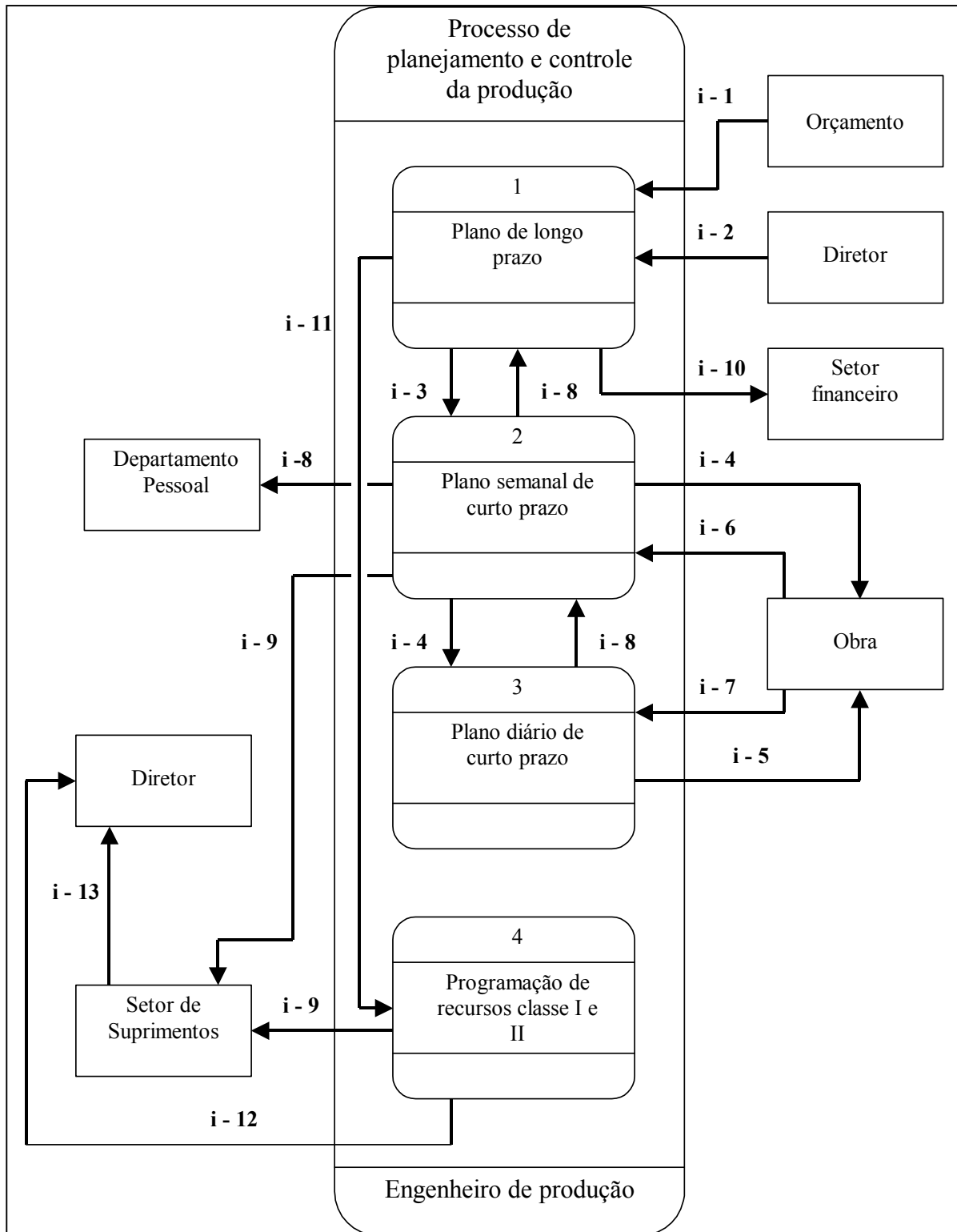


Figura 20: DFD inicial consolidado pela empresa construtora

Nº	Formato	Conteúdo da informação	Forma de apresentação da informação
i – 1	Escrita	Custos previstos para a obra	Planilha orçamentária com informação de custos e prazo de execução
i – 2	Verbal	Plano de ataque da obra	Intuição e experiência
i – 3	Escrita	Plano de longo prazo da obra	Elaborando cronograma de atividades no <i>MS-Project®</i>
i – 4	Escrita	Plano semanal de atividades	Preenchendo a planilha DPCP-01 ³⁷
i – 5	Escrita	Plano diário de atividades	Preenchendo a planilha DPCP-02
i – 6	Escrita	Informação de metas atingidas e problemas para o não cumprimento dos planos	Mestre e chefes dos fornecedores informam nas reuniões semanais
I – 7	Escrita	Informação de metas atingidas e problemas para o não cumprimento dos planos	Mestre e encarregados dos fornecedores informam nas reuniões diárias
i – 8	Escrita	Informação de metas atingidas e problemas para o não cumprimento dos planos	Elaborando os gráficos do indicador PPC, PPC/S e problemas do não cumprimento dos planos
i – 9	Verbal	Solicitação de recursos classe II e III	Solicitação ao setor de suprimentos por telefone
I – 10	Escrita	Fluxo de caixa da obra	Planilha <i>MS-Excel®</i>
I – 11	Escrita	Programação dos recursos classe I e II da obra	Preenchendo a planilha DPCP-03 com a planilha de custos orçamentária e verificando as datas no cronograma de atividades elaborado
I – 12	Escrita	Solicitação de recursos classe I e II da obra	Identificando quais recursos da planilha DPCP-03 devem ser providenciados pelo diretor da empresa
I – 13	Escrita	Solicitação de aprovação de compra de recursos II e III	Aprovação de cotações

Figura 21: dicionário de dados do DFD inicial do PCP

Cabe salientar que, durante a implantação do PCP (etapa 1), realizado no trabalho Bernardes (2001), adotou-se a estratégia desenvolver inicialmente o modelo de planejamento e controle da produção com poucos elementos, com o objetivo de não criar uma carga de trabalho excessiva e uma conseqüente desmotivação por parte dos colaboradores envolvidos na implementação. Desta forma, esperava-se que os conceitos e princípios contidos no processo de planejamento fossem assimilados mais facilmente pela organização. Neste sentido, constata-se que não foram implantados na organização todos os elementos constituídos do modelo de planejamento desenvolvido por Bernardes (2001), sendo implantados, basicamente, os planejamentos de longo e curto prazo, a sistemática de programação de recursos classe I e II, além do estabelecimento de padrões de planejamento que está contida na etapa de preparação do processo de PCP.

³⁷ Nomenclatura utilizada no referido procedimento.

Analisando-se o sistema de planejamento e controle da produção inicial da construtora, pode-se concluir que:

- a) o planejamento de longo prazo dependia muito da experiência e intuição do diretor da empresa, não existindo uma sistemática de elaboração a partir do orçamento do empreendimento;
- b) o planejamento de curto prazo era constituído de dois níveis: plano semanal de produção e plano diário de produção. No plano semanal eram programadas atividades que não possuíam todos os recursos disponíveis, contrariando os critérios de qualidade do plano de curto prazo (BALLARD & HOWELL, 1997a; BALLARD, 2000). Pode-se considerar que neste aspecto era negligenciada a incerteza, pois se pretendia que o plano semanal realizasse as funções do plano de médio prazo. No entanto, as restrições não eram adequadamente consideradas neste nível do PCP;
- c) os recursos classe I e II eram programados através da análise da necessidade dos mesmos, utilizando o planejamento de longo prazo e o cronograma da obra. Entretanto, havia dificuldades em manter atualizada as datas de compra dos recursos, visto que havia necessidade de constante atualização das mesmas, devido às contínuas mudanças no plano de longo prazo;
- d) muitos recursos classe II e III eram solicitados emergencialmente em decorrência das demandas originadas nas reuniões semanais de curto prazo. Este fato decorre da inexistência, no sistema avaliado, do planejamento de médio prazo e da análise de restrições;
- e) o indicador PPC não era utilizado como um instrumento de avaliação para ação corretiva do PCP, apesar de ser coletado pela gerência da obra. Em decorrência deste fato os fornecedores também não recebiam os dados do PPC/S³⁸ e assim não eram induzidos a tomar medidas corretivas na direção da melhoria contínua.

³⁸ O PPC/S é um indicador utilizado para medir o desempenho do planejamento associado ao fornecedor. É calculado pela divisão das tarefas executadas 100 % pelo sub-empiteiro, dividido pelo seu total de tarefas (FORMOSO et al, 1999).

5.3 EVOLUÇÃO DO PCP AO LONGO DAS OBRAS

5.3.1 A implantação nas outras obras da empresa

A empresa decidiu manter o sistema de PCP nos novos empreendimentos no cliente do estudo piloto (obras B e H da figura 16). Segundo a percepção de um dos diretores da organização esta decisão foi em decorrência do sucesso obtido na implantação do PCP na primeira obra (obra A da figura 16). Ainda, segundo este diretor, o referido sucesso resultou na redução das interferências por parte das atividades do cliente (um hospital) nos processos da obra. Na opinião de outro diretor da organização, o PCP veio solidificar algumas aspirações que a empresa tinha em relação à produção. Segundo esse diretor o sistema de planejamento proporcionou maior envolvimento dos intervenientes na gestão da produção, melhorando assim o comprometimento dos mesmos. Também foi destacado que o PCP proporcionou a antecipação das decisões dentro do canteiro de obras e que o processo parecia simples de implantar e de padronizar nas várias obras: *“eu percebi um sistema que poderia unificar as obras da empresa, pela facilidade da implantação”*.

No mesmo período, a empresa optou em ingressar num programa de certificação de sistema de qualidade baseado nas normas NBR ISO 9000 (ABNT, 1994), promovido pelo SEBRAE. O autor deste trabalho, gerente de produção da obra A, foi designado como o coordenador de implantação do programa de certificação. Segundo um dos diretores, esta indicação deu-se em decorrência dos resultados obtidos com PCP naquela obra. A partir de então, foi traçada uma estratégia de manutenção e implantação do PCP nas demais obras da empresa construtora em análise, conforme segue:

- a) **instituição de uma coordenação geral de implantação do sistema ISO 9000:** o coordenador de implantação do programa ISO 9000 foi retirado da função de gerente de produção, com intuito de tratar dos assuntos da certificação e também coordenar a implantação do PCP nas demais unidades produtivas da organização;
- b) **incorporação do PCP ao sistema ISO 9000:** o sistema de PCP, desenvolvido na obra A, foi incorporado ao sistema de gestão de qualidade em desenvolvimento. Esta estratégia tinha dois objetivos: agregar valor ao sistema de gestão da qualidade

através da vinculação do mesmo ao PCP, e comprometer os gerentes de produção com a implantação deste último;

- c) **reunião semanal de treinamento:** foi instituída uma reunião semanal, no escritório de empresa, denominada reunião de engenharia, com a participação da equipe técnica da empresa (diretores, coordenador da qualidade, gerentes de produção, técnicos de edificação, técnicos de segurança e estagiários). O objetivo desta reunião, inicialmente, era prover treinamento dos padrões do sistema ISO 9000, que contemplavam os procedimentos do PCP.

Com a consolidação do sistema ISO 9000, que tornava obrigatório nas obras a utilização do sistema de PCP, este processo foi implantado na demais obras da empresa. Conforme citado anteriormente, as obras da empresa estudada têm como características o alto grau de complexidade e, além disso, cada obra tem um gerente de produção e um gerente de contrato³⁹. Estes fatos dificultavam a padronização do processo de PCP.

Na etapa 3, após a obtenção da certificação do sistema de qualidade ISO 9002, foram implementadas algumas medidas visando a continuar o desenvolvimento do PCP:

- a) **manutenção da coordenação geral do PCP:** com intuito de consolidar o sistema de planejamento na organização, após a obtenção da certificação do sistema de qualidade, foi mantida a coordenação geral do sistema;
- b) **manutenção da reunião de engenharia:** com frequência semanal e duração de duas horas, esta reunião foi utilizada para discussão dos indicadores do planejamento (PPC e problemas para não cumprimentos dos planos). Durante a reunião também ocorriam discussões dos conceitos do PCP e da gestão de produção, de uma forma geral. As discussões de melhorias do sistema de planejamento que eram desenvolvidas nas obras passaram a ser apresentadas e discutidas com todos, com o objetivo de possibilitar a implantação nas demais unidades de produção da empresa;

³⁹ Normalmente esta função é exercida por um diretor da empresa.

- c) **aprendizagem dos conceitos teóricos do PCP pela coordenação geral:** a aprendizagem ocorreu, em grande parte, pelo ingresso do coordenador de PCP no Curso de Mestrado Profissionalizante em Construção da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Com a aprendizagem dos conceitos teóricos, o coordenador geral pôde detectar aspectos não implantados na empresa e contidos na bibliografia que, posteriormente, foram desenvolvidos no sistema de PCP da empresa;
- d) **parceria com o NORIE no desenvolvimento de novos projetos de pesquisa:** conforme exposto no item 4.2 deste trabalho.

5.3.2 Análise dos resultados do PCP

Nas obras analisadas foi coletado o indicador percentual do plano concluído (PPC), constituindo dados referentes a 317 semanas de produção. A tabela 1 apresenta os dados do número de semanas coletadas e o PPC médio de cada obra.

Tabela 1: PPC médio das obras analisadas

	Obra	Nº de semanas	PPC médio - %
ETAPA 2	B	19	77
	C	23	68
	D	19	71
	E	10	72
	F	20	80
	G	19	81
	H	23	67
	I	35	61
ETAPA 3	J	21	71
	K	14	78
	L	24	74
	M	21	79
	N	11	84
	O	24	77

A figura 22 apresenta os resultados do PPC das obras estudadas, ordenados ao longo do tempo⁴⁰. É apresentado, além do PPC médio, o coeficiente de variação (CV) das etapas 2 e 3 do processo de

⁴⁰ Considerou-se, neste caso, a data de início da obra para realizar esta ordenação.

planejamento e controle da produção. Analisando-se esta figura constata-se que o PPC da etapa de aperfeiçoamento (etapa 3) apresentou-se com uma média ligeiramente superior a etapa de manutenção (etapa 2) e, além disso, uma pequena redução de variabilidade, indicada pelo coeficiente de variação (CV). Na análise dos dados, percebeu-se que o indicador PPC, além de ser influenciado pela qualidade do sistema de planejamento, também é influenciado pelo nível de complexidade de gestão do empreendimento.

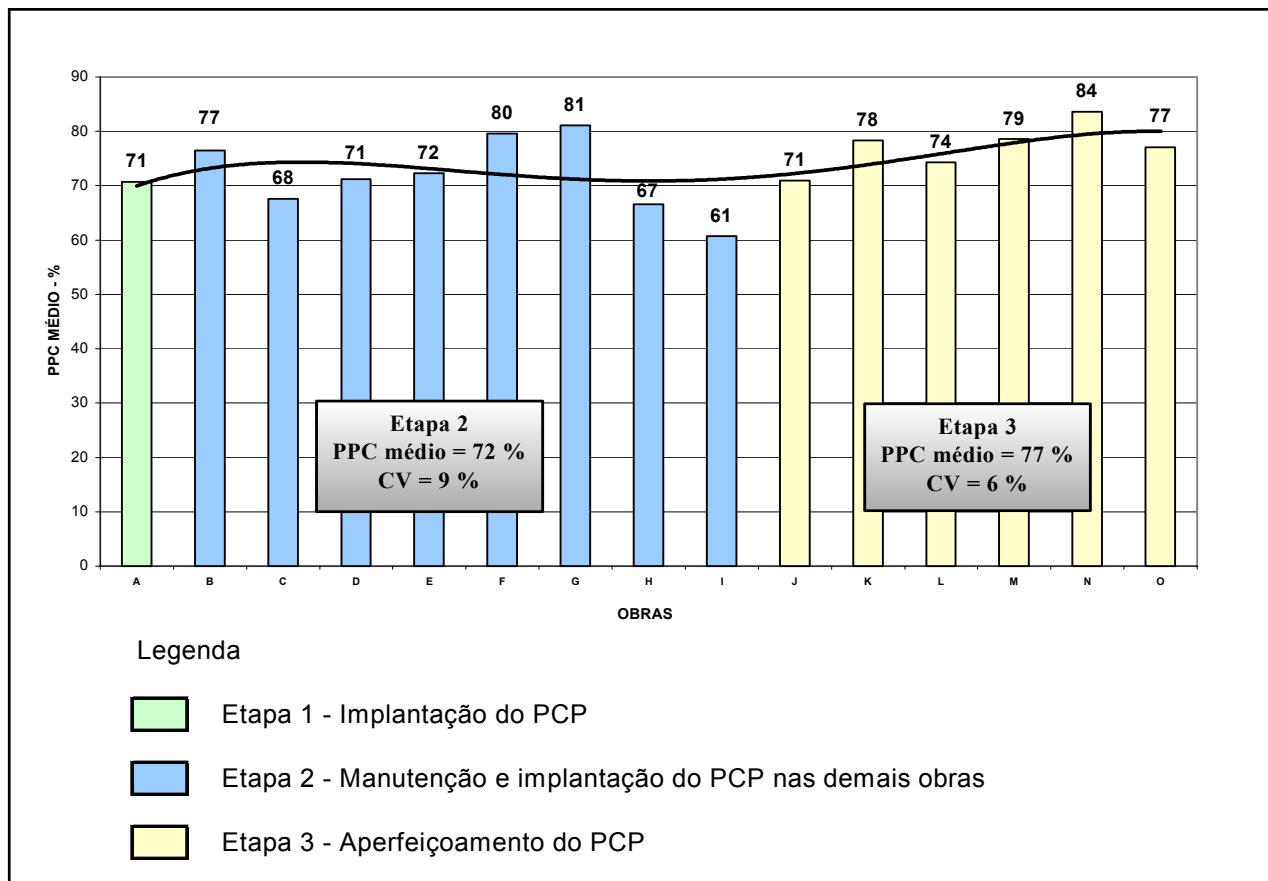


Figura 22: evolução do PPC médio das obras da empresa

Adotou-se os critérios **velocidade de produção, interferência do cliente e incerteza no projeto** para indicar a complexidade de gestão de cada empreendimento⁴¹. Para melhor analisar os dados,

⁴¹ Para caracterizar o nível destes itens utilizou-se a percepção do pesquisador. Para o nível de incerteza no projeto analisou-se o grau de maturidade do projeto no início do desenvolvimento dos empreendimentos. O'Brien e Smith (1994) apud Miron (2002) definem maturidade do projeto quando este está completo o suficiente para permitir a liberação de informações e detalhes para as atividades. Com relação à interferência do cliente no processo de produção, considerou-se algumas características da obra (por exemplo: uma nova edificação, uma ampliação de uma edificação existente ou uma reforma de uma edificação). Normalmente, para reformas e ampliações, as atividades da obra e o processo de produção do cliente são realizados conjuntamente e, neste caso, há uma tendência de aumento das interferências do cliente nos empreendimentos. Para a velocidade de produção, considerou-se dois aspectos: a relação entre o valor do empreendimento e o período de execução (R\$/mês) e a quantidade de sistemas executivos pré-

foram utilizadas cores com a caracterização da complexidade de gestão de cada obra e a sua relação com o indicador PPC médio de cada empreendimento, conforme apresentado na figura 23.

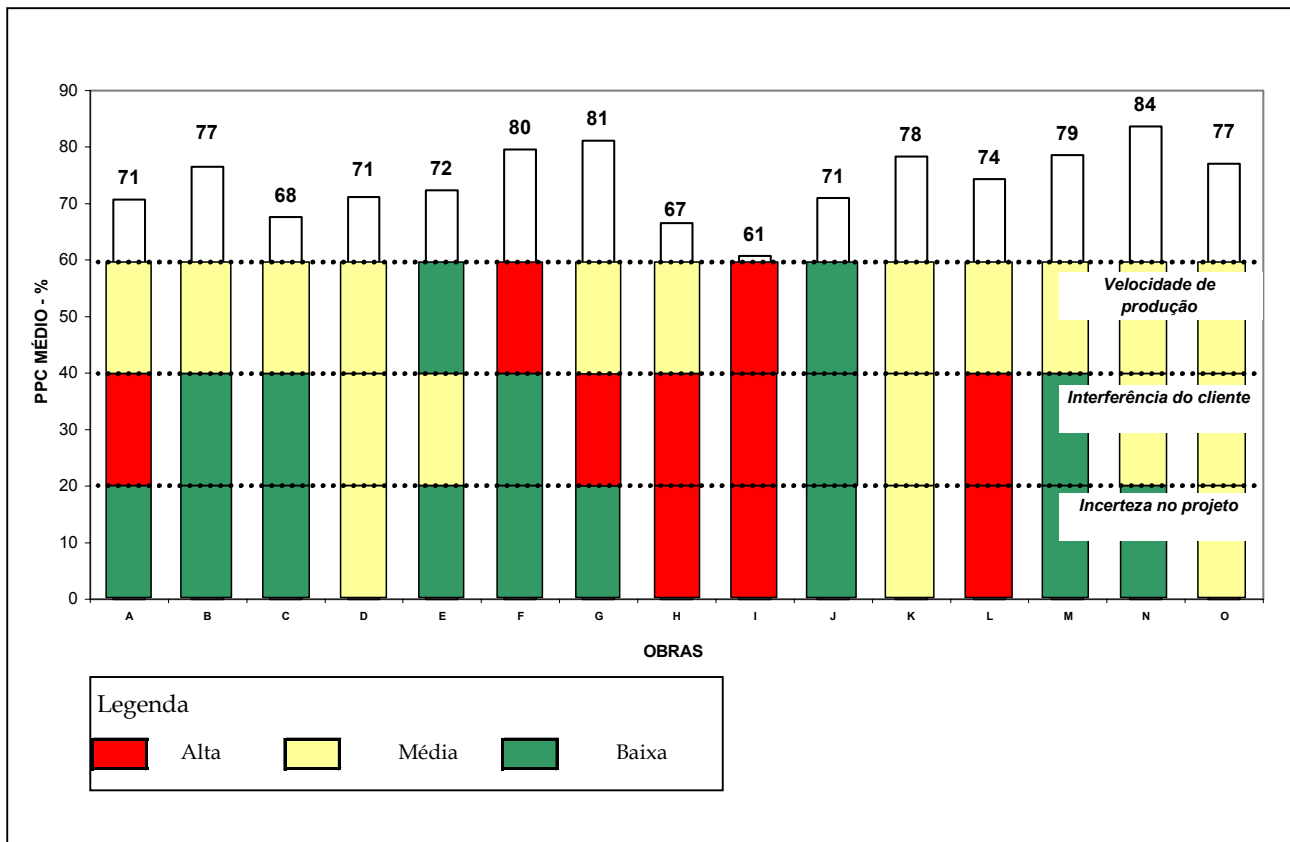


Figura 23: relação entre PPC e complexidade das obras

Com relação à figura 23 observa-se que as obras H e I, com maior complexidade, apresentaram resultados de PPC relativamente baixos, comparadas aos demais empreendimentos da construtora. A obra L também apresentou um grau de complexidade de gestão elevado, mas teve um resultado de PPC superior àqueles dois empreendimentos. Este fato pode ser explicado, em parte, pelo fato de que a obra L foi realizada na etapa 3 do PCP da construtora, quando possivelmente a empresa já tinha desenvolvido um maior aprendizado em lidar com a complexidade dos empreendimentos.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, através das evidências coletadas nesta pesquisa, identificaram-se eventos que tiveram grande influência na manutenção e desenvolvimento do sistema de PCP da empresa construtora. Foram eles: a introdução da reunião de engenharia, a fabricação de cada empreendimento.

instituição da coordenação geral do PCP, a obtenção da certificação ISO 9002, o desenvolvimento de pesquisa em planejamento e controle da segurança (PCS)⁴², implantação do planejamento de médio prazo, desenvolvimento de pesquisa em gestão do processo de desenvolvimento do produto (PDP). A figura 24 apresenta os eventos supracitados inseridos durante as etapas de desenvolvimento do sistema de planejamento e controle da produção da empresa.

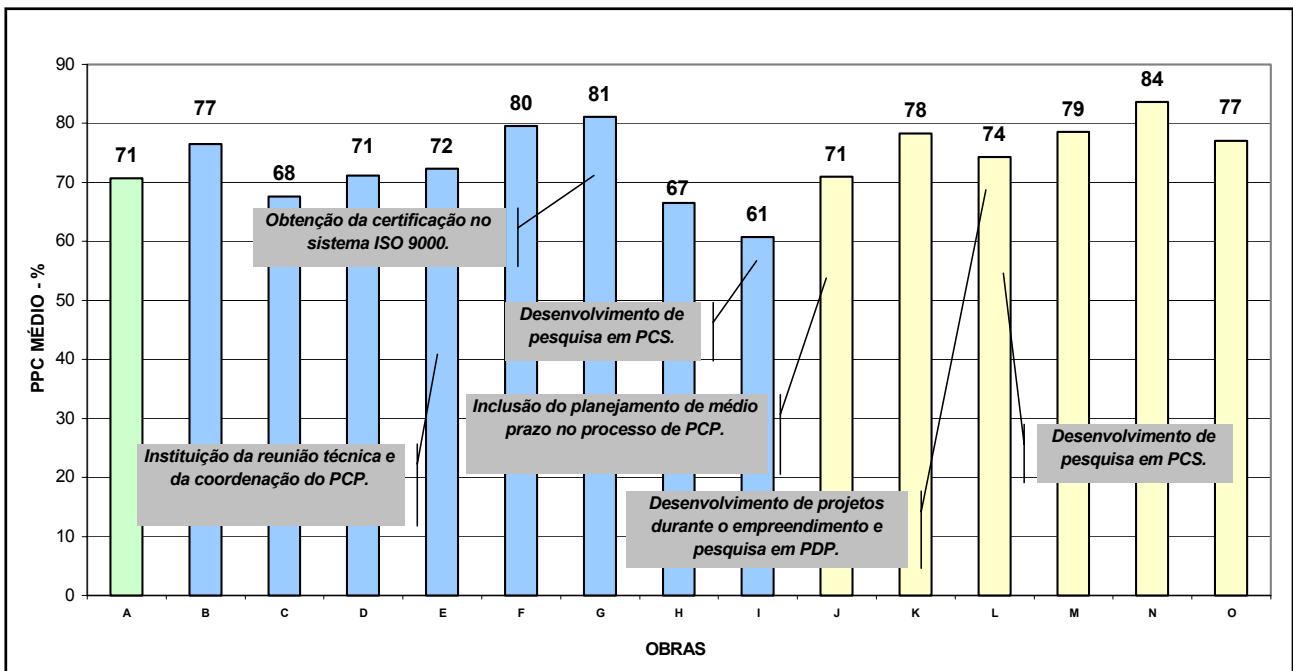


Figura 24: média do PPC das obras e eventos importantes durante o desenvolvimento do trabalho

5.3.3 Análise da implantação das práticas essenciais do PCP

A figura 25 apresenta a avaliação da utilização das práticas essenciais em cada empreendimento analisado nesta pesquisa. Analisando-se essa figura observa-se que a prática referente à padronização do PCP foi consolidada na empresa a partir da obra E, influenciada pela incorporação dos procedimentos do sistema de PCP ao sistema de gestão da qualidade. Segundo a percepção dos gerentes de produção, estes documentos contribuíram na padronização do processo.

⁴² Esta pesquisa fez parte do desenvolvimento da tese de doutorado de Saurin (2002). Detalhes sobre o sistema de planejamento e controle da segurança desenvolvido podem também ser obtidos em Saurin et al. (2002).

Com relação à hierarquização do planejamento, esta prática manteve-se parcialmente implementada durante a etapa 2 do processo de PCP. Este fato decorreu porque durante a etapa de implantação do PCP não tinha sido incorporado ao sistema o planejamento de médio prazo. Em decorrência, as tarefas do plano de longo prazo eram excessivamente detalhadas.




Prática	Obras															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
<i>Padronização do PCP</i>																
<i>Hierarquização do planejamento</i>																
<i>Análise e avaliação qualitativa dos processos</i>																
<i>Análise dos fluxos físicos</i>																
<i>Análise de restrições</i>																
<i>Utilização de dispositivos visuais</i>																
<i>Formalização do planejamento de curto prazo</i>																
<i>Especificação detalhada das tarefas</i>																
<i>Programação de tarefas reservas</i>																
<i>Tomada de decisões participativas</i>																
<i>Utilização do PPC e identificação das causas dos problemas</i>																
<i>Utilização de sistemas de indicadores de desempenho</i>																
<i>Realização das ações corretivas a partir das causas dos problemas</i>																
<i>Realização de reuniões para difusão das informações</i>																
Percentual de implantação das práticas	32%	25%	25%	25%	29%	29%	29%	32%	36%	75%	54%	82%	50%	71%	79%	
Legenda																
 Prática não implantada na obra - peso 0																
 Prática implantada parcialmente na obra - peso 0,5																
 Prática implantada na obra - peso 1																
	ETAPA 1	ETAPA 2								ETAPA 3						

Figura 25: avaliação da implantação das práticas associadas ao PCP

Analisando-se a prática denominada “análise e avaliação qualitativa dos processos”, esta passou a ser utilizada pela empresa, ainda de forma parcial, somente na etapa 3. Esta prática foi implantada parcialmente a partir da distribuição de material teórico e discussão na reunião de engenharia. Depois da discussão dos conceitos, o coordenador do sistema de PCP solicitou que cada engenheiro realizasse a avaliação qualitativa de algum processo de sua obra e trouxesse nas próximas reuniões para discussão. No entanto, esta prática não foi consolidada pelos gerentes de produção, sendo aplicada somente quando solicitada em reuniões ou pelo coordenador do planejamento.

Com referência à análise dos fluxos físicos, constata-se que esta prática foi descartada pela empresa após a implantação inicial do PCP (etapa 1), apesar de ter sido incorporado no sistema de gestão da

qualidade e estar formalizada através do procedimento de canteiro de obras⁴³. Durante a etapa 3, várias discussões foram realizadas na reunião técnica de engenharia, fato que motivou iniciativas de implantação da referida prática na etapa de aperfeiçoamento do PCP. Questionados sobre a utilidade do planejamento do *layout* da obra, os gerentes de produção foram enfáticos nos benefícios desta atividade, referindo-se à redução do transporte na obra e da interferência dos fluxos no canteiro de obras.

A análise de restrições foi incorporada ao sistema de PCP da empresa somente no final da etapa 2. Conforme explicitado no DFD do PCP inicial, esta prática não tinha sido desenvolvida no estudo piloto (obra A). . Dentre os fatores que incentivaram a implantação da análise de restrições, destaca-se o aprendizado teórico deste elemento do modelo por parte do coordenador do PCP.

Com referência à prática “utilização de dispositivos visuais”, esta havia sido introduzida durante a etapa de implantação do PCP, mas posteriormente foi descartada pela organização na etapa 2. Entretanto, sua implantação foi retomada a partir das últimas obras da etapa 2 e durante a etapa 3. A figura 26 apresenta um dispositivo utilizado para a identificação de lotes de transporte de materiais, de maneira a tornar mais transparente o fluxo de materiais na obra. Este dispositivo visual identificava fisicamente o local de descarga (LD), a quantidade de *pallets* para o local e as paredes nas quais os mesmos estavam destinados (no exemplo, paredes “X1” e “X2”). Durante as entrevistas, os gerentes de produção sugeriram que esta prática deve ser utilizada mais extensivamente pela construtora.

Alves (2000) sugere que os fluxos da obra e a conseqüentemente programação visual devem planejados de forma detalhada no nível do planejamento de médio prazo, e não no de curto prazo, com o intuito de minimizar a ocorrência da descarga de materiais em locais desapropriados.

⁴³ Apesar de formalizada pelo sistema de gestão da qualidade, muitas vezes se observou que o planejamento dos fluxos físicos não foi efetivo, mas somente era preenchido pelos gestores da obra com intuito de evitar a ocorrência de uma não conformidade durante as auditorias de qualidade.



Figura 26: dispositivo visual de identificação do LD

A prática da formalização do plano de curto prazo foi implantada na etapa 1 e se manteve durante todo o processo de implantação e desenvolvimento do PCP. No entanto, o conteúdo da documentação foi alterado durante as etapas 2 e 3. A figura 27 apresenta os documentos do plano de curto prazo desenvolvidos na fase de implantação do sistema de PCP.

Durante a etapa 2, os documentos foram adaptados para atender o sistema de gestão da qualidade, sendo desenvolvido um procedimento geral denominado planejamento da qualidade, documento que descreve de forma geral o processo de planejamento da produção e o da qualidade dos empreendimentos. Este documento referenciava um conjunto de documentos operacionais, designados por instruções de trabalho.

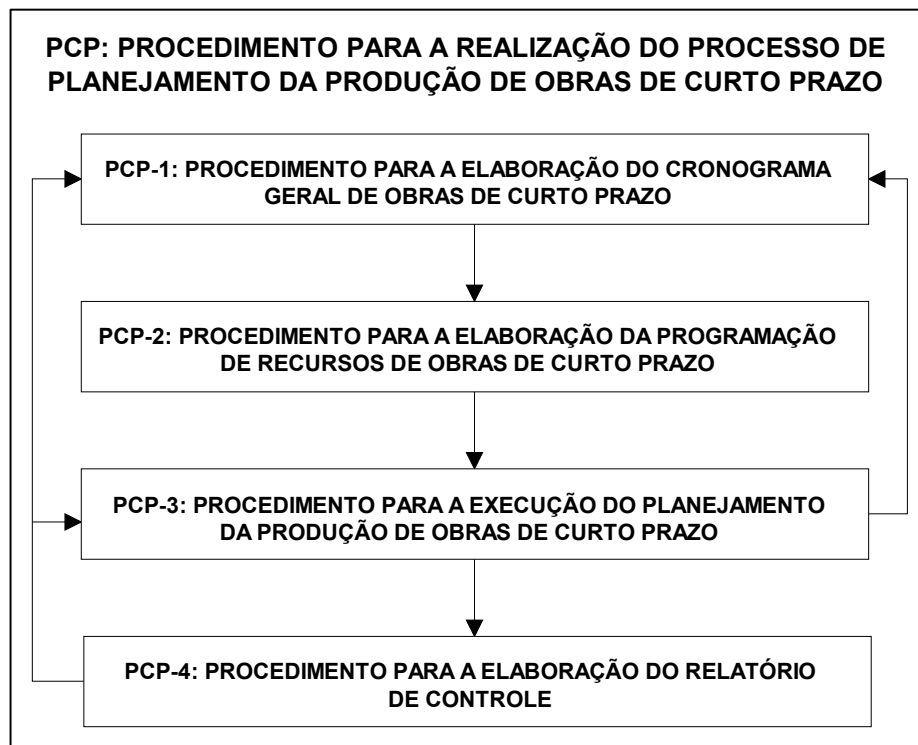


Figura 27: documentos desenvolvidos durante a etapa 1

Com referência à planilha utilizada na programação semanal de curto prazo, a principal modificação efetuada refere-se à retirada de uma coluna destinada ao registro de necessidades de recursos. Este fato ocorreu na etapa 3, com a implantação do plano de médio prazo e a adoção dos critérios de qualidade do plano de curto prazo (BALLARD, 2000).

A especificação detalhada de tarefas permaneceu implantada de maneira parcial durante todo o processo de desenvolvimento do PCP até as obras N e O. Esta prática passou a ser implantada depois da realização de uma discussão conceitual durante as reuniões de engenharia no escritório central da empresa.

Com relação à programação de tarefas reservas, esta prática foi desenvolvida de maneira parcial somente durante a etapa 3. Segundo um dos gerentes de produção, há grande dificuldade em propor tarefas reservas: *“as tarefas reservas estão pouco difundidas nas nossas obras e a gente não tem utilizado. É uma medida bem interessante, mas é difícil parar para planejar a tarefa reserva”*. Possivelmente a dificuldade para planejar tarefas reservas deve-se ao fato de que a tentativa da

construtora de propor tarefas reservas tem sido realizada nas reuniões de curto prazo. No entanto, a identificação de tarefas reservas deve ser realizada no planejamento de médio prazo, pois a mesma tem como um de seus objetivos estabelecer um *buffer* de pacotes de trabalho que poderão ser executados se ocorrer algum problema no fluxo de trabalho (BALLARD, 1997).

A prática referente à tomada de decisões participativas foi aplicada parcialmente até a etapa 2, e passou a ser implementada integralmente durante a etapa 3. O planejamento de médio prazo teve forte influência na implantação desta prática, visto que, com a necessidade de trabalhar os métodos de execução para melhorar a designação dos pacotes de trabalho nos planos de curto prazo, os gerentes de produção passaram a envolver os principais fornecedores de sistemas e os encarregados da obra. Isto pode ser evidenciado pelo relato de um gerente de produção sobre sua rotina de preparação do plano de médio prazo: *“realizamos o Lookahead envolvendo os principais fornecedores. Nós estamos trabalhando com os fornecedores. Estamos tentando buscar as informações com eles”*.

Através da análise dos planos semanais das obras da etapa 2, foi evidenciado que a prática utilização do PPC e a identificação dos problemas foi parcialmente implantada. O principal problema percebido foi a falta de identificação dos problemas que impediam o cumprimento dos planos. Este fato decorreu principalmente devido ao não entendimento dos motivos da identificação dos problemas pelos gerentes de produção. Este problema foi corrigido durante a etapa 3, através das discussões teóricas sobre o sistema *Last Planner* e os critérios de qualidade para o plano de curto prazo (BALLARD, 1997; BALLARD, 2000) nas reuniões de engenharia na empresa.

Não foi implementado um sistema de indicadores de desempenho durante todo processo de desenvolvimento do sistema de planejamento e controle da produção. Este fato decorreu, em parte, porque esta prática não foi desenvolvida na implantação do sistema de planejamento (etapa 1) e também porque nem todos os indicadores de desempenho existentes na empresa estão integrados ao sistema de planejamento e controle da produção.

A prática “utilização do PPC e identificação das causas dos problemas” foi considerada totalmente implantada somente durante a etapa 3, devido a não utilização destes para correção dos desvios nas etapas anteriores do PCP. A partir da obra J, na etapa 3, o PPC começou a ser utilizado com intuito de atuar corretivamente na redução dos problemas. Esta mudança foi motivada principalmente pelas

reuniões de engenharia, pois em cada reunião, a partir da etapa 3, passou-se a solicitar que cada gerente de produção, alternadamente, trouxesse os gráficos do indicador PPC da sua obra. Durante a apresentação dos gráficos, ocorria uma discussão conjunta dos resultados do PPC e dos problemas para não cumprimento dos planos e sugestões de ações corretivas para a obra em análise, e em determinados casos, para todas as obras. A figura 28 exibe a apresentação dos gráficos PPC na reunião de engenharia.



Figura 28: apresentação dos gráficos do indicador PPC na reunião de engenharia

Discorrendo sobre a utilização do indicador PPC um dos diretores da empresa salienta: *“através do PPC, logo percebeu-se qual era o problema daquela obra. E passamos a reforçar o comprometimento das equipes, através de reuniões diárias, passamos a cobrar mais dos terceiros o comprometimento no processo. O PPC indicou claramente os problemas. Foi fácil propor a solução e conseguimos, naquela obra, fazer uma correção de rumo e colocar a obra no eixo”*.

A realização de reuniões para difusão das informações foi desenvolvida a partir da etapa 3, em decorrência do desenvolvimento de ações corretivas através da utilização do PPC, visto que a

difusão das informações aos principais intervenientes do sistema de planeamento tende a facilitar o atendimento dos objetivos e metas fixadas (BERNARDES, 2001).

5.3.4 Análise geral da implantação das práticas

O indicador percentual de eficácia do sistema de planeamento (PESP) das obras analisadas está representado na figura 29.

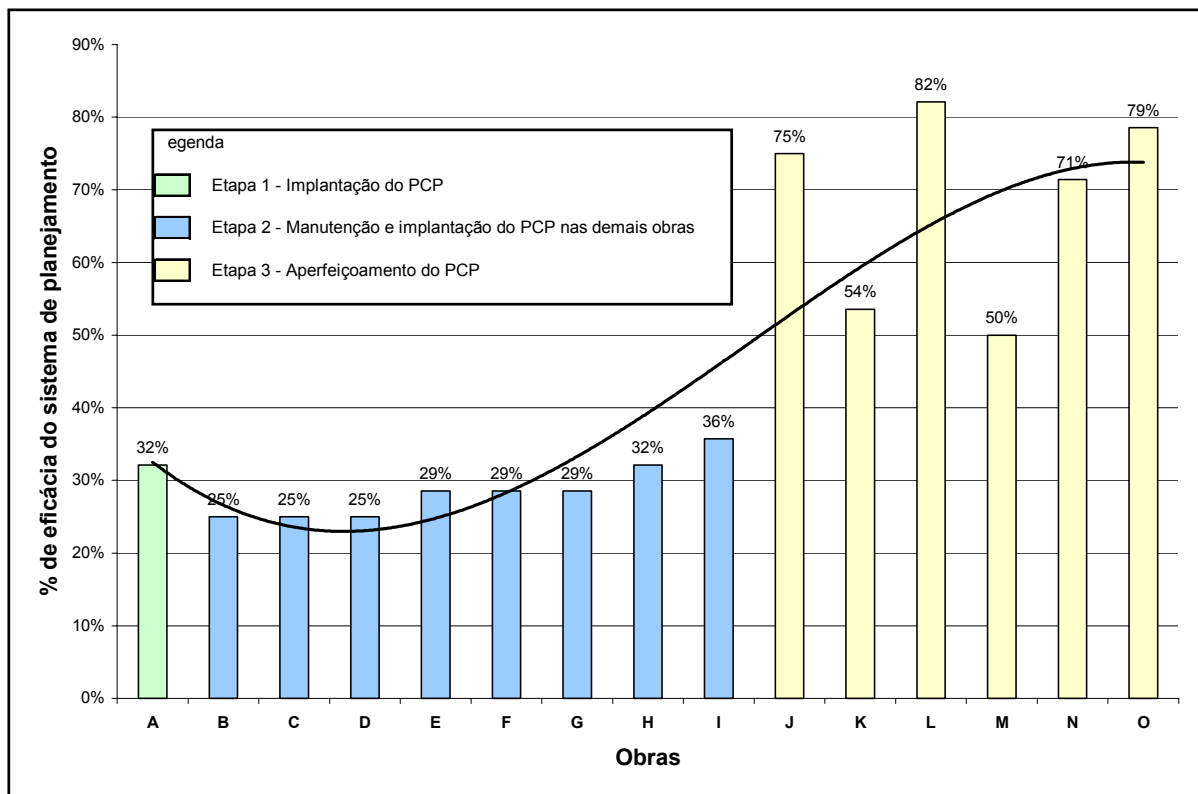


Figura 29: percentual de eficácia do sistema de planeamento por obra

A figura 29 indica que houve uma diminuição do percentual de eficácia do sistema de planeamento e controle da produção no início deste trabalho (etapa 2). Analisando-se a etapa 3, percebe-se que as práticas que tiveram maior nível de implantação foram aquelas cujas obras tiveram maior acompanhamento e participação do coordenador de planeamento e também em que o NORIE estava desenvolvendo projetos de pesquisas (obras J, L e O). Por outro lado, o aumento do percentual de eficácia da implantação do planeamento e controle da produção foi propiciado,

também, por uma maior compreensão dos conceitos teóricos por parte dos funcionários envolvidos com a utilização do sistema de PCP, a partir da obra J (etapa 3).

Também se percebe que as obras K, M e N, apesar de receberem menor acompanhamento do coordenador do sistema de planejamento, tiveram um nível de implantação das práticas consideravelmente superiores às obras da etapa 1 e 2. Este fato foi ocasionado pela disseminação do desenvolvimento das práticas nas obras J, M e N nas reuniões de engenharia. Um dos gerentes de produção da empresa considera que o coordenador do PCP tem tido um papel importante na padronização deste processo: *você (referindo-se ao coordenador do PCP) consegue estar em todas as obras, tens a visão do todo. Você pode dar opiniões, sugestões, olha por esse caminho é melhor, se usou em tal obra e deu certo. Acho que neste sentido é muito bom, e como você faz esta coordenação, e pega um pouquinho daqui, um pouquinho dali, centraliza e vai sugerindo para cada um. Assim vamos tendo um padrão”*.

5.4 ESTUDO DE CASO DA OBRA “O”

5.4.1 Descrição geral da obra

A obra consistia num conjunto de serviços realizados em um parque fabril na cidade de Gravataí – RS. Os serviços foram realizados em diversos locais da unidade industrial. A figura 30 apresenta a planta industrial que foi o local de realização dos serviços, bem como a localização dos mesmos no parque fabril (em vermelho). O pacote dos serviços foi objeto de uma única contratação, sendo analisado em conjunto neste trabalho. O valor contratual do pacote da obra foi de R\$ 4.227.000,00 (na época o equivalente a US\$ 2.000.000,00). O conjunto de serviços foi dividido, conforme seus locais de execução.

A tabela 2 apresenta a relação dos serviços contratados, suas características, o seu valor contratual e o percentual deste em relação ao total do contrato.

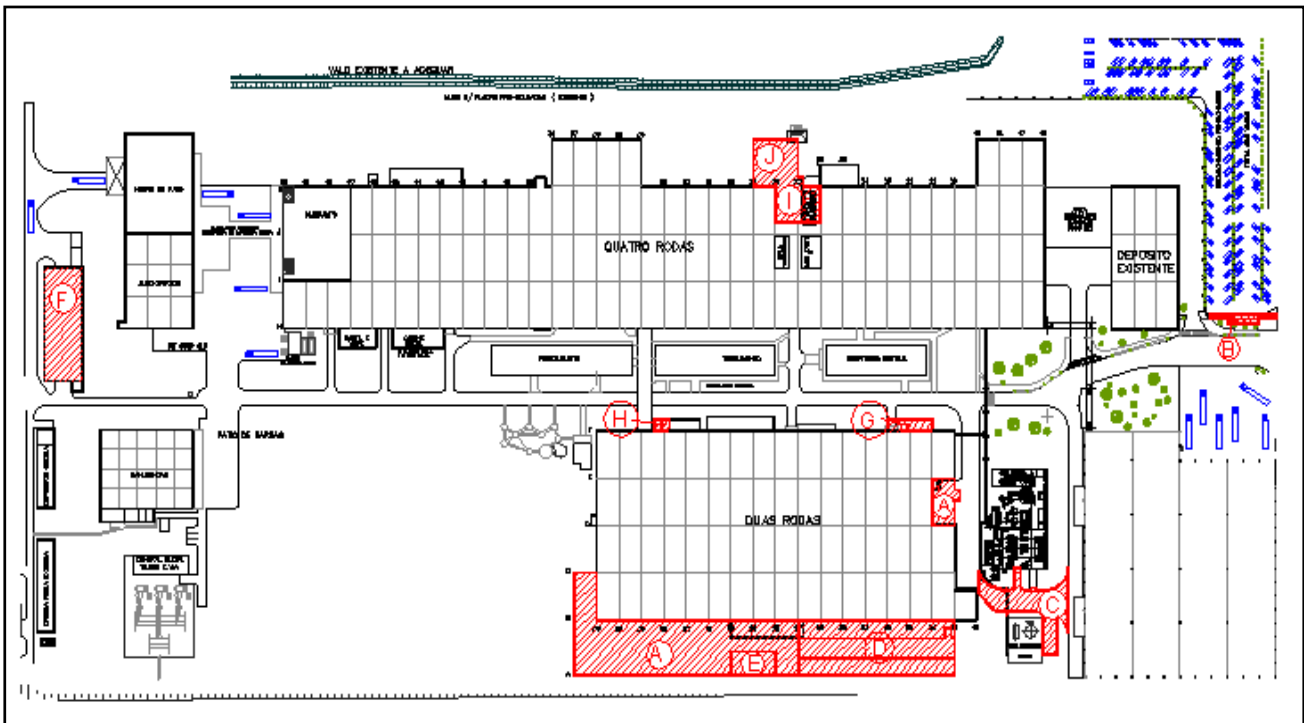


Figura 30: Parque fabril e localização das obras

Tabela 2: relação dos serviços contratados

Cód.	Nome	Características	Valor contrato (R\$)	% em relação ao total contrato
A	Prédio Motovelo	Ampliação de pavilhão industrial	2.837.843,02	67,15 %
B	Cobertura Externa	Execução de cobertura metálica	30.065,95	0,71 %
C	Rua de Acesso	Execução de pavimentação	54.305,65	1,28 %
D	Canaleta	Execução de base de concreto armado	286.602,65	6,78 %
E	Oficina Motovelo	Execução de prédio para oficinas	209.801,07	4,96 %
F	Pátio de Resíduos	Recuperação estrutural	13.225,62	0,31 %
G	Salas de Serviços	Execução de cobertura metálica	31.082,71	0,74 %
H	Subestação Elétrica	Ampliação prédio subestação elétrica	31.794,92	0,75 %
I/J	Prédio Automoto e Oficina Automoto	Execução de prédio para oficinas	732.278,41	17,32 %

Na tabela 2 *observa-se* que o grande volume contratual estava concentrado nas obras prédio motovelo (A), prédio automoto (I) e oficina automoto (J). Outra consideração importante na contratação refere-se aos prazos de execução e às condições de pagamento da obra, pois todo pacote de serviços deveria ser concluído em sete meses. No entanto, nos quatro primeiros meses de obra, grande parte dos serviços do prédio motovelo (A) e da canaleta vulcanizadores (D) deveriam estar concluídos, correspondendo a 73,96 % do valor contratado, sendo que durante os primeiros quatro meses o cliente efetuará o pagamento de somente 24 % do valor contratual da obra.

Para atender essas exigências a construtora elaborou a seguinte estratégia:

- a) algumas etapas da obra foram postergadas no plano de longo prazo da obra, principalmente atividades que não poderiam ser faturadas (por exemplo, pavimentação do piso de concreto armado do pavilhão industrial do prédio motovelo). Cabe destacar que este fato influenciou significativamente o PCP da obra, pois, a construtora inicialmente estava prevendo antecipar a execução do piso de concreto armado do pavilhão, com intuito de melhorar os fluxos físicos da obra;
- b) alguns itens da proposta de estimativas de custos foram negociados entre a empresa construtora e os fornecedores, considerando financiamento para faturamento, com o intuito de atender às condições financeiras de pagamento do empreendimento.

5.4.2 Considerações sobre o planejamento de curto prazo

O planejamento de curto prazo era realizado através de reuniões semanais, com duração de aproximadamente duas horas. As reuniões tinham duração relativamente longa devido à grande quantidade de fornecedores e pacotes de trabalho, uma vez que todos os serviços deviam ser programados na mesma reunião. No decorrer dos trabalhos, o gerente de produção estabeleceu uma seqüência de programação dos serviços na reunião, seguindo a participação dos fornecedores de acordo com os locais de serviços que os mesmos estivessem envolvidos. Assim, foi possível tornar mais eficaz a participação dos fornecedores e encarregados de produção. Participavam das

reuniões o gerente de produção da obra, o diretor (gerente de contrato), o coordenador do sistema de planejamento, os mestres-de-obras e o técnico de segurança por parte da empresa construtora, além dos fornecedores de mão-de-obra e do engenheiro que representava o cliente na fiscalização da obra.

A figura 31 apresenta os resultados do PPC semanal da obra O. A linha de tendência da figura representa a média móvel de quatro semanas do PPC.

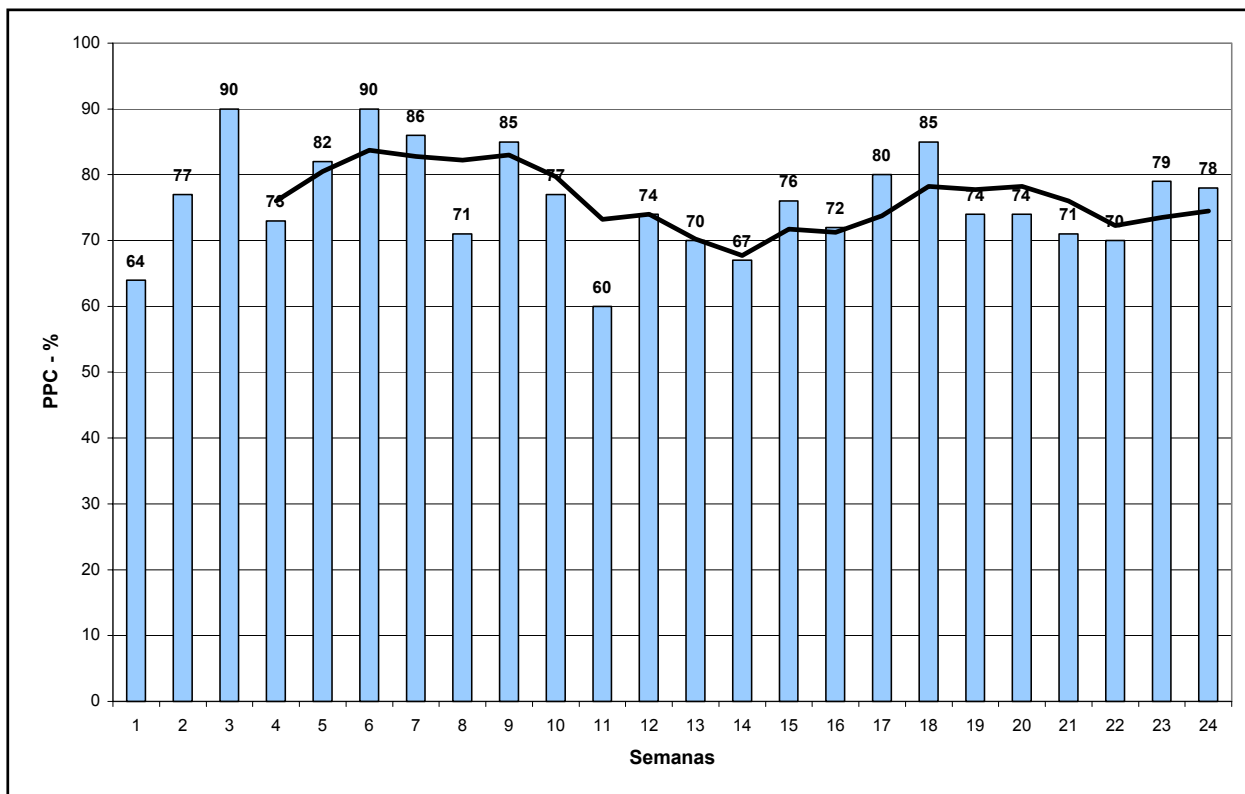


Figura 31: PPC semanal da obra O

Conforme se pode perceber na figura 31, a média do PPC ficou em torno dos 75 %. O coeficiente de variação (CV) das semanas 1 a 11 foi de 12,94 % e o das semanas 12 até a 24 foi de 6,60 %, mostrando uma tendência em reduzir a sua variabilidade.

Com relação aos problemas relacionados ao não cumprimento dos planos, realizou-se uma divisão conforme segue:

- a) **manutenção:** não cumprimento da tarefa por falha de um equipamento por falta de manutenção (na obra ocorreu o não cumprimento do pacote de trabalho “preparação da cabeça das estacas dos eixos 32 a 34” porque a máquina de solda estragou por falta de manutenção);
- b) **conflito de espaço:** quando uma equipe não consegue realizar seu pacote de trabalho porque outra equipe estava ocupando o mesmo posto de trabalho ou por falta de espaço para executar a tarefa;
- c) **falta no trabalho:** quando não é possível executar um pacote de trabalho porque ocorreu falta no trabalho de colaborador(es) integrante(s) da equipe;
- d) **projeto:** quando ocorre falta de projeto, sua qualidade é deficiente, há incompatibilidades entre projetos (por exemplo, o projeto de estrutura metálica é incompatível com o projeto arquitetônico) ou ocorre uma alteração no projeto;
- e) **condições adversas do tempo:** ocorre principalmente quando a chuva impede a realização de alguns pacotes de trabalho. Este problema pode existir em dois momentos, durante a chuva e também depois. Por exemplo, no caso da cobertura metálica, por questões de segurança o telhado precisa estar seco para oferecer condições de trabalho. Outro problema relacionado às condições adversas ao tempo foi o vento, que não permitiu que alguns pilares da estrutura metálica fossem montados;
- f) **execução:** quando ocorre um problema de coordenação dos trabalhos pelos encarregados das equipes e a produtividade dos funcionários é baixa;
- g) **atraso na tarefa antecedente:** quando não é possível cumprir um pacote porque o pacote anterior não foi realizado ou foi realizado fora do prazo planejado;
- h) **recursos da empresa:** quando ocorre falta de materiais, ferramentas ou equipamentos cujo fornecimento era de responsabilidade de fornecimento da empresa construtora;

- i) **recursos dos fornecedores:** quando ocorre falta de materiais, ferramentas ou equipamentos cujo fornecimento era de responsabilidade de fornecedores (de material ou mão-de-obra);
- j) **planejamento:** quando o pacote não é completado porque ocorreu modificação dos planos, superestimação da produtividade das equipes de trabalho⁴⁴, má especificação do pacote ou não cumprimento dos pré-requisitos do plano.

A figura 32 apresenta o número de ocorrências dos problemas supracitados na obra analisada, bem como o percentual que cada problema representou sobre a quantidade total dos problemas (representado em percentual no centro das barras).

A partir dos resultados da figura 32, observa-se que o principal problema para o não cumprimento dos planos foi falha de planejamento (com 66 ocorrências e representando 26,8 % dos problemas). Este fato confirma que, apesar de todo esforço despendido pela empresa na implantação do PCP, existe ainda um grande campo de desenvolvimento no seu sistema de planejamento. Outro fato que contribuiu para a ocorrência de problemas no planejamento foi a dificuldade de elaborar os pacotes de trabalho dos fornecedores. Segundo o gerente de produção desta obra, é difícil, por exemplo, dimensionar os pacotes de trabalho das instalações elétricas. Neste sentido, é importante que a gerência da obra obtenha a informação necessária dos fornecedores para ter condições de programar um pacote bem definido (BALLARD, 1997).

Um problema também com grande número de ocorrências se refere aos recursos dos fornecedores (com 44 ocorrências e representando 17,9 % dos problemas). Neste sentido, é importante que a empresa construtora não abra mão de gerenciar a produção, pois mesmo os empreiteiros que fornecem material e mão-de-obra apresentam problemas de recursos durante o fornecimento. Neste contexto, é importante a participação dos principais fornecedores nos planos de médio prazo, melhorando a comunicação com a cadeia produtiva (BALLARD, 1997). Outra medida que poderia

⁴⁴ O problema superestimação da produtividade foi considerado, neste trabalho, quando as atividades de produção foram designadas com a capacidade substancialmente acima da produtividade real das equipes de trabalho. No caso da baixa produtividade o problema foi considerado quando a equipe recebia uma carga de trabalho adequada, mas não cumpria a meta estipulada. Esta consideração foi realizada através da percepção do pesquisador e dos gerentes de produção.

melhorar o desempenho dos fornecedores, na opinião de um diretor da empresa, é a introdução de uma política de desenvolvimento dos fornecedores.

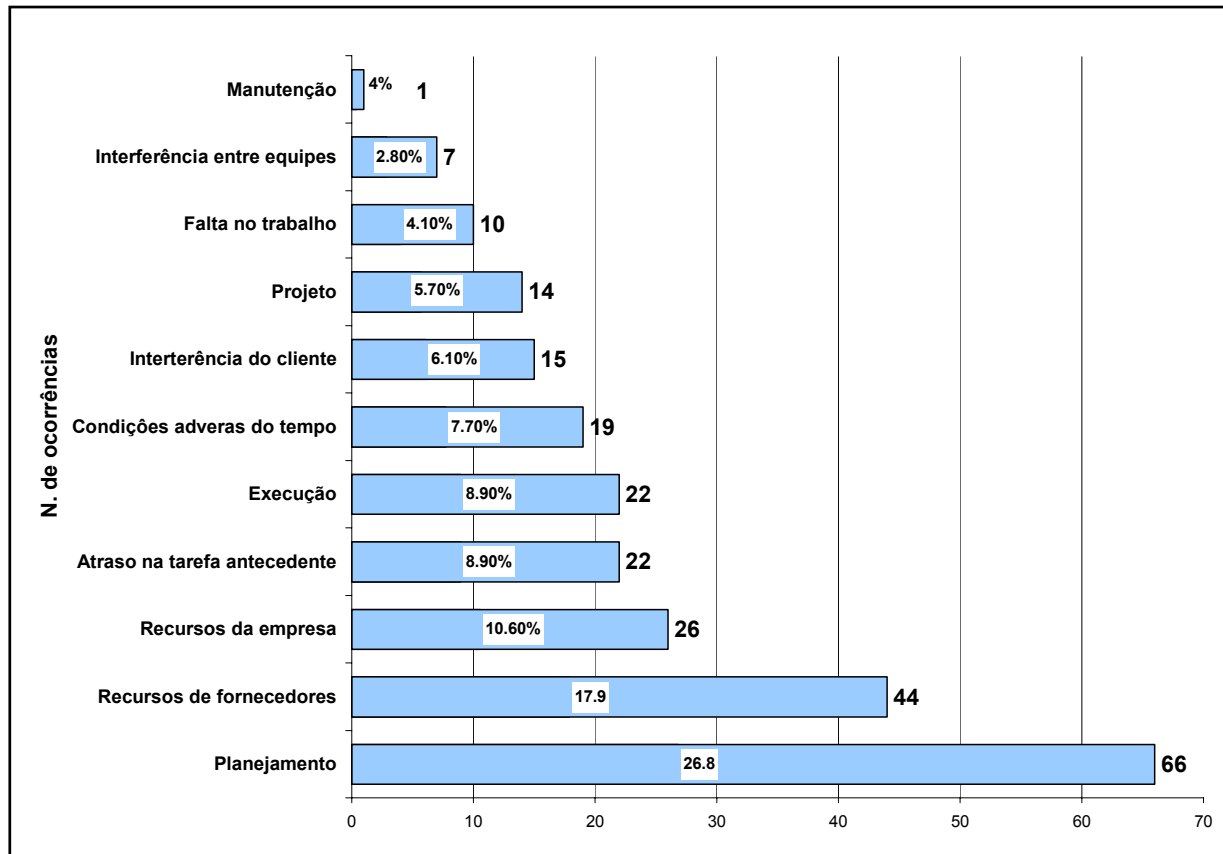


Figura 32: problemas para o não cumprimento dos planos na obra O

Com relação aos recursos da empresa (com 22 ocorrências e representando 8,90 % do total de problemas), grande parte dos problemas ocorreu nos pacotes de trabalho relacionados à estrutura metálica (10 ocorrências de falta de material). Este fato ocorreu, em grande parte, porque a construtora, com intuito de reduzir os custos do empreendimento, optou por comprar o sistema de estrutura metálica de diversos fornecedores. Foram contratadas empresas para o desenvolvimento do projeto, fornecimento do aço, beneficiamento do aço, montagem da estrutura, fornecimento de telhas e fornecimento de fixações, dificultando o gerenciamento destas atividades.

Para analisar os problemas relacionados ao planejamento do PCP da obra, as falhas foram divididas em problemas externos e de planejamento, sendo que, no restante, o gráfico é completado pelo indicador PPC, de forma semelhante ao que foi proposto por Ballard (1994). A figura 33 apresenta os resultados supracitados. Constata-se que os problemas relacionados ao planejamento se

mantiveram constantes ao longo do empreendimento. Segundo o diretor e o gerente de produção, responsáveis por este empreendimento, os problemas de planejamento se repetiram principalmente porque os serviços foram realizados em locais diferentes do parque fabril, os projetos eram diferentes e, além disso, os intervenientes do processo eram outros⁴⁵. Com isso, alguns problemas que interferiram no processo de planejamento eram diferentes a cada etapa da obra.

Segundo a percepção do autor deste trabalho grande parte dos problemas de planejamento desta obra estão relacionados à baixa integração da cadeia de suprimentos no processo de planejamento. Isto é evidenciado também pelo fato de que este tipo de problema se manteve constante ao longo do empreendimento.

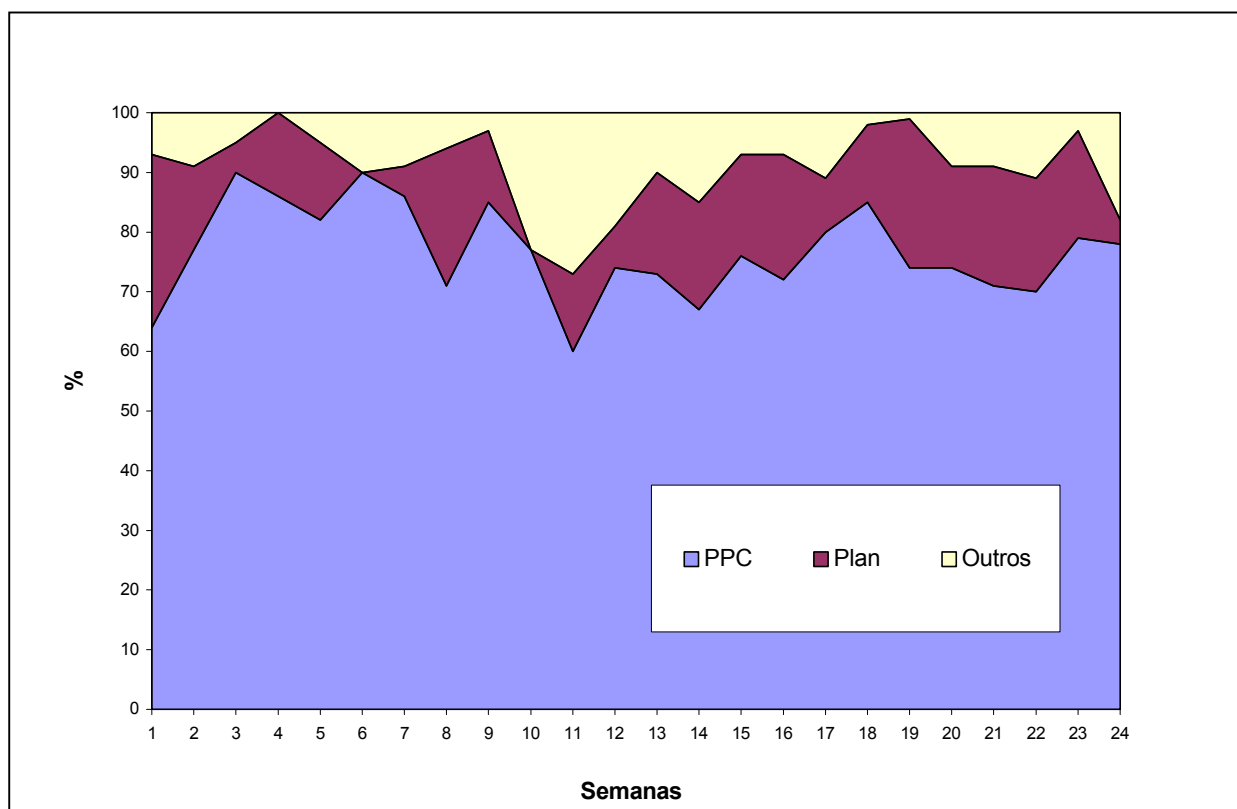


Figura 33: falhas relacionadas ao planejamento

Ainda com relação ao planejamento de curto prazo, pode-se destacar uma importante melhoria realizada pela empresa, relacionada à planilha utilizada nas reuniões semanais de curto prazo. A melhoria ocorreu a partir da semana 19, quando se passou a utilizar uma planilha eletrônica, desenvolvida com o *software MS-Excel*®. Além disso, nos locais destinados à identificação dos

⁴⁵ No parque fabril em questão, cada área da indústria possui um responsável, que atua junto à construtora.

dias a serem trabalhados, utilizou-se este campo para preencher a quantidade de funcionários que deveriam ser disponibilizados para realizar o pacote de trabalho. Com a identificação dos funcionários foi possível distribuir de maneira mais uniforme o fluxo de trabalho na obra, melhorando a transparência do processo e o controle da produção. Assim, com a utilização deste método, é possível melhorar o equilíbrio da carga de trabalho das equipes de produção no canteiro de obras. Neste sentido o diretor da empresa responsável pela obra afirma: *“no momento que o engenheiro da obra faz a planilha semanal e me manda por e-mail eu acompanho o que está acontecendo. E é um processo de crescimento, porque todo dia ele me manda a planilha com o acompanhamento e eu dou sugestões e até noto discrepâncias. Chamo atenção de algumas coisas que deveriam ser programadas e não foram. Eu acompanho diariamente a obra pela planilha, sem necessariamente ir na obra, pois eu consigo visualizar a obra sem ir lá”*. A figura 34 apresenta um exemplo da planilha de curto prazo utilizada nesta obra.

Com esta identificação foi possível calcular o percentual de tarefas executadas que não foram devidamente programadas (figura 35). Assim, pode-se constatar que ainda existe um certo grau de informalidade presente no processo de planejamento e controle da produção, mesmo quando o mesmo já está em fase de aperfeiçoamento. O planejamento informal da produção, guiado pelo mestre-de-obra, e sem a vinculação do plano de curto prazo com os outros níveis do planejamento dificulta a alocação da mão-de-obra, equipamento e materiais, podendo resultar em uma ineficiente utilização destes recursos (FORMOSO et al., 1999). Por esta razão, a gerência da obra deve envolver os encarregados e mestres-de-obras no processo de planejamento e controle, com intuito de reduzir a informalidade deste processo. A identificação dos funcionários e o acompanhamento da utilização da mão-de-obra nos pacotes de trabalho contribuem para melhorar o controle em tempo real do processo de planejamento e controle da produção. A figura 34 apresenta o controle das equipes de produção, além do comparativo do total de funcionários planejados com o total de funcionários efetivamente utilizados. A partir da semana 19, o gerente de produção da obra O passou a identificar as tarefas que estavam sendo realizadas na obra e que não tinham sido programadas na reunião de curto prazo (na figura 34 identificadas em cor vermelha).


		PLANEJAMENTO SEMANAL Planejamento x Execução	Obra: Pirelli Engenheiro: Eduardo Mestre: Edmilson Estagiário: Luciano		Período 1 27/02/02 à 05/03/02		FM111-00 24ª Semana 27/02/02				
			PPC = $\frac{\text{Soma 100\%}}{\text{total itens}}$ =		Data:		24/03/02				
			Equipe	Pacote de Trabalho	Duração	Q	S	D	T	Executado %	Problema
						Q	S	D	T		
1	EDMILSON	LIMPEZA DO CORTINA DA GALERIA - A3	1	P	2	4	4	90 %	1.1		
2	EDMILSON	DEMOLIÇÃO DAS VIGAS DE FUNDAÇÃO DA OFICINA EXISTENTE - E	2	P	2			100 %			
3	EDMILSON	CORTE DAS JUNTAS PARA DEMOLIÇÃO DO PISO - E	1	P	2			100 %			
4	EDMILSON	ATERRO E PREPARAÇÃO DO PISO OFICINA EXISTENTE - E	4	P	2	2	2	100 %			
5	EDMILSON	REDE PLUVIAL OFICINA EXISTENTE - E	3	P	3	3		100 %			
6	EDMILSON	ASSOALHO E TAMPAS PARA CAIXAS - 6 UD OFICINA EXISTENTE	3	P	1	1	1	100 %			
7	EDMILSON	EXECUÇÃO DE CAIXA SEPARADORA DE ÓLEO - A3	3	P	4	4	6	100 %			
8	EDMILSON	PREPARAÇÃO DO PISO EXISTENTE DA OFICINA EXISTENTE - E	1	P	2			100 %			
9	EDMILSON	EXECUÇÃO E ALVENARIA VIGAS DE FUNDAÇÃO DO A3	2	P			6	100 %			
10	EDMILSON	MONTAGEM FORMAS E ARMADURAS TANQUE DE PINTURA (MÁRCIO)	4	E	3	2	3				
11	EDMILSON	DEMOLIÇÃO DA CORTINA DA GALERIA DO A3	1	E			1				
12	EDMILSON	PASSARELA DE MADEIRA OFICINA	2	E			2				
			TOTAL	P	12	12	12	8	0	10	10
				E	15	14	14	5	5	12	13

Figura 34: planilha utilizada para os planos de curto prazo

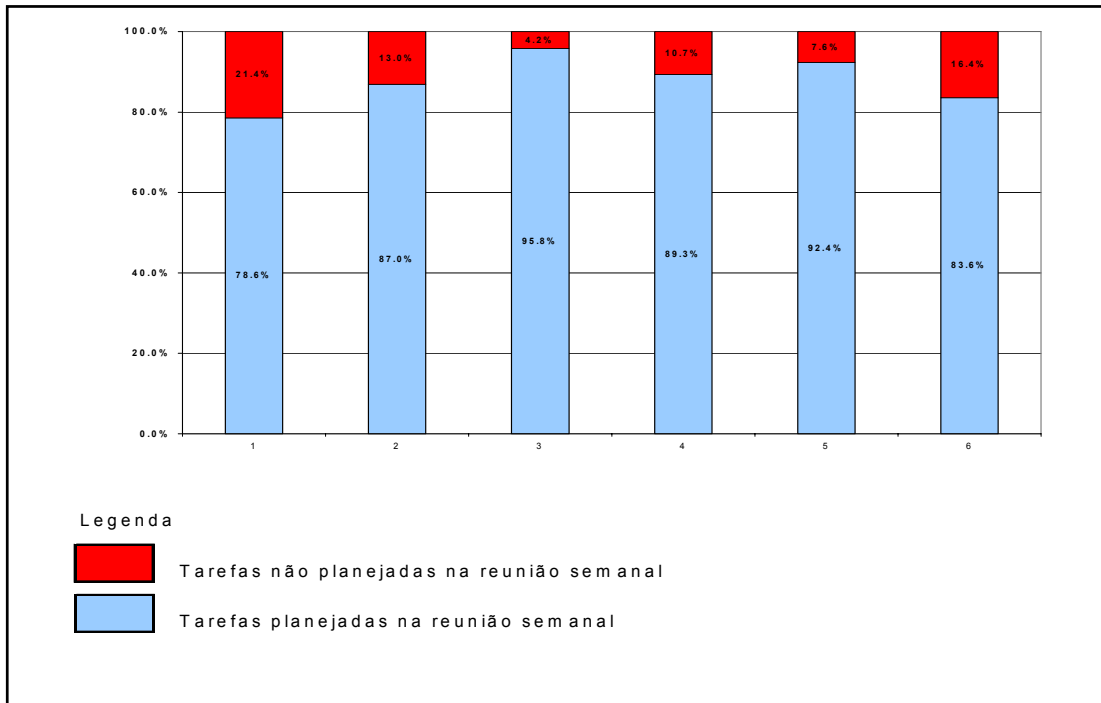


Figura 35: percentual de tarefas executadas e não planejadas na reunião de curto prazo

5.4.3 Considerações sobre o planejamento de médio prazo

As reuniões para a preparação do plano de médio prazo eram realizadas nas segundas-feiras (dia anterior à reunião de curto prazo). Participavam desta reunião o gerente da obra, o coordenador do planejamento, o diretor da empresa (participou de algumas reuniões), os mestres-de-obras e alguns fornecedores de sub-sistemas importantes da obra. O gerente de produção da obra buscava identificar e agrupar as informações necessárias para realizar o plano de médio prazo com os fornecedores.

Nas reuniões, detalhava-se o plano de longo prazo para 4 semanas à frente e analisavam-se as restrições para o cumprimento dos planos. Para realizar o referido detalhamento utilizou-se o *software MS-Project®* e uma lista de restrições. Foi utilizado, com intuito de monitorar a eficácia de implementação deste plano, um indicador denominado Índice de Remoção de Restrições (IRR). Este indicador foi calculado através do percentual de restrições da primeira semana do plano de médio prazo que foram efetivamente removidas. A figura 36 apresenta o IRR semanal da obra O.

De maneira similar ao PPC, o indicador IRR pode fornecer informações importantes relativas ao não cumprimento das tarefas. Neste contexto, através do indicador IRR, é possível utilização da técnica dos “5 porquês” para identificar problemas relacionados à não remoção das restrições. A identificação dos problemas pode apontar as melhorias prioritárias necessárias ao sistema de planejamento e controle da produção.

Analisando os planos de médio prazo, identificou-se a data de remoção das restrições e em qual semana do plano estas estavam relacionadas⁴⁶. A figura 37 apresenta o resultado desta análise. A análise do IRR durante a obra contribui para dar transparência ao processo de análise e remoção das restrições. Além disso, motiva o gerente de produção de realizar a remoção das restrições.

⁴⁶ O planejamento de médio prazo da obra O possuía o horizonte de quatro semanas.

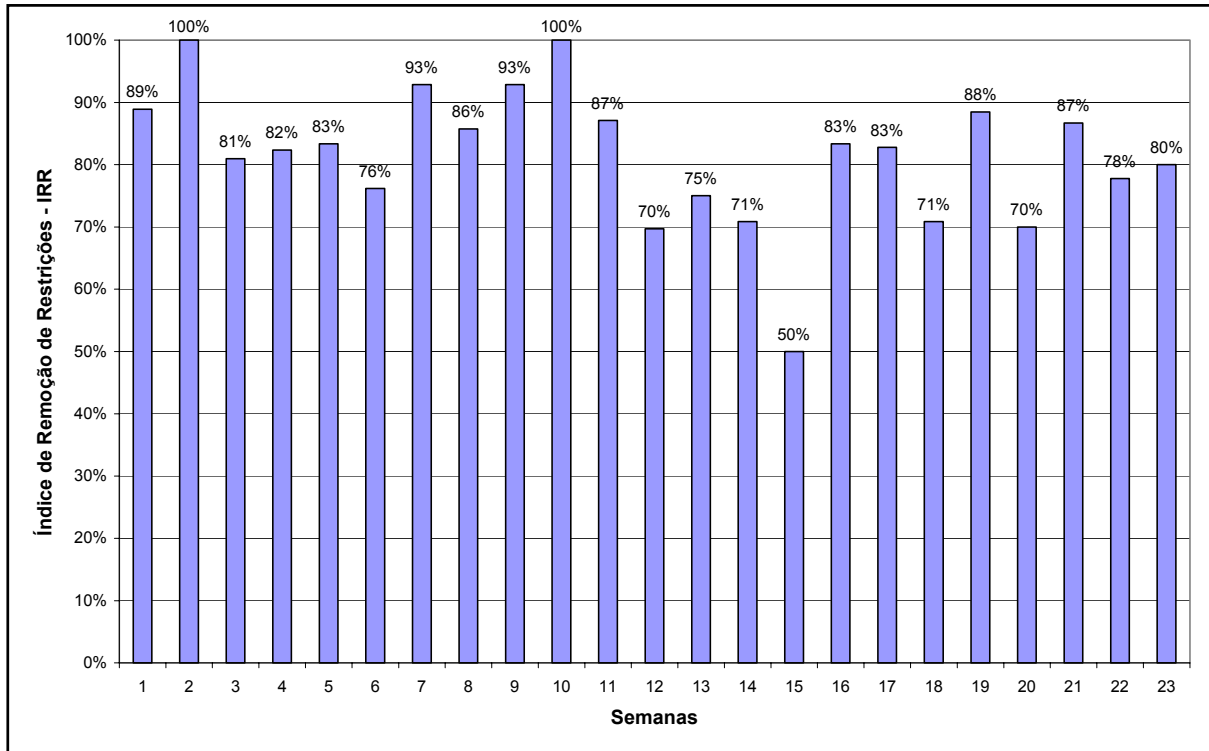


Figura 36: evolução do indicador IRR

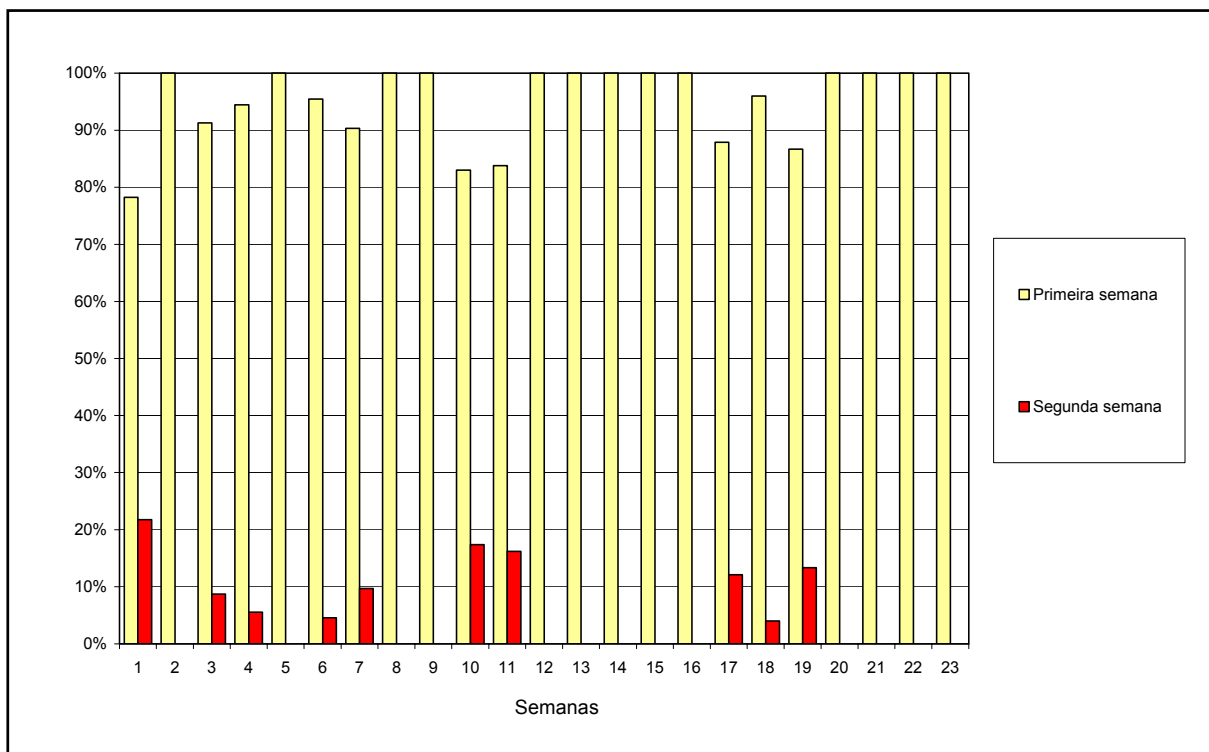


Figura 37: datas de remoção das restrições e a semana do planejamento de médio prazo

Com relação à figura 37, observa-se que a identificação das restrições ocorreu somente na primeira e na segunda semana da obra, com grande incidência na primeira semana. Neste sentido, percebe-se um potencial de melhoria no planejamento de médio prazo da construtora, visto que, possivelmente a antecipação da identificação da data de remoção da restrição possibilita maior tempo para a sua remoção e assim, combate os efeitos nocivos da incerteza.

Com relação ao planejamento de *layout* da obra, foi utilizado um dispositivo para a programação do canteiro de obra: um quadro metálico com a planta da obra e a confecção de locais de descarga (LDs) com ímãs, permitindo que os locais de descarga fossem facilmente reprogramados devido ao desenvolvimento da obra. Com isso, os locais dos materiais eram previamente planejados (figura 38). No entanto, segundo o gerente de produção da obra analisada, ainda ocorrem problemas no planejamento do *layout*: *“às vezes estou fazendo uma tarefa, e chega o mestre ou o administrativo da obra e pergunta qual o local para colocar determinado material”*. Este problema pode estar relacionado à falta de uma sistemática de, após a compra dos recursos, efetuar o planejamento de descarga na obra.

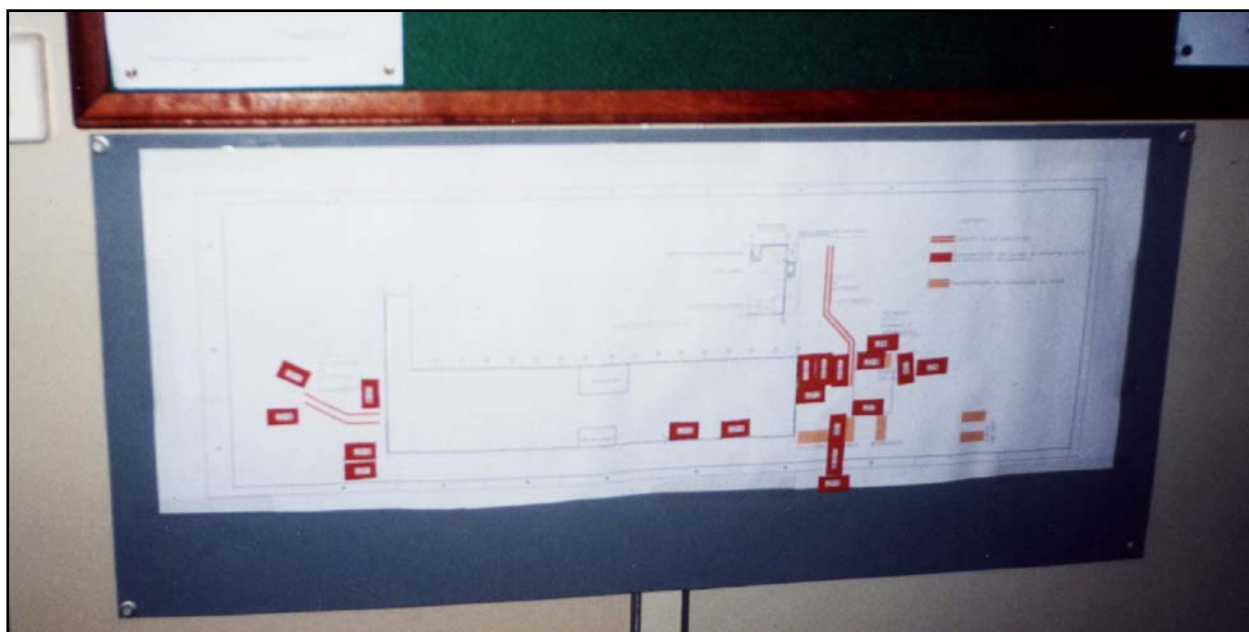


Figura 38: quadro metálico com ímãs para planejamento dos locais de descarga

Koskela (1992) adverte para a importância do balanceamento entre as melhorias nas atividades de fluxo e conversão, destacando que as atividades de fluxo necessitam de menor investimento que as

atividades de conversão para a redução de perdas. Considerando os problemas para o não cumprimento dos planos (figura 32), observa-se a ocorrência de problemas de interferência entre as equipes de trabalho. Isto indica que existe um potencial de melhoria no planejamento de médio prazo no que tange às necessidades espaciais de cada processo, durante a designação dos pacotes de trabalho (ALVES, 2000).

5.4.4 Considerações sobre o planejamento de longo prazo

Um plano de longo prazo de todo empreendimento foi entregue pelo cliente durante a etapa de concorrência. Este plano continha as datas de início e conclusão de cada conjunto de serviços. O plano de longo prazo para cada serviço foi sendo detalhado à medida que a data de início se aproximava, sendo utilizado o *software MS-Project®*. O plano de longo prazo seguiu a estratégia de faturamento da obra, referida no item 5.4.1. Foram solicitadas alterações nas datas de início de algumas obras por parte do cliente (antecipação de início e conclusão). Este fato exigiu da empresa construtora agilidade e flexibilidade para atender às novas solicitações do cliente.

5.4.5 Considerações finais do estudo de caso da obra “O”

Durante o estudo da obra O, alguns avanços foram obtidos pela empresa construtora. No planejamento de médio prazo pode-se destacar o maior envolvimento dos intervenientes no processo (gerente de produção, coordenador do planejamento, diretor e fornecedores), além da sistematização das reuniões para elaboração do plano e um maior esforço despendido na identificação e remoção das restrições. No planejamento de curto prazo, um avanço significativo obtido nesta obra foi à identificação da quantidade de funcionários que seria utilizada em cada pacote de trabalho e seu efetivo controle em tempo real. Este método possibilitou à construtora melhorar a transparência e o efetivo gerenciamento dos fluxos das equipes de trabalho na obra.

Durante este estudo, constatou-se que a participação do coordenador do PCP da empresa, atuando em conjunto com o gerente de produção, trouxe uma maior consistência ao processo de planejamento, bem como o incentivo à melhoria contínua ao processo. A participação do diretor da empresa de maneira similar contribuiu para o desenvolvimento do sistema de planejamento e controle da produção, principalmente no que tange às contribuições relativas à experiência nos

processo de produção que o mesmo possui, dando assim mais consistência nos planos de médio e curto prazo.

5.5 SISTEMA DE PCP FINAL

O sistema de planejamento e controle da produção final da construtora é constituído de três níveis hierárquicos de planejamento: o planejamento de longo prazo, médio e curto prazo. O planejamento de longo prazo é realizado através de um cronograma físico de atividades com a utilização do *software MS-Project®*. O planejamento de médio prazo é realizado através de reuniões semanais, com a participação dos principais intervenientes. O planejamento de curto prazo é constituído de reuniões, em geral semanais, com a participação do gerente da obra, do mestre de obras e dos representantes das equipes de produção. A figura 39 apresenta do DFD do final da construtora. Um dicionário de dados é apresentado a seguir com as informações descritas no referido DFD (figura 40).

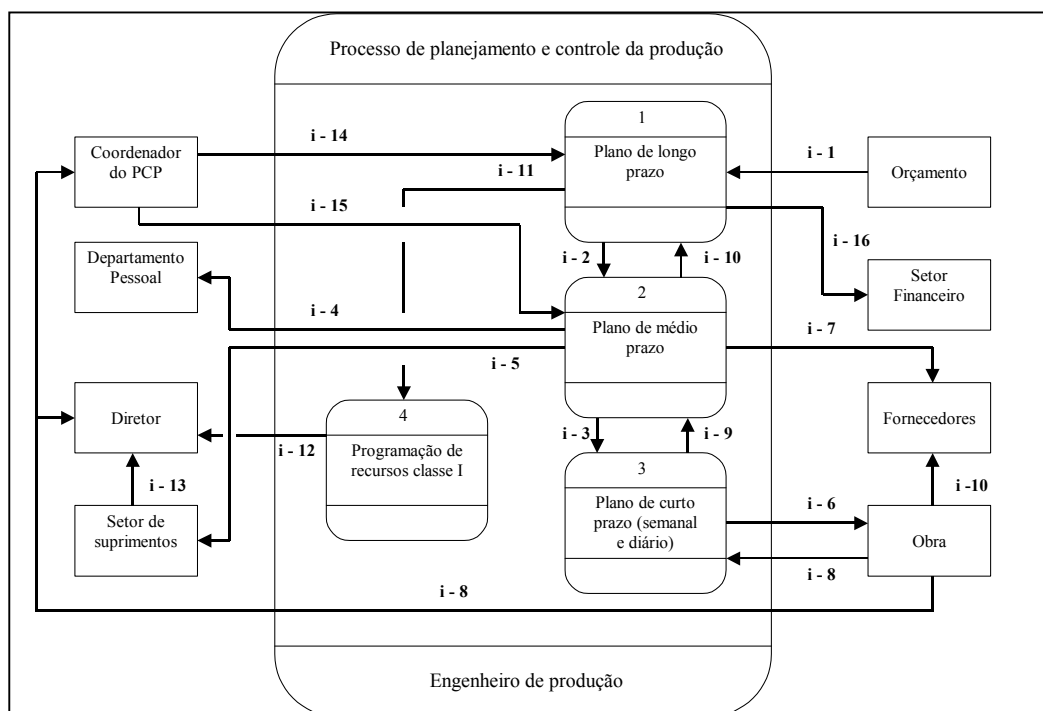


Figura 39: DFD do PCP final

Nº	Formato	O que ?	Como?
i – 1	Escrita	Custos e plano de ataque previsto para a obra.	Planilha orçamentária com informação de custos e cronograma de atividades no <i>MS-Project</i> ®.
i – 2	Escrita	Plano de longo prazo da obra	Ajuste no cronograma de atividades previsto para a obra.
i – 3	Escrita	Plano de médio prazo e análise de restrições.	Conforme orientações do documento Plano de Médio Prazo (IT025).
i – 4	Escrita	Solicitação de contratação ou transferência de mão-de-obra.	Através do preenchimento do formulário Requisição de Pessoal (FM037), conforme orientação do documento Admissões (IT010).
i – 5	Escrita	Solicitação de compra de recursos classe II e III.	Através do preenchimento do pedido de compras, conforme orientações do documento Compras (PR005).
i – 6	Escrita	Programação semanal e diária de atividades da obra.	Através do preenchimento dos formulários FM024 e FM025, conforme orientações do documento Reuniões de Planejamento de Obras (IT006)
i – 7	Escrita	Informação de desempenho dos fornecedores.	Envio de gráficos de PPC e PPC/S aos fornecedores.
i – 8	Escrita	Informação de desempenho do PCP.	Envio de gráficos de PPC, PPC/S e problemas.
i – 9	Escrita	Avaliação das metas cumpridas.	Reunião semanal e ou diária com encarregados de equipes.
i – 10	Escrita	Avaliação das metas cumpridas do médio prazo.	Resultado das reuniões semanais de planejamento.
i – 11	Escrita	Elaboração de programação de recursos classe I	Preenchimento do FM022 conforme orientações do doc. Programação de Recursos (IT007).
i – 12	Verbal	Verificação de responsabilidade das compras.	Definição de quem comprará os recursos listados com o diretor da empresa.
i – 13	Escrita	Solicitação de autorização de compras.	Pedido de autorização de compras ao diretor através dos pedidos solicitados.
i – 14	Verbal	Auxílio no ajuste e elaboração do plano de longo prazo.	Experiência, intuição e através das orientações do documento Cronograma de Obras (IT005).
i – 15	Verbal	Auxílio na preparação do plano de médio prazo.	Experiência e intuição.
i – 16	Escrita	Fluxo de caixa da obra	Modelo padrão no <i>MS-Excel</i> ®

Figura 40: dicionário de dados do DFD consolidado do PCP

Comparando-se o PCP final com o PCP inicial constatam-se as seguintes alterações a ser destacas:

- a) **planejamento de médio prazo:** foi adicionado, na dimensão vertical do PCP, o planejamento de médio prazo com a análise de restrições, buscando evitar as solicitações emergenciais de recursos, bem como possibilitando o atendimento dos critérios de qualidade do plano de curto prazo sugeridos por Ballard & Howell (1997c);
- b) **planejamento de longo prazo:** a primeira versão do plano de longo prazo passou a ser elaborado juntamente com o orçamento, deixando de ser elaborado somente com base na experiência e intuição do diretor da empresa. Além disso, na etapa de estimativa de custos, passou-se a dar maior ênfase à redução no prazo de execução do empreendimento como uma forma de tornar a proposta mais competitiva, visto

que, com a implementação do PCP, a organização passou a apresentar mais confiabilidade no cumprimento dos prazos. Neste sentido, os diretores da empresa afirmaram que o processo de planejamento e controle da produção trouxe à empresa menor incerteza nas estimativas de custo. Um dos diretores afirma: *“hoje nós arriscamos muito mais uma redução de prazo da obra do que antigamente”*. Neste mesmo aspecto, outro diretor afirma: *“eu tenho um sistema que vai me fazer esta obra andar e muito próximo do estimado”*;

- c) **programação de recursos:** grande parte dos recursos passaram a ser programados no plano de médio prazo através da análise de restrições, o que anteriormente ocorria ao longo do ciclo semanal de planejamento e controle de curto prazo. Este fato conferiu uma maior confiabilidade ao plano de curto prazo, visto que os pedidos emergenciais de recursos foram reduzidos;
- d) **coordenador do PCP:** foi criada a função de coordenador do PCP. Os diretores da organização consideram que a constituição desta coordenação foi fator chave na manutenção e aperfeiçoamento do PCP. Da mesma forma, os gerentes de produção apontaram o apoio do coordenador do planejamento como um fator importante na melhoria contínua do processo de planejamento e controle da produção, considerando que este atua como uma espécie de consultor para várias obras;
- e) **fornecedores:** com a introdução do planejamento de médio prazo, o envolvimento dos fornecedores no planejamento aumentou, trazendo mais confiabilidade nos planos de curto prazo.

5.6 DIRETRIZES PARA MANTER E APERFEIÇOAR O PCP

5.6.1 Vincular o PCP com a estratégia competitiva da empresa

É importante que o processo de planejamento e controle da produção seja coerente com a estratégia competitiva da empresa (FORMOSO et al., 1999). Ainda, segundo esses autores, as decisões no processo de planejamento devem ser discutidas em conformidade com as prioridades competitivas da empresa, que, por sua vez, dependem do mercado de trabalho que a construtora está inserida⁴⁷. Barros Neto (2002) constatou que, em empresas construtoras, a estratégia e o processo de decisão normalmente estão baseados na experiência dos gerentes, em função da falta de um planejamento estratégico formal. Segundo esse autor, este fato causa problemas porque as decisões podem ser míopes, isto é, sem a inclusão de um enfoque sistêmico, influenciando negativamente o desempenho da organização ao longo do tempo.

Durante a análise da construtora em estudo, percebeu-se que o PCP contribuiu para a implementação das estratégias competitivas da empresa⁴⁸. Este fator foi chave para que o sistema de planejamento e controle da produção se mantivesse e fosse aperfeiçoado dentro da empresa. Este fato constituiu-se principalmente em decorrência das características do mercado de trabalho da empresa, podendo ser evidenciado pela declaração de um dos diretores: *“grande parte do processo de PCP vem ao encontro aos requisitos dos clientes, porque envolve planos, prazo e custos. Além disso, o tipo de cliente e obra que nós executamos está muito vinculado a prazo e eficiência”*. Um dos gerentes de produção salientou a importância do apoio da direção da empresa para a manutenção do processo de PCP: *“o interesse dos diretores é muito importante: eles incentivam o planejamento, pois estão participando do processo e também proporcionando recursos. Eles te dão apoio para planejar”*.

Neste sentido, pode-se afirmar que, em decorrência dos requisitos dos clientes e do envolvimento da direção da empresa no processo de PCP, a construtora passou a priorizar a manutenção e posterior aperfeiçoamento do sistema de planejamento e controle da produção, visto que o seu corpo técnico

⁴⁷ A estratégia competitiva da empresa pode ter várias dimensões competitivas, como, por exemplo, o custo, a qualidade do produto, a flexibilidade de saída, a velocidade da produção (entrega do produto ao cliente), a confiabilidade de entrega, etc (FORMOSO et al., 1999).

⁴⁸ A construtora possuía uma reflexão sobre sua estratégia competitiva que, no entanto, não estava adequadamente explicitada. Além disto, não havia consenso entre os diretores sobre a mesma.

percebeu que o PCP contribui no atendimento aos requisitos dos clientes. Ainda, segundo um dos diretores da organização, com o sistema de PCP é possível evidenciar para os clientes como a empresa pode garantir a qualidade do produto, motivando a construtora a evoluir na melhoria do sistema de planejamento, com intuito de atender os requisitos de prazo de entrega da obra e redução de custos do produto aos clientes.

5.6.2 Instituir uma coordenação geral do PCP na organização

A constituição de uma coordenação geral do planejamento e controle da produção foi importante na manutenção e aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção na empresa construtora. Segundo um dos gerentes de produção da construtora, a coordenação do PCP consegue estar em todas as obras e ter uma visão de todo o processo de planejamento e controle de produção da empresa, podendo assim corrigir os problemas do PCP e, ao mesmo tempo, introduzir as melhores iniciativas de uma obra em todas.

Outro aspecto importante salientado pelos gerentes de produção foi o tempo livre que o coordenador da produção possui para o desenvolvimento do sistema de planejamento e controle da produção: *“porque você está (referindo-se ao coordenador do PCP) dedicando um tempo que nenhum de nós teria para implantar e controlar o processo de planejamento e controle da produção”*. Outro aspecto importante, segundo um dos gerentes de produção, é o incentivo no desenvolvimento da melhoria contínua do PCP: *“o teu acompanhamento no canteiro de obras, pois a tua presença nas obras é importante, para ver o que está acontecendo realmente. Tu estás acompanhando no dia a dia e podes focar, enxergar os problemas para ir melhorando. O teu acompanhamento incentiva o engenheiro a estar sempre buscando o planejamento. O teu papel é importante para não deixar a bola cair”*.

Dentro do contexto apresentado anteriormente, a seguir são apresentadas, de forma mais aprofundada, as funções do coordenador do PCP da organização:

- a) **assistir os gerentes de produção no processo de planejamento e controle da produção:** este auxílio poderia ser realizado através do acompanhamento do planejamento de médio e curto prazo (através da participação na preparação dos planos e nas reuniões), particularmente na análise dos problemas do processo de planejamento, e também nas proposições de ações corretivas. Foi mencionado pelos engenheiros, como importante função do coordenador do planejamento, a motivação para a manutenção do sistema de planejamento;
- b) **induzir o processo de aprendizado dos gerentes de produção:** o coordenador do PCP tem uma função importante no desenvolvimento da aprendizagem do PCP pelos gerentes de produção, podendo o mesmo atuar como um *coach* (CHIAVENATO, 2002). O *coach* é uma pessoa que já desempenhou a função que está supervisionando, sendo responsável pelos resultados, desenvolvendo um novo aprendizado em cada trabalho, comunicando este aprendizado e procurando obter o consenso entre as partes envolvidas (CHIAVENATO, 2002). Chiavenato (2002) salienta que a existência de um *coach* pressupõe um tipo de relacionamento no qual o *coach* se compromete a apoiar e ajudar o aprendiz a atingir determinado objetivo. Este relacionamento também busca o desenvolvimento de competências (CHIAVENATO, 2002). Os gerentes de produção entrevistados perceberam o coordenador do PCP como um *coach*, conforme se pode observar pela declaração: *“o teu acompanhamento (se referindo ao coordenador do PCP) nas obras é importante, porque você já trabalhou em obras como gerente de produção e tens uma visão de obra”*. Segundo um dos diretores da empresa, o coordenador do PCP deve ter uma participação efetiva no treinamento dos gerentes de produção, conforme pode se constatar pela declaração que segue: *“o coordenador do planejamento tem que adaptar o engenheiro novo o mais rápido possível ao nosso planejamento. Ele tem que treinar o gerente de produção dentro do sistema de planejamento e fazer a obra se enquadrar”*;
- c) **analisar sistematicamente o processo de planejamento e controle de produção da empresa:** Alarcón et al. (2002) afirmam que um dos problemas para a aplicação

do sistema *Last Planner* em empresas construtoras é a falta de um senso crítico dos profissionais das organizações. A falta de um senso crítico impede uma clara visão dos problemas do empreendimento e limita a capacidade de se aprender com os erros, pois somente parte dos problemas são percebidos (ALARCÓN et al., 2002). Um dos gerentes de produção da construtora declara que o coordenador do PCP deveria contribuir na análise crítica do processo: *“o coordenador pode ajudar acompanhando nosso trabalho, fazendo uma crítica para melhorar o processo e sugerindo a adequação do que não está indo bem. Eu vejo que o coordenador nos traz a vantagem de ter uma espécie de consultor. Eu diria que o engenheiro de planejamento pode funcionar como um consultor, para que o processo seja cada vez mais afinado”*. Spear e Bowen (1999) afirmam que na *Toyota Company* todos os trabalhadores são treinados de forma a estarem comprometidos com a melhoria contínua. Segundo esses autores, a Toyota utiliza consultores internos com intuito de ensinar os colaboradores a aprender como resolver problemas sistematicamente. Neste sentido, o coordenador do sistema de planejamento poderia atuar como uma espécie de consultor interno do sistema de planejamento e controle da produção, buscando continuamente ensinar as equipes a desenvolver capacidade de resolver problemas do sistema de planejamento e aprender continuamente com o processo.

5.6.3 Constituir uma equipe de aperfeiçoamento do PCP

Stata (1997), analisando o processo de formação de equipes para a resolução de problemas, afirma que, quanto maior for a incerteza envolvida na resolução do problema, maior a necessidade de compartilhar os problemas e soluções. Bernardes (2001) propõe a formação de uma equipe com colaboradores da empresa no intuito de viabilizar o desenvolvimento e implantação do processo de planejamento e controle da produção. Alarcón et al. (2002) propõem a formação de um comitê interno que inclua algumas pessoas da alta liderança da empresa, e também que contenha pessoas com habilidades de liderança para a implementação do sistema de PCP nas organizações.

Neste sentido, este trabalho considera que uma das maneiras de manter e introduzir melhorias contínuas no processo de PCP de empresas construtoras é a constituição de uma equipe de trabalho, com o intuito de identificar problemas no sistema de planejamento, propondo ações corretivas e também ações que objetivem o aperfeiçoamento do PCP. Durante o desenvolvimento desta

pesquisa, percebeu-se que a construtora formou esta equipe através da constituição da reunião de engenharia. Durante as reuniões, eram analisados os indicadores PPC, PPC/S, causas do não cumprimento dos planos e PESP das obras (cada semana uma das obras apresentava os resultados). Com isso, os problemas do processo de planejamento e controle da produção eram discutidos e eram propostas ações corretivas com intuito de reduzir a ocorrência dos mesmos.

Também, durante as reuniões, as melhorias implantadas nas obras eram apresentadas, possibilitando assim uma maior disseminação de idéias, nas diversas obras da construtora. Discorrendo sobre os fatores que foram importantes para a manutenção do processo de PCP, um dos gerentes de produção considera que as reuniões da equipe de engenharia foram fundamentais: *“eu acho fundamental o treinamento, que é realizado nas reuniões de engenharia, quando nos reunimos e avaliamos. É um treinamento interno e uma troca de informações”*.

5.6.4 Desenvolver a aprendizagem dos conceitos de PCP pela organização

O Sistema Toyota de Produção (STP), para fazer as mudanças em busca da melhoria contínua, usa um rigoroso processo de resolução dos problemas (SPEAR & BOWEN, 1999). Além disso, o gerenciamento da aprendizagem é uma das idéias fundamentais do Sistema Toyota de Produção (KOSKELA, 2001). Ainda, segundo esse autor, o gerenciamento da aprendizagem na Toyota Company implica o fato de que todos os gerentes devem ser aptos para fazer qualquer trabalho que eles estejam supervisionando. Eles também devem possuir habilidades para ensinar seus colaboradores a resolver problemas e, possuem, em adição, um número interno de consultores (KOSKELA, 2001).

Nonaka (1997) considera que, em uma economia com elevado grau de incerteza, a única garantia de obter vantagem competitiva duradoura é o conhecimento. Segundo esse autor, quando os mercados mudam, as tecnologias proliferam, os números de concorrentes se multiplicam, e produtos rapidamente se tornam obsoletos, as empresas que obtêm sucesso são aquelas que desenvolvem sistematicamente novos conhecimentos, disseminam-nos por toda empresa e rapidamente os incorporam em novas tecnologias e produtos. Nonaka (1997) define este tipo de empresa como “criadora de conhecimento”, que tem como foco a inovação contínua. Kolb (1997) distingue o gerente altamente bem sucedido de hoje não pelo conjunto particular de conhecimentos ou

habilidades, mas pela capacidade de se adaptar e fazer frente às exigências dinâmicas de sua atividade profissional, ou seja, pela capacidade de aprender.

Considerando estas idéias como referência, ao longo do desenvolvimento deste trabalho, percebeu-se que o desenvolvimento de aprendizagem dos principais profissionais intervenientes no PCP (diretores, coordenador de planejamento e gerentes de produção) foi essencial para que o processo de PCP se mantivesse em contínuo aperfeiçoamento. Este fato pode ser evidenciado durante as entrevistas com os gerentes de produção e diretores da empresa. O desenvolvimento do processo de aprendizagem deu-se através dos seguintes mecanismos: reuniões de comprometimento na obra, reuniões de engenharia no escritório da empresa e a parceria com o Núcleo Orientado para a Inovação na Edificação (NORIE).

As reuniões de curto prazo na obra, bem como as análises críticas das causas do cumprimento dos planos foram importantes fontes de aprendizagem do sistema de planejamento. Neste sentido, o contato com os problemas reais da produção possibilitou que ocorresse um vínculo da teoria com a prática. O desenvolvimento de estudos de caso motiva as pessoas a entender os conceitos abstratos e discutir os problemas reais com o suporte da teoria (HIROTA & FORMOSO, 1998).

Durante as reuniões de engenharia vários aspectos do sistema de planejamento e controle da produção eram discutidos com a utilização de experiências reais e concretas apresentadas pelos gerentes de produção. Também durante as reuniões, eram distribuídos artigos científicos e técnicos sobre os conceitos de planejamento e de gestão da produção, para que os profissionais realizassem a leitura durante a semana e discutissem os conceitos nas reuniões⁴⁹.

Kolb (1997) define aprendizagem como um ciclo de quatro fases; a **experiência concreta** imediata que é base para a **observação e para a reflexão**, que são assimiladas através da forma de uma **teoria**, formando conceitos abstratos e generalizações, que geram novos testes e implicações para a criar a **ação** em novas situações (figura 41). Esse autor denomina este processo de modelo de aprendizagem vivencial.

⁴⁹ O coordenador do PCP realizava a distribuição de artigos durante as reuniões técnicas, para que os profissionais entrassem em contato com o referencial teórico sobre planejamento e controle da produção. Durante a semana os gerentes de produção deveriam enviar questionamentos ao coordenador do PCP. Assim com os questionamentos, o coordenador conduzia a discussão dos artigos. Esta forma de trabalho foi adaptada das aulas de gerenciamento da produção das disciplinas de mestrado profissionalizante ministradas pelo prof. Carlos Torres Formoso, cursadas pelo coordenador do PCP.

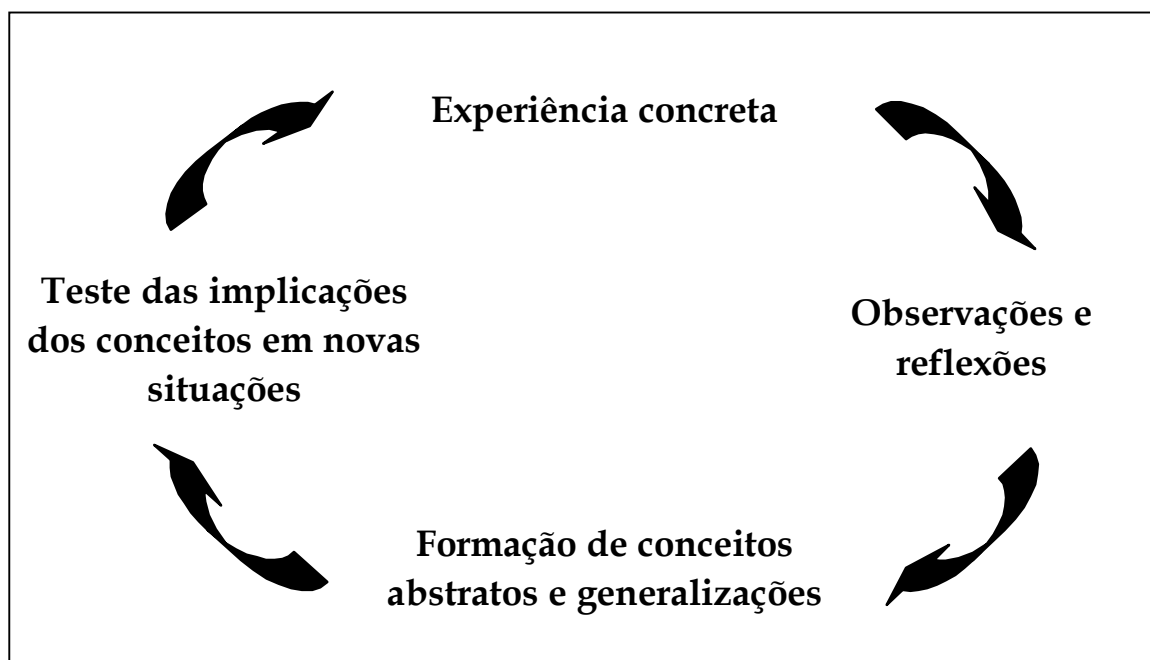


Figura 41: ciclo de aprendizagem vivencial (KOLB, 1997)

Durante as reuniões de engenharia na empresa ocorreu a etapa do ciclo vivencial denominada de “observações e reflexões” propiciando um momento para que os gerentes de produção da empresa e diretores realizassem uma reflexão no sistema de produção da organização no intuito de propiciar a melhoria deste. Também se pode destacar que as reuniões de engenharia incentivaram os profissionais da construtora no desenvolvimento da etapa de “formação dos conceitos abstratos e generalizações” do ciclo vivencial, devido à discussão dos artigos teóricos citados anteriormente.

A parceria da construtora com o NORIE/UFRGS, para o desenvolvimento de pesquisas, contribuiu na manutenção e desenvolvimento do processo de PCP. Um dos diretores, discorrendo sobre os fatores importantes na manutenção e aperfeiçoamento do PCP afirma: *“a aliança que nós fizemos com o NORIE foi vital para a nossa empresa. A tal ponto que, hoje, cada vez mais estamos valorizando o profissional com pós-graduação”*. Conseqüentemente, várias ações foram desenvolvidas no sentido de manter a melhoria contínua do processo de PCP, destacando-se: seminários com os profissionais da construtora, seminários em conjunto com outras empresas, discussões com os pesquisadores do NORIE nas reuniões de engenharia e treinamentos realizados pelos pesquisadores da UFRGS.

5.6.5 Integrar os fornecedores no processo de planejamento e controle da produção

Vrijhoef et al. (2001) afirmam que falhas na integração da cadeia de suprimentos da construção (*construction supply chain*) respondem por uma grande quantidade de perdas e problemas. Ainda, segundo esses autores, muitas das perdas são causadas em um estágio anterior da cadeia de suprimentos da construção, em relação àqueles nos quais são detectados. As perdas e problemas são causados por uma visão obsoleta e míope da cadeia de suprimentos, caracterizada por um controle independente em cada estágio da cadeia (VRIJHOEF et al., 2001). Segundo esses autores, os problemas da cadeia de suprimentos da construção são, em geral, causados por uma pobre comunicação, carência de articulação e a inexistência de um ativo comprometimento dos fornecedores.

O presente trabalho propõe que a integração da cadeia de fornecedores no sistema de planejamento e controle da produção é importante para a manutenção e aperfeiçoamento do mesmo. Este envolvimento pode ser realizado através de seminários⁵⁰ e da participação nas reuniões de médio e curto prazo. Outra forma de envolvimento poderia ocorrer durante a fase de estimativa de custos, quando os principais fornecedores que integram a proposta orçamentária poderiam discutir o plano de longo prazo do empreendimento. Ballard et al. (2002) relatam este tipo de prática em uma empresa de fabricação de pré-moldados de concreto armado⁵¹, através da aplicação dos conceitos do *Last Planner*⁵², na qual se obteve redução do *lead time* e aumento de produtividade. Assim, a implantação do sistema de planejamento e controle da produção na cadeia de fornecedores poderia ser estendida aos fornecedores que pré-fabricam componentes da edificação, com o intuito integrá-los os sistemas de gestão da produção.

Algumas entrevistas evidenciaram o potencial de integração que o sistema *Last Planner* possui na integração da cadeia de fornecimento da construção civil. Segundo um dos gerentes de produção, o sistema de planejamento e controle da produção trouxe uma melhor comunicação entre a gerência da obra e as equipes de produção, conforme se pode constatar pela declaração que segue: “*acho que o primeiro benefício do PCP é a comunicação que acaba se travando entre o engenheiro, o mestre e as equipes que vão executar os trabalhos*”. Um dos fornecedores, responsável pelos serviços de

⁵⁰ Os seminários com os fornecedores poderiam apresentar os conceitos do planejamento e controle da produção. Alarcón et al. (2002) apresenta um roteiro de treinamento para a implantação do sistema *Last Planner*.

⁵¹ Esta empresa tinha sido contratada para fornecer a estrutura pré-fabricada em concreto armado de um aeroporto (BALLARD et al., 2002).

⁵² Ballard et al. (2002) relatam que implantaram uma reestruturação da fábrica em células e o sistema *Last Planner*.

demolições das obras da construtora analisada neste estudo, destaca que o sistema de planejamento e controle da produção trouxe uma melhor comunicação entre seus colaboradores e a construtora: *“a empresa, com este tipo de planejamento, melhorou o nosso relacionamento, a amizade com a gerência da obra, e isto também ajuda bastante. A gente fica mais à vontade, para perguntar, para dar sugestões. Inclusive até os funcionários, eles ficam mais à vontade, e com isto eles ficam mais abertos, participativos”*.

5.6.6 Introduzir os princípios e conceitos do PCP no sistema de gestão da qualidade da empresa

Pode haver conflitos entre a implementação do PCP e da gestão da qualidade. Por exemplo, Bernardes (2001) relata que, em uma das empresas analisadas em seu trabalho, um consultor contratado para auxiliar na implantação de um sistema de gestão de qualidade baseado na ISO 9001, solicitou a não inclusão de vários elementos constituintes do sistema de planejamento e controle da produção no sistema de qualidade da construtora, de forma a reduzir a possibilidade de ocorrência de não conformidade nas auditorias.

No entanto, o sistema de planejamento e controle da produção pode ser utilizado como meio para introduzir na empresa algumas características importantes para a montagem de um sistema de gestão pela qualidade. Pode-se destacar o envolvimento dos funcionários, o comprometimento e desenvolvimento da cadeia de fornecedores, a análise contínua dos processos, a busca pela melhoria contínua, a utilização de indicadores, a criação de procedimentos e a padronização dos processos, o treinamento e desenvolvimento de competências e o foco na satisfação dos clientes internos e externos. Neste sentido, o PCP é um excelente mecanismo de aprendizagem que pode ser estendido ao desenvolvimento de melhorias de processos, que são importantes para a qualidade do produto final.

Segundo Marosszeky et al. (2002), a gestão da produção baseada no sistema *Last Planner* pode de incorporar todos os aspectos de confiabilidade do planejamento em relação à segurança do trabalho, qualidade e meio ambiente, uma vez que mantém o foco na confiabilidade da produção através do planejamento e da eliminação dos problemas que impedem a realização do plano. Assim, através de

medições constantes, do consecutivo estímulo à resolução de problemas e de um contínuo *feedback*, o sistema *Last Planner* desenvolve um círculo sucessivo de eliminação dos defeitos e contínuo desenvolvimento da qualidade através do planejamento (MAROSSZEKY et al, 2002). Outro aspecto importante está no fato que o PCP desenvolve a melhoria contínua diretamente no sistema de produção, principal problema nos sistemas de gestão da qualidade (HAMMARFUND, 1996 apud KOSKELA, 2000).

Segundo os diretores da empresa construtora analisada, a incorporação do sistema de PCP ao sistema ISO 9002 foi preponderante para a manutenção do mesmo: *“a ISO tem um peso muito grande, tem um certo respeito, um certo medo. Ela dá mais credibilidade as coisas. Se o programa não tivesse entrado na ISO talvez o PCP tivesse se diluído”*. Outro aspecto mencionado pela direção da empresa, durante as entrevistas, foi que a incorporação ao sistema de PCP ao sistema ISO 9002 contribuiu para melhorar a sua padronização. Devido às características diferenciadas das obras, um dos diretores afirma: *“sem o sistema ISO provavelmente nós teríamos alguns pseudoplanejamentos, quase querendo ser um padrão, mas com muita coisa própria de cada engenheiro que iria tomar conta da obra”*. Os gerentes de produção da organização também expressaram que o sistema ISO 9000 contribuiu na organização e padronização do PCP.

5.7 BARREIRAS À IMPLANTAÇÃO

A seguir são apresentadas as principais barreiras para a manutenção e aperfeiçoamento do PCP identificadas na presente pesquisa:

- a) **falta de tempo**: um dos principais problemas relatados, pelos entrevistados foi a falta de tempo para implementar as novas práticas gerenciais, exemplificado pela declaração de um dos gerentes de produção: *“para se ter uma solução bem pensada você necessita ter tempo. Ter tempo para parar na frente da planta e pensar no melhor jeito de fazer”*. Alguns trabalhos de implementação do sistema de planejamento e controle da produção têm constatado a falta de tempo como um dos principais problemas do processo (BERNARDES, 2001; ALARCÓN, 2002). Bernardes (2001) relata que uma das principais causas da falta de tempo é o fato de

que os gerentes de produção respondiam por mais de uma obra, ficando difícil encontrar tempo suficiente para dedicarem-se ao planejamento. Neste sentido, o processo de planejamento e controle da produção tem como uma de suas características consumir uma considerável quantidade de tempo (LAUFER & TUCKER, 1998). Além disso, segundo os estudos de Laufer e Tucker (1998), planejamento requer tempo de qualidade. Alguns estudos salientam que o planejamento é uma das mais importantes e mais difíceis funções gerenciais (CLOYGH, 1972 apud LAUFER & TUCKER, 1988; HOLLINS, 1971 apud LAUFER & TUCKER, 1987). Assim, é necessário utilizar estratégias para minimizar o problema da falta de tempo. Laufer e Tucker (1998) propõem que o grau de detalhamento dos planos deve variar inversamente com o horizonte de planejamento. Outra proposta dos autores supracitados é utilizar um *staff* de planejamento, para auxiliar o gerente de produção. Isto indica que as empresas de construção interessadas em implantar e manter um sistema de planejamento e controle da produção empreendimentos devem mudar sua postura gerencial. Deve-se considerar a necessidade de aumentar o tempo disponível dos gerentes de produção para o desenvolvimento do PCP, ou dispor de profissionais que apoiem o gerente no processo de PCP;

- b) **falta de estimativas de custos com visão de produção:** durante esta pesquisa, percebeu-se que muitas dificuldades envolvidas com o sistema de planejamento e controle da produção estão relacionadas com as estimativas de custos dos empreendimentos. Um dos engenheiros declara: *“nós precisamos melhorar o planejamento a partir do orçamento. Não adianta deixar para o momento da obra, o planejamento da obra tem que nascer junto da concepção da obra”*. Neste sentido, é importante que sejam incorporados, durante as estimativas de custos, os conceitos e princípios de planejamento e controle da produção. Durante o período de desenvolvimento deste trabalho, foram realizadas pela empresa construtora, algumas iniciativas durante a etapa de estimativas de custos, destacando-se o desenvolvimento do plano de longo prazo e do plano de ataque, a consideração de uma equipe gerencial compatível com o empreendimento, participação de uma

equipe multidisciplinar durante o desenvolvimento do orçamento e o envolvimento dos principais fornecedores do empreendimento⁵³.

- c) **dificuldade em mensurar os benefícios do sistema de planejamento e controle da produção:** uma das principais dificuldades na manutenção e desenvolvimento do sistema de planejamento e controle da produção está na falta de mensuração dos benefícios decorrentes da sua implantação, manutenção e desenvolvimento (BERNARDES, 2001). No entanto, durante as entrevistas, os diretores declararam alguns benefícios do sistema de planejamento: *“eu te diria que a nossa proposta, há algum tempo, tem sido entregue ao cliente com um pré-planejamento, e nesse caso, sem dúvida nenhuma, eu vejo um ganho de competitividade. O padrão de nossa proposta como um todo melhorou muito, e, ao mesmo tempo em que nós diminuimos bastante os nossos custos, que é um grande ganho de competitividade”*. No entanto, é necessário o desenvolvimento de indicadores que mensurem a melhoria de desempenho, aumentando a transparência dos benefícios que o sistema de PCP traz à empresa construtora.

5.8 FATORES CHAVES DE SUCESSO PARA A VALORIZAÇÃO DO PCP PELO CLIENTE

A seguir são apresentadas os fatores chaves de sucesso do processo de planejamento e controle da produção desenvolvidas nesta pesquisa:

- a) **inclusão de etapas do PCP nas propostas técnicas:** uma forma de melhorar a transparência do sistema de planejamento e controle da produção aos clientes é introduzir elementos do sistema de PCP nas proposta técnicas. Assim, poderiam ser incorporados os planos de longo prazo dos empreendimentos e uma descrição do processo de PCP às propostas técnicas. Segundo os diretores da empresa, a

⁵³ A empresa construtora tem utilizado a estratégia de integrar os principais fornecedores de cada empreendimento durante a etapa de estimativa de custos. Assim é possível desenvolver o plano de longo prazo da obra com um maior grau de confiabilidade e, além disso, buscar a redução de custo em parceria com os fornecedores.

incorporação da descrição de etapas do PCP nas propostas tende a valorizá-la do ponto de vista dos clientes, aumentando a possibilidade da empresa ser contratada;

- b) **entregar ao cliente documentos de acompanhamento do processo de PCP:** outra forma de melhorar a transparência ao cliente é entregar ao cliente documentos que informem o desenvolvimento da obra. O referido relatório foi sugerido por um dos clientes da empresa: *“eu acho que vocês poderiam pensar em algum documento, alguma espécie de relatório, em que se eu não estiver acompanhando a obra, pudesse me relatar o que foi feito da obra até o momento, quanto falta executar e em que prazo será executado”*. Este documento poderia conter, dentre outros: o indicador PPC semanal e acumulado, as causas para o não cumprimento dos planos, o plano de longo prazo atualizado, fotos da obra e resumo de plano de ações corretivas. Oliveira (1999) sugere um conjunto de indicadores de planejamento de longo prazo⁵⁴, os quais poderiam ser sistematicamente apresentados ao cliente, atendendo assim as questões sugeridas quanto ao acompanhamento do prazo da obra. Também informações referentes a outros aspectos do empreendimento poderiam estar referenciadas no relatório, como por exemplo: resumo dos trabalhos, indicadores financeiros, aspectos da qualidade do produto e principais fornecedores.
- c) **motivar a participação do representante do cliente nas reuniões:** a participação do cliente nas reuniões de desenvolvimento do planejamento é uma alternativa de melhorar a transparência do PCP, aumentando, ao mesmo, a possibilidade do representante do cliente valorizar o sistema de planejamento e tornar-se um parceiro atuante nas ações para o cumprimento dos planos. Além disso, o cliente poderia acompanhar o esforço na busca do atendimento de seus requisitos pela empresa construtora. Esta tem sido uma política adotada pela construtora estudada, conforme se evidencia pela declaração de um dos gerentes de produção: *“a nossa empresa tem uma política de procurar fazer com que o cliente seja o mais participativo possível nas reuniões de planejamento, para que ele possa se interar o máximo possível do*

⁵⁴ Oliveira (1999) propõe os seguintes indicadores para o planejamento de longo prazo: projeção de atraso da obra, percentual de atividades atrasadas, percentual de atividades no prazo, percentual de atividades adiantadas e desvio de ritmo.

que está acontecendo na obra dele. Para isso proporcionamos que ele (se referindo ao cliente) participe das reuniões semanais, que ele manuseie os resultados do PPC, enfim que ele possa também ser um parceiro atuante“. Segundo um dos diretores da organização a participação do cliente nas reuniões é um diferencial competitivo da empresa: ”uma empresa que te conduz para dentro do escritório de obras, discute contigo, planeja, isto é um diferencial”.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente trabalho propôs um conjunto de diretrizes para manter e aperfeiçoar o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras. As diretrizes foram elaboradas baseadas no referencial teórico e em um estudo de caso desenvolvido em uma empresa construtora. Este capítulo apresenta um resumo das conclusões obtidas e, ao final deste, sugere-se um conjunto de alternativas para a realização de trabalhos futuros que possam contribuir para esta área de pesquisa.

6.2 CONCLUSÕES

A partir da questão principal de pesquisa, procurou-se identificar um conjunto de diretrizes para manter e aperfeiçoar o processo de PCP em empresas construtoras. Para responder a esta questão, partiu-se dos resultados obtidos na implantação do modelo de PCP proposto pelo NORIE/UFRGS. Após a análise destes resultados, estudou-se o processo de manutenção e aperfeiçoamento do sistema de planejamento e controle da produção na construtora analisada na pesquisa.

Durante o trabalho, percebeu-se que é necessário um esforço constante e contínuo por parte das construtoras para manter e, principalmente, aperfeiçoar o PCP, visto que os resultados com a implantação do sistema de PCP são obtidos a médio e longo prazo. O referido esforço parte do princípio que a direção da empresa e seus níveis gerenciais devem apoiar constantemente a melhoria contínua do sistema. Concluiu-se também que muitos problemas que influenciam o sucesso do processo de PCP nas empresas estão relacionados à insuficiente formação em gestão da produção dos profissionais da construção.

A busca constante pela melhoria contínua do processo de PCP é uma ação muito importante que as empresas construtoras devem considerar, visto que o incentivo à melhoria contínua contribui na manutenção do PCP. A referida melhoria contínua pode ser obtida por uma sistemática e constante análise crítica de seu sistema de planejamento e controle da produção. Neste sentido, a

aprendizagem dos conceitos teóricos contribui para desenvolver o senso de análise crítica por parte dos principais intervenientes do PCP.

Os sistemas de gestão da qualidade trazem uma pequena contribuição aos sistemas de PCP. Dentre as contribuições destes sistemas, pode-se destacar o processo de auditorias, pois este incentiva a implantação, manutenção e análise crítica dos sistemas gerenciais. Outro aspecto positivo dos sistemas de gestão da qualidade é a padronização que estes trazem aos processos e, conseqüentemente ao sistema de PCP.

O processo de PCP mantém um contínuo senso de inovação nas empresas, pois incentiva a avaliação contínua de seus processos gerenciais. Neste sentido, a parceria entre a empresa e a universidade pode contribuir para o desenvolvimento da inovação nas empresas e para o avanço do conhecimento científico. Neste trabalho a parceria da empresa construtora com o NORIE/UFRGS foi fundamental para o desenvolvimento de melhorias no sistema de PCP. Outro aspecto importante para o aperfeiçoamento do PCP foi o desenvolvimento de outras pesquisas relacionadas às áreas de gestão da segurança e gestão de projetos integradas ao processo de planejamento e controle da produção.

O desenvolvimento de sistemas de PCP pode melhorar a capacidade gerencial das empresas construtoras trazendo a estas um conjunto de benefícios. Por exemplo, durante este trabalho percebeu-se que o atendimento dos requisitos do cliente aumentou com o sistema de PCP. Neste sentido, Prahalad e Hamel (1990) definem competência central (*core competence*) de uma corporação quando esta competência é diferente das outras empresas, é difícil de ser copiada e é percebida pelo cliente final. Pôde-se perceber que o sistema de planejamento e controle da produção da empresa analisada está se tornando uma *core competence* da construtora, agregando a mesma uma maior competitividade no seu mercado de atuação.

6.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A seguir apresenta-se algumas sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros:

- a) estudar as competências necessárias para o coordenador do processo de planejamento e controle da produção;
- b) estudar formas eficientes de mensurar os benefícios às empresas construtoras da implantação, manutenção e aperfeiçoamento do sistema de PCP;
- c) estudar meios de integração do sistema de PCP com o processo de inspeção dos processos e produtos;
- d) investigar e propor alternativas para desenvolver o sistema de treinamento do PCP;
- e) estudar procedimentos e métodos que possibilitem o desenvolvimento da cadeia de fornecedores utilizando o sistema de PCP;
- f) estudar a integração dos contratos das construtoras com fornecedores e o processo de planejamento e controle da produção;
- g) analisar e propor métodos para desenvolver a etapa de preparação do processo de PCP;
- h) estudar meios de aumentar a vinculação e a aderência entre os níveis hierárquicos do PCP;
- i) desenvolver métodos e ferramentas para elaboração do planejamento de longo prazo;
- j) estudar a implantação do sistema de PCP em obras com maior estrutura gerencial;

- k) desenvolver procedimentos para a incorporação dos conceitos e princípios de gestão da produção e do processo de planejamento e controle da produção na etapa de estimativas de custos.

REFERÊNCIAS

ACKOFF, R. **Planejamento Empresarial**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1976.

ALARCÓN L.; DIETHELMAND S.; ROJO O.; Collaborative implementation of lean planning system in Chilean constructions companies. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado. Proceedings... Porto Alegre: UFRGS, 2002.

ALVES, T. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: proposta baseada em estudo de caso**, 2000. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

ANTUNES JUNIOR, J.A.V. **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção**: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero, 1998. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-graduação em Administração, UFRGS, Porto Alegre.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001**: sistemas de gestão da qualidade: requisitos. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001**: sistemas de gestão da qualidade: requisitos. Rio de Janeiro, 2000.

BALLARD, G. ; The Last Planner. Northern California Construction Institute. Monterey, 1994.

BALLARD, G.; Lookahead Planning: the missing link in production control. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 5., 1997, Gold Coast, Australia. **Proceedings**...Gold Coast: Griffith University, 1997.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing lean construction: reducing inflow variation. In. ALARCÓN, L. (Ed.). **Lean Construction**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997a.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing lean construction: stabilizing work flow. In. ALARCÓN, L. (Ed.). **Lean Construction**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997b.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding Production: an essential step in production control**. Technical Report No. 97-1, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, 1997c.

BALLARD, G. **The last planner system of production control**, 2000. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculty of engineering of the University of Birmingham, Birmingham.

BALLARD, G.; HARPER, N.; ZABELLE T. An application of lean concepts and techniques to precast concrete fabrication. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado. **Proceedings...** Porto Alegre: UFRGS, 2002.

BARROS NETO, J. The relationship between strategy and lean construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado. **Proceedings...** Porto Alegre: UFRGS, 2002.

BERNARDES, M. **Método de análise do processo de planejamento da produção de empresas construtoras através do estudo de seu fluxo de informação: proposta baseada em estudo de caso**, 1996. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

BERNARDES, M. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento da produção para empresas de construção de micro e pequeno porte**, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

BERNARDES, M.; FORMOSO, C. T. **Improving the production planning and control system in a building company: contributions after stabilization** . In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado. **Proceedings...** Porto Alegre: UFRGS, 2002.

BERTELSEN, S.; KOSKELA, L. Managing the three aspects of production in construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado. **Proceedings...** Porto Alegre: UFRGS, 2002.

CARVALHO, M. **Método de intervenção no processo de programação de recursos de empresas construtoras de pequeno porte através de seu sistema de informação: proposta baseada em estudo de caso**, 1998. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

CHIAVENATO, I. **Construção de talentos**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

CODINHOTO, R. et al. Análise de restrições: definições e indicador de desempenho. **White paper**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

EDEN, C; HUXHAM, C. **Action research for management research**. British journal of management, Chicherter, 1996.

FORMOSO, C. T. **A knowledge based framework for planning house building projects**. 1991. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Department of Quantity and Building Surveying, University of Salford, Salford.

FORMOSO, C.T.; BERNARDES, M.M.S.; OLIVEIRA, L.F.M.; OLIVEIRA, K.A.Z. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**, 1999. Curso de pós graduação em engenharia civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

FORMOSO, C.T.; SANTOS, A.; POWELL, J. A. An exploratory study on the applicability of process transparency in construction sites. **Journal of construction research**, vol. 3, n. 1, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª ed. São Paulo: Athas, 1996.

HIROTA E.; FORMOSO, C.T. Some directions for developing construction management training programmes on lean construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 6., 1998, Guarujá. **Proceedings...** Porto Alegre: UFRGS, 2002.

HOPP, W.; SPEARMAN, M. **Factory Physics. Foundations of Manufacturing Management**. USA: Irwin McGraw-Hill, 1996.

HOWELL, G. What is lean construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7., 1999, Berkeley. **Proceedings...** Berkeley: University of California, 1999.

ISATTO, E. et al. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRA-RS, 2000.

KENDALL, K.; KENDALL, J. **Análisis y diseño de sistemas**. Mexico: Prentice-Hall Hispanoamericana S. A., 1991.

KOLB, D. A gestão e o processo de aprendizagem. In: STARKEY, K. (Ed.). **Como as organizações aprendem**. São Paulo: Futura, 1997.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report n° 72, Stanford, CIFE, 1992.

KOSKELA, L. Towards the theory of (lean) construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4, 1996, Birmingham. **Proceedings...**Birmingham: University of Birmingham, 1996.

KOSKELA, L. Management of construction: a theoretical view. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7, 1999, Berkeley, CA. **Proceedings...** Berkeley: University of California, 1999.

KOSKELA, L.; **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Helsinki University of Technology, Espoo.

KOSKELA, L. On new footnotes to Shingo. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9, 2001, Singapore. **Proceedings...** , Singapura: National University of Singapore, 2001.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction management and economics**. London, 1987.

LAUFER, A.; TUCKER, R.; SHAPIRA, A.; SHENNAR, A. The multiplicity concept in construction project planning. **Construction management and economics**. New York, ASCE, 1988.

LAUFER, A.; TUCKER, R. Competence and timing in construction planning. **Construction management and economics**. London, n. 6, 1988.

LAUFER, A. Essentials of project planning: owner's perspective. **Construction management and economics**. New York, ASCE, v. 6, n. 2, april, 1990.

LAUFER, A.; HOWELL, G. Construction planning: revising the paradigm. **Project management journal**, London, sep., 1993.

LILLRANK, P. The transfer of management innovations from Japan. **Organisation Studies**, 1995.

MARCHESAN, P. **Modelo integrado de gestão de custos e controle da produção para obras civis**, 2001. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

MAROSSZEKY, M.; THOMAS, R.; KALIM K.; DAVID, S.; MCGEORGE D. Quality management tools for lean production: moving from enforcement to empowerment. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado. **Proceedings...** Porto Alegre: UFRGS, 2002.

MILES, M. B. ; HUBERMAN, A. M. **Qualitative data analysis: an expanded sourcebook**. London: SAGE Publication, 1994.

MIRON, L. **Proposta de diretrizes para o gerenciamento dos requisitos do cliente em empreendimentos imobiliários**, 2002. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

NONAKA, I. A empresa geradora de conhecimento. In: STARKEY, K. (Ed.). **Como as organizações aprendem**. São Paulo: Futura, 1997.

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

OLIVEIRA, K. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de indicadores no processo de planejamento e controle da produção**: proposta baseada em estudo de caso, 1999. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

PRAHALAD, C.K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harward Bysiness Review**, maio-junho, 1990.

RAPAPORT, R.N. **Three dilemmas in action research**. Human relation, New York, 1970.

SANTOS, A. **Application of production management flow principles in construction cites**, 1999. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Departament of Quantity and Building Surveying, University of Salford, Salford.

SAURIN, T.; FORMOSO, C. T.; GUIMARÃES L. B. M.; SOARES, A. C. **Safety and production: an integrated planning and control model**. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado. **Proceedings...** Porto Alegre: UFRGS, 2002.

SAURIN, T. **Segurança e produção: um modelo para o planejamento e controle integrado**, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

SHINGO, S. **Sistema de produção com estoque zero**: o sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996a.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção**. 2^a ed. Porto Alegre: Bookman, 1996b.

SOARES, A.; BERNARDES, M.; FORMOSO, C. T. Improving the production planning and control system in a building company: contributions after stabilization. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado. **Proceedings...** Porto Alegre: UFRGS, 2002.

SOUZA, R. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**, 1997. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, USP, São Paulo.

SPEAR, S; BOWEN, K. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harward Bysiness Review**, setembro-outubro, 1999.

STATA, R. Aprendizagem organizacional: a chave da inovação gerencial. In: STARKEY, K. (Ed.). **Como as organizações aprendem**. São Paulo: Futura, 1997.

TAYLOR, F. **Princípios de administração científica**. São Paulo: Atlas, 1990.

TOMMELEIN, I.D.; BALLARD, G. Lookahead planning: screening and pulling. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE LEAN CONSTRUCTION, 2., 1997, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: Instituto de Engenharia de São Paulo, 1997.

TOMMELEIN, I. Pull-driven scheduling for pipe-spool installation: simulation of lean construction technique. **Journal of construction engineering and management**, n.4, jul/ago, 1988.

VRIJHOEF, R.; KOSKELA, L.; HOWELL, G. Understanding construction supply chains: an alternative interpretation. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9, 2001, Singapore. **Proceedings...**, Singapura: National University of Singapore, 2001.

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

TUBINO, D. **Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 8^a ed. São Paulo: Cortez, 1998.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

WACKER, J.G. A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management. **Journal of operations management**, Amsterdam, 1998.

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

APÊNDICE 1 – ROTEIRO DE ENTREVISTAS COM OS DIRETORES

1. O que levou a empresa a manter e desenvolver o PCP depois da implantação na obra piloto?
2. Qual foi a influência dos clientes para a implantação, manutenção e desenvolvimento do PCP?
3. Os clientes reconhecem a eficácia do sistema de PCP da empresa? Por que? Cite algum exemplo.
4. Quais os diferenciais competitivos que a empresa incorporou com a consolidação do sistema de PCP?
5. Qual o papel que a direção deve ter PCP?
6. Sob que aspectos o senhor considera que o PCP melhorou o desempenho da produção?
7. O PCP melhorou ou facilitou o acompanhamento da produção? Em que pontos especificamente?
8. O senhor utiliza o PPC para gerenciar a produção? Como?
9. Você percebe algum benefício do sistema ISO 9000 na implantação, consolidação e desenvolvimento do PCP? Qual (is)? Cite algum exemplo.
10. Qual deveria ser o papel do coordenador do PCP na organização? Tem alcançado os objetivos?
11. De que maneira o coordenador do PCP pode contribuir na sua manutenção e desenvolvimento?
12. Que sugestões você gostaria de dar para a melhoria contínua do PCP da empresa?
13. Quais os fatores chaves para manutenção e melhoria do PCP na empresa?

**APÊNDICE 2 – ROTEIRO DE ENTREVISTAS COM OS GERENTES DE
PRODUÇÃO**

1. Qual é a rotina utilizada para a preparação e desenvolvimento do plano de curto prazo?
2. Você tem critérios para elaboração do pacote de trabalho?
3. Como você controla o plano de curto prazo da obra?
4. Quais os objetivos do indicador PPC?
5. Faça uma análise do gráfico de PPC Semanal e dos problemas acumulados da tua obra.
6. Quando um pacote semanal não foi concluído 100 %, qual a tua ação?
7. Quais os principais benefícios do plano de curto prazo?
8. Quais as principais dificuldades na aplicação do plano de curto prazo?
9. Analise a participação dos fornecedores no plano de curto prazo.
10. Como é a rotina utilizada para a preparação e desenvolvimento do plano de médio prazo?
11. Qual o objetivo de analisar e remover as restrições?
12. Quais os principais benefícios do plano de médio prazo?
13. Quem são os envolvidos na preparação do plano de médio prazo? Você considera importante esta participação? Por que?
14. Quais os objetivos do plano de longo prazo?
15. Quais os critérios para a elaboração do plano de longo prazo?
16. Como é realizada a programação de recursos?
17. Como é a programação de *layout* da obra? Esta programação é integrada nos planos de médio e curto prazo? Como?
18. Quais os principais benefícios da programação do *layout* da obra?
19. Você tem algum procedimento documentado do sistema ISO 9000 para o planejamento e controle da produção? Qual(is)? Você tem utilizado estes documentos? Você já propôs alguma modificação nos procedimentos? Por que?
20. Quais os benefícios que estes documentos trazem ao planejamento e controle da produção?
21. Existe alguma integração dos procedimentos de produção do sistema ISO 9000 (ITs, PIs, FMs) ao PCP?
22. Você percebe algum benefício do sistema ISO na implantação, consolidação e desenvolvimento do PCP? Qual(is)?
23. De que maneira o coordenador do PCP pode contribuir nas tuas tarefas de planejamento?
24. Qual o papel do coordenador do PCP na organização?
25. O representante do cliente da tua recebe as informações ou participa do PCP da tua obra?

26. Você percebe algum reconhecimento do PCP pelo representante do cliente? Cite algum exemplo.
27. Você considera que a organização obteve benefícios perante o representante do cliente após a implantação do PCP em suas obras? Quais?Cite algum exemplo?
28. Que sugestões você gostaria de dar para a melhoria contínua do PCP da empresa?
29. Quais os fatores chaves para a manutenção e melhoria do PCP na empresa?

APÊNDICE 3 – ROTEIRO DE ENTREVISTAS COM OS CLIENTES

1. Cite 3 aspectos que você considera importantes da construtora (se não citar o planejamento perguntar especificamente sobre o planejamento) ?
2. Porque você considera importante o planejamento (explorar a resposta)?
3. Qual a diferença que o planejamento trouxe para as tuas atividades ou as atividades da tua organização?
4. De que forma você recebia as informações do planejamento?
5. Quais aspectos podem melhorar na empresa?

APÊNDICE 4 – ROTEIRO DE ENTREVISTAS COM OS FORNECEDORES

1. O PCP trouxe alguma mudança nas atividades da tua empresa? Cite algum exemplo?
2. Você tem recebido informações sobre o PCP da empresa? Como foi na última obra que você trabalhou?
3. Quais dificuldades você tem para participar mais ativamente do PCP da construtora?
4. O que poderia mudar para melhorar o sistema de PCP da construtora?