

**PROPOSTA DE UM MODELO DE CONCEPÇÃO E GESTÃO  
DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA EMPREENDIMENTOS  
HABITACIONAIS DE BAIXA RENDA**

**Fábio Rodrigues Andrade**

Porto Alegre  
dezembro 2005

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**FÁBIO RODRIGUES ANDRADE**

**PROPOSTA DE UM MODELO DE CONCEPÇÃO E GESTÃO  
DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA EMPREENDIMENTOS  
HABITACIONAIS DE BAIXA RENDA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia na modalidade Acadêmico.

Porto Alegre  
dezembro 2005

**FÁBIO RODRIGUES ANDRADE**

**PROPOSTA DE UM MODELO DE CONCEPÇÃO E GESTÃO  
DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA EMPREENDIMENTOS  
HABITACIONAIS DE BAIXA RENDA**

Esta dissertação de mestrado foi julgada adequada para obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 19 de Dezembro de 2005

**Prof. Carlos Torres Formoso**

Ph.D. pela University of Salford, Grã Bretanha  
Orientador

**Prof. Fernando Schnaid**

Ph.D. pela University of Oxford, Grã Bretanha  
Coordenador do PPGEC/UFRGS

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof<sup>ª</sup>. Andréa Parisi Kern (UNISINOS)**

Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Prof<sup>ª</sup>. Luciana Londero Brandli (UPF)**

Dra. pela Universidade Federal de Santa Catarina

**Prof. Tarcísio Abreu Saurin (PPGEP/UFRGS)**

Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

A Deus, pela vida e proteção que me deste nesta terra e  
pela salvação que me concedeste pela sua graça.

A minha amada Sil, pelo apoio e carinho necessários  
para a realização deste trabalho.

E aos meus familiares e amigos, que acreditaram no meu  
potencial e me incentivaram em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Formoso, pela orientação e incentivo. Também pelas idéias e esclarecimentos, que, de forma brilhante, me direcionaram à conclusão desta dissertação.

Aos bolsistas, Cíntia Fassbender Bartz, Vanessa Büttow Signorini, Karina Bertotto Barth e Osvaldo Bryalski, pela ajuda e companheirismo durante a realização da pesquisa.

Ao meu pai Jonas e aos meus tios, por confiarem nas minhas decisões e por me sustentarem em todos os momentos de necessidade.

Aos meus irmãos, Djalma e Med, e às suas famílias, Iara, Dija, Dani e Regi, que acompanharam cada fase do meu desenvolvimento pessoal e acadêmico.

A Antônio, Célia, Aline, Karla e Maurício, que sempre oraram por mim.

Aos amigos da Bahia, que estiveram em todos os momentos torcendo por mim.

Aos amigos da Igreja Batista Central – RS, por terem cuidado de mim e por terem sido a minha família no Rio Grande do sul.

À 2ª Igreja Batista de Feira de Santana – BA, Igreja Batista de Brotas – BA, Igreja Batista da Pituba – BA e a Igreja Batista Central – RS, pelo ensino da palavra de Deus, oração e comunhão.

Aos amigos da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, que acreditaram nesta minha investida por novos horizontes.

A toda a equipe do NORIE e à do LOPP, professores, alunos e funcionários, que, de alguma forma, me apoiaram nessa jornada.

À Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – FAURGS pela bolsa concedida durante o curso. E às construtoras que participaram deste trabalho.

À UFRGS, que permitiu que eu tivesse a oportunidade de me desenvolver academicamente. Ao Governo Federal e aos contribuintes, que de alguma forma me permitiram cursar um mestrado de qualidade.

E a todos que não foram citados aqui, mas sabem como me ajudaram e acreditaram em mim.

**“Tudo quanto fizerdes,  
fazei-o de todo o coração,  
como para o Senhor  
e não para homens, ...”  
(Colossenses 3.23)**

## RESUMO

ANDRADE, F.R. Proposta de Um Modelo de Concepção e Gestão de Sistemas de Produção para Empreendimentos Habitacionais de Baixa Renda. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

Os empreendimentos habitacionais para a população de baixa renda têm grande importância para o país, devido ao grande déficit habitacional brasileiro. Contudo, muitas empresas de construção de pequeno porte que vêm atuando neste segmento têm dificuldades para executar estes empreendimentos, em função de muitas deficiências nos seus sistemas de gestão da produção. Tais dificuldades podem ter um impacto bastante negativo nestas empresas dadas as margens de lucro pequenas e ao porte relativamente grande dos empreendimentos, quando comparado ao porte das empresas.

O objetivo principal deste trabalho é propor um modelo de concepção e gestão de sistemas de produção para os empreendimentos habitacionais de baixa renda. Este modelo foi desenvolvido considerando as necessidades e limitações das pequenas empresas que atuam neste segmento. A proposta enfatiza a necessidade de integrar a gestão de custos e a gestão de fluxos físicos ao processo de planejamento e controle da produção, dada a importância das mesmas neste tipo de empreendimento.

A pesquisa foi estruturada em três grandes etapas. A primeira foi uma etapa exploratória que visou o entendimento das dificuldades encontradas pelas referidas empresas em relação à gestão da produção no segmento de baixa renda. A segunda etapa consistiu no desenvolvimento do modelo, a partir da aplicação de alguns procedimentos e ferramentas em caráter isolado. Na terceira etapa, o modelo foi implementado parcialmente em três empreendimentos distintos. A estratégia de pesquisa utilizada foi a pesquisa-ação, porque a mesma permitia investigar a gestão da produção de uma forma participativa com as empresas, buscando entender na prática as suas dificuldades nestes empreendimentos. Ao todo, foram realizados sete estudos empíricos, sendo acompanhados nove empreendimentos.

Entre as principais contribuições desta pesquisa destacam-se a descrição dos elementos do modelo de concepção e gestão de sistemas de produção e as diretrizes para a sua implantação, assim como a explicitação de alguns inter-relacionamentos entre o planejamento e controle da produção, a gestão de custos e a gestão de fluxos físicos.

Palavras-chave: planejamento e controle da produção, gestão de custos, gestão de fluxos físicos, empreendimentos de baixa renda.

## ABSTRACT

ANDRADE, F.R. Proposing a model for the conception and management of production systems in low-income housing projects. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

Low-income housing projects are very important in Brazil due to the huge housing deficit that exists in this country. However, many small-sized construction companies that operate in this market have faced difficulties for carrying out these projects, mostly due to problems in their production management systems. Such difficulties may have a strong negative impact on those companies, considering the low profit margins and the relatively large size of those projects, if compared to the size of the companies.

The aim of this research work is to propose a model for the conception and management of production systems in low-income housing projects. This model was developed considering the needs and constraints of small sized companies that operate in this segment. The need to integrate cost management and physical flows management in the production planning and control process is emphasized in the model, because of the importance of those aspects in the management of those projects.

The study was divided into three main stages. The first one was an exploratory stage, whose aim was to understand the main difficulties faced by those companies in terms of managing production in low-income housing projects. The second stage consisted of the development of the model, based on the application of some isolated procedures and tools. In the third stage, the model was partially implemented in three different projects. The research strategy adopted was action-research, since it allowed the involvement of the companies in the investigation of production management in a participatory way, aiming to understand in practice their difficulties in low-cost housing projects. Seven empirical studies were carried out, involving the monitoring of nine projects.

Among the main contributions of this study, the development of the elements of the proposed model, and guidelines for implementation must be highlighted as well as the description of the relationships between production planning and control, cost management and physical flow management.

Keywords: planning and production control, managing costs, managing physical flows, low income developments.

# SUMÁRIO

## LISTA DE FIGURAS

## LISTA DE TABELAS

## LISTA DE QUADROS

## LISTA DE SIGLAS

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	19
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA .....	20
1.3 OBJETIVOS .....	24
1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	24
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	25
<b>2 GESTÃO DA PRODUÇÃO .....</b>	<b>27</b>
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	27
2.2 CONCEITOS BÁSICOS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO .....	27
2.2.1 Conceito de produção .....	27
2.2.2 Conceito de Perda .....	30
2.3 PRINCÍPIOS PARA A GESTÃO DA PRODUÇÃO.....	31
2.3.1 Reduzir a parcela das atividades que não agregam valor .....	32
2.3.2 Reduzir a variabilidade .....	33
2.3.3 Reduzir o tempo de ciclo .....	33
2.3.4 Simplificar pela redução do número de passos ou partes .....	34
2.3.5 Aumentar flexibilidade de saída .....	34
2.3.6 Aumentar a transparência do processo .....	34
2.4 CONCEPÇÃO E GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO .....	35
2.4.1 Projeto do sistema de produção .....	35
2.4.2 Gestão de sistemas de produção .....	39
2.4.2.1 Peculiaridades da construção civil.....	39
2.4.2.2 Conceito de planejamento.....	40
2.4.2.3 Controle da produção.....	41

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	43
<b>3 MODELOS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO ..</b>	<b>44</b>
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	44
3.2 MODELO DE LAUFER E TUCKER (1987) .....	44
3.3 SISTEMA <i>LAST PLANNER</i> ® (BALLARD, 2000).....	47
3.4 MODELO DE PCP (BERNARDES, 2001) .....	49
3.5 INTEGRAÇÃO DA GESTÃO DE CUSTOS AO PCP .....	52
3.6 INTEGRAÇÃO DA GESTÃO DE FLUXOS FÍSICOS AO PCP .....	54
3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	56
<b>4 MÉTODO DE PESQUISA.....</b>	<b>57</b>
4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA .....	57
4.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	58
4.3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS .....	60
4.4 DESCRIÇÃO DAS EMPRESAS CONSTRUTORAS .....	62
4.5 DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS .....	64
4.5.1 Estudo 1 .....	64
4.5.2 Estudo 2 .....	66
4.5.3 Estudo 3 .....	68
4.5.4 Estudo 4 .....	70
4.5.5 Estudo 5 .....	72
4.5.6 Estudos 6 e 7 .....	74
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>77</b>
5.1 ESTUDO 1 .....	77
5.1.1 Caracterização do sistema de gestão.....	77
5.1.2 Desenvolvimento do sistema de controle da produção.....	78
5.1.3 Análise do Estudo 1 .....	81
5.1.4 Contribuições para o modelo .....	82
5.2 ESTUDO 2.....	82
5.2.1 Caracterização do sistema de gestão.....	82
5.2.2 Desenvolvimento do sistema de planejamento e controle da produção .....	83
5.2.3 Análise do Estudo 2 .....	91
5.2.4 Contribuição para o modelo.....	92

5.3 ESTUDO 3.....	92
5.3.1 Caracterização do sistema de gestão.....	92
5.3.2 Diagnóstico da produção.....	93
5.3.3 Análise do Estudo 3.....	95
5.3.4 Contribuições para o modelo.....	96
5.4 ESTUDO 4.....	96
5.4.1 Desenvolvimento do projeto do sistema de produção.....	96
5.4.2 Análise do Estudo 4.....	103
5.4.3 Contribuição para o modelo.....	104
5.5 ESTUDO 5.....	104
5.5.1 Caracterização do sistema de gestão.....	104
5.5.2 Desenvolvimento do sistema de planejamento e controle da produção.....	107
5.5.3 Análise do Estudo 5.....	111
5.5.4 Contribuições para o modelo.....	113
5.6 ESTUDOS 6 e 7.....	113
5.6.1 Caracterização do sistema de gestão.....	113
5.6.2 Desenvolvimento do projeto de sistema de produção.....	113
5.6.3 Desenvolvimento do sistema de planejamento e controle da produção.....	120
5.6.3.1 Planejamento de curto prazo e controle de avanço físico.....	120
5.6.3.2 Controle de receitas.....	126
5.6.3.3 Planejamento de médio prazo.....	128
5.6.3.4 Gestão dos fluxos físicos.....	128
5.6.4 Análise dos Estudos 6 e 7.....	133
5.6.5 Contribuições para o modelo.....	134
5.7 AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO.....	135
5.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	140
<b>6 MODELO PARA CONCEPÇÃO E GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS DE BAIXA RENDA.....</b>	<b>141</b>
6.1 VISÃO GERAL DO MODELO.....	141
6.2 CONCEPÇÃO DA PRODUÇÃO.....	142
6.3 GESTÃO DA PRODUÇÃO.....	144
6.3.1 Gestão de custos.....	145

6.3.2 Gestão de fluxos físicos .....	146
6.3.3 Ferramentas para concepção e gestão da produção .....	148
6.4 AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CONCEPÇÃO E GESTÃO DA PRODUÇÃO .....	150
6.5 DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO .....	150
<b>7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>153</b>
7.1 CONCLUSÕES .....	153
7.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	154
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>156</b>
<b>APÊNDICE A: ROTEIRO DE ENTREVISTA DE DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>163</b>
<b>APÊNDICE B: ROTEIRO DE ENTREVISTA DE AVALIAÇÃO .....</b>	<b>164</b>
<b>APÊNDICE C: LISTA DE NECESSIDADES DO CANTEIRO DE OBRAS. .....</b>	<b>165</b>
<b>APÊNDICE D: LISTA DE VERIFICAÇÃO DE PRÁTICAS PARA A CONCEPÇÃO E GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS DE BAIXA RENDA.....</b>	<b>166</b>
<b>ANEXO 1: LISTA DE VERIFICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS EM LEIAUTE E LOGÍSTICA DE CANTEIROS.....</b>	<b>168</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Visão tradicional de processos de produção (adaptado de KOSKELA, 1992).....	27
Figura 2: Visão de processos de produção como fluxo (adaptado de KOSKELA, 1992).....	28
Figura 3: Produção como uma rede de processos e operações (SHINGO, 1996). ....	29
Figura 4: Classificação dos movimentos dos operários (OHNO, 1997).....	30
Figura 5: Modelo do PSP para baixa renda (SCHRAMM, 2004). ....	36
Figura 6: Abordagem de controle da produção (adaptada de Bertrand et al., 1990). ....	41
Figura 7: Ciclo de planejamento (adaptada de LAUFER; TUCKER, 1987).....	45
Figura 8: Processo de definição de pacotes de trabalho no Last Planner® (BALLARD, 2000). .....	48
Figura 9: Sistema <i>Last Planner</i> ® (BALLARD, 2000).....	49
Figura 10: Modelo de planejamento e controle da produção (adaptada de BERNARDES, 2001). ....	51
Figura 11: Etapas do processo de gestão de custos Kern (2005).....	53
Figura 12: Delineamento da pesquisa. ....	59
Figura 13: Planta baixa e fachada da unidade habitacional do Empreendimento 1.....	65
Figura 14: Planta baixa e planta de implantação do Empreendimento 2.....	68
Figura 15: Foto do Empreendimento 4. ....	70
Figura 16: Planta de implantação dos Empreendimentos 5 e 6. ....	72
Figura 17: Planta do pavimento tipo das obras dos Empreendimentos 5 e 6. ....	72
Figura 18: Planta de implantação da obra do Empreendimento 7. ....	73
Figura 19: Montagem dos painéis de PVC do Empreendimento 7.....	74
Figura 20: Execução das casas com alvenaria de blocos de concreto do Empreendimento 7..	74
Figura 21: Sistema de formas da obra do Empreendimento 9. ....	76
Figura 22: Plantas de implantação dos Empreendimentos 8 e 9.....	76
Figura 23: Gráfico de dimensionamento de equipe do Empreendimento 1. ....	78
Figura 24: Planilha de controle de execução dos serviços por casa. ....	79
Figura 25: Gráfico do percentual executado das casas por semana.....	80
Figura 26: Planilha de planejamento semanal (BERNARDES, 2001). ....	81
Figura 27: Quadro de informações da produção das casas.....	81
Figura 28: Leiaute do canteiro da obra sem projeto. ....	83
Figura 29: Plano de ataque da alvenaria. ....	84
Figura 30: Cronograma físico planejado da alvenaria. ....	85

Figura 31: Cronograma físico real da alvenaria.....	85
Figura 32: Gráfico de ritmo da alvenaria.....	85
Figura 33: Fábrica de lajes (à esquerda) e nova pista para ampliação da capacidade (à direita). .....	86
Figura 34: Gráfico de produção e execução de lajes.....	87
Figura 35: Diagrama de precedência.....	87
Figura 36: Plano de longo prazo do empreendimento 2.....	89
Figura 37: Perda por duplo transporte de blocos para o pavimento (à esquerda) e perda de material devido a estoque inadequado (à direita).....	90
Figura 38: Estoque distante de blocos o que poderá acarretar em perda (à esquerda) e perda por contaminação de material devido à falta de baía.....	90
Figura 39: Painel de informações da obra do Empreendimento 3 (à esquerda) e a do Empreendimento 4 (à direita).....	93
Figura 40: Lajes e escadas pré-moldadas danificadas.....	94
Figura 41: Estoque de blocos sem utilidade.....	95
Figura 42: Parte da lista de serviço do Empreendimento 5.....	97
Figura 43: Plano de longo prazo da obra do Empreendimento 5.....	98
Figura 45: Segunda CAR do Empreendimento 5.....	100
Figura 46: Leiaute de canteiro e plano de ataque da obra do Empreendimento 5.....	101
Figura 47: Gráfico de distribuição da mão-de-obra da obra do Empreendimento 5.....	102
Figura 48: Projeto de produção das lajes do Empreendimento 5.....	102
Figura 49: Planilha do MsProject® de uma das fitas do Empreendimento 7.....	106
Figura 50: Evolução do PPC de uma das fitas.....	108
Figura 51: Gráfico de ritmo de uma das fitas.....	108
Figura 52: Gráfico de desvio de prazo.....	109
Figura 53: Planilha de controle da produção.....	110
Figura 54: Plano de longo prazo de uma das fitas.....	110
Figura 55: Plano de ataque do Empreendimento 8.....	114
Figura 56: Plano de longo prazo do Empreendimento 8.....	115
Figura 57: Distribuição da mão-de-obra da obra do Empreendimento 8.....	116
Figura 58: Área para produção de lajes da obra do Empreendimento 8.....	117
Figura 59: Plano da produção de lajes do Empreendimento 8.....	117
Figura 60: Novo plano da produção de lajes do Empreendimento 8.....	118
Figura 61: Curva de agregação de recursos do Empreendimento 8.....	119
Figura 62: Planilha de curto prazo utilizada nos Estudos 6 e 7.....	120

Figura 63: Evolução do PPC e evolução do PPñP do Empreendimento 9. ....	121
Figura 64: Gráfico indicando a natureza dos problemas do Empreendimento 9. ....	122
Figura 65: Evolução das causas internas e externas dos problemas de planejamento do Empreendimento 9. ....	123
Figura 66: Planilha de controle da obra do Empreendimento 9. ....	124
Figura 67: Gráfico de ritmo da obra do Empreendimento 9. ....	124
Figura 68: Gráfico de desvio de prazo da obra do Empreendimento 9. ....	125
Figura 69: Gráfico de ritmo por serviço do Empreendimento 9. ....	125
Figura 70: Gráfico de receita planejada versus real do Empreendimento 9. ....	127
Figura 71: Gráfico de medição feita versus recebida (à esquerda) e Gráfico de saldo versus débito (à direita) do Empreendimento 9. ....	127
Figura 72: Vista do Empreendimento 8 (à esquerda) e do Empreendimento 9 (à direita). ....	129
Figura 73: Leiaute de médio e curto prazo do Empreendimento 9. ....	130
Figura 74: Leiaute de curto prazo do Empreendimento 9. ....	130
Figura 75: Mapofluxograma do transporte da argamassa para a execução da alvenaria do Empreendimento 9. ....	131
Figura 76: Resultados da lista de verificação de boas práticas do Estudo 6 (Empreendimento 8). ....	132
Figura 77: Resultados da lista de verificação de boas práticas do Estudo 7 (Empreendimento 9). ....	132
Figura 78: Mural de informações das obras do Empreendimento 8. ....	133
Figura 79: Matriz de responsabilidades do Empreendimento 9. ....	138
Figura 80: Modelo de concepção e gestão da produção para baixa renda. ....	141
Figura 81: Etapas da concepção da produção. ....	142
Figura 82: Processos da gestão da produção. ....	144
Figura 83: Etapas da gestão de custos. ....	145
Figura 84: Etapas da gestão de fluxos físicos. ....	147

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fontes de evidência adotadas nos estudos de caso. ....	60
Tabela 2: Forma de coleta dos dados. ....	61
Tabela 3: Cronograma da pesquisa. ....	62
Tabela 4: Características dos estudos. ....	62
Tabela 5: Parte da lista dos serviços do Empreendimento 2. ....	88
Tabela 6: Notas da lista de verificação de boas práticas. ....	91
Tabela 7: Esquema de execução das lajes do Empreendimento 9. ....	119
Tabela 8: Avaliação da implementação das ferramentas. ....	135
Tabela 9: Valores médios de algumas variáveis da implementação do PCP. ....	137
Tabela 10: Resumo das matrizes de responsabilidade dos Empreendimentos 7, 8 e 9. ....	139
Tabela 11: Ferramentas para concepção e gestão da produção. ....	149

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Período e principais atividades do Estudo 1.....	64
Quadro 2: Listagem de serviços necessários à montagem de uma casa do Empreendimento 1. .....	66
Quadro 3: Período e principais atividades do Estudo 2.....	67
Quadro 4: Período e principais atividades do Estudo 3.....	69
Quadro 5: Período e principais atividades do Estudo 4.....	71
Quadro 6: Período e principais atividades do Estudo 5.....	73
Quadro 7: Período e principais atividades do Estudo 6.....	75
Quadro 8: Notas das práticas de PCP do Empreendimento 7.....	105
Quadro 9: Evolução da participação das pessoas no planejamento.....	111
Quadro 10: Notas finais das práticas de PCP do Empreendimento 7.....	112
Quadro 11: Planilha de controle de custo do Empreendimento 9.....	126

## **LISTA DE SIGLAS**

ABC: Activity Based Costing

ABEPRO: Associação Brasileira de Engenharia da Produção

ANTAC: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

CEF: Caixa Econômica Federal

EHIS: Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social

GEHIS: Gestão de Habitação de Interesse Social

IGLC: International Group for Lean Construction

INFOHAB: Centro de Referência e Informação em Habitação

JIT: Just-in-time

NORIE: Núcleo Orientado a Inovação da Edificação

ONU: Organização das Nações Unidas

PAR: Programa de Arrendamento Residencial

PBQP-H: Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

PCP: Planejamento e Controle da Produção

PPC: Percentual do Planejamento Concluído

PPBD: Percentual de Pacotes Bem Definidos

PPñP: Percentual de Pacotes Não Planejados

PSH: Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social

PSP: Projeto do Sistema de Produção

REQUALI: Gerenciamento Requisitos e Melhoria da Qualidade na Habitação de Interesse

RH: Recursos humanos

SEBRAE: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SMAM: Sistema de Movimentação e Armazenagem de Materiais.

TFV: Transformação Fluxo Valor

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul Social

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A questão da habitação para a população de baixa renda se encontra em um nível de complexidade jamais enfrentado (PEREIRA et al. 2002). O déficit habitacional brasileiro tem aumentado, sendo estimado atualmente em 6,6 milhões de famílias (ou mais de 20 milhões de pessoas), das quais 5,3 milhões famílias estão em áreas urbanas e 1,2 milhão em áreas rurais (SAULE JÚNIOR; CARDOSO, 2005).

Neste contexto, algumas iniciativas do Governo Federal vêm sendo desenvolvidas para suprir a demanda habitacional, como a criação de programas com o intuito de utilizar a capacidade empreendedora das empresas privadas. Cada programa tem suas peculiaridades, visando a atender classes sociais específicas. Entre os programas existentes atualmente, destacam-se o Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social (PSH), o Programa de Arrendamento Residencial (PAR), o Programa Morar Melhor e o Programa de Imóvel na Planta.

Diversas iniciativas acadêmicas visando a contribuir para o desenvolvimento da habitação de baixa renda vêm sendo realizadas, incluindo uma ampla gama de temas, tais como projeto (RUSCHEL; RODRIGUES, 2002; FISCHER; SANTOS, 2003), conforto ambiental (SILVA; BASSO, 2002; ADMIR; KOMENO et al., 2003), sustentabilidade (MOURA; BARNABÉ, 2002; VILAÇA, 2004), tecnologias construtivas (MORAES, 2002; SOARES et al., 2003), planejamento e controle da produção (ALVES, 2002; BULHÕES; FORMOSO, 2004), qualidade (CHAVES; SANTOS, 2002; MACIEL SILVA et al., 2004), avaliação pós-ocupação (KOWALTOWSKI et al., 2004) e políticas habitacionais (AZEVEDO, 2000).

O Núcleo Orientado à Inovação da Edificação (NORIE) da UFRGS vem também desenvolvendo estudos relacionados à gestão de empreendimentos de habitação de baixa renda, destacando-se o projeto Gestão de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social – GEHIS, envolvendo cinco universidades do Brasil, com o objetivo de desenvolver um modelo integrado de gestão do desenvolvimento do produto e da produção. Atualmente está em desenvolvimento o projeto Gerenciamento de Requisitos e Melhoria da Qualidade na Habitação de Interesse Social – REQUALI, que tem o objetivo de estabelecer critérios e diretrizes para o gerenciamento de requisitos dos clientes, buscando a melhoria da qualidade

dos mesmos. É dentro deste esforço de pesquisa que o presente trabalho se insere. Ambos os projetos identificaram que existe a necessidade de capacitar as empresas construtoras que atuam no segmento de habitação de baixa renda a melhorar a gestão da produção, que cumpre um papel fundamental no sucesso destes empreendimentos (CORDEIRO et al., 2004).

A importância da gestão da produção no segmento de habitação de baixa renda deve-se a algumas características. Um grande número de empreendimentos habitacionais de baixa renda é executado por empresas de pequeno porte<sup>1</sup>, as quais têm equipes gerenciais reduzidas e trabalham com margens de lucro pequenas. Os empreendimentos realizados são de grandes dimensões, podendo variar de 100 a 500 unidades habitacionais, em relação ao tamanho das empresas. A continuidade da operação destas empresas neste mercado é importante, pois na medida em que a escala de produção é maior, pode-se obter benefícios do efeito aprendizagem. Neste contexto, a gestão financeira é também de grande importância (CORDEIRO et al., 2004), sendo esta fortemente vinculada à gestão da produção. Assim, a gestão da produção deve ser desempenhada com eficiência e eficácia para que estas pequenas empresas possam continuar atuando no segmento habitacional de baixa renda e por sua vez contribuindo para sanar o déficit habitacional brasileiro.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A indústria da construção civil tem passado por mudanças ao longo dos últimos anos. Estas mudanças são resultantes principalmente do aumento da competição existente no setor, do crescente nível de exigência dos seus principais clientes e também das reivindicações por melhores condições de trabalho por parte dos operários (ISATTO et al., 2000).

Neste contexto, existe potencial de se obter avanços na construção civil através da adaptação dos conceitos desenvolvidos em outros setores (ISATTO et al., 2000; PICCHI, 2001). Porém, as práticas desenvolvidas para a indústria da manufatura nem sempre podem ser adaptadas às condições de produção que ocorrem na construção civil, podendo resultar em sistemas inadequados e de baixa eficiência (ASSUMPÇÃO, 1996).

Alguns destes problemas ocorrem porque os princípios desenvolvidos no ambiente industrial não foram abstraídos o suficiente e nem aplicados levando em consideração as características

---

<sup>1</sup> O SEBRAE classifica as empresas com menos de 20 funcionários registrados como micro, de 20 a 99 funcionários registrados de pequena, de 100 a 499 funcionários registrados de média e com mais de 499 funcionários registrados de grande porte.

da construção civil (KOSKELA, 1992). Todavia, pesquisas na área de planejamento e controle da produção têm sido realizadas com o intuito de introduzir com eficácia estes princípios no setor (ALARCON, 1997; BALLARD; HOWELL, 1997b; ALVES, 2000; BERNARDES, 2001). Porém, pouco vem sendo investigado no segmento da habitação de baixa renda (BULHÕES; FORMOSO, 2004).

Alguns trabalhos iniciais desenvolvidos dentro do Projeto GEHIS (ALVES et al., 2002; BULHÕES; FORMOSO, 2004; COSTA et al., 2004; SCHRAMM, 2004) apontaram a existência de muitas deficiências gerenciais nas empresas deste segmento, que dificultam a gestão da produção destes empreendimentos.

A falta de organização gerencial e de procedimentos formais de planejamento e controle da produção são fatores que evidenciam o atraso da gestão da produção no segmento da habitação de baixa renda (ALVES et al., 2002; BULHÕES; FORMOSO, 2004). Alves et al. (2002) afirmam que existem diversas atividades gerenciais que são desconsideradas pelas equipes gerenciais destes empreendimentos, tais como o planejamento de canteiro de obras, planejamento de médio prazo e a gestão de suprimentos, prejudicando a eficácia do sistema de produção e introduzindo variabilidade no mesmo. De acordo com Costa et al. (2004), algumas empresas que atuam no setor habitacional de baixa renda têm problemas na definição das responsabilidades das pessoas envolvidas, prejudicando a implantação de sistemas de gestão.

A equipe gerencial normalmente encontrada nos empreendimentos do segmento de baixa renda é reduzida. Isto é uma consequência das baixas margens de lucro, pois, como um dos objetivos é a redução dos custos fixos, a manutenção de poucas pessoas no quadro gerencial dos empreendimentos passa a ser um comportamento comum das empresas. Uma das consequências de uma equipe reduzida, em relação ao tamanho do empreendimento, é a impossibilidade de um controle efetivo da produção. Este fato é agravado pela falta de preparo dos envolvidos para lidar com um ambiente produtivo complexo e dinâmico.

Por outro lado, os empreendimentos voltados à população de baixa renda necessitam de um grande esforço de planejamento, principalmente na etapa de definição da estratégia de ataque da obra (BULHÕES; FORMOSO, 2004; SCHRAMM, 2004). Neste contexto, o controle do ritmo de produção e o uso de uma sistemática organizada de planejamento, com ferramentas gráficas, podem contribuir para a estabilização da produção destes empreendimentos (BULHÕES; FORMOSO, 2004).

Em termos conceituais, a produção deve compreender o projetar e o fazer, porém o desenvolvimento histórico da teoria da produção na manufatura tem erroneamente sugerido que a produção é inteiramente o fazer (BALLARD, 2000). O processo de planejamento na gestão da produção é, muitas vezes, entendido como sendo simplesmente a geração de planos, assumindo com frequência um caráter excessivamente informal (LAUFER; TUCKER, 1987).

Outros problemas que tem grande influência sobre o desempenho de sistemas de produção são a falta de integração entre o planejamento e controle da produção e a gestão de custos (KERN, 2002; KIM; BALLARD, 2001), assim como a pouca importância dada ao planejamento, avaliação e rearranjo do canteiro de obras (FERREIRA, 1998; BULHÕES, 2001). Neste contexto, o planejamento e controle da produção não é conduzido a explorar todas as suas potencialidades (BERNARDES, 2001).

No que tange à gestão de custos, alguns estudos foram desenvolvidos no sentido de criar sistemas ou modelos que facilitem a integração entre a gestão de custos e o planejamento e controle da produção (MARCHESAN, 2001; TURRA, 2002; KERN, 2005). Uma característica comum destes trabalhos é a ênfase na integração entre os processos relacionados aos processos de gestão de custos e de planejamento e controle, buscando a tomada de decisão de forma conjunta. Entretanto, tais estudos apontaram que um obstáculo a esta integração é o grande esforço requerido por parte dos envolvidos no gerenciamento das obras (MARCHESAN, 2001; TURRA, 2002; KERN, 2005).

Cooper e Kaplan (1991) afirmam que o sistema gerencial de custeio se apresenta como um dos mais importantes sistemas de controle e medição de desempenho das empresas. Sua importância tende a aumentar no segmento de habitação de baixa renda, na medida em que são praticadas pequenas margens de lucro (SCHRAMM, 2004). Contudo, a integração deste sistema ao planejamento está condicionada à relevância gerencial dos dados gerados no custeio (MARCHESAN, 2001; TURRA, 2002).

O controle financeiro dos empreendimentos de baixa renda também é influenciado pelas regras impostas pelos programas de financiamento. Mesmo com o padrão de medições mensais, algumas regras impossibilitam que haja uma receita maior do que a planejada para a construtora, em determinado mês, apesar da medição na obra ter sido maior. Isto torna o planejamento e controle de custos importante para o sucesso financeiro do empreendimento (KERN, 2005).

A gestão de canteiros de obra, por sua vez, compreende a definição da localização dos recursos e dos seus respectivos fluxos (TOMMELEIN et al., 1992; ALVES, 2000). Este tema é relevante em todos os segmentos da construção civil, porém no segmento de habitação de baixa renda a sua importância tende a aumentar, em função das grandes áreas utilizadas para a implantação dos canteiros de obras (BULHÕES; FORMOSO, 2004; ANDRADE et al., 2005).

De acordo com Tommelein et al. (1991) e Cruz (2002), a configuração do canteiro de obras pode ter impacto na produtividade das equipes e também influenciar substancialmente os custos das atividades. A desconsideração do projeto das instalações de canteiro pode resultar em situações de leiaute bastante problemáticas, necessitando improvisações ou a adoção de soluções não econômicas. Assim, a organização do leiaute do canteiro não deveria ser separado do processo de planejamento da produção, porque a mesma define o ambiente no qual todos os trabalhos de construção são realizados, facilitando ou dificultando a execução dos mesmos (SAURIN, 1997).

Neste sentido, a integração do processo de monitoramento e controle dos processos pode ser realizada com a utilização de recursos visuais, melhorando também a gestão dos fluxos físicos (ALVES, 2000). Entretanto, de acordo com Laufer e Tucker (1987) tradicionalmente existe uma dificuldade de se gerenciar os processos de produção propriamente ditos, devido à prioridade que é dada à programação do tempo e à previsão dos custos.

De forma a gerenciar esse ambiente complexo da produção na construção civil, alguns autores propõem o desenvolvimento de sistemas de gestão integrada (BACCARINI, 1996; CHOO, 2003). Esta integração consiste em usar princípios de coordenação, comunicação e controle, que apoia o trabalho participativo, buscando dar maior confiabilidade à produção (BACCARINI, 1996; CHOO, 2003).

Em suma, a partir das características dos empreendimentos de habitação de baixa renda, constata-se que existe a necessidade de melhorar a produção nas empresas que atuam neste segmento, incluindo tanto a concepção da produção como o seu controle. Em função das características das empresas, é necessário que se aborde de forma simplificada e eficaz as questões relativas ao planejamento e controle da produção, gestão de custos e gestão de fluxos físicos, considerando a necessidade de integração entre estes processos gerenciais.

De acordo com o problema de pesquisa apresentado acima, o presente trabalho tem como questão de pesquisa principal: como conceber e gerenciar sistemas de produção de

empreendimentos habitacionais de baixa renda, integrando o planejamento e controle da produção, gestão de custos e a gestão de fluxos físicos?

### 1.3 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um modelo para a concepção e gestão de sistemas de produção, integrando o planejamento e controle da produção, a gestão de custos e a gestão de fluxos físicos, levando em conta as limitações das empresas de pequeno porte que atuam no segmento habitacional de baixa renda.

Os objetivos secundários deste trabalho são apresentados a seguir:

- a) Explicitar os inter-relacionamentos entre o planejamento e controle da produção, gestão de custos e gestão de fluxos físicos em empreendimentos habitacionais de baixa renda;
- b) Selecionar e adaptar ferramentas para a concepção e gestão da produção dos empreendimentos habitacionais de baixa renda;
- c) Propor diretrizes para a implementação do modelo proposto.

### 1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Neste trabalho foi adotada uma definição de habitação de baixa renda, a partir da adaptação de critérios adotados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (Lima, 2005). Nesta definição, considera-se como baixa renda empreendimentos que contém unidades voltadas para a população que tem renda mensal de até 10 salários mínimos (R\$ 3.000,00). Esta consideração se justifica pelo fato de que existem características comuns nos empreendimentos promovidos em alguns programas de financiamento habitacional para esta faixa de renda, como, por exemplo, Programa de Arrendamento Residencial – PAR e Imóvel na Planta, os dois programas que foram estudados nesta dissertação. Como o PAR alcança famílias com renda familiar de 2 a 6 salários mínimos (aproximadamente de R\$ 600,00 a R\$ 1.800,00) e o Imóvel na Planta financia imóveis para famílias com renda familiar de até R\$ 4.900,00. Assim, observa-se que existem faixas de renda em ambos os programas que podem ser enquadradas de acordo com esta classificação como baixa renda. Em ambos os programas citados, as empresas construtoras em geral exercem simultaneamente o papel de promotoras

do empreendimento e construtoras. Abaixo são apresentadas algumas características adicionais dos mesmos:

- a) Programa de Arrendamento Residencial – PAR: São financiadas obras a serem construídas, em construção ou concluídas. Também abrange reformas ou recuperação de construções. Todos os tipos citados devem ser localizados nos grandes centros urbanos. Os empreendimentos são aprovados a partir da existência de demanda para as unidades habitacionais. Cada empreendimento é limitado em 500 unidades habitacionais e deve ter infra-estrutura condominial.
- b) Imóvel na Planta: Concede financiamento a famílias para imóveis na planta ou em construção. É necessária aprovação de cadastro de capacidade de pagamento do candidato. A obra começa a ser financiada a partir da aprovação de 60% dos candidatos. O empreendimento pode ser executado em módulos, contanto que os principais equipamentos condominiais sejam executados junto com o primeiro módulo.

Ambos os programas contemplam um programa de assistência social que objetiva a integração dos moradores à sua nova moradia.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em sete capítulos. O primeiro capítulo consiste da introdução. O segundo capítulo apresenta os conceitos e princípios da gestão da produção e algumas abordagens relacionadas à concepção e a gestão de sistemas de produção. No terceiro capítulo são descritos alguns modelos relacionados ao planejamento e controle da produção e também são apresentados alguns tópicos relativos à integração da gestão de custos e gestão dos fluxos físicos ao planejamento e controle da produção.

No quarto capítulo é descrito o método utilizado para o desenvolvimento da pesquisa. Neste capítulo também é feita uma apresentação inicial dos estudos realizados.

O quinto capítulo apresenta uma descrição dos resultados obtidos ao longo da pesquisa. No final do capítulo, é apresentada a análise dos dados.

O sexto capítulo apresenta o modelo proposto neste trabalho. Descreve-se cada parte do modelo e também são apresentadas as ferramentas necessárias e as diretrizes para a implantação do modelo.

No sétimo capítulo são apresentadas as conclusões da pesquisa e as recomendações para os trabalhos futuros.

## 2 GESTÃO DA PRODUÇÃO

### 2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo são abordados conceitos, princípios e abordagens relativas à gestão da produção, particularmente aqueles de maior relevância para a concepção e controle de sistemas de produção.

### 2.2 CONCEITOS BÁSICOS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO

#### 2.2.1 Conceito de produção

Gaither e Frazier (2001) definem gestão da produção como sendo a administração de um sistema de produção, de uma organização, que transforma recursos em produtos e serviços. Nesta visão, considera-se a produção como uma conversão, com o objetivo de gerar um bem ou serviço ou uma combinação destes (SLACK et al., 1995). São considerados neste conceito uma entrada de recursos (*input*), um processo de transformação desses recursos e a saída de um produto (*output*) (KOSKELA, 1992). A Figura 1 apresenta esquematicamente a visão tradicional de processos de produção.

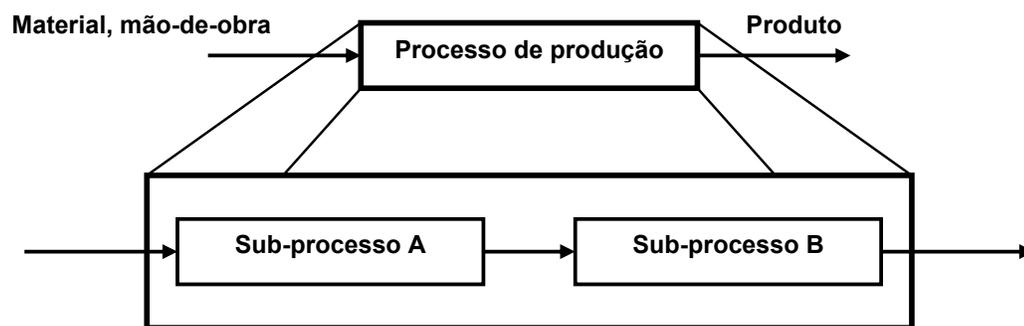


Figura 1: Visão tradicional de processos de produção (adaptado de KOSKELA, 1992).

Koskela (1992) afirma que algumas características são implicitamente apresentadas nesta visão tradicional de processo:

- a) O processo de conversão pode ser dividido em sub-processos, que também são considerados como processos de conversão;
- b) O custo total do processo pode ser reduzido pela minimização dos custos de cada sub-processo;
- c) O valor do produto (*output*) de um processo é associado com os custos, ou valor, dos recursos utilizados (*input*);
- d) O custo total do processo de produção é igual à soma dos custos de cada operação;
- e) O custo de cada operação, desconsiderando os custos de material, é proporcional aos custos da mão-de-obra.

Koskela (1992) apresenta um conceito alternativo de processo, definido como um fluxo de materiais ou informações, constituído por atividades de transporte, espera, conversão e inspeção. Nesta visão da produção, as atividades são divididas em duas categorias: as que agregam valor (conversão ou processamento) e as que não agregam valor (transporte, espera e inspeção). Nos processos produtivos sempre existem os dois tipos de atividades, porém se deve buscar a eliminação das atividades que não agregam valor (KOSKELA, 2000). A Figura 2 representa o conceito de processo de produção como fluxo.

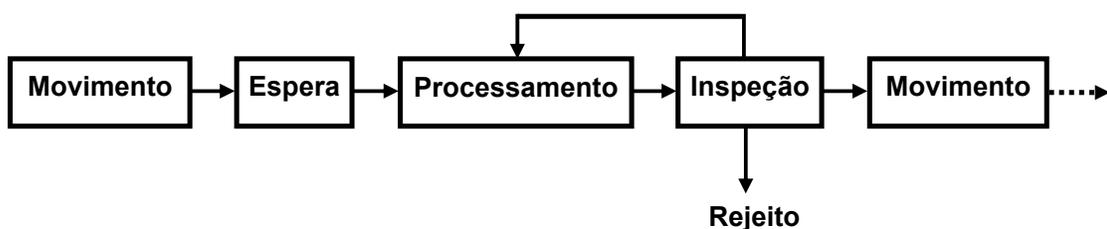


Figura 2: Visão de processos de produção como fluxo (adaptado de KOSKELA, 1992).

De acordo com Shingo (1996), um processo de produção pode também ser compreendido através de dois fluxos distintos, que possuem diferentes direções (Figura 3). Os fluxos dos objetos (materiais) são denominados de processos e os fluxos das pessoas (operários)

---

Fábio Rodrigues Andrade, Porto Alegre, PPGEC/UFRGS, 2005

representam seqüências de operações. Segundo o mesmo autor, esses dois fluxos formam uma rede, sendo que, do ponto de vista de concepção e gestão da produção, os processos têm prioridade sobre as operações. Assim, se modificações forem feitas nos processos, tais como junção, eliminação ou mudança de seqüência dos processos, as operações serão afetadas, havendo assim a necessidade de mudanças também nas operações (SHINGO, 1996).

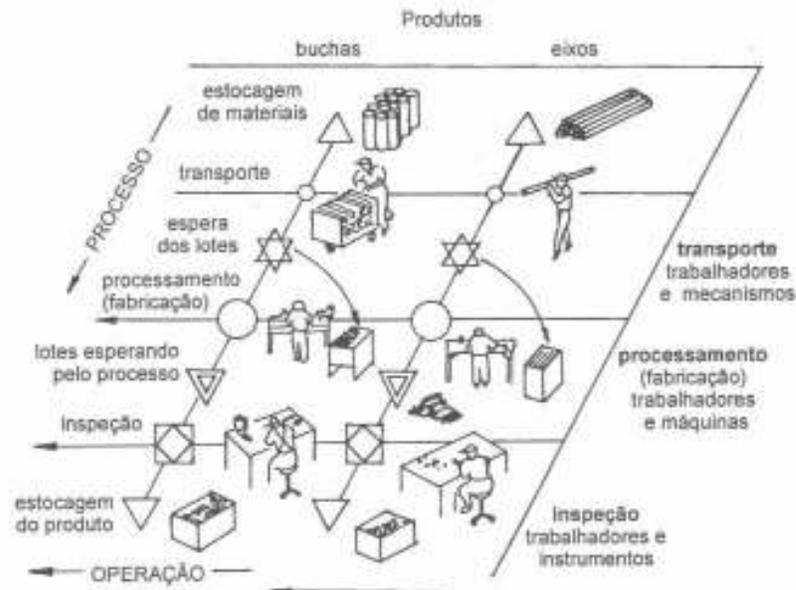


Figura 3: Produção como uma rede de processos e operações (SHINGO, 1996).

Em sua tese de doutorado, Koskela (2000) propôs a teoria TFV (Transformação-Fluxo-Valor), que apresenta um conceito amplo da produção. Primeiramente, a produção é vista como uma transformação de entradas (*inputs*) em saídas (*outputs*). Segundo, a produção é associada a um fluxo de materiais e informações, no qual existem, além da transformação, as atividades de espera, inspeção e movimentação. Finalmente, a produção é considerada como um meio para a geração de valor, através do atendimento das necessidades dos clientes. De acordo com Koskela (2000), estes três conceitos não competem entre si, mas se complementam.

Bertelsen e Koskela (2002) discutem a aplicação da Teoria TFV do ponto de vista da gestão de empreendimentos de construção. A gestão da transformação está fortemente relacionada ao gerenciamento dos contratos e ao estabelecimento dos requisitos de qualidade de cada processo. A gestão dos fluxos envolve a cooperação na cadeia de suprimentos da construção, com foco não somente em contratos, mas também em operações logísticas de materiais e

informações. Finalmente, a gestão da geração de valor compreende em evitar que as necessidades do cliente sejam desconsideradas ao longo do processo de projeto e de produção.

Santos (1999) afirma que o uso do conceito de produção como fluxo pode possibilitar um grande aumento no desempenho de processos na construção civil. Porém, Koskela (2000) afirma que na gestão de empreendimentos neste setor tende a predominar o conceito de transformação.

### 2.2.2 Conceito de Perda

Ohno (1997) propõe um conceito de perda (desperdício) que está relacionado ao movimento dos operários, ou seja, ao conceito de operação, apresentado na Figura 4. Esse autor afirma que os movimentos realizados por um operário podem ser divididos em trabalho e perda, sendo o trabalho categorizado em dois tipos de atividades, as que agregam valor e as que não agregam valor: as atividades que agregam valor são aquelas consideradas essenciais ao processo, enquanto as perdas são atividades que não agregam valor e podem ser eliminadas do processo produtivo.



Figura 4: Classificação dos movimentos dos operários (OHNO, 1997).

Ohno (1997) enfatiza que a operação de movimentação efetivamente não agrega valor e que os operários devem fazer o processo avançar, com o objetivo de completar a tarefa. Ele também afirma que o primeiro passo para a melhoria do processo é a identificação das perdas.

Dentro deste conceito de perda, Ohno (1997) apresenta sete tipos de perdas que podem ocorrer num processo de produção:

- a) Perda de super-produção;
- b) Perda de espera;
- c) Perda em transporte;
- d) Perda do processamento em si;
- e) Perda de estoque;
- f) Perda de movimento;
- g) Perda de produzir produtos defeituosos.

Segundo Koskela (2000), o tipo mais importante de perda é aquele que está dentro do processo produtivo, resultado da estrutura do sistema de produção, o qual determina os fluxos físicos percorridos pelos materiais e informações. Assim, muitas perdas são decorrentes da definição inadequada dos processos, na medida que ao se dividir processos em sub-processos, executados por especialistas diferentes, tende a aumentar as atividades que não agregam valor, tais como: inspeção, movimento e espera. Da mesma forma, a quantidade de perdas associada com a movimentação dos materiais, de uma estação de trabalho para a outra, é fortemente influenciada pelo leiaute da fábrica (KOSKELA, 2000).

## 2.3 PRINCÍPIOS PARA A GESTÃO DA PRODUÇÃO

Baseados na experiência japonesa no Sistema Toyota de Produção - STP, muitas mudanças tanto organizacionais como operacionais, têm sido sugeridas para a melhoria do desempenho da produção em diferentes setores (COOPER; KAPLAN, 1991; HOPP; SPEARMAN, 1996; HENDERSON; LARCO, 2000; CORRÊA et al., 2001; GAITHER; FRAZIER, 2001; MEREDITH; SHAFER, 2002). De forma geral, as novas técnicas que vêm sendo adotadas são conhecidas como fazendo parte de uma filosofia denominada *just-in-time* (JIT) (HOPP; SPEARMAN, 1996). Por outro lado, de acordo com Henderson e Larco (2000), o JIT é apenas uma parte do STP.

Na indústria da construção civil, alguns princípios abstraídos do STP também vêm sendo aplicados e estudados por empresas e também pela comunidade acadêmica. Vale destacar a iniciativa do *International Group for Lean Construction* – IGLC (Grupo Internacional pela Proposta de um modelo de concepção e gestão de sistemas de produção para empreendimentos habitacionais de baixa renda

Construção Enxuta), criado em 1993. Diekmann et al. (2004) definem Construção Enxuta como o seguinte:

Construção Enxuta é o processo contínuo de eliminação das perdas, atendendo ou excedendo todas as necessidades do cliente, focando toda a cadeia de valor e perseguindo a perfeição na execução do empreendimento.

A consolidação do IGLC teve, inicialmente, uma importante contribuição do trabalho de Koskela (1992), que propôs um conjunto de princípios para a gestão da produção. Esses princípios são inter-relacionados, porém não possuem mesmo nível de abstração: alguns são mais fundamentais, enquanto outros mais orientados para aplicação.

Posteriormente, este conjunto de princípios foi revisado pelo mesmo autor (KOSKELA, 2000). No presente trabalho, foram estudados mais a fundo os seis princípios considerados como mais importantes para o projeto, o controle e a melhoria do sistema de produção. Estes foram agrupados segundo os critérios propostos por Koskela (2000), conforme segue:

**1) Os que fazem parte do fundamento teórico e conceitual:**

- a) Reduzir a parcela das atividades que não agregam valor.

**2) Os que podem ser derivados da teoria:**

- a) Reduzir a variabilidade;
- b) Reduzir o tempo de ciclo.

**3) Os que são notados para serem úteis na prática, porém são menos relacionados à teoria:**

- a) Simplificar pela redução do número de passos ou partes;
- b) Aumentar flexibilidade de saída;
- c) Aumentar a transparência do processo.

### 2.3.1 Reduzir a parcela das atividades que não agregam valor

As atividades que agregam valor são as que convertem material e/ou informações naquilo que é requerido pelo cliente. As atividades que não agregam valor são as que consomem tempo, recurso ou espaço, porém não agregam valor, sendo também chamadas de **perdas** (KOSKELA, 1992).

Apesar deste princípio ser indispensável, é necessário entender que algumas das atividades, que não agregam valor do ponto de vista do cliente final, agregam valor para o cliente interno.

Tais atividades não devem ser eliminadas indiscriminadamente sem considerar se outras atividades que não agregam valor possam surgir em outras partes do processo (KOSKELA, 1992). Por exemplo, as atividades de planejamento, contabilidade e prevenção de acidentes não agregam valor ao produto final, mas são importantes para o processo. Entretanto, os acidentes e defeitos não agregam valor e devem ser completamente eliminados (KOSKELA, 2000).

### 2.3.2 Reduzir a variabilidade

Os processos de produção são variáveis, sendo que quaisquer dois itens têm diferenças, mesmo sendo o mesmo produto e executados com os mesmos recursos (tempo, material e trabalho). Segundo Koskela (1992), existem duas razões para reduzir a variabilidade. Primeiro, do ponto de vista do consumidor um produto uniforme é melhor. Segundo, variabilidade, especificamente na duração das atividades, aumenta a parcela das atividades que não agregam valor (KOSKELA, 1992). Então, associado à eliminação das atividades que não agregam valor, a redução da variabilidade nos processos deve ser um dos objetivos intrínsecos, consistindo na descoberta e eliminação das causas raiz (KOSKELA, 2000).

### 2.3.3 Reduzir o tempo de ciclo

O tempo de ciclo pode ser definido como o tempo requerido para uma peça específica atravessar uma etapa do processo (KOSKELA, 1992), podendo ser representado pela seguinte fórmula:

$$\text{Tempo de ciclo (T)} = T_{\text{processamento}} + T_{\text{inspeção}} + T_{\text{espera}} + T_{\text{movimentação}} \quad (\text{Equação 1})$$

A compressão do tempo de ciclo força a redução do tempo de inspeção, espera, movimentação e também do re-trabalho. Os principais benefícios são (KOSKELA, 1992):

- a) Rápida entrega ao consumidor;
- c) Reduz a necessidade de fazer previsões sobre a demanda futura;
- d) Diminui o impacto no processo de produção devido a mudanças nos pedidos;
- e) Facilita o gerenciamento porque existem poucos pedidos sendo executados.

Da perspectiva do controle, é importante que os ciclos de detecção e correção de desvios sejam rápidos de forma a buscar a obtenção de melhorias tanto na fase de projeto, como da produção (KOSKELA, 1992).

#### 2.3.4 Simplificar pela redução do número de passos ou partes

Segundo Koskela (1992), a complexidade de um produto ou processo aumenta os custos além da soma dos custos das partes ou passos individuais. O mesmo autor afirma também que outro problema fundamental da complexidade é a confiabilidade: sistemas complexos são inerentemente menos confiáveis do que sistemas simples e a habilidade humana para lidar com complexidade é limitada e facilmente excedida. A simplificação pode ser entendida como (KOSKELA, 1992):

- a) Reduzir o número de componentes em um produto;
- b) Reduzir o número de passos no fluxo de material ou informação.

A utilização de equipes multi-funcionais e autônomas pode também eliminar atividades que não agregam valor (KOSKELA, 1992).

#### 2.3.5 Aumentar flexibilidade de saída

Entre as possíveis abordagens para a obtenção da flexibilidade de saída, destaca-se a utilização de projetos de produtos modularizados, em conexão com um uso agressivo de outros princípios, especialmente a redução do tempo de ciclo e a transparência (KOSKELA, 1992).

#### 2.3.6 Aumentar a transparência do processo

De acordo com Formoso et al. (2001), a transparência de processos pode ser definida como a habilidade de um processo de produção se comunicar com as pessoas. Os mesmos autores afirmam que a falta de transparência no processo aumenta a propensão aos erros, reduz a visibilidade dos mesmos e diminui a motivação para fazer melhorias. O aumento da transparência de processos pode ser atingido ao se tornar um processo diretamente observável, através de meios físicos e organizacionais, medidas e *displays* públicos com informações,

como o objetivo de substituir o controle formal, normalmente associado a uma coleta de informações, pelo autocontrole (KOSKELA, 1992).

## 2.4 CONCEPÇÃO E GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO

### 2.4.1 Projeto do sistema de produção

Gaither e Frazier (2001) denominam a concepção da produção de projeto do sistema de produção (PSP), que estabelece o delineamento e a descrição dos processos específicos que devem ser realizados no ambiente produtivo. Os mesmos autores afirmam que o PSP deve acontecer de forma inter-relacionada com o projeto do produto, devendo, entretanto, ser alterado, quando houver modificações no ambiente produtivo:

Assim que um planejamento de processo é concluído, a estrutura e o caráter fundamental da função de operações são definidos. Essa importante atividade determina em grande parte os detalhes de como os produtos/serviços serão produzidos, e posiciona a produção a ser usada pelo negócio para captar mercados mundiais.

Gaither e Frazier (2001) também destacam os principais fatores que devem ser levados em conta na definição de um projeto do sistema de produção:

- a) Natureza da demanda do produto;
- b) Grau de integração vertical;
- c) Flexibilidade de produção;
- d) Grau de automação; e
- e) Qualidade do produto.

Schramm (2004) propôs um modelo para o PSP para empreendimentos habitacionais de baixa renda, concebido com o intuito de contribuir para o estabelecimento de um fluxo contínuo de produção para estes empreendimentos. A principal motivação desse estudo foi a necessidade de se antecipar certas decisões, relacionadas à produção, que eram tomadas tardiamente no planejamento e controle da produção, após o início da obra.

A Figura 5 apresenta o modelo de PSP desenvolvido por Schramm (2004). Este modelo estabelece uma seqüência de decisões, as quais influenciam diretamente umas as outras. Por este motivo, além do fluxo de decisões, o modelo também contempla um fluxo de revisão das Proposta de um modelo de concepção e gestão de sistemas de produção para empreendimentos habitacionais de baixa renda

decisões, para garantir que em todas as etapas estejam sejam geradas informações coerentes entre si.

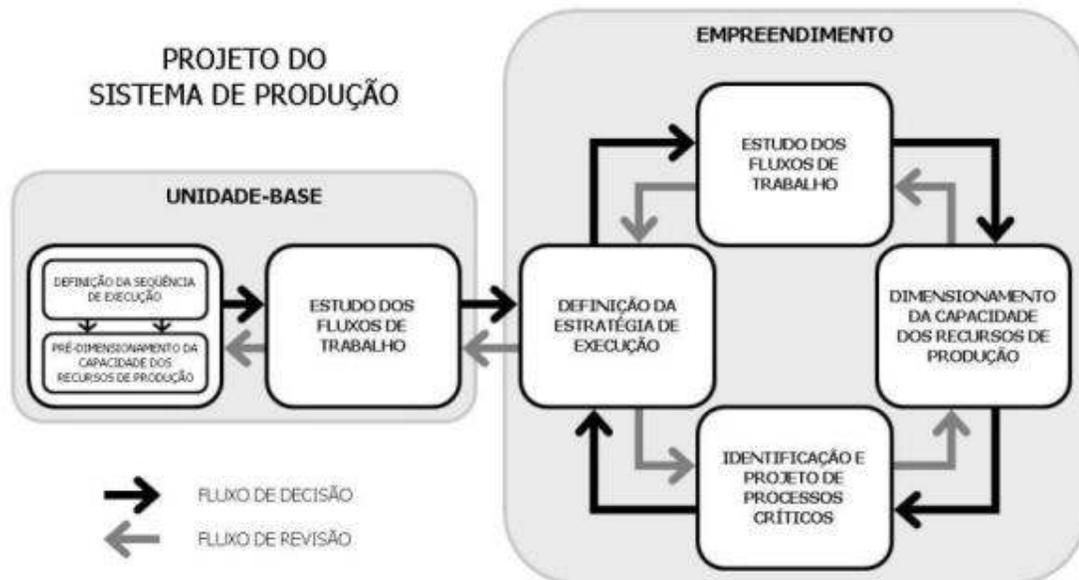


Figura 5: Modelo do PSP para baixa renda (SCHRAMM, 2004).

A seguir, é apresentada cada uma das etapas que constitui o referido modelo:

- a) **Definição da seqüência de execução e pré-dimensionamento da capacidade dos recursos de produção:** nesta etapa é estudada a seqüência de execução da unidade base do empreendimento. Uma unidade base é um elemento, ou parte da obra, que será reproduzido repetidas vezes ao longo do empreendimento, como, por exemplo, uma casa ou um bloco. A seqüência a ser definida depende da experiência da equipe gerencial neste tipo de empreendimento e também na tecnologia a ser utilizada. Além da seqüência de execução, nesta etapa é definida a capacidade dos recursos de produção. O pré-dimensionamento de equipes e equipamentos é determinado a partir do conhecimento prévio sobre índices de produtividades, que determinam os ritmos de produção.
- b) **Estudos dos fluxos de trabalho na unidade base:** analisando-se apenas a unidade base, é necessário definir os fluxos de trabalho na mesma. Estes representam a seqüência de movimentação das equipes responsáveis por cada serviço. A análise de sequenciamento deve considerar aspectos de tempo e espaço, sempre respeitando os conceitos de terminalidade e continuidade

(ALVES, 2000). Outro aspecto importante é a definição de serviços que podem ser desenvolvidos de forma seqüencial ou paralela, como também a definição do lote de produção, ou seja, a quantidade de serviço estabelecida para cada equipe em cada ciclo de produção.

- c) **Definição da estratégia de execução do empreendimento:** a tomada de decisão nesta fase deve considerar o impacto no prazo de execução do empreendimento, na capacidade dos fornecedores de suprimentos, no limite de capacidade de produção dos processos críticos e na viabilidade financeira da alternativa escolhida.
- d) **Estudo dos fluxos de trabalho no empreendimento:** o estudo dos fluxos de trabalho utiliza as definições da seqüência executiva da unidade base e do plano de ataque. Nesta etapa, o número de equipes para cada serviço deve ser definido considerando a seqüência determinada na unidade base. O desafio desta etapa está em determinar um fluxo de trabalho, considerando terminalidade e continuidade, que seja eficiente em termos de utilização do espaço, minimização dos fluxos físicos e o processo de aprendizagem das equipes.
- e) **Dimensionamento da capacidade dos recursos de produção:** esta etapa parte do pré-dimensionamento dos recursos de produção e do estudo dos fluxos físicos que define quantas equipes serão designadas para cada serviço. Quantificando a necessidade de mão-de-obra e equipamentos para execução do empreendimento, é possível se analisar a viabilidade financeira para o montante estimado de recursos. Com base no número máximo de operários esperado em obra, define-se a utilização do espaço disponível e a circulação dos equipamentos necessários (SCHRAMM, 2004). A partir desse dimensionamento, podem-se identificar restrições, financeiras ou relacionadas ao canteiro de obras que tornem necessária uma revisão no estudo dos fluxos de trabalho do empreendimento ou na redefinição das equipes.
- f) **Identificação e projeto de processos críticos:** finalmente, é necessário identificar e fazer o projeto dos processos críticos, definidos como aqueles que isoladamente limitam toda a capacidade produtiva do sistema, também chamados de gargalos, ou têm capacidade limitada de produção, sendo desta

forma um potencial gargalo (COX; SPENCER, 1998). O desenvolvimento do projeto dos processos críticos deve considerar, além dos recursos necessários, o estudo dos fluxos físicos e as restrições tecnológicas que ocorrem durante o processo construtivo.

De acordo com Costa et al. (2004), o planejamento e controle da produção (PCP) deve usar o PSP como ponto de partida, cabendo àquele processo operacionalizar as decisões tomadas na concepção do sistema de produção. Neste sentido, os mesmos autores sugerem que sejam tomados os seguintes cuidados na realização do PSP:

- a) A gerência deve ter uma visão estratégica do sistema de produção, e não só operacional;
- b) O PSP deve ser comunicado de forma eficaz aos envolvidos na gestão da obra, sempre que possível utilizando dispositivos visuais;
- c) Deve-se buscar através do PSP estimular o aprendizado da força de trabalho, principalmente através da continuidade dos processos e da redução do tempo de ciclo;
- d) É importante considerar as principais fontes de incerteza e variabilidade nos processos e o seu potencial impacto na implementação do PSP;
- e) As ferramentas empregadas devem ter simplicidade e objetividade.

Alguns estudos realizados por Costa et al. (2004) indicaram que a falta de uma concepção previa do sistema de produção nos empreendimentos de baixa renda, antes de iniciar a obra, traz muitas dificuldades à realização do planejamento da obra, principalmente nas fases iniciais da obra, devido à não remoção de restrições iniciais do empreendimento.

Segundo Schramm (2004), o processo de preparação do PCP não deve ser confundido com o PSP. De acordo com esse autor, a preparação do PCP refere-se à concepção do sistema de informações que apóia a tomada de decisões durante a obra, conforme sugerido por Laufer e Tucker (1987), enquanto o PSP diz respeito ao sistema de produção da empresa como um todo e a sua adaptação às condições específicas de uma obra.

De forma geral, os processos de PSP e PCP devem ser desenvolvidos seqüencialmente, pois o PSP deve anteceder o início da obra. Por outro lado, quando não é possível desenvolver o PSP antes do início da obra, devido à falta de tempo ou em função da falta de algumas definições

do empreendimento, o mesmo pode acontecer de forma paralela ao PCP, pelo menos no início da obra (COSTA et al., 2004).

Uma das contribuições do processo de PSP na elaboração do plano de longo prazo é a aplicação explícita da visão de fluxo (SCHRAMM, 2004): o plano longo prazo passa a ser elaborado a partir de definições dos fluxos de trabalho, possibilitando, por exemplo, o estabelecimento de contratos de fornecimento de materiais também de longo prazo. Estas informações permitem o estudo da capacidade de fornecimento dos fornecedores, podendo diminuir a incerteza e aumentar a confiabilidade da produção (SCHRAMM, 2004).

## 2.4.2 Gestão de sistemas de produção

### 2.4.2.1 Peculiaridades da construção civil

A gestão da produção na construção civil é freqüentemente apontada como sendo diferente em relação à indústria da manufatura. A construção pode ser definida como uma complexa produção de um produto único, executado em um tempo determinado, por equipes com diferentes especialidades (BERTELSEN; KOSKELA, 2004). Diekmann et al. (2004) apontam uma série de diferenças entre o ambiente produtivo na manufatura e na construção, desde a relação com a cadeia de suprimentos até detalhes da produção. Em resumo, esses autores concluem que, devido às diferenças, não se pode esperar o mesmo resultado na construção com a aplicação dos princípios de gestão da produção adotados com sucesso na indústria de manufatura. Muitos fatores são citados na literatura, incluindo aspectos culturais e comportamentais (HIROTA; FORMOSO, 2001; GREEN; MAY, 2004).

Davis et al. (2003) afirmam que um processo contínuo e repetitivo é tipicamente gerenciado por uma estrutura organizacional formal e contínua, enquanto o grupo de pessoas que trabalha especificamente para realizar um único empreendimento em geral se separa ao final do mesmo. O fato de a construção normalmente envolver organizações temporárias, por si só, já é um grande complicador para a gestão da produção (DAVIS et al., 2003; BERTELSEN; KOSKELA 2004).

Por ser único o produto da construção, é necessário integrar os processos de projeto e produção (BERTELSEN; KOSKELA 2004). Desta forma, o fluxo de informação se torna tão importante quanto o fluxo de materiais e equipamentos. Esta necessidade de gerenciar com o

mesmo grau de importância informações, materiais e equipamentos contribui para tornar a gestão da produção mais complexa (BERTELSEN; KOSKELA 2004).

Além disso, nos últimos anos o número de processos especializados envolvidos na construção tem crescido (CHOO, 2003), tornando ainda mais difícil de gerenciar o processo de produção. De acordo com Choo (2003), uma maneira de melhorar este processo de organização é representar as ligações entre as partes envolvidas. Esse autor propõe o uso de um Plano de Coordenação (*Coordination Schedule*), que define como cada parte, ou processo, necessita interagir com os demais para atingir as metas do empreendimento.

Alguns autores afirmam que para se atingir as metas do empreendimento deve ser utilizado um mecanismo de proteção da produção, que visa a impedir a interrupção do fluxo de produção, por diminuir os efeitos da incerteza e da variabilidade (SLACK et al., 1997; BALLARD; HOWELL, 1997). A manutenção de um fluxo contínuo de produção é entendida como uma das melhores estratégias para diminuir os custos e reduzir as perdas (SHINGO, 1996; WOMACK et al. 1990). Contudo, fatores internos e externos aos processos de gestão freqüentemente provocam paradas inesperadas, diminuindo desta forma a eficiência do processo de construção (BALLARD; HOWELL, 1997).

#### 2.4.2.2 Conceito de planejamento

De uma forma geral o planejamento é entendido como uma previsão do estado futuro, para apoiar a tomada de decisão adequada. Nessa linha de pensamento Corrêa et al. (2001) apresentam duas definições para planejamento:

- a) “Planejar é entender como a consideração conjunta da situação presente e da visão de futuro influencia as decisões tomadas no presente para que se atinjam determinados objetivos no futuro”;
- b) “Planejar é projetar um futuro que é diferente do passado, por causas sobre as quais se tem controle”.

Formoso (1999), por sua vez, destaca a necessidade de visão de processo no planejamento e controle, definindo planejamento como o processo de tomada de decisão que envolve o estabelecimento de metas e dos procedimentos necessários para atingi-las, sendo efetivo quando seguido de um controle. Esta definição enfatiza o papel da tomada de decisão como um passo fundamental do planejamento e o papel do controle como parte integrante e essencial à eficácia deste processo.

### 2.4.2.3 Controle da produção

Considerando a necessidade de controle no processo de produção na construção civil, Henrich et al. (2005) adaptaram a conceituação de planejamento e controle da produção, proposta por Bertrand et al. (1990) para a indústria de manufatura, para descrever as funções de controle naquele setor (Figura 6).

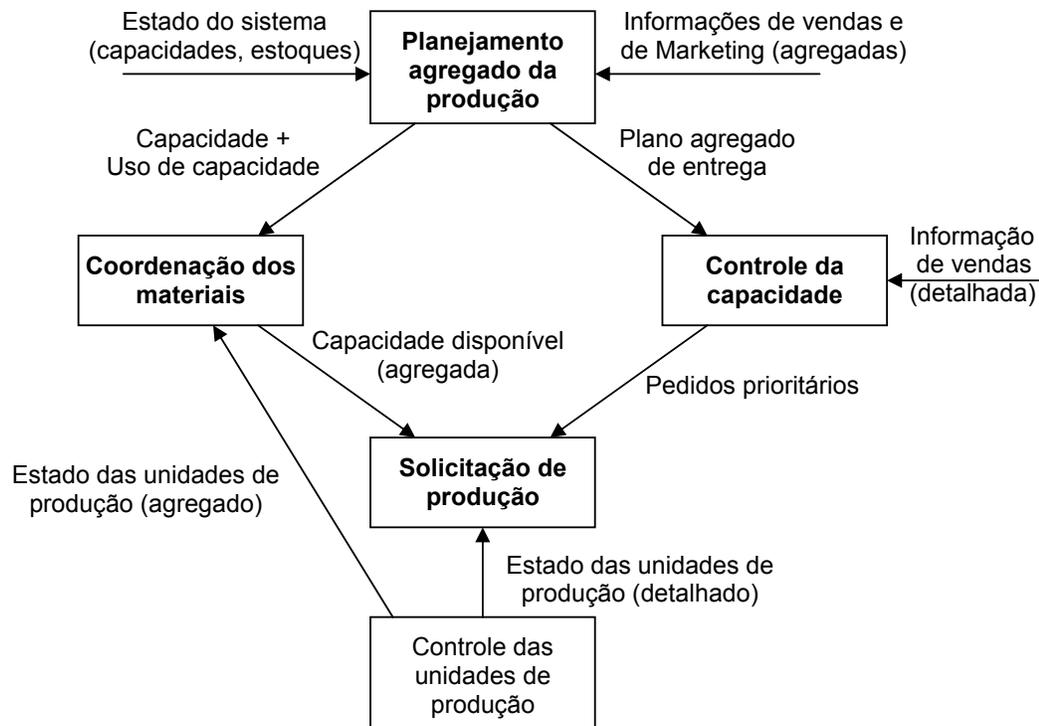


Figura 6: Abordagem de controle da produção (adaptada de Bertrand et al., 1990).

Conforme Henrich et al. (2005), a função **planejamento agregado da produção** tem o papel de definir as metas da produção, normalmente apresentadas em um plano denominado de mestre. Na construção civil, este plano é gerado no planejamento de longo prazo, devendo ser utilizado como referência para os altos níveis de controle da produção. Esta função integra vários aspectos de controle da produção, entre os quais venda logística, qualidade, finanças, e recursos humanos (BERTRAND et al. 1990). As principais informações resultantes deste nível são:

- a) Plano agregado de entrega: consiste em uma previsão de demanda;
- b) Plano de uso de capacidade: consiste na necessidade futura de capacidade;

- c) Plano de ajuste da capacidade; e
- d) Plano agregado de estoques: prevê estoques de material.

A função **coordenação dos materiais** tem o papel de gerenciar os fluxos de materiais e definir a seqüência de execução do trabalho, determinando as prioridades em termos de solicitação para a produção. A função **controle da capacidade** determina, a partir da disponibilidade de recursos, as restrições da produção. Estas duas funções têm relação com o nível de planejamento de médio prazo recebendo informações do planejamento agregado da produção. Porém, a partir das informações advindas da demanda e dos tempos de atravessamento dos pedidos é que as prioridades são definidas.

Por fim, a função **solicitação de produção** determina os pedidos que podem ser produzidos, levando em consideração as informações referentes à disponibilidade de material ou à capacidade de produção. Este nível de decisão está mais associado ao planejamento de curto prazo. As solicitações de produção são determinadas considerando as prioridades estabelecidas no nível de médio prazo e também as limitações de capacidade, através do controle da carga de trabalho das unidades de produção (BERTRAND et al., 1990).

De acordo com Bertrand et al. (1990), a seleção das unidades de produção que são priorizadas pelo controle da produção é uma importante atividade na estruturação de sistemas de controle. Os mesmos autores destacam os principais fatores que devem ser considerados nesta seleção:

- a) **Incerteza:** deve ser feita uma distinção entre incerteza da demanda, da produção e da entrega. As unidades de produção que tiverem níveis de incerteza maiores devem ser priorizadas no controle;
- b) **Estrutura do produto:** este fator é relevante para situações mais complexas de produção. O importante é definir qual é o nível de compartilhamento do produto gerado pela unidade de produção. Se determinado produto compartilhado no processo produtivo por muitas equipes, ou tem um alto grau de influência sobre outros produtos, este deve ser priorizado no controle;
- c) **Gargalos de capacidade:** quando uma unidade de produção tem limitação de capacidade, a mesma deve ser priorizada no controle. Por outro lado, se uma operação desta mesma unidade de produção também tem uma grande restrição de capacidade, ela também deve ser controlada.

Bertrand et al. (1990) sugerem que as unidades de produção a serem controladas podem gerar tanto produtos como subprodutos. De acordo com os mesmos autores, todos os níveis de estruturação de um produto podem ser controlados e os critérios para definir as unidades de produção controladas não devem ser relativos apenas à produção, mas também a organização.

## 2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos elementos apresentados neste capítulo constata-se que a gestão da produção não pode ser abordada de forma simplista. Existe uma enorme gama de assuntos relacionados aos aspectos teóricos e conceituais como também aspectos práticos relacionados a este tema.

De uma forma geral, o projeto e a gestão de sistemas de produção devem estar baseados em um conceito mais amplo de processo de produção, levando em conta simultaneamente as visões de transformação, fluxo e geração de valor.

Com relação à separação entre projeto e gestão de sistemas de produção, vale salientar que a mesma é válida, porque permite que exista um momento de análise mais aprofundado sobre os processos que ainda vão acontecer. Isto aumenta a chance de se obter um sistema produtivo estável. Entretanto, é necessário que as decisões tomadas na fase de projeto e no processo de gestão da produção sejam encadeadas, de forma a evitar excesso de retrabalhos no planejamento da produção e também a perda do referencial previamente estabelecido.

## 3 MODELOS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

### 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo são apresentados alguns modelos voltados ao planejamento e controle da produção (PCP) na construção civil, os quais foram utilizados como ponto de partida para o desenvolvimento do modelo proposto no presente trabalho. O modelo de Laufer e Tucker (1987) foi escolhido por estabelecer uma base conceitual para o processo de planejamento da produção, enquanto o Sistema *Last Planner*, proposto por Ballard e Howell (1997a), por ser identificado na literatura como um meio para a implementação de conceitos e princípios derivados do Sistema Toyota de Produção. Finalmente, o modelo descrito por Bernardes (2002) propõe uma adaptação do Sistema Last Planner para empresas de construção. Ao final deste capítulo, discute-se a integração da gestão de custos e da gestão dos fluxos físicos ao PCP.

### 3.2 MODELO DE LAUFER E TUCKER (1987)

Laufer e Tucker (1987) apresentam um modelo geral do processo de planejamento e controle da produção, no qual este processo é descrito através de duas dimensões, uma horizontal e outra vertical. A dimensão horizontal é formada por etapas que compõe o processo de planejamento e controle da produção, enquanto a vertical está relacionada aos diferentes níveis gerenciais.

Na sua dimensão horizontal, o PCP está dividido em seis etapas, as quais formam dois ciclos de controle (Figura 7).

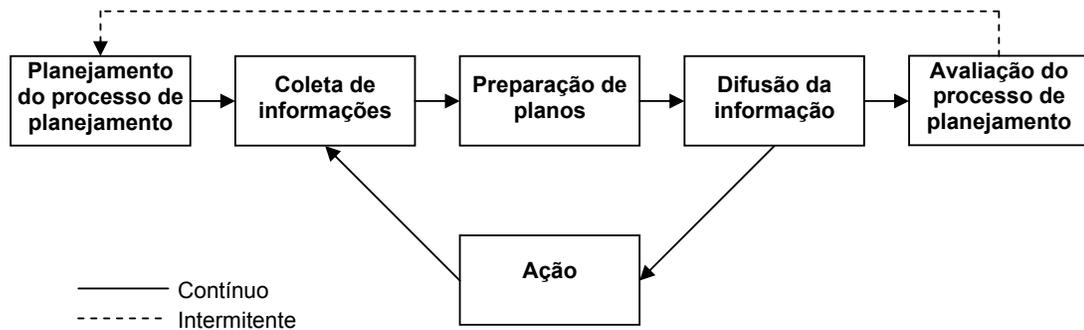


Figura 7: Ciclo de planejamento (adaptada de LAUFER; TUCKER, 1987).

O primeiro ciclo, o controle da produção, é contínuo e envolve as etapas de coleta de informações, preparação dos planos, difusão da informação e ação. O outro é o ciclo de controle do empreendimento, de caráter intermitente, no qual é avaliado o processo de planejamento e controle da produção.

No planejamento do processo de planejamento são estabelecidos os procedimentos serem utilizados no processo de planejamento e controle da produção (LAUFER; TUCKER,1987). Também estão incluídas decisões relativas ao esforço a ser gasto, ao momento que acontecerá cada estágio do processo, à frequência de atualização das informações, aos horizontes e níveis de detalhe e ao grau de centralização do planejamento e controle da produção (LAUFER; TUCKER,1987).

A etapa de coleta de informações refere-se à obtenção e processamento de um número considerável de informações, incluindo aquelas disponíveis em documentos do empreendimento. Podem ser destacadas as seguintes fontes de informações: contratos; projetos e especificações; condições do terreno e do ambiente; tecnologia construtiva; disponibilidade e custo dos recursos de produção; produtividade da mão-de-obra e dos equipamentos; e metas e restrições estabelecidas (LAUFER; TUCKER,1987). Após o início do processo de PCP, outros tipos de informações devem ser coletadas, tais como as quantidades de recursos consumidos, o grau de atingimento de metas (LAUFER; TUCKER,1987).

Com base nas informações disponíveis, são preparados os planos. Nesta etapa pode-se usar, além das técnicas tradicionais de programação (por exemplo, redes PERT-CPM, linha de

balanço e gráfico de Gantt), ferramentas adicionais necessárias para modelar outros aspectos da produção, tais como fluxogramas e diagrama de processo (ALVES, 2000).

Segundo Laufer e Tucker (1987), a difusão das informações deve ser realizada de acordo com as necessidades dos usuários. Os mesmos autores afirmam que o excesso de informação pode ser tão prejudicial quanto à escassez. Na difusão das informações devem ser avaliados os seguintes tópicos: quem vai receber a informação; o objetivo; o assunto; o nível de detalhe; a frequência de divulgação; o formato; o meio e a atividade associada (LAUFER; TUCKER, 1987).

A etapa de realização da ação representa a aplicação ou execução do plano, podendo, entretanto, ocorrer desvios e imprevistos durante a mesma. Por isto, é necessário que a equipe de gerenciamento se dedique às funções de monitoramento e controle (BERNARDES, 2003), desencadeando um re-planejamento da produção.

A etapa de avaliação do processo de PCP pode ser realizada momentos específicos ao longo do empreendimento, ou ao final do mesmo. O objetivo desta é a identificação de deficiências e de oportunidades de melhoria neste processo (LAUFER; TUCKER, 1987).

Segundo Laufer e Tucker (1987), na prática muitas deficiências existem no processo de planejamento e controle da produção na construção civil, destacando-se as seguintes:

- a) É dada excessiva ênfase na atividade de geração dos planos, em detrimento da coleta de dados e da difusão das informações, resultado, algumas vezes, numa quantidade excessiva de informações;
- b) O ciclo de controle da produção é excessivamente lento e incompleto, resultando na falta de tomada de decisões em tempo real;
- c) O ciclo de controle do empreendimento é raramente realizado.

Em relação à dimensão vertical, devem ser estabelecidos diferentes níveis gerenciais, sendo que, em cada nível, devem ser gerados planos com distintos níveis de detalhamento, compatíveis com os respectivos níveis de responsabilidades (LAUFER; TUCKER, 1988). Esta divisão em níveis hierárquicos é um mecanismo fundamental para conviver com a incerteza.

De acordo com Formoso et al. (1999), o nível estratégico está mais relacionado às etapas iniciais do desenvolvimento do produto. Bernardes (2003) divide o planejamento em três

níveis hierárquicos, longo, médio e curto prazo, sendo que os dois primeiros têm um caráter tático e o nível de curto prazo é considerado como operacional.

O planejamento de longo prazo deve envolver as decisões que vão influenciar o empreendimento como um todo em termos de metas (TOMMELEIN; BALLARD, 1997; LAUFER e TUCKER, 1987). O plano inicial gerado neste nível deve ser ter como ponto de partida o PSP do empreendimento, considerando não somente as metas, mas também os ritmos de produção e os fluxos de trabalho (SCHRAMM, 2004). Porém, o mesmo não deve ser desenvolvido com um alto grau de detalhamento devido à incerteza tipicamente existente para este horizonte de planejamento (BERNARDES, 2003).

O planejamento de médio prazo também tem um caráter tático, tendo como principal papel, segundo Formoso et al. (1999), fazer a ligação das metas de longo prazo com os planos operacionais de curto prazo. O nível de planejamento de curto prazo é aquele que define as atividades que vão ser efetivamente executadas na obra (LAUFER; TUCKER, 1988).

### 3.3 SISTEMA *LAST PLANNER*® (BALLARD, 2000)

Segundo Ballard (2000), o Sistema *Last Planner*® de Controle da Produção é constituído por uma filosofia, regras, procedimentos e um grupo de ferramentas que tem seu foco na manutenção do fluxo de trabalho. É realizado um dimensionamento de pacotes com base no balanceamento entre carga e capacidade, ou seja, para a definição de um pacote de trabalho, além do serviço, local e período de execução, este deve ser dimensionado dentro da capacidade de produção de uma equipe específica, considerando suas habilidades e limitações (BALLARD, 2000). A Figura 8 apresenta o processo de definição de pacotes de trabalho.

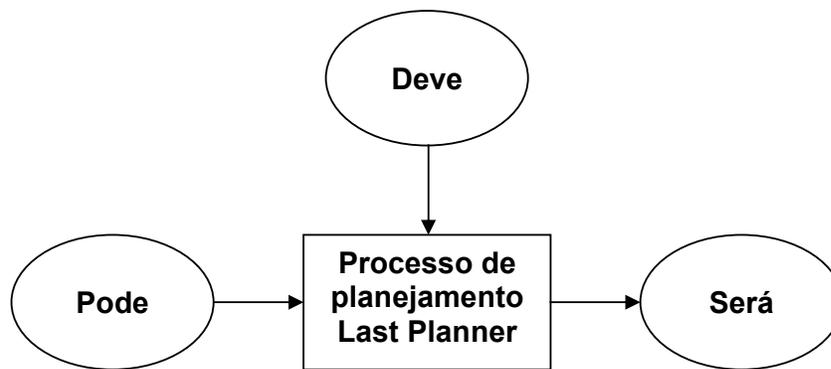


Figura 8: Processo de definição de pacotes de trabalho no Last Planner® (BALLARD, 2000).

Ballard (2000) ressalta a importância de que não pode haver diferença entre o que **deve** ser feito e o que **pode** efetivamente ser realizado. Dois fatores devem ser levados em conta durante este processo, segundo o mesmo autor. Primeiramente, não se pode gerar planos confiáveis se existirem dúvidas ou pendências a serem resolvidas. Ou seja, se existirem dúvidas sobre a conclusão de atividades predecessoras ou sobre a chegada de materiais, por exemplo, o pacote de trabalho não deve ser incluindo no plano de curto prazo. Segundo, a equipe deve estar realmente comprometida em realizar a atividade.

Outras duas importantes ações neste modelo de planejamento são: (a) analisar se o fluxo de trabalho estabelecido permite que as atividades interdependentes sejam realizadas de forma conjunta; (b) identificar atividades suplentes ou reservas, para que seja possível o deslocamento das equipes, caso problemas ocorram com os pacotes de trabalho programados (BALLARD, 2000).

Ballard (2000) afirma que, com a coleta de informações e a análise dos problemas ao longo do processo de planejamento e controle, pode-se melhorar a eficácia dos planos e, conseqüentemente, o desempenho do empreendimento. Neste processo são utilizados dois indicadores: o PPC (Percentual do Planejamento Concluído) e o índice de problemas. O PPC representa a eficácia do planejamento de curto prazo, enquanto o índice de problemas representa a ocorrência de causas do não cumprimento dos planos (BALLARD; HOWELL, 1997a).

A Figura 9 apresenta os três níveis de planejamento do *Last Planner*®.

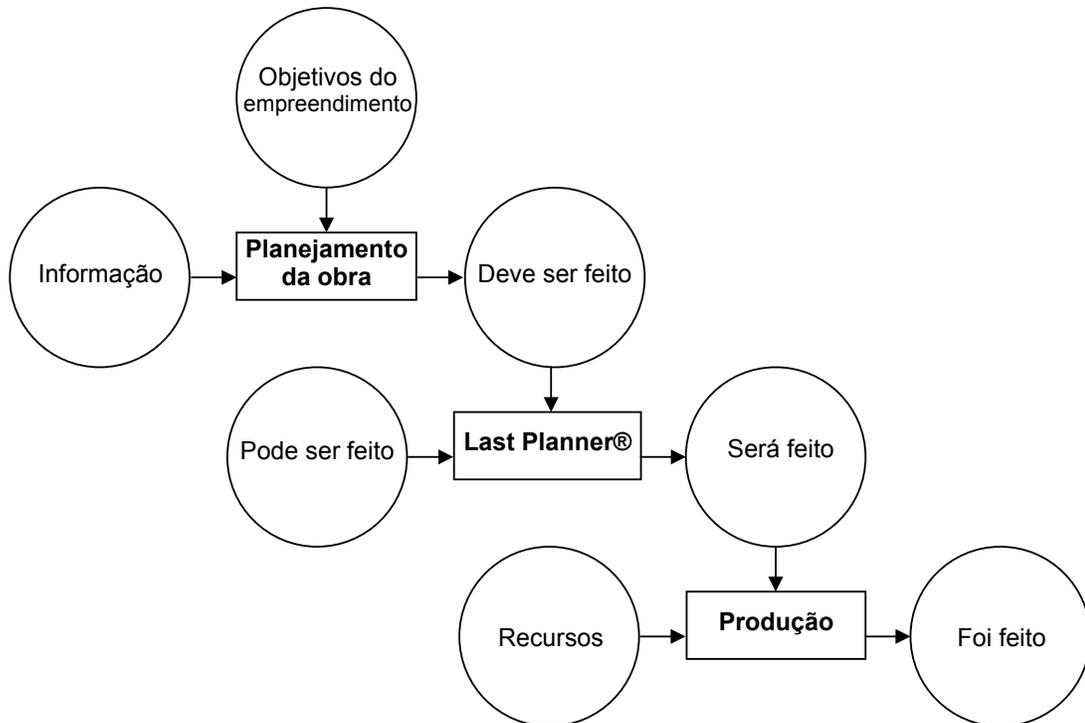


Figura 9: Sistema *Last Planner*® (BALLARD, 2000).

No nível de médio prazo, devem ser realizadas diversas ações para a proteção da produção, de forma a se buscar a criação de fluxo contínuo (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). A elaboração deste plano passa pela análise do plano de longo prazo, identificando as atividades que devem ser preparadas para serem liberadas dentro do horizonte de médio prazo, com os recursos necessários e com espaço para realização das operações (TOMMELEIN; BALLARD, 1997).

Além disso, o bom desempenho da produção não está somente relacionado ao cumprimento dos planos, mas também ao cumprimento das metas do empreendimento (BALLARD; HOWELL, 2003). Ballard e Howell (2003) propõem que o *Last Planner*® deve estabelecer uma ligação direta com as etapas da obra, garantindo, desta forma, que todo o trabalho realizado esteja dentro dos objetivos estabelecidos.

### 3.4 MODELO DE PCP (BERNARDES, 2001)

O modelo proposto por Bernardes (2001) foi concebido a partir do desenvolvimento e implementação de sistemas de planejamento e controle da produção de empresas construtoras,

utilizando como ponto de partida o Sistema *Last Planner*®. Uma das suas contribuições do trabalho desse autor foi o detalhamento de algumas etapas do PCP, o que lhe conferiu um caráter de processo gerencial, em relação aos modelos apresentados anteriormente. A proposta do modelo também buscou integrar outros setores das empresas, tais como orçamento, projeto e suprimentos.

O modelo proposto por Bernardes (2001) é estruturado em três etapas: preparação do processo, planejamento e controle da produção e avaliação do processo. Este modelo está baseado no ciclo de planejamento desenvolvido por Laufer e Tucker (1987). A Figura 10 apresenta o modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas construtoras.

A etapa inicial do modelo é a de preparação do processo. Esta consiste em determinar os métodos que serão usados nas outras etapas de modelo (BERNARDES, 2001). Nesta etapa são requeridas informações referentes a custos, projetos e especificações. Os principais resultados desta etapa são definições referentes à forma como o processo será realizado, à escolha dos indicadores a serem utilizados, ao papel dos envolvidos e à maneira como a produção será controlada. Restrições iniciais à produção, como dificuldade de acesso e limitações financeiras entre outros, também devem ser avaliadas nesta etapa.

A segunda etapa do modelo é o processo de planejamento e controle da produção propriamente dito. O modelo apresenta esta etapa dividida em três níveis de planejamento. O primeiro é o nível de longo prazo, que enfatiza a geração do plano de longo prazo, a realização das atividades relacionadas aos recursos que têm um longo ciclo de aquisição, a aquisição de equipamentos e de mão-de-obra (BERNARDES, 2001). O segundo é o nível de médio prazo, que foca a realização do plano de médio prazo, a aquisição dos recursos que têm um ciclo de aquisição de até 30 dias e a análise dos fluxos físicos (BERNARDES, 2001). Neste nível deve ser considerada a complexidade do projeto, velocidade de execução, tempo de aquisição dos recursos e a influência do cliente. Por fim, no nível de curto prazo, além da elaboração do plano, é feita a alocação dos recursos adquiridos e a coleta de dados da produção, de forma muito semelhante ao *Last Planner*® (BERNARDES, 2001).

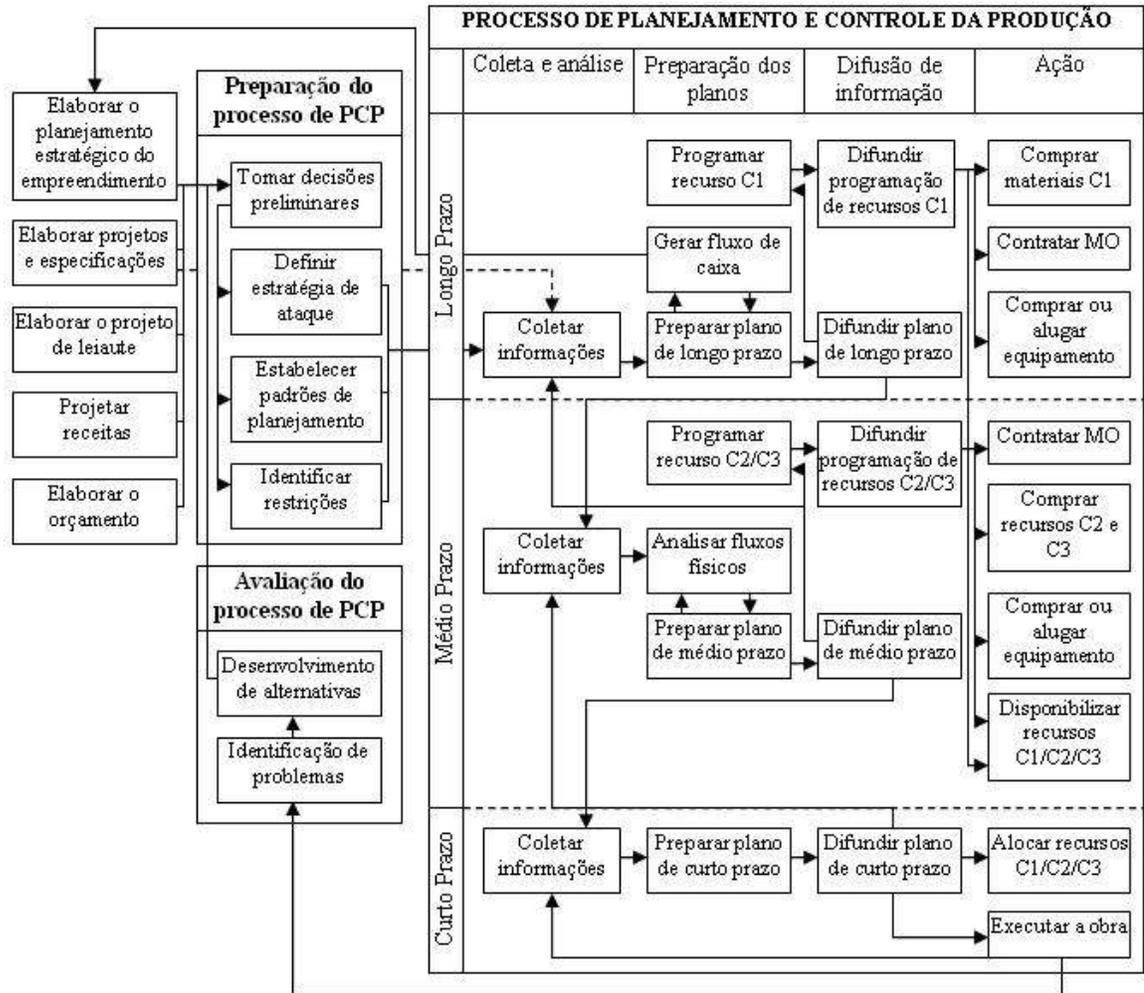


Figura 10: Modelo de planejamento e controle da produção (adaptada de BERNARDES, 2001).

A última etapa do modelo é a avaliação do processo de planejamento e controle da produção. Esta etapa se baseia nas informações geradas a partir da coleta de dados da produção no curto prazo (BERNARDES, 2001). Os dois principais processos desta etapa são a identificação dos problemas e o desenvolvimento de alternativas.

De forma geral o modelo proposto por Bernardes (2001), conforme sugerido por Laufer e Tucker (1987), enfatiza a coleta de informações tanto para a geração dos planos, em seus respectivos níveis, como também para a avaliação do processo de planejamento e controle da produção.

### 3.5 INTEGRAÇÃO DA GESTÃO DE CUSTOS AO PCP

Cooper e Kaplan (1991) afirmam que muitas empresas ainda utilizam o mesmo tipo de sistemas de contabilidade de custos e de controle gerencial de custos que foram desenvolvidos muitas décadas atrás para um ambiente muito diferente daquele enfrentado pelas empresas atualmente. Segundo Howell e Ballard (1996), como os empreendimentos de construção tornaram-se maiores e mais complexos, os modelos e técnicas tradicionais de gestão de custos estão defasados com relação à nova realidade. De acordo com Kern (2005), os processos de gestão de custos empregados por muitas empresas da construção não são adequados ao seu ambiente produtivo, muitas vezes caracterizados por processos dinâmicos, interdependentes e complexos.

De forma a melhorar a adequação dos processos de gerenciamento de custos na construção civil, alguns trabalhos foram realizados na tentativa de integrá-lo ao processo de planejamento e controle da produção. Marchesan (2001) desenvolveu um modelo integrado de gestão de custos e da produção, usando o método ABC (*Activity Based Costing* – Custeio Baseado em Atividade) como base. O desenvolvimento deste modelo também consistiu na incorporação da visão de fluxo, através da atribuição de valores monetários às distintas operações necessárias para a execução de atividades, tais como mobilização, circulação, transporte, processamento, espera, ajustes, limpeza, desmobilização. Uma das contribuições do trabalho de Marchesan (2001) foi modelar os custos em um formato mais operacional, de forma a se ter mais transparência quanto aos custos da produção, retroalimentando o processo de planejamento de médio e longo prazo.

Kern (2005) propôs um modelo de gestão de custos para empresas da construção civil, com o objetivo de disponibilizar informações ao longo do processo de produção. Esta proposta é focada em contribuir para um gerenciamento pró-ativo da produção, fornecendo informações de custos para o processo de tomada de decisão. De acordo com Kern (2005) informações mais atuais e pouco detalhadas ajudam mais o processo de gestão de custos do que informações extremamente detalhadas, mas defasadas. A Figura 11 apresenta o modelo de gestão de custos proposto por Kern (2005).

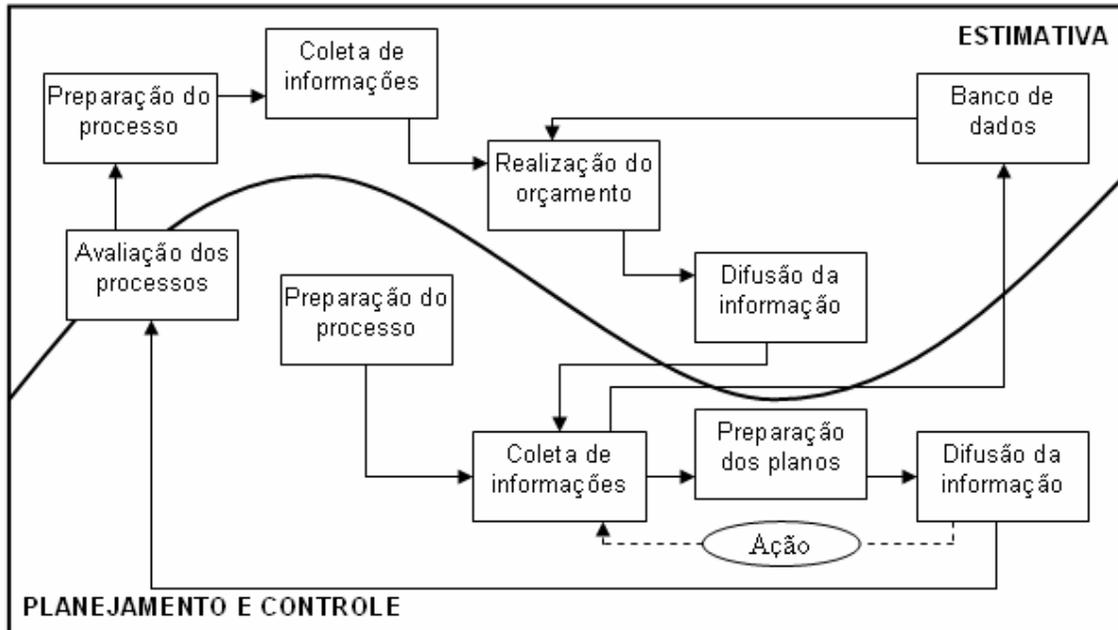


Figura 11: Etapas do processo de gestão de custos Kern (2005).

Kern (2005) subdivide o planejamento e controle de custos em dois sub-processos. O primeiro é o processo de estimativa dos custos, que objetiva servir de base aos estudos de viabilidade, tanto como as primeiras negociações com clientes e fornecedores. O segundo é o processo de planejamento e controle dos custos, que tem uma visão mais operacional dos custos, permitindo os gerentes estimarem quando os custos vão acontecer. Estes dois processos devem ser conectados e apoiar a tomada de decisão, envolvendo vários setores da empresa. Quando possível, deve-se contemplar também a participação de fornecedores nos processos.

Outro ponto importante no processo de gestão de custos é manter as estimativas de custos sempre atualizadas, pois grandes mudanças podem ocorrer no empreendimento, sejam elas no projeto, no contrato ou mesmo no sistema de produção (KERN, 2005).

Coelho (2003) ressalta a importância da integração do setor de custos no processo de tomada de decisão no PCP. Este autor afirma que a atualização das estimativas de custo pode contribuir para o processo de planejamento de médio prazo. Neste nível de planejamento, os custos podem ser definidos com mais detalhes, necessitando de informações de custo mais consistentes. De maneira recíproca, os custos são influenciados pelas condições de pagamento, negociadas a partir da solicitação de materiais, mão-de-obra e equipamentos.

### 3.6 INTEGRAÇÃO DA GESTÃO DE FLUXOS FÍSICOS AO PCP

Alves (2000) define fluxos físicos como sendo a movimentação de materiais, mão-de-obra e equipamentos. De acordo com a mesma, a gestão dos fluxos físicos envolve o planejamento e controle dos fluxos físicos para a execução dos serviços no canteiro de obras.

Tommelein et al. (1992) afirmam que a definição dos locais para os estoques é muitas vezes feita em tempo real, ou seja, que só se pensa em definir a localização dos materiais na obra no momento em que os mesmos são recebidos. Isso frequentemente resulta em um canteiro desorganizado e problemas nas operações de manuseio (TOMMELEIN et al., 1992).

É reconhecido que o leiaute tem um papel chave no desempenho da produção, principalmente no prazo, custo e qualidade da construção (TOMMELEIN et al., 1991). Para elaborar um leiaute que se mostre adequado às condições dinâmicas da produção, o projeto do canteiro de obras deve ser desenvolvido de forma integrada ao planejamento da produção (SAURIN; FORMOSO, 2000; TOMMELEIN et al., 1991).

De acordo com Formoso et al. (2002), a dinâmica da construção exige alterações no leiaute a cada etapa da obra. O desenvolvimento do processo de gestão do canteiro deve ser iniciado com uma versão inicial do leiaute, devendo ser realizadas alterações no mesmo de acordo com as novas necessidades da produção. Entretanto, Alves (2000) apontou que a falta de preocupação com a gestão dos fluxos físicos ao longo da obra tende a gerar muitas atividades que não agregam valor (perda).

Buscando a integração da gestão dos fluxos físicos ao PCP, Alves (2000) propôs as seguintes diretrizes:

- a) **Minimização da incerteza e da variabilidade nos fluxos:** deve ser feita uma antecipação dos problemas. Isto pode ser desenvolvido através da consideração dos fluxos físicos nos três níveis de planejamento da obra (longo, médio e curto prazo) e também do estudo e da padronização dos processos. Estas ações devem estar associadas a uma coleta de indicadores necessária para o controle da produção;
  
- b) **Consideração das restrições de tempo e espaço:** no nível de planejamento de médio prazo, além da programação das atividades, deve-se fazer uma análise da necessidade de espaço para a realização das mesmas. O estudo da

distribuição temporal também deve estar associado ao planejamento do espaço, pois este visa a evitar o cruzamento de fluxos e também atividades e movimentações desnecessárias;

- c) **Continuidade e terminalidade:** a continuidade dos processos é importante para se alcançar ganhos de produtividade pelo efeito aprendizado. A terminalidade refere-se à efetiva conclusão de uma atividade no prazo estabelecido e com a qualidade esperada;
- d) **Níveis da gestão dos fluxos físicos:** conforme já mencionado, a gestão dos fluxos físicos deve estar incluída em todos os níveis do processo de planejamento. No planejamento de longo prazo é necessário se pensar na seqüência e nos prazos de execução, buscando a identificação de interferências entre os grandes fluxos da obra. No médio e curto prazo a gestão dos fluxos físicos está relacionada principalmente ao posicionamento das equipes, equipamentos e estoques;
- e) **Transparência dos fluxos físicos:** o uso de dispositivos visuais para identificar estoques e a organização do canteiro de obras contribui para o aumento da transparência nos processos produtivos. O objetivo é permitir a fácil identificação de problemas, sejam eles relacionados às movimentações e aos manuseios desnecessários, como também a congestionamentos devido à desorganização do canteiro;
- f) **Definição de atribuições da gerência da obra e dos subempreiteiros:** para garantir a uniformidade e continuidade dos fluxos físicos, a padronização dos processos e das funções deve ser implementada e respeitada. Independente da forma de contratação dos envolvidos no processo construtivo, todos devem estar a par dos padrões estabelecidos.

### 3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram apresentados modelos e diretrizes para a gestão da produção na construção civil. De forma geral, sugere-se a inserção de procedimentos relacionados a custo e aos fluxos físicos de forma explícita no desenvolvimento dos sistemas de PCP. Tais procedimentos devem estar vinculados a distintos níveis de planejamento, dependendo do prazo necessário para sua implementação. Mesmo sendo conhecida a necessidade de integração no processo de gestão da produção, existem ainda muitas lacunas de conhecimento neste tema, principalmente em relação a como implementá-la.

## 4 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo é apresentada a estratégia de pesquisa adotada e o seu delineamento, indicando o concatenamento entre as principais etapas da pesquisa. Após, são apresentadas as empresas envolvidas na pesquisa e descritos os sete estudos realizados, incluindo a descrição dos empreendimentos e as principais atividades realizadas.

### 4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada para o desenvolvimento do estudo foi a pesquisa-ação. Thiollent (1998) afirma que um dos principais objetivos da pesquisa-ação consiste em proporcionar aos pesquisadores e grupos de participantes os meios de se tornarem capazes de solucionar os problemas da situação em que vivem, com maior eficiência, em particular sob a forma de diretrizes de ação transformadora. Segundo o mesmo autor, esta estratégia de pesquisa cria oportunidades para a busca de soluções para os problemas reais em que os procedimentos convencionais têm pouco contribuído. Embora privilegie o lado empírico, esta abordagem não deixa de colocar as questões relativas ao referencial teórico, pois, sem essas, a pesquisa empírica, de pesquisa-ação ou não, não faria sentido (THIOLLENT, 1998).

Thiollent (1998) apresenta resumidamente algumas características da pesquisa-ação, descritas a seguir:

- a) Existe ampla e explícita interação entre pesquisadores e as pessoas envolvidas na situação investigada;
- b) A partir da interação, são estabelecidas prioridades em relação aos problemas a serem pesquisados e são definidas soluções sob a forma de ação concreta;
- c) O objetivo da investigação não é estabelecido previamente pelas pessoas, mas é decorrente da situação social e dos problemas de diferentes naturezas encontradas nessa situação;
- d) O objetivo da pesquisa-ação é resolver ou esclarecer os problemas da situação observada;
- e) Existe um acompanhamento das decisões, das ações e de toda atividade intencional dos atores da situação;

- f) Não se limita a uma forma de ação - a intenção é aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ou o nível de consciência das pessoas e grupos considerados.

A generalização extraída da pesquisa-ação é para ser expressa através do desenho das ferramentas, técnicas, modelos e métodos, porém a base para seu desenho deve estar claramente relacionada com a teoria (EDEN; HUXHAM, 1996).

Segundo Dick (1992), este tipo de pesquisa pode aumentar o entendimento daqueles que estão diretamente envolvidos, devido à mudança e à aprendizagem gerada como resultado da pesquisa-ação. O verdadeiro processo de mudança contribui para revelar fatores os quais não teriam sido investigados em um ambiente estável, e o processo de mudança força a dialética, ou seja, uma diferença, que tem um importante papel na produção do conhecimento (EDEN; HUXHAM, 1996).

Na pesquisa-ação tipicamente existem ciclos, que são frequentemente denominados de ciclos de aprendizagem. Ao final de cada ciclo, deve haver uma reflexão, que, segundo Schon (1983, 1987 apud DICK, 1992), é uma etapa importante no processo de aprendizagem de profissionais.

Normalmente a pesquisa-ação não pode ser planejada de uma forma rígida. É necessário que o pesquisador tenha flexibilidade e sensibilidade, sendo exigido um comportamento criativo para que o resultado da pesquisa seja efetivo (DICK, 1992).

Na pesquisa-ação, através da ligação da teoria com a prática, faz-se com que a pesquisa seja relevante, confiável e convincente, tanto para os envolvidos bem como para o público acadêmico (EDEN; HUXHAM, 1996). O processo de reflexão e coleta de dados deve ter foco nos aspectos que não podem ser capturados facilmente por outras abordagens, justificando assim o uso da pesquisa-ação em vez de outros métodos (EDEN; HUXHAM, 1996).

Em função do viés, seletividade e interpretação dos diferentes atores, um importante requisito da pesquisa-ação é entender o papel do contexto e as suas diferentes interpretações (EDEN; HUXHAM, 1996).

## 4.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa foi dividida em três grandes etapas (Figura 12), envolvendo sete estudos empíricos, realizados em empresas construtoras que atuam na promoção e execução de

empreendimentos de habitação de baixa renda. Cada etapa correspondeu aos três grandes ciclos de aprendizagem da pesquisa, sendo que dentro de cada estudo havia também ciclos de aprendizagem menores.

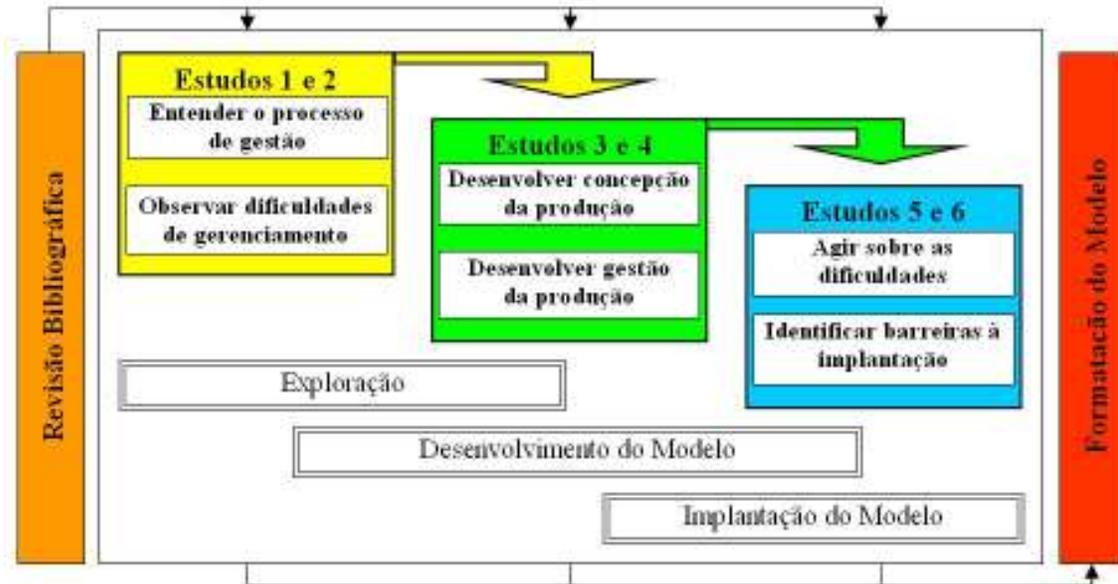


Figura 12: Delineamento da pesquisa.

A primeira etapa teve caráter exploratório, com foco na aprendizagem do pesquisador. Em dois empreendimentos, um do programa PSH<sup>2</sup> e outro do PAR, foram realizados diagnósticos do processo de gestão da produção e aplicadas algumas ferramentas de planejamento e controle da produção. O diagnóstico consistiu de entrevistas não estruturadas e observações com o objetivo de se entender o sistema de produção das empresas estudadas, como também avaliar a eficácia de seus sistemas de gestão da produção. Estas entrevistas serviram também para levantar as principais necessidades de gestão da produção neste tipo de empreendimento. O roteiro da entrevista de diagnóstico está apresentado no Apêndice A. A aplicação das ferramentas de PCP foi realizada para permitir ao pesquisador entender as dificuldades dos envolvidos em realizar o PCP e também para suprir a necessidade imediata das empresas de melhorar seu sistema de gestão.

Na segunda etapa foi iniciado o desenvolvimento do modelo de concepção e gestão de sistemas de produção para empreendimentos habitacionais de baixa renda, a partir da

<sup>2</sup> O Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social (PSH) é um programa de financiamento do Governo Federal, voltado a população de baixa renda com renda familiar de até R\$ 900,00 por mês.

realização de estudos empíricos em duas empresas que estavam realizando empreendimentos PAR. Em cada uma destas empresas, foi acompanhado o planejamento e controle da produção de um empreendimento que se encontrava em andamento e, a partir da avaliação do mesmo, foi elaborado o projeto de sistema de produção para um novo empreendimento. Entretanto, nenhum dos empreendimentos previstos foi realizado, por decisão do próprio agente financeiro, em função da inadequada caracterização da demanda na localidade escolhida.

Na terceira etapa, foram implementados alguns elementos que vieram a constituir o modelo proposto, em três empreendimentos, um dele do Programa Imóvel na Planta e os outros dois do Programa PAR. Ao final destes estudos, foi realizada uma entrevista de avaliação da implementação de acordo com o roteiro apresentado no Apêndice B.

### 4.3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Na Tabela 1, são apresentadas as fontes de evidência utilizadas nos diversos estudos. Participaram da coleta de dados, além do autor desta dissertação, alguns bolsistas de iniciação científica<sup>3</sup>.

Tabela 1: Fontes de evidência adotadas nos estudos de caso.

<b>FONTES DE EVIDÊNCIA</b>	<b>RESPONSÁVEL</b>
Documentação	Pesquisador
Registro em arquivo	Pesquisador
Registro fotográfico	Pesquisador Bolsista
Entrevista	Pesquisador
Observação direta	Pesquisador Bolsista
Observação participante	Pesquisador
Anotação de campo	Pesquisador Bolsista

Para a avaliação da implementação, foram selecionadas também algumas variáveis, as quais estão apresentadas na Tabela 2.

<sup>3</sup> Cíntia Fassbender Bartz, Vanessa Büttow Signorini, Karina Bertotto Barth e Osvaldo Bryalski.

Tabela 2: Forma de coleta dos dados.

VARIÁVEIS	FORMA DE COLETA	RESPONSÁVEL
Número de reuniões com uso dos dados	Registro do processo	Pesquisador Bolsista
Número de pessoas nas reuniões	Registro do processo	Pesquisador Bolsista
Duração das reuniões	Registro do processo	Pesquisador Bolsista
Número de ferramentas efetivamente utilizadas	Entrevista Observação direta	Pesquisador Bolsista
Tempo gasto na coleta dos dados	Entrevista	Pesquisador Bolsista
Tempo gasto na análise dos dados	Entrevista	Pesquisador Bolsista

A análise dos dados foi dividida em duas etapas. Os resultados obtidos em cada estudo foram inicialmente analisados individualmente (*intra-case analysis*). Após, foi feita uma análise cruzada dos dados (*cross-case analysis*), buscando pontos em comum, referentes ao desenvolvimento e a aplicação do modelo, passíveis de uma generalização analítica, e também os pontos divergentes relacionados ao contexto específico de cada empresa. Os dados foram analisados de forma conjunta, buscando a aumentar a confiabilidade dos resultados pela convergência de várias fontes de evidência. Este procedimento é chamado de triangulação e é considerado por alguns autores (YIN, 2001; SILVERMAN, 2001; ABEGG, 2002; JANESICK, 2000) como um dos passos principais da pesquisa qualitativa.

Na Tabela 3, está apresentado o cronograma da pesquisa.

Tabela 3: Cronograma da pesquisa.

Ano	2003												2004												2005					
	Período													Estudo																
	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J											
<b>Estudos 1 e 2</b>	X	X	X	X																										
<b>Estudos 3 e 4</b>						X	X	X	X	X	X																			
<b>Estudos 5, 6 e 7</b>														X	X	X	X	X	X											

#### 4.4 DESCRIÇÃO DAS EMPRESAS CONSTRUTORAS

Todas as empresas envolvidas na pesquisa podem ser caracterizadas como sendo de pequeno porte, o que é típico de empresas que atuam no segmento de habitação de baixa renda, conforme discutido no Capítulo 1. Antes do início dos estudos, todas elas tinham relações de parceria com o NORIE/UFRGS, como parte do projeto REQUALI. A Tabela 4 apresenta a participação das empresas nos diferentes estudos e o programa de financiamento.

Tabela 4: Características dos estudos.

ESTUDO	EMPREENDIMENTO	EMPRESA	PROGRAMA
Estudo 1	Empreendimento 1	A	PSH
Estudo 2	Empreendimento 2	B	PAR
Estudo 3	Empreendimento 3	C	PAR
Estudo 3	Empreendimento 4	D	PAR
Estudo 4	Empreendimento 5	C	PAR
Estudo 4	Empreendimento 6	D	PAR
Estudo 5	Empreendimento 7	E	Imóvel na Planta
Estudo 6	Empreendimento 8	C	PAR
Estudo 7	Empreendimento 9	D	PAR

Além de construção de habitações, a Empresa A atuava nos ramos de estruturas metálicas e de execução de postos de abastecimento de combustíveis. Ela tinha sede na cidade de Pelotas – RS e vinha realizando empreendimentos nos programas PSH e Morar Melhor. A equipe de trabalho para o gerenciamento de todas as obras consistia de um engenheiro, um técnico em edificações e um mestre-de-obras. Os três quase sempre estavam envolvidos em mais de um empreendimento, sendo que o técnico era também responsável por desenvolver projetos de fabricação de peças metálicas. Esta empresa utilizava um sistema construtivo pré-fabricado, desenvolvido por ela mesma. Este sistema consistia de painéis de concreto celular com uma estrutura metálica. A partir destes painéis, eram confeccionadas todas as paredes das edificações, sendo que havia uma fábrica própria para a confecção dos componentes principais do sistema.

A Empresa B também tinha sede em Pelotas – RS. Era qualificada no nível D do SiQ/PBQP-H<sup>4</sup> e atuava basicamente na construção de habitações, principalmente em empreendimentos PAR. A estrutura gerencial das obras era formada por um engenheiro, um mestre-de-obras, um almoxarife e uma secretária, responsável pelos setores de RH e compras.

Também com sede em Pelotas – RS, a Empresa C executava somente empreendimentos no programa PAR. Ela possuía qualificação no nível C do SiQ/PBQP-H. O gerenciamento da obra estudada contava com uma equipe formada de um engenheiro, um estagiário, um mestre-de-obras, um almoxarife e um responsável pelo RH.

A Empresa D, além de trabalhar com o PAR, executava empreendimentos habitacionais para a classe média, utilizando recursos próprios. Ela também possuía qualificação no nível C do SiQ/PBQP-H e tem sede em Pelotas – RS. A estrutura gerencial das obras era formada por um engenheiro, um mestre-de-obras e um almoxarife, que também ajudava no cadastramento de operários.

Finalmente, a Empresa E tinha sede em Canoas – RS e atuava principalmente na promoção e construção de empreendimentos do Programa Imóvel na Planta. Tinha certificação no nível A do SiQ/PBQP-H e possuía também certificação ISO 9001/2000. O gerenciamento das obras era realizado por um engenheiro e um mestre-de-obras, que coordenavam todas as obras, apoiados por um técnico em edificações e um estagiário. Esta empresa normalmente trabalhava com um empreiteiro global em cada obra, o qual contratava alguns sub-

---

<sup>4</sup> Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras que faz parte do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat.

empreiteiros para a execução de fases específicas. Entretanto, toda a obra era planejada e controlada pela empresa construtora.

## 4.5 DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS

### 4.5.1 Estudo 1

O Estudo 1, desenvolvido junto à Empresa A, teve início em dezembro de 2003, dando continuidade a um estudo anterior realizado por Schramm (2004). A primeira reunião foi realizada com a presença do engenheiro da empresa, do técnico responsável pela parte de planejamento e de dois pesquisadores. Nesta reunião definiu-se a obra na qual foi realizado o estudo, relativa ao Programa PSH, e que o planejamento seria realizado a partir da lista de casas a serem construídas, definida pela prefeitura.

O estudo foi realizado em 10 reuniões. De forma geral, a primeira metade do estudo foi focada no entendimento do processo construtivo e no planejamento da execução das casas. A segunda metade do estudo foi mais voltada para a análise das dificuldades de planejamento da produção. O Quadro 1 apresenta as principais atividades desenvolvidas ao longo das reuniões.

Quadro 1: Período e principais atividades do Estudo 1.

Ano	Mês	Dia	Atividade principal do dia
2003	Dez	15	Apresentar equipe de pesquisa
		22	Coletar informações sobre os problemas da produção
		30	Analisar a produtividade da produção
2004	Jan	05	Discutir sobre os princípios de gestão da produção
		12	Analisar os fluxos físicos da produção
		19	Analisar os fluxos físicos do processo de colocação do telhado
		26	Analisar a tabela de acompanhamento da produção
	Fev	-	Não ocorreu reunião nesta semana
		09	Fazer o primeiro plano de curto prazo
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
	Mar	01	Elaborar o cronograma de entrega das casas
		08	Analisar o percentual do planejamento concluído (PPC)

Este estudo foi realizado em um empreendimento localizado na periferia da cidade de Pelotas, no bairro Getúlio Vargas. Este empreendimento apresentava características peculiares: consistia na construção de habitações em terrenos isolados em quarteirões onde já existiam outras edificações em uso. Portanto, tratava-se da inserção de novas casas populares em lotes vazios em uma malha já edificada, com recursos do programa PSH. O período de estudos acompanhou a conclusão de 10 casas que se encontravam em diferentes estágios e a execução de 14 casas completas. Cada unidade possuía 21,52m<sup>2</sup> e era composta por um estar/dormitório, uma cozinha e um banheiro, conforme ilustra a Figura 13.

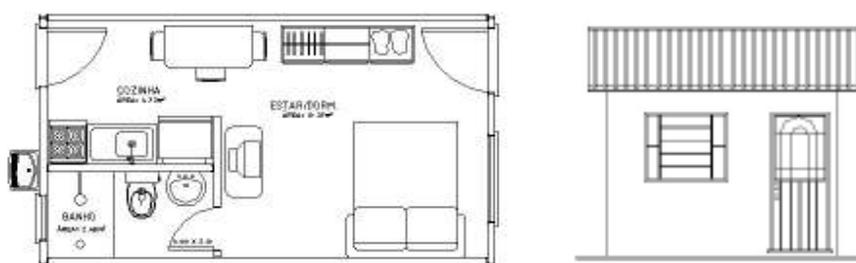


Figura 13: Planta baixa e fachada da unidade habitacional do Empreendimento 1.

A tecnologia construtiva empregada utilizava paredes executadas em painéis pré-fabricados de concreto celular, que tinha adição de polímeros, com estrutura de aço patinável. As instalações elétricas e hidrossanitárias, além dos marcos das esquadrias eram embutidas no painel antes do processo de concretagem. Após a cura dos painéis estes eram montados sobre as vigas de fundação com a utilização de guindaste ou caminhão do tipo “Munck”. As esquadrias externas eram de aço enquanto que as internas eram de madeira. O piso era do tipo cimentado, o forro de PVC e a cobertura executada com telhas de fibro-cimento sobre estrutura de madeira. O Quadro 2 lista os serviços que compõe a montagem de uma casa.

Quadro 2: Listagem de serviços necessários à montagem de uma casa do Empreendimento 1.

Seqüência de Serviços para montagem de uma casa			
1. Gabarito	10. Impermea.	19. Forro PVC	28. Colocação vidros
2. Marcação	11. Montagem Painéis	20. Pisos	29. Pintura interna
3. Escavação	12. Feltro In/Ex	21. Soleiras	30. Colocação louças
4. Forma	13. Entrada de água	22. Pintura externa	31. Espelhos/tomadas
5. Armação	14. Terças	23. Tanque	32. Ligação esgoto
6. Concre. Vigas	15. Telhas	24. Cano Ventilação	33. Limpeza
7. Esgoto enterrado	16. Esquadrias	25. Caixa de gordura	34. Vistoria
8. Aterro	17. Malha forro	26. Passarinheiras	35. Entrega
9. Contrapiso	18. Enfição	27. Pintura esquadrias	

O processo de execução deveria ser realizado de forma seqüenciada devido à grande interdependência entre as atividades, decorrentes de restrições tecnológicas, de forma que qualquer atraso em uma das tarefas refletia em atrasos nas demais.

#### 4.5.2 Estudo 2

O Estudo 2 teve início em 09 de dezembro de 2003, quando a obra estava no estágio de terraplanagem do terreno. Na primeira reunião foi feita uma apresentação da pesquisa e realizada uma entrevista semi-estruturada com o objetivo de conhecer o empreendimento e as principais dificuldades enfrentadas pela empresa na gestão da produção. As perguntas foram direcionadas principalmente aos temas de gestão dos custos, controle de prazos e fluxos físicos.

O Quadro 3 apresenta o período e as principais atividades realizadas ao longo do Estudo 2. O estudo foi planejado para acontecer em duas etapas. A primeira tinha o objetivo de aumentar o entendimento dos pesquisadores sobre a empresa e de fazer o Projeto do Sistema de Produção da obra. A segunda etapa tinha o objetivo de desenvolver o PCP de forma participativa com a empresa.

A pesquisa foi desenvolvida através de visitas semanais dos pesquisadores à obra, sendo que do total de sete visitas apenas em seis foram realizadas reuniões. As primeiras visitas tinham o foco na análise dos processos de alvenaria e laje. As visitas seguintes tinham o foco no processo de planejamento e controle da produção. Cada visita era documentada numa planilha de registro do processo, na qual eram registradas as principais decisões, acontecimentos e também os envolvidos nas reuniões.

Quadro 3: Período e principais atividades do Estudo 2.

Ano	Mês	Dia	Atividade principal do dia
2003	Dez	09	Apresentar a pesquisa
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
2004	Jan	-	Não ocorreu reunião nesta semana
		13	Coletar dados iniciais
		20	Planejar as equipes da execução da alvenaria
		27	Fazer o plano de longo prazo
	Fev	-	Não ocorreu reunião nesta semana
		10	Analisar o canteiro de obras
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
	Mar	02	Analisar os problemas de desenvolvimento do plano de longo prazo
		08	Analisar os processos de execução de alvenaria

Antes do seu início, este estudo foi vislumbrado como uma grande oportunidade de desenvolver o trabalho, pois se tratava de uma obra recém iniciada. Entretanto, mesmo com a intenção do pesquisador de realizar reuniões com frequência semanal, o gerente da obra não tinha tempo suficiente para as reuniões e muitas vezes elas não aconteciam, mesmo com as reuniões previamente marcadas.

O empreendimento deste estudo fazia parte do PAR, sendo localizado na cidade de Cachoeirinha – RS. Consistia de seis (6) prédios de cinco (5) andares com 12 apartamentos por andar, formando um total de 360 apartamentos. Os apartamentos tinham dois quartos, um banheiro e sala e cozinha conjugada. A tecnologia adotada foi alvenaria estrutural com lajes de concreto armado pré-moldadas. A Figura 14 apresenta a planta baixa de um prédio e a planta de implantação.

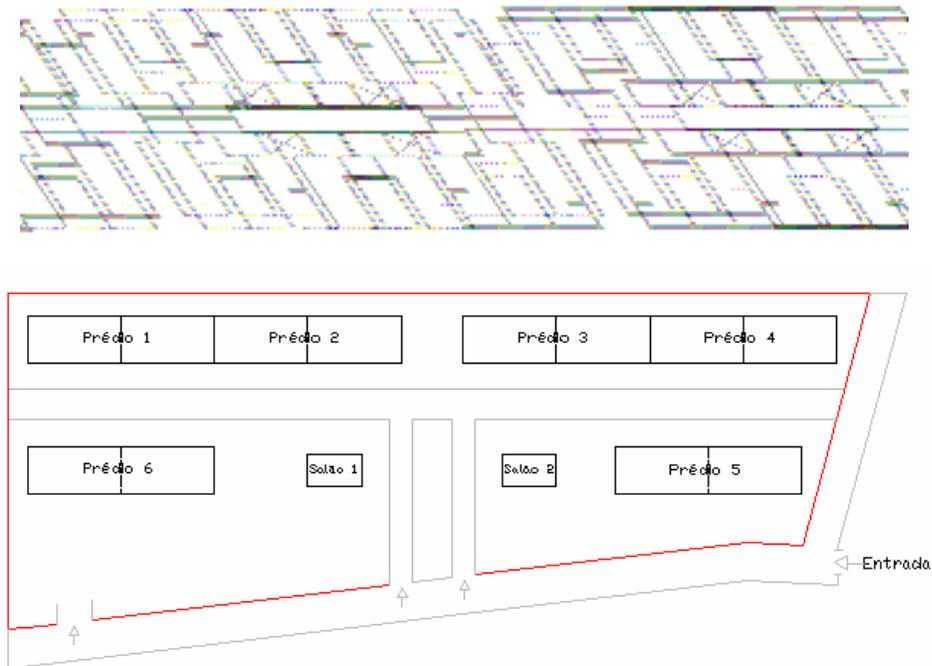


Figura 14: Planta baixa e planta de implantação do Empreendimento 2.

#### 4.5.3 Estudo 3

O Estudo 3 consistiu num diagnóstico no sistema de gestão dos Empreendimentos 3 e 4, que estavam sendo realizados pelas empresas C e D, respectivamente, as quais haviam estabelecido uma parceria para a realização destes empreendimentos em conjunto. Estes empreendimentos também tinham sido objetos de estudo anterior (SCHRAMM, 2004), no qual o PSP de ambas as obras havia sido elaborado. O objetivo deste estudo foi observar os principais problemas no gerenciamento destas obras, particularmente em relação à implementação do PSP proposto, de forma a preparar a realização de um novo PSP e implementação do sistema de gestão para os Empreendimentos 5 e 6 (Estudo 4), a serem realizados pelas mesmas empresas.

Como o Estudo 3 foi apenas uma oportunidade de se observar o processo de gestão da produção, não foi feito nenhum tipo de intervenção pelo pesquisador. Foram realizadas 14 visitas nos dois empreendimentos. As visitas eram, na maioria das vezes, direcionadas à observação de algum processo ou aspecto específico do gerenciamento da produção. O Quadro 4 lista as principais atividades realizadas no estudo.

Quadro 4: Período e principais atividades do Estudo 3.

Ano	Mês	Dia	Atividade principal do dia
2004	Mai	03	Observar os problemas nos processos de colocação de lajes e escadas
		10	Identificar os problemas de comportamento dos envolvidos na reunião
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
		25	Identificar os problemas de segurança na execução dos serviços
		31	Analisar a prioridade do processo de planejamento
	Jun	-	Não ocorreu reunião nesta semana
		08	Aplicar o check-list de boas práticas
		17	Observar as dificuldades no planejamento de curto prazo
		21	Identificar problemas na gestão dos suprimentos
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
	Jul	01	Identificar os problemas na produção
		08	Observar os fluxos físicos
		12	Coletar informações com o mestre-de-obras
		22	Identificar problemas nos estoques
	Ago	03	Acompanhar a fiscalização da segurança do trabalho
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
	Set	-	Não ocorreu reunião nesta semana
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
29		Observar as dificuldades de planejamento	
Out	06	Identificar problemas de falta de informação	

Os Empreendimentos 3 e 4 foram realizados em terrenos adjacentes, localizados em Santa Maria – RS, ambos constituídos de 10 prédios de cinco (5) pavimentos. Em cada pavimento, havia quatro (4) apartamentos, sendo que cada empreendimento tinha um total de 200 unidades habitacionais. As principais características construtivas das obras eram: alvenaria cerâmica estrutural e laje pré-fabricada. A Figura 15, a seguir, apresenta uma foto de uma das obras.

As ferramentas utilizadas foram entrevistas semi-estruturadas, análise de documentos e observação participante. As entrevistas foram realizadas com os engenheiros, mestres e estagiários de engenharia que acompanharam as obras desde o seu início.



Figura 15: Foto do Empreendimento 4.

#### 4.5.4 Estudo 4

O Estudo 4 foi desenvolvido em paralelo ao Estudo 3, envolvendo a concepção do sistema de produção dos Empreendimentos 5 e 6, enquanto se esperava a aprovação dos empreendimentos pela contratante. Porém, conforme mencionado no item 4.2, os mesmos acabaram não tendo seu contrato assinado.

Foram realizadas 11 reuniões para a elaboração do projeto do sistema de produção dos empreendimentos e mais três reuniões para preparar o processo de gestão. Entretanto, as últimas três reuniões foram focadas apenas na seleção e adequação das ferramentas que seriam utilizadas no planejamento e controle das obras. O Quadro 5 apresenta as principais atividades realizadas durante o Estudo 4.

Quadro 5: Período e principais atividades do Estudo 4.

Ano	Mês	Dia	Atividade principal do dia
2004	Mai	03	Iniciar planejamento de longo prazo
		10	Concluir o preenchimento da lista de serviços
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
		25	Fazer plano de longo prazo
		31	Fazer plano de longo prazo
	Jun	-	Não ocorreu reunião nesta semana
		08	Concluir plano de longo prazo
		17	Fazer plano de taque
		21	Refazer o orçamento da obra
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
	Jul	01	Fazer o leiaute do canteiro
		08	Discutir sobre o planejamento de curto prazo
		12	Analisar as curvas de custos do empreendimento
		22	Refazer o cronograma físico-financeiro
	Ago	03	Definir as ferramentas para o PCP
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
		-	Não ocorreu reunião nesta semana
	Set	-	Não ocorreu reunião nesta semana
-		Não ocorreu reunião nesta semana	
-		Não ocorreu reunião nesta semana	
29		Adequar as ferramentas para o PCP	
Out	06	Adequar as ferramentas para o PCP	

Os empreendimentos que fizeram parte do Estudo 4 são bastante similares às obras do Estudo 3, exceto pelo número de prédios. Estes empreendimentos também eram vizinhos, localizados na cidade de Santa Maria – RS e com as mesmas características construtivas: parede de alvenaria cerâmica estrutural e laje pré-fabricada. Entretanto, em vez de 10, cada um deles era formado de 12 prédios com 5 pavimentos e 4 apartamentos por andar, totalizando 240 unidades habitacionais. A Figura 16 mostra a planta de implantação das duas obras. Os pavimentos também têm as mesmas configurações dos empreendimentos anteriores. Cada apartamento é constituído de uma sala, uma cozinha conjugada, um banheiro e dois quartos. A Figura 17 apresenta uma planta do pavimento tipo dos empreendimentos.

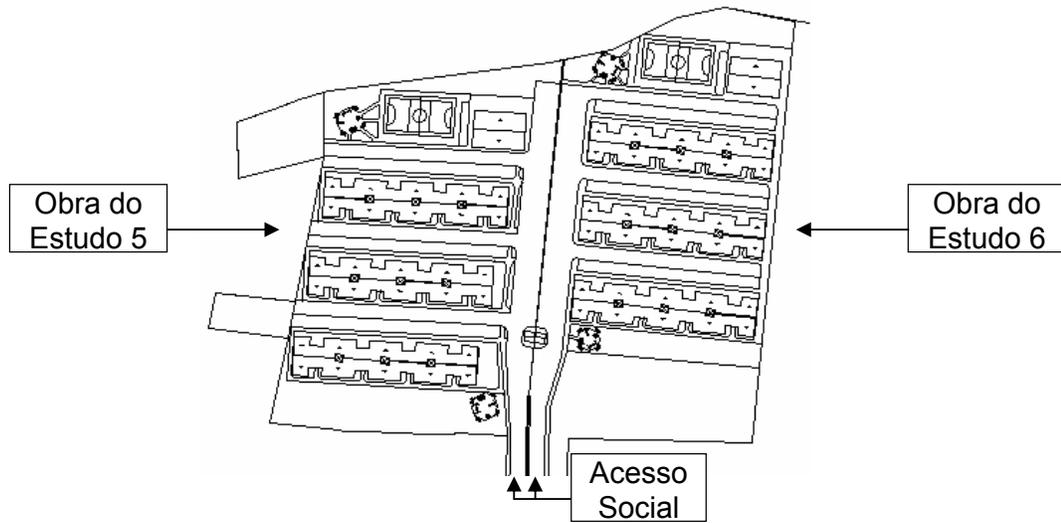


Figura 16: Planta de implantação dos Empreendimentos 5 e 6.

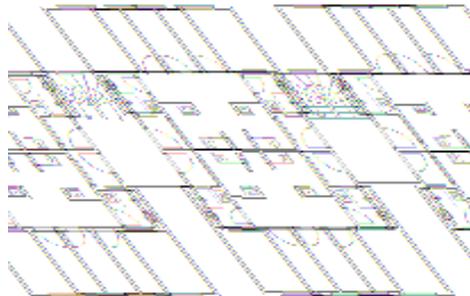


Figura 17: Planta do pavimento tipo das obras dos Empreendimentos 5 e 6.

#### 4.5.5 Estudo 5

O Estudo 5 foi realizado na Empresa E que atua no Programa Imóvel na Planta, sendo a obra que faz parte deste estudo localizada na cidade de Canoas – RS.

O Quadro 6 apresenta as principais atividades desenvolvidas no Estudo 5. O estudo foi planejado a partir da avaliação do sistema de planejamento da empresa, sendo o mesmo focado na melhoria do sistema de PCP, com base nas principais deficiências identificadas. Foram realizadas 11 reuniões para se discutir as possíveis melhorias no PCP, sendo que os pesquisadores também participavam do planejamento da produção, que normalmente acontecia antes ou depois das discussões relacionadas às melhorias.

Quadro 6: Período e principais atividades do Estudo 5.

Ano	Mês	Dia	Atividade principal do dia	
2005	Jan	27	Coletar dados iniciais do empreendimento	
		31	Analisar algumas ferramentas (plano de médio prazo e gráfico de ritmo)	
	Fev	10	Usar planilha de controle da produção pela primeira vez	
		14	Acompanhar o planejamento de curto prazo	
		21	Acompanhar o planejamento de curto prazo	
		28	Analisar o leiaute do canteiro	
	Mar	07	Observar a execução de alguns serviços	
		14	Analisar os registros do curto prazo	
		21	Discutir sobre o controle de versões do leiaute do canteiro	
		28	Discutir sobre a gestão do canteiro de obras	
	Abr	-	-	Não ocorreu reunião nesta semana
		-	-	Não ocorreu reunião nesta semana
		18		Analisar o médio prazo

O Empreendimento 7 era um condomínio de casas térreas organizadas em fitas, tendo também áreas de lazer de uso comum, tais como piscina, quadra de esportes, parque infantil e um salão de festas. A Figura 18 mostra a planta de implantação da obra.

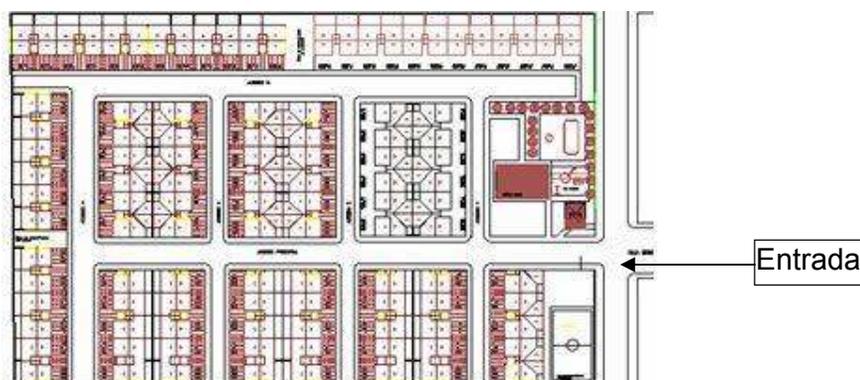


Figura 18: Planta de implantação da obra do Empreendimento 7.

A obra foi dividida em diferentes etapas, que eram gradualmente entregues aos clientes finais. Na primeira etapa foi utilizada a tecnologia de painéis de PVC, preenchido por concreto celular, nos quais eram embutidas as instalações elétricas, hidráulicas e de gás. O processo consiste na prévia montagem e conexão dos painéis de PVC, com auxílio de estruturas metálicas para a montagem. A estrutura da casa é toda executada nesta fase. A Figura 19 abaixo mostra algumas fotos da fase de montagem.



Figura 19: Montagem dos painéis de PVC do Empreendimento 7.

Na segunda etapa da obra, a empresa optou por usar alvenaria com blocos de concreto. Mesmo com a mudança de tecnologia, o tempo planejado para a execução de cada fita de 5 casas se manteve inalterado. A Figura 20 apresenta fotos da execução das casas com alvenaria com blocos de concreto.



Figura 20: Execução das casas com alvenaria de blocos de concreto do Empreendimento 7.

#### 4.5.6 Estudos 6 e 7

Os Estudos 6 e 7 foram realizados em Novo Hamburgo – RS, nas mesmas empresas envolvidas nos Estudos 3 e 4. A decisão de realizar estes estudos deveu-se à não aprovação dos empreendimentos em Santa Maria – RS (Estudo 4).

O Quadro 7 apresenta as principais atividades desenvolvidas no estudo. Antes de iniciar a implementação do PCP, foi elaborado um PSP de ambas as obras, buscando concentrar esforços na concepção do sistema de produção dos empreendimentos. Durante a pesquisa

---

Fábio Rodrigues Andrade, Porto Alegre, PPGE/UFGRS, 2005

foram realizadas 22 visitas, sendo que em 16 delas ocorreram reuniões. Nos dias em que não havia reunião foram desenvolvidas atividades de observação da produção ou avaliação do canteiro de obras.

Quadro 7: Período e principais atividades do Estudo 6.

Ano	Mês	Dia	Atividade principal do dia
2005	Jan	25	Apresentar a pesquisa
		26	Passar atividades para o engenheiro residente
	Fev	01	Fazer Plano de ataque
		11	Fazer plano de longo prazo
		12	Iniciar planejamento de curto prazo
		21	Apresentar PSP e PCP
		25	Observar o canteiro de obras
	Mar	01	Coletar informações com os envolvidos
		11	Fazer o plano de produção das lajes
		15	Iniciar o uso do plano de médio prazo
		18	Aplicar check-list de boas práticas
		22	Discutir sobre a produção das lajes
		29	Acompanhar o planejamento de médio e curto prazo
	Abr	01	Fazer diagrama do processo de execução de alvenaria
		08	Acompanhar controle de médio prazo
		12	Analisar o uso do leiaute de curto prazo
		15	Avaliar o preenchimento do plano e do leiaute de curto prazo
		20	Analisar os dados do curto prazo
		22	Aplicar o check-list de boas práticas
	Mar	28	Fazer o novo cronograma físico-financeiro
		06	Analisar o planejamento de médio e curto prazo
		11	Discutir o planejamento de médio prazo

Os dois empreendimentos estudados, denominados de 8 e 9, são localizados em bairros diferentes da cidade de Novo Hamburgo – RS, tendo características semelhantes aos Empreendimentos 5 e 6. Somente o Empreendimento 9 tem uma diferença na tecnologia das lajes: em vez de pré-moldada, as lajes foram moldadas em loco, utilizando um sistema de forma que possibilita a desforma sem a retirada dos escoramentos. Existe uma peça na ponta da escora metálica que, ao ser girada, permite a retirada das vigotas de alumínio, mantendo o escoramento na mesma posição. A Figura 21 mostra o sistema de formas do Empreendimento 9.



Figura 21: Sistema de formas da obra do Empreendimento 9.

Este sistema permite o reaproveitamento das chapas metálicas que são apoiadas por uma grade de madeira. O ponto negativo é que, após algum tempo de uso as chapas ficam amassadas, influenciando negativamente na qualidade da parte inferior das lajes.

As plantas de implantação das obras com as instalações provisórias são apresentadas na Figura 22.

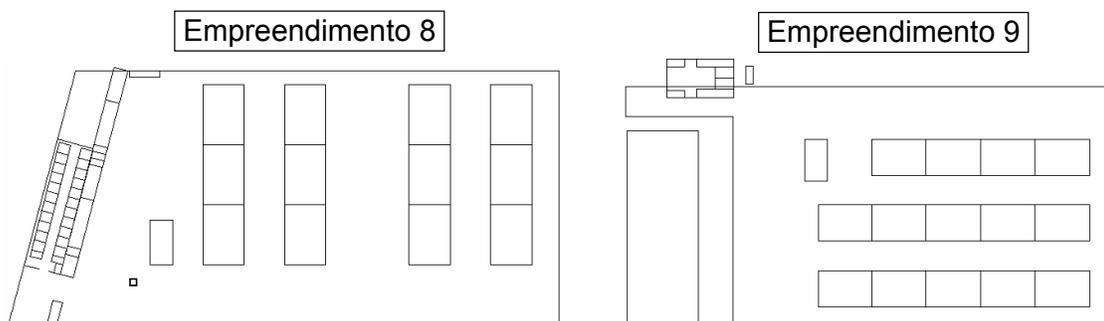


Figura 22: Plantas de implantação dos Empreendimentos 8 e 9.

## 5 RESULTADOS

Neste capítulo são descritos os estudos realizados nas etapas de exploração, desenvolvimento e implantação do modelo proposto. A apresentação dos estudos constará apenas dos resultados mais específicos ao contexto particular em que cada um foi desenvolvido.

Como alguns estudos tinham características semelhantes e foram desenvolvidos de forma paralela, seus resultados serão apresentados conjuntamente. Assim, durante a análise são descritos tanto aspectos particulares de cada estudo como também aspectos comuns entre eles. Ao final do capítulo, é realizada uma avaliação da implementação dos procedimentos e ferramentas propostas.

### 5.1 ESTUDO 1

#### 5.1.1 Caracterização do sistema de gestão

No diagnóstico inicial foi constatado que, além da falta de um PCP formal, a Empresa A tinha problemas no setor de suprimentos, decorrentes de um fluxo de caixa desfavorável no empreendimento. Tais problemas interferiam diretamente na execução das obras, resultando, principalmente na falta de materiais. Algumas dificuldades relacionadas aos fluxos físicos também foram encontradas: como o bairro não tinha pavimentação, os caminhões que levavam os painéis para a montagem das casas não conseguiam entrar nos terrenos devido à lama formada nos dias de chuva.

Esses problemas afetavam a produção das casas e também o trabalho dos sub-empregados contratados. Como cada grupo de casas era passada para um sub-empregado distinto e o pagamento pelas casas era feito somente no término de cada unidade, o trabalho dos mesmos era prejudicado porque a empresa não conseguia enviar os materiais necessários para a obra. Ao longo da obra, este problema foi piorando, pois a empresa esperava entregar as casas à prefeitura para receber o dinheiro e, ao mesmo tempo, ela precisava de dinheiro para comprar os materiais para terminar as casas.

### 5.1.2 Desenvolvimento do sistema de controle da produção

Com o objetivo de aumentar o entendimento do processo de construção pela diretoria, foi desenvolvido o gráfico de dimensionamento de equipe. Além dos problemas financeiros que afetavam diretamente a produção, a diretoria não tinha idéia da real capacidade das equipes. Esta ferramenta explicitou o conhecimento do mestre-de-obras em relação ao processo produtivo. Com isso o diretor da empresa sentiu-se motivado a planejar as casas restantes para atingir o percentual da construção que liberava uma parte do financiamento. A Figura 23 apresenta o gráfico de dimensionamento de equipe elaborado conjuntamente entre pesquisadores e equipe gerencial.

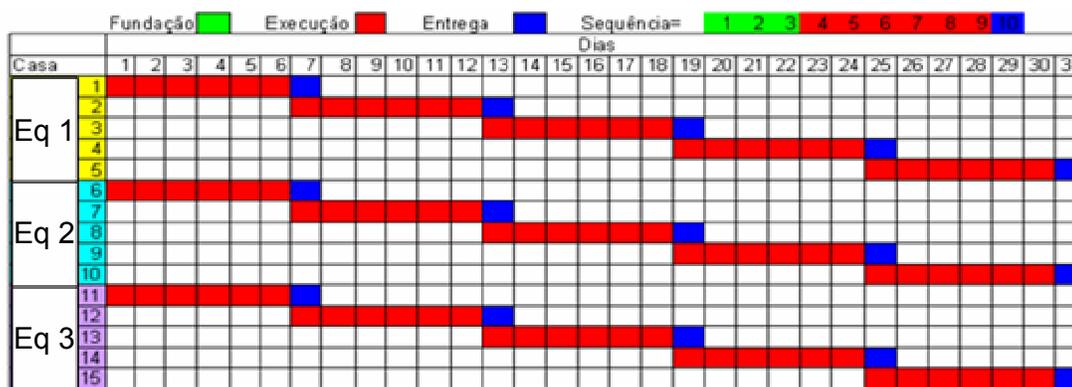


Figura 23: Gráfico de dimensionamento de equipe do Empreendimento 1.

Como o ato da entrega das casas para a financiadora era de responsabilidade da empresa construtora, as equipes de produção poderiam iniciar uma nova casa logo após o término da casa anterior.

Tendo em vista as dificuldades encontradas em realizar o planejamento de curto prazo, devido à grande variabilidade e incerteza com relação à liberação de materiais e mão-de-obra, foi criada uma planilha com o objetivo de possibilitar algum tipo de planejamento e controle, apesar das incertezas, que também revelasse os pontos críticos do processo. Gerou-se então uma planilha cruzando todos os serviços necessários para a execução completa das casas com cada uma das casas a serem concluídas (Figura 24). Desta forma tornou-se possível ter um panorama geral da obra, bem como identificar em que etapa da execução estava cada casa.

Além disso, a Figura 24 estabelece uma diferenciação entre material disponível para a execução e a conclusão do serviço, o que permitia fazer uma análise dos atrasos provocados pela falta de materiais ou mão-de-obra.

1º LOTE DE 10 CASAS											
LEGENDA		ATUALIZADA EM:									
X	Material Disponível	LOTEAMENTO GETÚLIO VARGAS									
	Serviço executado	R RESPONSÁVEL:							Folha: 01 / 01		
ENDEREÇO DAS CASAS		RUA 20 Nº 161	RUA 20 Nº 177	RUA 20 Nº 193	RUA 20 Nº 194	RUA 20 Nº 316	RUA 21 Nº 236	RUA 19 Nº 221	RUA 19 Nº 173	Av Nº 327	Av Nº 505
SERVIÇOS											
Gabarito		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Marcação		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Escavação		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Forma		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Armação		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Concretagem de vigas		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Esgoto enterrado		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aterro		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Contra piso		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Impermeabilização		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Montagem Painéis		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Feltro In/Ex		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Entrada de água		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Terças		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Telhas		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Esquadrias		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 24: Planilha de controle de execução dos serviços por casa.

Esta ferramenta foi fácil de ser implementada, sendo, a partir dela, criado um gráfico de acompanhamento que permitiu observar o ritmo de evolução da obra. O controle feito com esta ferramenta foi realizado pelo técnico em edificações.

Uma avaliação semanal, considerando que cada célula tinha valor igual a um, era gerada com um percentual acumulado da obra executada. Conforme se pode observar na Figura 25, a evolução da obra se manteve entre 40% e 60% em relação ao total a ser executado, não se observando variações acentuadas na produção.

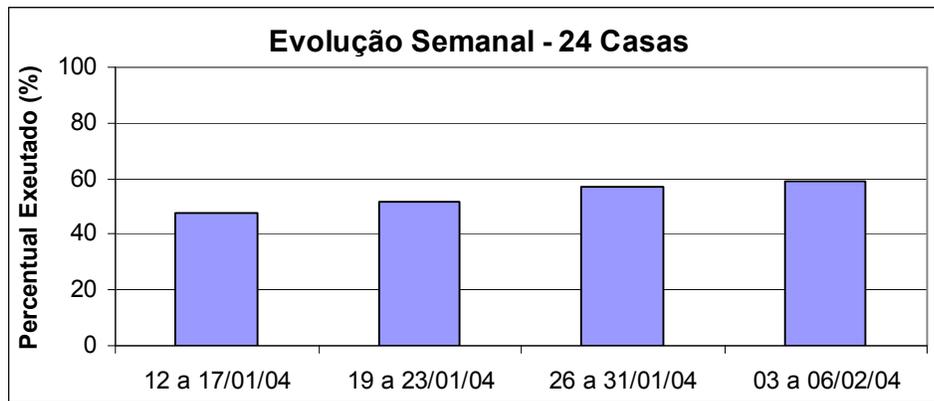


Figura 25: Gráfico do percentual executado das casas por semana.

A implantação do planejamento de curto prazo foi realizada após 2 meses do início do Estudo 1. Inicialmente, como não se tinha previsão de compra dos materiais, não havia condições de fazer planejamento. Depois que a situação financeira obteve uma pequena melhora, foi possível iniciar as reuniões de planejamento. As reuniões eram feitas no escritório da empresa, visto que a obra não tinha escritório para a equipe gerencial. A obra contava apenas com um pequeno depósito onde eram estocados alguns equipamentos. A localização desta instalação era em um terreno não ocupado próximo à execução das casas.

O planejamento semanal era feito pelo técnico e o mestre-de-obras. A planilha era preenchida pelo técnico, enquanto discutiam o planejamento das casas. O engenheiro da empresa não teve envolvimento neste estudo porque estava envolvido em outro empreendimento. A Figura 26 apresenta um exemplo de plano semanal das casas. O papel do pesquisador durante o processo de planejamento foi de ajudar os envolvidos a compreender melhor a utilização da planilha de curto prazo, como também de avaliar as dificuldades existentes na aplicação da mesma.

Durante o estudo houve a oportunidade de apresentar princípios básicos de gestão da produção ao técnico em edificações, porque este foi a pessoa mais envolvida nesta pesquisa. A partir da discussão de alguns assuntos como transparência, por exemplo, foi possível realizar ações importantes para a melhoria do processo de PCP. Com o entendimento da necessidade de se aumentar a transparência foi criado um painel de informações, utilizando as informações de evolução semanal, PPC e os problemas do não cumprimento dos planos. A Figura 27 mostra o quadro com as informações.

Planejamento semanal (PCP)													
Obra: Getúlio Vargas					Semana de 09/02/03 à 16/02/03								
Engenheiro:					$PPC = \frac{\sum itens\_exec}{\sum itens\_totais} = 0\%$								
Mestre Geral:													
Equipe	Rua	CASA	Pacote de Trabalho		T	Q	Q	S	S	D	S	%	Problema
Empresa			Montagem de Painéis (6 casas)	P								50	Mudança de Planos
				E		X	X						
Claudiomar			Terçamento (6 casas)	P								50	Tarefa Precedente
				E		X	X						
Claudiomar			Telhas (6 casas)	P								50	Tarefa Precedente
				E		X	X						
Claudiomar			Colocação de Esquadrias (6 casas)	P								50	Tarefa Precedente
				E		X	X						

Figura 26: Planilha de planejamento semanal (BERNARDES, 2001).



Figura 27: Quadro de informações da produção das casas.

### 5.1.3 Análise do Estudo 1

A partir dos registros realizados durante o acompanhamento das reuniões e resultados obtidos com as ferramentas, considera-se que a empresa poderia ter obtido melhorias através da formalização do processo de planejamento, melhorando a comunicação entre os diferentes níveis gerenciais da empresa e possibilitando um controle geral sobre a obra. Observou-se que a difusão de informações através de murais possibilitava que os diversos funcionários da empresa visualizem o andamento dos processos e, desta forma, pudessem contribuir para o seu desenvolvimento.

Além disso, a formalização dos horários de reuniões e a padronização dos ciclos de controle permitiram uma avaliação sistemática do processo de produção. Contudo, os envolvidos no processo de planejamento não se organizavam para discutir e passar as informações

---

Proposta de um modelo de concepção e gestão de sistemas de produção para empreendimentos habitacionais de baixa renda

necessárias aos setores com poder de tomada de decisão. Como só foram realizados três planejamentos formais de curto prazo ao longo do estudo, constatou-se que a falta de reuniões de planejamento gerava problemas de comunicação e de tomada de decisão, visto que muitas vezes o responsável direto pela obra não tinha poder de decisão sobre questões mais específicas da empresa, como permitir a compra de determinados materiais.

Ficaram evidentes as deficiências da gestão financeira para a execução das casas. Estas deficiências tiveram grande impacto na gestão da produção, dificultando o cumprimento dos planos de curto e médio prazo, já que os recursos necessários não eram disponibilizados.

A utilização das ferramentas se mostrou bastante útil mesmo em um empreendimento aparentemente simples. O aumento da transparência proporcionado pelas ferramentas pode contribuir para o entendimento do processo construtivo, principalmente por parte das pessoas não envolvidas diretamente com a construção das casas.

#### 5.1.4 Contribuições para o modelo

A principal contribuição deste estudo para o modelo foi a identificação da forte necessidade de uma comunicação eficaz entre a gerência da obra e outros setores da empresa. A eficácia das ferramentas introduzidas é limitada se os diferentes setores da empresa realizarem suas atividades de forma separada dos demais.

### 5.2 ESTUDO 2

#### 5.2.1 Caracterização do sistema de gestão

O principal controle formal realizado como parte do gerenciamento da obra eram as medições mensais realizadas pela contratante da obra, a Caixa Econômica Federal (CEF). Foi elaborado um gráfico de barras pelo gerente da obra, mas nem este era utilizado efetivamente para avaliar o cumprimento dos prazos, até porque o mesmo havia sido baseado em estimativas excessivamente otimistas por parte do gerente.

Este empreendimento não tinha projeto de canteiro, apesar de existir na obra um manual de qualidade com os procedimentos para a elaboração do mesmo. O arranjo do canteiro foi desenvolvido informalmente pelo mestre-de-obras, sem o envolvimento do referido gerente. Mesmo existindo um técnico de segurança que fazia visitas com uma frequência quinzenal, o

canteiro tinha uma série de irregularidades quanto ao cumprimento das normas de segurança. A Figura 28 mostra o leiaute do canteiro da obra.

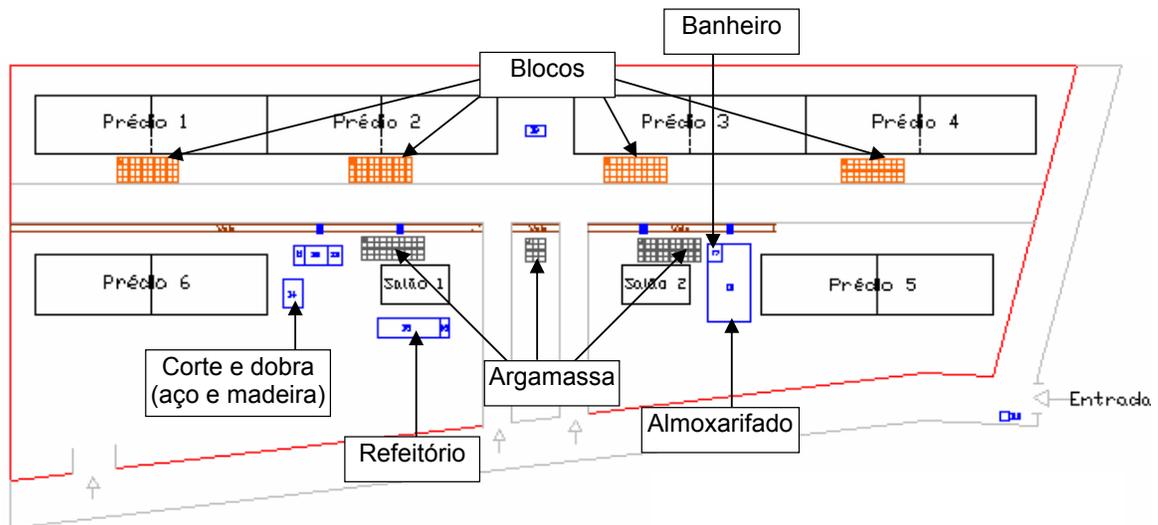


Figura 28: Leiaute do canteiro da obra sem projeto.

### 5.2.2 Desenvolvimento do sistema de planejamento e controle da produção

O planejamento da obra iniciou com a coleta de informações. Porém, nem todas as informações estavam disponíveis, tais como o orçamento, não disponibilizado pela direção da empresa. Muitas definições que poderiam contribuir para elaborar o plano de longo prazo, tais como número e tamanho das equipes, produtividade das mesmas, durações e unidade de controle dos serviços, não foram feitas pelo gerente, pois ele não tinha preocupação em definir isso no início da obra porque havia uma grande variabilidade do processo construtivo.

Apenas um serviço foi planejado, o de execução da alvenaria estrutural. Foi dimensionada uma equipe, formada por dois pedreiros e um servente, que seria responsável pela construção de um apartamento em uma semana. O plano de ataque foi definido com 2 grupos, cada um com 12 equipes, sendo que a primeira equipe seria responsável pelos prédios 1 e 2, e posteriormente os prédios 5 e 6, ficando o segundo grupo apenas com os prédios 3 e 4. A Figura 29 apresenta o plano de ataque da alvenaria.

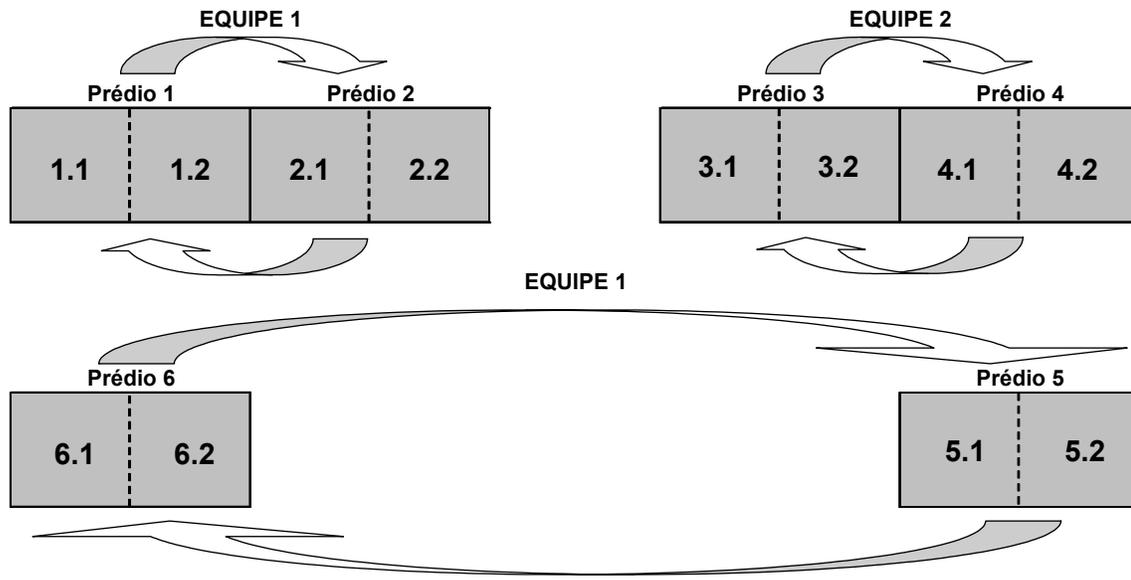


Figura 29: Plano de ataque da alvenaria.

Logo no primeiro mês da alvenaria, a produtividade ficou aquém da expectativa. A solução imediata foi aumentar o tamanho das equipes, acrescentando um servente, que foi encarregado pela limpeza interna, pois não havia revestimento interno para as paredes e, até aquele momento, os próprios pedreiros tinham que parar de produzir para limpar as paredes. Foram adotadas algumas soluções imediatistas, mas não se analisava o seu impacto nos custos, porque o objetivo era apenas cumprir os prazos propostos no cronograma acordado com a CEF. As Figuras 30 e 31 mostram os cronogramas físicos planejado e real, respectivamente. No cronograma físico os números em negrito representam cada pavimento (andar) executado. Quando o cronograma físico real mostra um pavimento em mais de uma semana quer dizer que o mesmo não foi executado completamente no período planejado, mas ao longo de mais semanas.

Prédio	Bloco	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
1	1.1	1	1	2	3	4	5
	1.2	1	1	2	3	4	5
2	2.1		1	2	3	4	5
	2.2		1	2	3	4	5
3	3.1			1	2	3	4
	3.2			1	2	3	4
4	4.1				1	2	3
	4.2				1	2	3
5	5.1					1	2
	5.2					1	2
6	6.1						1
	6.2						1

Figura 30: Cronograma físico planejado da alvenaria.

Pavimento executado							
Prédio	Bloco	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
1	1.1	1	1	1	1	2	2
	1.2	1	1	1	1	2	2
2	2.1		1	1	2	2	3
	2.2		1	1	2	2	3
3	3.1			1	1	2	2
	3.2			1	1	2	2
4	4.1				1	1	2
	4.2				1	1	2
5	5.1					1	1
	5.2					1	1
6	6.1						1
	6.2						1

Figura 31: Cronograma físico real da alvenaria.

Com os dados dos diagramas de sincronia foi elaborado um gráfico de ritmo de produção (Figura 32) para a execução da alvenaria. O gráfico cruza as informações de ritmo planejado e real, permitindo, desta forma, uma avaliação mais visual do avanço físico da alvenaria. Apesar da produção de lajes ser extremamente importante, não foi alvo de interesse do gerente. Ele justificou que a empresa responsável pela produção e colocação já sabia da necessidade da obra. Desta forma, o planejamento da produção de lajes não foi realizado.

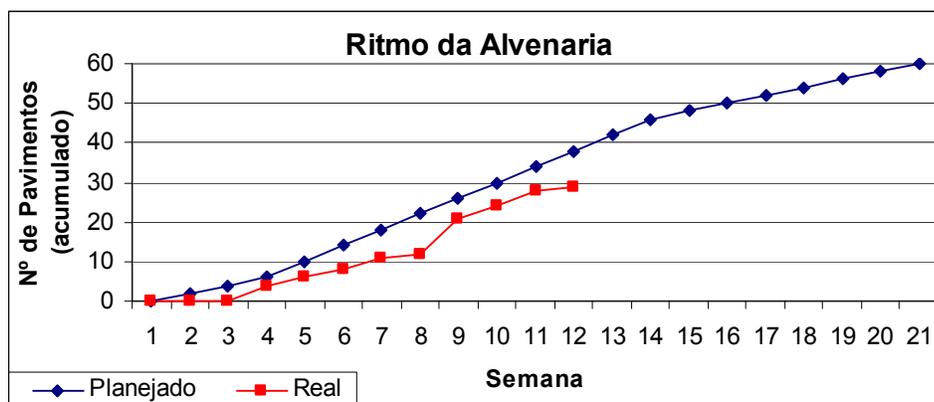


Figura 32: Gráfico de ritmo da alvenaria.

No início da obra não houve problemas relativos às lajes, porque a produção da alvenaria estava baixa. Entretanto, ao se mudar as equipes da alvenaria, a produtividade aumentou para o nível esperado: um apartamento por semana por equipe. Com isso, passou a faltar lajes prontas para serem colocadas nas semanas 11 e 12 (Figura 32).

Mesmo tendo seu galpão ao lado da obra, a empresa de lajes não tinha capacidade suficiente para fornecer à obra de acordo com o planejamento da alvenaria. A providência imediata da empresa de laje foi aumentar a capacidade de produção, construindo mais uma pista para concretagem. Este fato mostrou ao gerente a importância de se fazer um planejamento conjunto com os empreiteiros. Esse problema ocorreu pouco antes do término do estudo, não permitindo que os pesquisadores acompanhassem a evolução dos acontecimentos. A Figura 33 mostra fotos da fábrica de lajes e da nova pista para aumento da capacidade de produção.



Figura 33: Fábrica de lajes (à esquerda) e nova pista para ampliação da capacidade (à direita).

Em função da falta de interesse do gerente em fazer o projeto de produção das lajes, foi feita pelos pesquisadores uma simulação da produção de laje. O gráfico apresentado na Figura 34 mostra o número de apartamentos que necessitavam de lajes por semana, uma possível seqüência de produção e o estoque, gerado pela diferença entre o produzido e o executado.

A pouca importância dada ao processo de planejamento não permitiu que o gerente observasse a oportunidade de obter um fluxo contínuo na produção. Por considerar que algumas situações são óbvias, a empresa não se preocupava em planejar detalhadamente seus processos críticos, que nessa obra foram a execução de alvenaria e a produção de laje, aumentando a possibilidade da incerteza e da variabilidade influenciarem nestes processos.

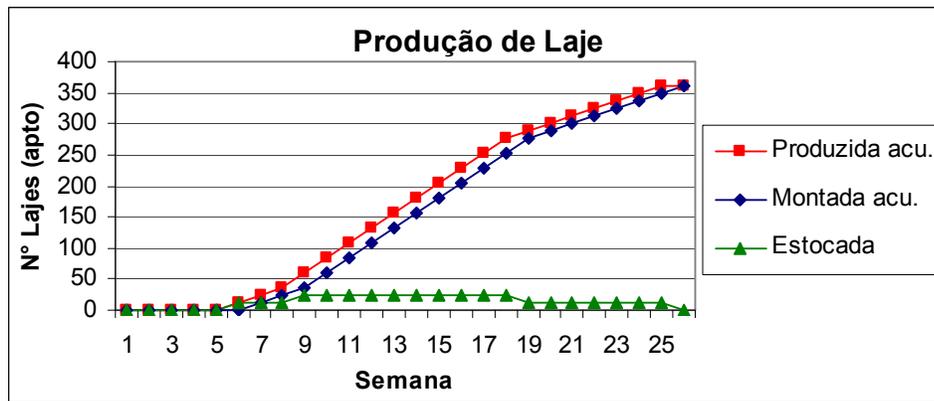


Figura 34: Gráfico de produção e execução de lajes.

Como forma de tentar avaliar o impacto do andamento dos serviços no desenvolvimento da obra de uma forma sistêmica, os pesquisadores fizeram um plano de longo prazo detalhado com base em informações de estudos anteriores também realizados pelo NORIE. O planejamento começou com a definição dos serviços a serem executados no empreendimento, constando as seguintes informações: nome do serviço, equipe, equipamentos, duração e unidade de controle. Como forma de aumentar a transparência do processo foi criada uma legenda colorida para cada serviço. Com todos os serviços listados foi feito o seqüenciamento (diagrama de precedência) dos mesmos, considerando os serviços que devem ser executados de forma seqüencial ou paralela. A Figura 35 e a Tabela 5 apresentam o diagrama de precedência e uma parte da lista dos serviços, respectivamente.

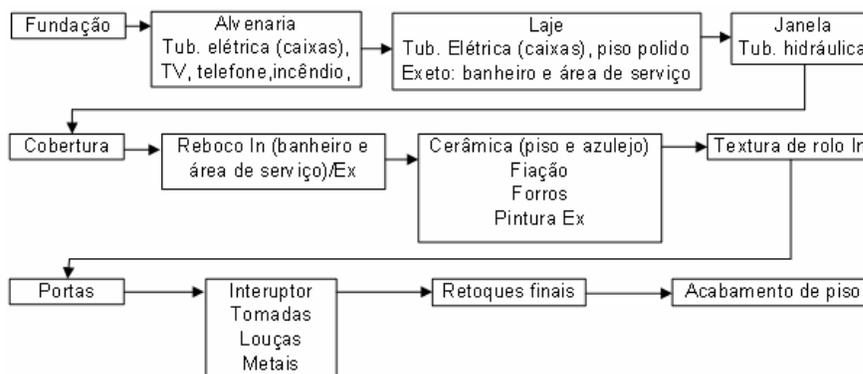


Figura 35: Diagrama de precedência.

Tabela 5: Parte da lista dos serviços do Empreendimento 2.

Serviço		Equipe	Equipamento	Duração	Unidade de Controle
TERRAPLANAGEM		01 Maquinista			Obra
INSTALAÇÃO PROVISÓRIAS		02 Carpinteiros 02 Serventes			Instalação
FUNDAÇÃO		01 Maquinista 03 Serventes	Batistaca	5 dias	Bloco
ALVENARIA		24 Pedreiros 24 Serventes	Guindaste Elevador	5 dias	Andar
LAJE		01 Maquinista 02 Aux. Laje 02 Pedreiros 03 Ferreiros 02 Serventes	Guindaste	5 dias	Bloco
COBERTURA		02 Pedreiros 02 Serventes		10 dias	Bloco

A partir do diagrama de precedência foi elaborado o planejamento da unidade base, constituída de um prédio. Nesse planejamento foi analisada a melhor forma dos serviços serem agrupados. Desta forma, os serviços foram separados em três grupos. Faziam parte do primeiro grupo os serviços estruturais e internos. Os dois grupos seguintes englobavam os serviços de instalações e de fachadas, respectivamente. Com a unidade base planejada se fez o planejamento de longo prazo de toda a obra. A Figura 36 mostra o plano de longo prazo desenvolvido em linha de balanço (HEINECK; MACHADO, 2001). Mesmo com este planejamento elaborado pelos pesquisadores, não houve oportunidade de avaliar a execução do empreendimento além da fase de alvenaria.

O gerente da obra decidiu não implementar o planejamento nos níveis de médio e curto prazo, alegando falta de tempo, como consequência da sobrecarga de trabalho.

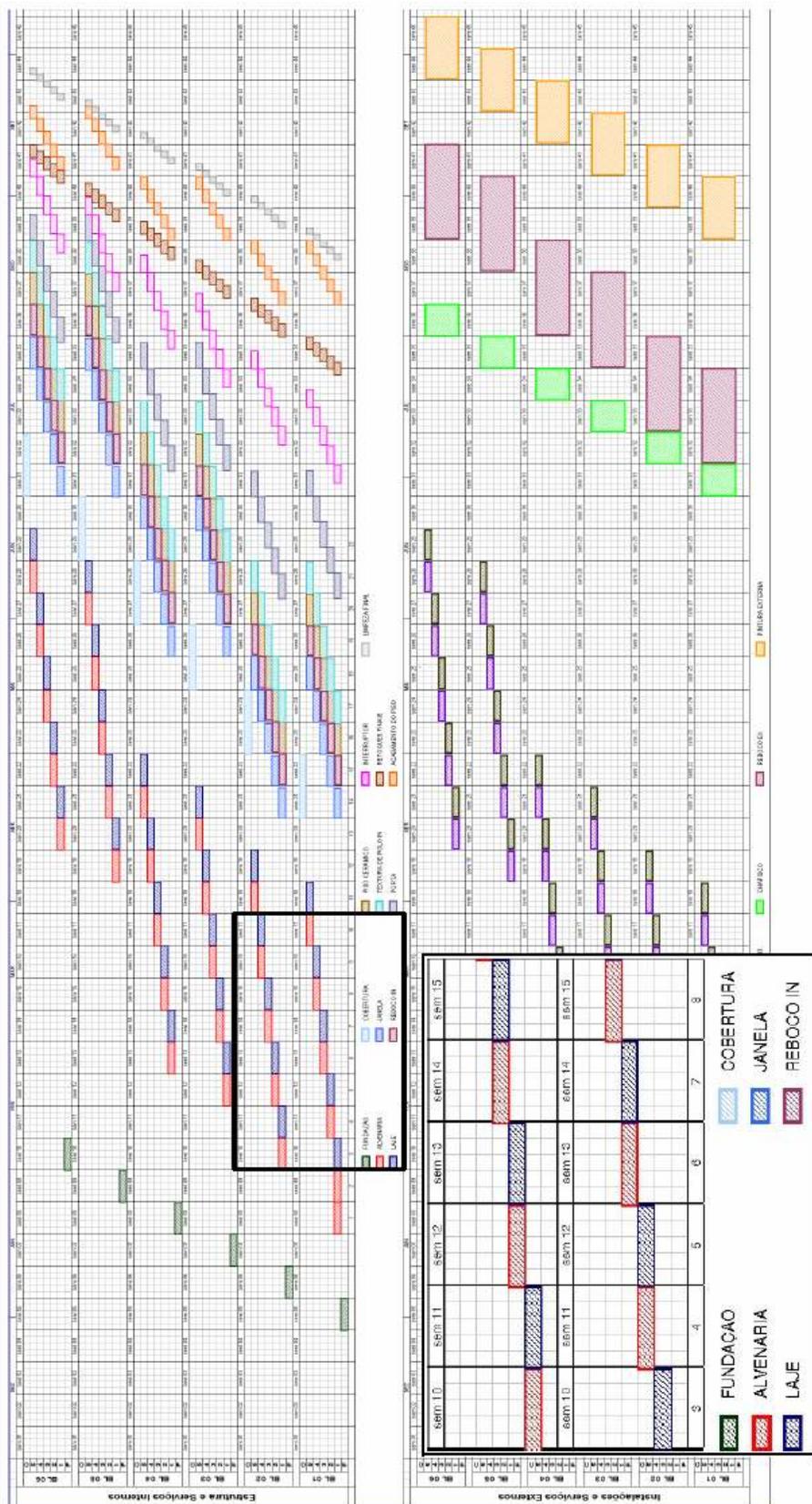


Figura 36: Plano de longo prazo do Empreendimento 2.

Um levantamento dos materiais estocados no canteiro indicou que a falta de um projeto formal do leiaute prejudicou a organização da obra. Muitos materiais estavam espalhados, sem indicação de onde seriam aplicados ou se não tinham mais utilidade. A maior parte dos blocos em determinado pavimento era transportada pelo guindaste, enquanto alguns tinham que ser transportado por carro de mão, com a utilização de elevador de carga. Isto acontecia porque os vários tipos de blocos necessários para a execução de um apartamento estavam estocados em locais distantes de onde deveria ser aplicado. Para ilustrar as situações de possíveis perdas geradas a partir da falta de planejamento do canteiro são apresentadas abaixo fotos da obra (Figura 37 e 38).



Figura 37: Perda por duplo transporte de blocos para o pavimento (à esquerda) e perda de material devido a estoque inadequado (à direita).



Figura 38: Estoque distante de blocos o que poderá acarretar em perda (à esquerda) e perda por contaminação de material devido à falta de baia.

Visando a quantificar os problemas existentes no planejamento do canteiro, foi aplicada a lista de verificação de boas práticas desenvolvida por Saurin (1997), apresentada no Anexo 1. A Tabela 6 apresenta as notas obtidas a partir da lista de verificação de boas práticas, as quais variam de 0 a 10, confirmando as observações diretas dos pesquisadores. A falta de instalações provisórias, estoques inadequados e falta de equipamentos de proteção coletiva foram alguns dos problemas encontrados na obra.

Tabela 6: Notas da lista de verificação de boas práticas.

GRUPOS DA LISTA DE VERIFICAÇÃO	NOTA
Instalações provisórias	2,13
Segurança na obra	1,63
Sistema de movimentação e armazenagem de materiais	4,00
<b>Nota Global</b>	<b>2,58</b>

### 5.2.3 Análise do Estudo 2

Apesar dos problemas encontrados no sistema de gestão, foi possível observar a importância de se fazer um planejamento integrado entre empresa construtora e fornecedores de serviços e materiais e também de se analisar o desempenho do empreendimento com uma visão sistêmica, considerando aspectos de custo, prazo e fluxos físicos. A ausência desses procedimentos gerou os seguintes problemas:

- a) Grande quantidade de material estocado em obra sem necessidade, devido a contratos de fornecimento de material que não consideraram as necessidades da produção;
- b) Falta de material, devido à falta de planejamento dos processos produtivos;
- c) Baixa produtividade, devido à falta de treinamento para execução de um serviço específico (só ocorreu treinamento para segurança do trabalho);
- d) Perdas elevadas de materiais devido a estoques inadequados, consequência da falta de espaço preparado (planejado) para o mesmo;

- e) Falta de informação sobre o desempenho da produção, tais como perdas de material, produtividade, parcela de atividades que não agregam valor e custos, devido à falta de controle sistemático;
- f) Sobrecarga de trabalho sobre o gerente, devido à falta de equipe administrativa e a dificuldade do mesmo em delegar funções ao mestre e aos encarregados;
- g) Falta de projeto de canteiro, devido ao desconhecimento da influência do mesmo na produção;
- i) Instalações provisórias insuficientes, devido à desconsideração das necessidades dos operários;
- j) Mudanças radicais do plano de longo prazo, sendo o mesmo inadequado ao tipo de obra, devido à falta de informação durante o processo de planejamento.

#### 5.2.4 Contribuição para o modelo

As principais contribuições do Estudo 2 para o modelo dizem respeito principalmente às questões de organização do canteiro de obras. De acordo com os resultados deste estudo, a organização do canteiro deve estar intimamente associada ao planejamento das atividades. Tanto as instalações provisórias como os estoques devem ser posicionados de forma a facilitar o processo construtivo, evitando as perdas. Para isso, o processo de planejamento precisa considerar de forma sistemática a adequação dos elementos do canteiro aos planos gerados para a produção.

### 5.3 ESTUDO 3

#### 5.3.1 Caracterização do sistema de gestão

As empresas do Estudo 3 não possuíam um sistema de PCP formalizado e sistemático. Apesar da participação das mesmas em pesquisas anteriores (SCHRAMM, 2004), não foram identificados procedimentos sistemáticos de planejamento e controle, além do acompanhamento da planilha de medição fornecida pelo contratante.

As informações dos empreendimentos relacionadas ao planejamento de longo prazo foram acessadas pelo pesquisador a partir do mural de informações localizado nos escritórios das

obras. Estas informações foram geradas durante a pesquisa de Schramm (2004), o qual desenvolveu um estudo de planejamento do sistema de produção. A Figura 39 mostra os murais de informações das obras dos dois empreendimentos.



Figura 39: Painel de informações da obra do Empreendimento 3 (à esquerda) e a do Empreendimento 4 (à direita).

### 5.3.2 Diagnóstico da produção

Mesmo com um projeto do sistema de produção, muitos imprevistos ocorreram nos dois empreendimentos, sendo alguns relacionados ao compartilhamento de recursos entre as empresas. Os principais recursos compartilhados foram a fábrica de lajes e os guindastes. Alguns materiais também foram compartilhados, porém em momentos emergenciais, como nos casos de atraso na compra ou atraso na entrega.

A falta de lajes pré-fabricadas foi um dos principais problemas. Este problema provocou o espalhamento das equipes de alvenaria, que inicialmente tinham sido designadas para a execução das paredes após a colocação das lajes dos pavimentos. O plano previa a execução escalonada dos prédios, considerando os serviços de alvenaria e laje. Porém, foi preciso relocar as equipes de alvenaria para os prédios que já tinham fundação pronta, provocando o início da alvenaria simultâneo em quase todos os blocos e o aumento do trabalho em progresso. Porém, não foram coletadas informações detalhadas sobre o efeito na geração de perdas.

As empresas eram proprietárias de um guindaste que auxiliava no transporte de materiais para os pavimentos superiores. Porém, nos pavimentos 4 e 5 este guindaste não tinha capacidade de colocar as lajes. A partir desta situação, as obras necessitavam de um guindaste com

capacidade maior do que o guindaste próprio das empresas, optando-se então por alugar um, que seria também compartilhado entre as empresas. Entretanto, houve um atraso na chegada em obra do guindaste alugado, provocando um efeito similar à falta de lajes.

Muitos outros problemas foram observados durante a execução das obras, fortemente relacionados à falta de um sistema formal de planejamento. Apesar disto, até o planejamento de curto prazo, que estava sendo utilizado no início das obras, foi abandonado com o tempo. Assim as obras não eram dotadas de procedimentos formais de planejamento e coleta de informações. Apenas a planilha da contratante para as medições era usada como ferramenta de planejamento pelos gerentes das obras. Porém, a mesma só gerava metas mensais a serem atingidas.

Além disto, muitas lajes e escadas pré-moldadas tiveram fissuras geradas principalmente devido ao manuseio inadequado. Este tipo de perda foi agravado pela falta de experiência da mão-de-obra e também pela mudança do projeto estrutural das lajes, que provocou uma mudança na forma de carregá-las e de apoiá-las no chão. A Figura 40 mostra um estoque de lajes e escadas danificadas.



Figura 40: Lajes e escadas pré-moldadas danificadas.

Ao final do serviço de alvenaria, sobraram muitos blocos, evidenciando a falta de controle de estoque deste material. A Figura 41 apresenta um estoque de blocos, sendo que a maioria era sobra das paredes de vedação e uma outra parte era para as paredes de proteção para os reservatórios superiores que ainda iriam ser colocadas.



Figura 41: Estoque de blocos sem utilidade.

Em suma, o controle da produção acabou assumindo um caráter predominantemente informal. Havia planilhas criadas especificamente para o controle das equipes e para a medição da produtividade dos operários em ambas as duas obras. Entretanto, nenhuma delas fazia parte de um sistema previamente estabelecido pela empresa para o gerenciamento das obras.

### 5.3.3 Análise do Estudo 3

Ambas as obras não tinham um processo sistematizado de PCP, sendo que a execução das mesmas era guiada simplesmente pelo cronograma físico-financeiro entregue à contratante. O PSP elaborado inicialmente para os empreendimentos foi exposto nas obras até o término dos estudos, embora não estivesse sendo seguido.

Uma das principais causas da não continuidade do planejamento formal de curto prazo foi a ausência de treinamento. As pessoas mais capacitadas para manusear a planilha de curto prazo não trabalhavam mais em tempo integral nas obras e a equipe gerencial em obra não tinha o conhecimento da importância do procedimento e nem de como utilizá-lo, pela falta de treinamento.

Esta situação indica que não basta a elaboração criteriosa de um PSP, caso não sejam efetivamente implementados procedimentos formais de controle da produção. Esta implementação requer um esforço continuado de conscientização e treinamento, de forma a fazer com que os planos sejam formalmente gerados e os controles efetivamente efetuados.

Alguns dados eram coletados esporadicamente para suprir dúvidas eventuais. Estas dúvidas estavam na maioria das vezes relacionadas à produtividade e aos custos das equipes de produção ou a procedimentos de qualidade que ainda estavam sendo implementados.

### 5.3.4 Contribuições para o modelo

A principal contribuição do Estudo 3 está relacionada à coleta de informações durante o processo de produção. O processo de coleta de dados de perdas, produtividade, custos e também da situação do canteiro de obras (por exemplo, níveis de estoques), entre outros, necessita de um formato adequado. Por isto é importante planejar como e quando os dados devem ser coletados, de forma que eles possam retro-alimentar o processo de tomada de decisão para corrigir os desvios da produção. Além da coleta dos dados é preciso manter os dados disponíveis e atualizados. O processo de gestão deve considerar que as informações devem ser disponibilizadas em um período em que elas sejam úteis, ou seja, que ainda possam apoiar a tomada de decisão.

## 5.4 ESTUDO 4

### 5.4.1 Desenvolvimento do projeto do sistema de produção

Como as obras tinham as mesmas características das obras do Estudo 3, não houve dificuldades em listar os serviços a serem executados. Entretanto, foi difícil definir a duração das atividades, realizar o dimensionamento das equipes, estabelecer os recursos necessários, definir a unidade de controle e as relações de precedência entre as atividades.

Mesmo com a finalização da lista de serviços na segunda reunião, muitas modificações foram feitas na mesma durante o processo de planejamento. Assim, as primeiras informações foram baseadas nos empreendimentos anteriores e, posteriormente, foram ajustadas de acordo com as características específicas dos novos empreendimentos à medida que ia se discutindo a relação entre os serviços. A Figura 42 apresenta uma parte da lista de serviços de uma das obras.

Serviço		Equipe	Equipamento Observação	Duração	Unidade de Controle	IIº	Préde- cessor
TERRAPLANAGEM		01 Maquinista	Retro Escavadeira	18 dias	Obra	1	0
LOCAÇÃO		02 Carpinteiros 02 Serventes		15 dias	Instalação	2	1
INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS		01 Pedreiro 01 Servente			Instalação	3	2
FUNDAÇÃO		01 Maquinista 03 Serventes	Batistaca	7 dias	Bloco	4	2
FORMA-VIGA		02 Pedreiros 04 Serventes		1 dia	Bloco	5	4
ARMADURA-VIGA		02 Ferreiros	2 dias para preparar	1 dia	Bloco	6	5
CONCRETAGEM-VIGA		02 Pedreiros 04 Serventes		1 dia	Bloco	7	6
ATERRO INTERNO		04 Serventes		4 dias	Bloco	8	7
IMPERMEABILIZAÇÃO		02 Serventes		1 dias	Bloco	9	8
CONTRAPISO		02 Pedreiros 02 Serventes		2 dias	Bloco	10	9
ALVENARIA		8 Pedreiros 5 Serventes	Guindaste Elevador	3 dias	Pavto	11	10
GRAUTE		2 Pedreiro 3 Serventes		2 dias	Pavto	12	11

Figura 42: Parte da lista de serviço do Empreendimento 5.

Em paralelo à listagem dos serviços, estava sendo elaborado o orçamento dos empreendimentos. O orçamento era necessário para a avaliação da viabilidade dos empreendimentos e para gerar o cronograma físico-financeiro que deveria ser entregue à contratante. Uma única pessoa era responsável pela elaboração do orçamento dos dois empreendimentos. O cronograma físico-financeiro inicial não era baseado num plano cuidadosamente elaborado, mas apenas numa simples estimativa expedita de duração das etapas da obra. Após a aprovação do empreendimento, a contratante permitia a modificação do planejamento de longo prazo. Assim, o novo plano de longo prazo foi desenvolvido no formato de linha de balanço. A Figura 43 mostra o plano de longo prazo do Empreendimento 5.

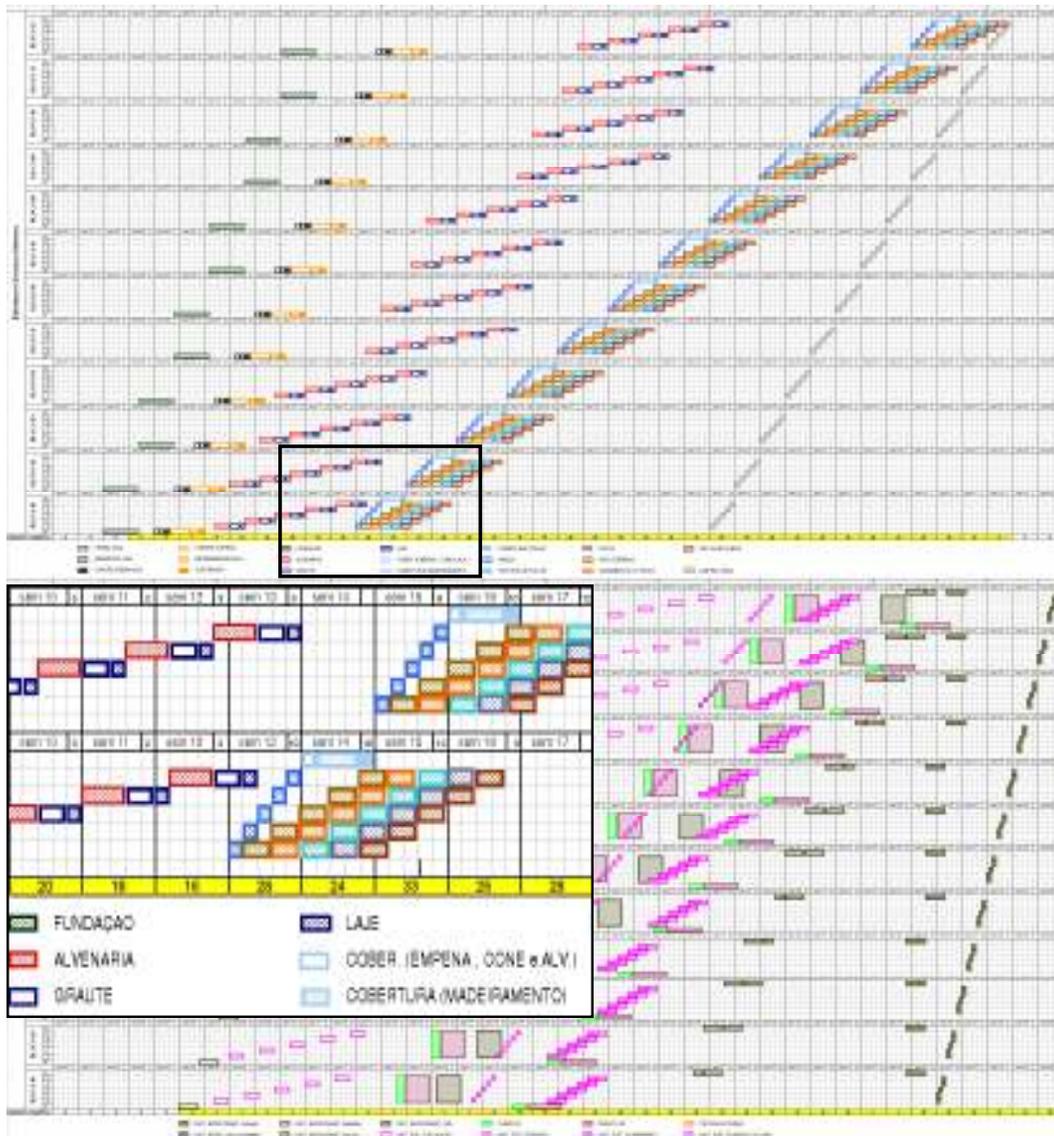


Figura 43: Plano de longo prazo da obra do Empreendimento 5.

Neste plano, os serviços são separados em dois grandes grupos porque existem muitas atividades que podem ser feitas de forma paralela. O primeiro grupo contém os serviços relacionados à parte estrutural dos prédios e à parte interna. No segundo grupo estão os serviços de instalações e os serviços externos.

O prazo para a execução das obras era de um ano, porém o plano foi elaborado para ser finalizada em, no máximo, dez meses. Desta forma haveria uma folga para absorver os imprevistos.

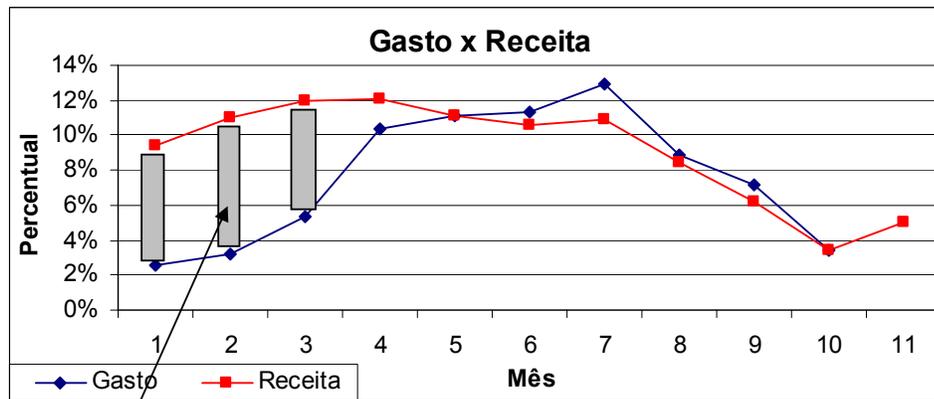
O projeto do sistema de produção foi efetivamente elaborado pelo pesquisador, cabendo aos gerentes pensarem em algumas decisões entre as reuniões. Porém, era muito difícil para eles disporem de tempo durante a semana, sem a presença do pesquisador. Eles afirmavam que a rotina da obra não permitia que se tivesse um tempo com qualidade para pensar em outra obra, além daquela que eles estavam gerenciando.

O planejamento de longo prazo foi discutido durante quatro reuniões com duração aproximada de duas horas. Algumas contribuições foram feitas pelos encarregados das instalações hidráulicas e elétricas durante as reuniões de planejamento do longo prazo. Foi positiva a participação dos mesmos, pois eles tinham uma visão mais operacional dos serviços e consideravam uma série de detalhes que os engenheiros e estagiários não tinham conhecimento. Eles contribuíram na elaboração do plano de longo com relação a seqüências e durações.

Um dos maiores benefícios de se ter trabalhado com o formato de linha de balanço foi a visualização da obra como um todo, facilitando a discussão sobre os ritmos de produção. Com a visualização das possibilidades e do impacto que cada ritmo poderia provocar, as reuniões eram proveitosas, apesar das interrupções devido ao atendimento a pessoas e também de telefonemas.

Após a conclusão do planejamento de longo prazo foi gerada uma curva de agregação de recursos (CAR), apresentada na Figura 44. Esta tarefa foi realizada pelo responsável pelo orçamento das duas empresas, com base nas informações de gastos, prazos e de receitas. Os percentuais do gráfico (Figura 44) estão baseados no valor total da obra pago pelo contratante.

Com base na primeira CAR gerada, constatou-se que, de acordo com a curva de gastos, não era possível gerar receitas tão altas, principalmente nos meses 1, 2 e 3. Como a receita tinha sido projetada com base na experiência em outros empreendimentos, optou-se em refazer as projeções dos gastos e das receitas com base no plano de longo prazo. A segunda CAR está apresentada na Figura 45.



Diferença entre gasto e receita

Figura 44: Primeira CAR do Empreendimento 5.

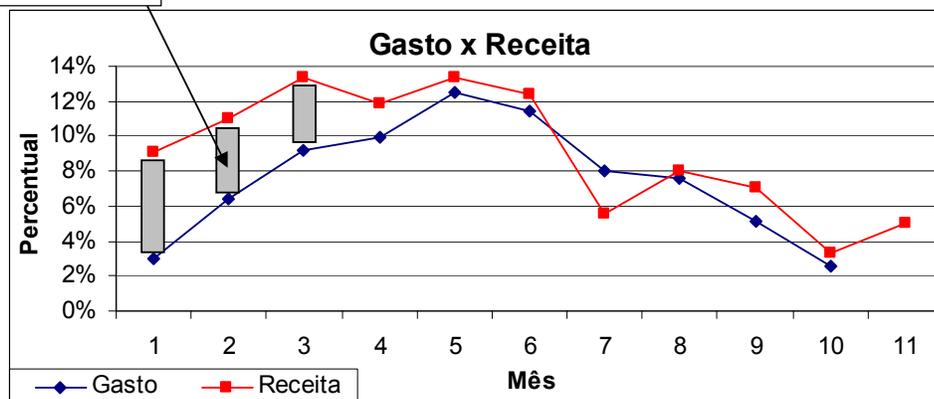


Figura 45: Segunda CAR do Empreendimento 5.

O ajuste do plano de longo prazo foi trabalhoso, pois, além dos ajustes da projeção dos custos também foi necessário fazer alguns ajustes nas estimativas de custos de alguns serviços. O planejamento de longo prazo também sofreu algumas modificações, porque era necessário aumentar a receita no início da obra, visando a criar uma reserva financeira maior no início da obra para servir de caixa de segurança contra os imprevistos.

Com o planejamento dos custos concluído, decidiu-se fazer o plano de ataque das obras, porque a linha de balanço previamente elaborada foi desenvolvida de forma genérica, ou seja, sem especificar a seqüência dos prédios. Na elaboração do plano de ataque buscou-se facilitar o controle visual da obra. Neste sentido, foi escolhido cuidadosamente o posicionamento das instalações provisórias e um seqüenciamento de execução adequado.

O projeto do leiaute do canteiro considerou além das instalações provisórias o posicionamento dos grandes estoques de materiais. Pensou-se em disponibilizar até duas áreas para o mesmo material, como blocos e argamassa, para momentos diferentes da obra. A ferramenta utilizada

para auxiliar o projeto do canteiro de obras foi uma lista de necessidades do canteiro<sup>5</sup> (APÊNDICE C) elaborada previamente pelo pesquisador. A Figura 46 a seguir mostra o leiaute de canteiro de uma das obras com o plano de ataque.

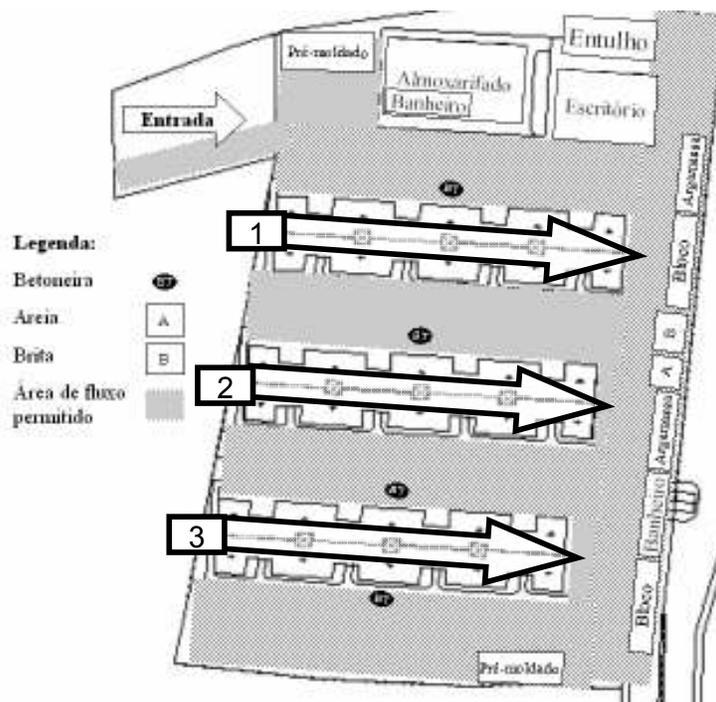


Figura 46: Leiaute de canteiro e plano de ataque da obra do Empreendimento 5.

O leiaute gerado naquele momento consistia em apenas uma primeira versão. Os detalhes construtivos relacionados ao dimensionamento das instalações provisórias seriam definidos mais tarde, pois necessitavam de informações adicionais, tais como o número máximo de operários que a obra teria. A distribuição dos operários (Figura 47) durante as obras foi gerada a partir do planejamento de longo prazo, servindo este de base à elaboração do projeto de algumas instalações provisórias. Esta distribuição foi gerada a partir da distribuição das equipes de cada serviço ao longo do período planejado.

<sup>5</sup>A lista tem os elementos necessários em um canteiro de obras para o desenvolvimento da produção. Esta é dividida em quatro grupos, são eles: equipamentos, estoque de material, instalações provisórias e outros.

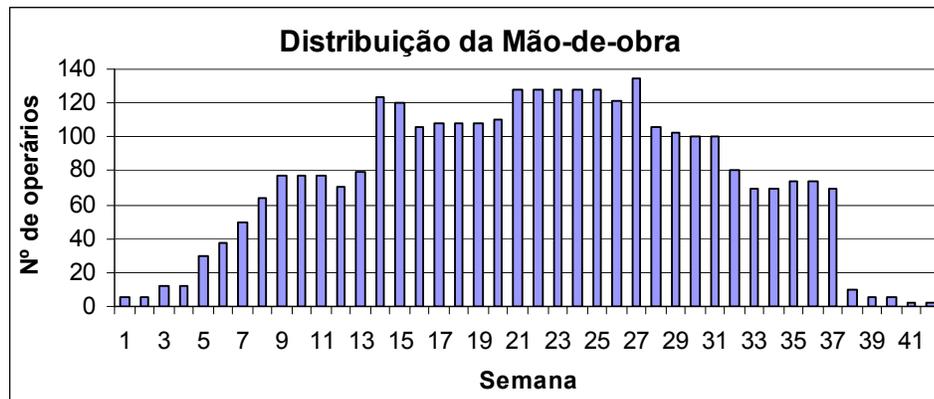


Figura 47: Gráfico de distribuição da mão-de-obra da obra do Empreendimento 5.

O projeto dos processos críticos aconteceu após a definição de que as obras realmente seriam executadas com a mesma tecnologia de lajes pré-fabricadas utilizadas nas obras anteriores. A partir desta informação, planejou-se a produção das lajes (Figura 48).

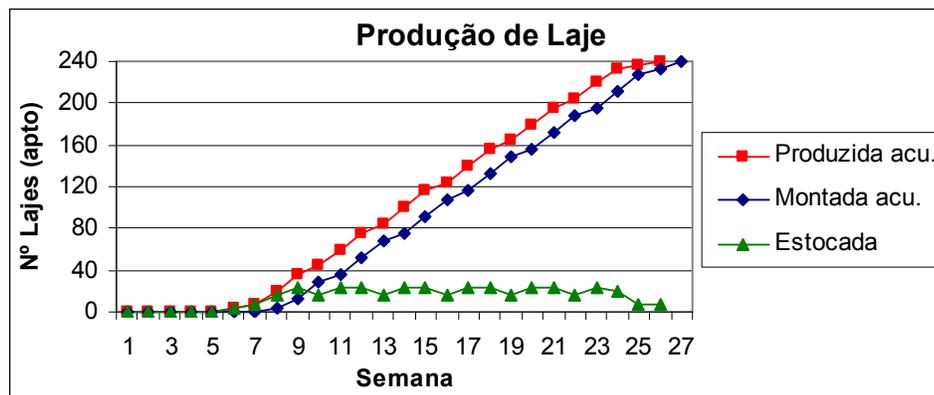


Figura 48: Projeto de produção das lajes do Empreendimento 5.

O projeto de canteiro também levou em consideração as necessidades de espaço em obra para as lajes. Dois estoques de lajes pré-moldados foram posicionados de forma a atender as extremidades da obra. Para estes empreendimentos a produção de lajes seria feita em uma fábrica fora do canteiro de obra em um local não muito próximo. Por este motivo optou-se em manter os estoques de laje nos próprios canteiros. A fábrica de lajes também era um recurso a ser compartilhado entre as empresas.

#### 5.4.2 Análise do Estudo 4

A experiência de se ter desenvolvido um PSP para uma situação real, foi proveitosa tanto para o pesquisador como para os gerentes das obras. Eles começaram a enxergar as obras com uma visão de longo prazo e a entender relações entre as decisões tomadas.

O trabalho de projeto do sistema da produção participativo entre pesquisador, gerentes e encarregados foi benéfico. Muitas informações relevantes apareceram deste trabalho, permitindo o compartilhamento de conhecimentos e experiências. O fato é de que este projeto realizado no canteiro de obras favoreceu consideravelmente esta interação, por ser mais fácil o acesso aos envolvidos diretamente na produção, tais como sub-empregados e encarregados.

No desenvolvimento do PSP ficou evidente que algumas ferramentas, como a linha de balanço, facilitaram a tomada de decisões. O fato de que as ferramentas necessárias foram apresentadas aos gerentes e o processo foi conduzido pelo pesquisador facilitou o planejamento. O importante foi que não havia dúvida de como as informações seriam armazenadas e tratadas, pois já se tinha um formato sugerido pelo pesquisador. Então, praticamente todo o tempo das reuniões foi utilizado para a discussão das decisões a serem tomadas.

A utilização das ferramentas foi bastante útil para os gerentes. Apesar da falta de experiência na utilização, eles começaram a visualizar as conseqüências das suas decisões buscando a evitar perdas no processo construtivo. Uma das grandes dificuldades foi a tomada de decisão em relação ao dimensionamento das equipes e à definição do ritmo de produção. Muito tempo foi gasto nesta etapa.

O processo de aprovação dos empreendimentos necessita de vários documentos, entre eles um orçamento e um cronograma físico-financeiro. Entretanto, constatou-se que devido ao não planejamento antecipado das obras, existe muito re-trabalho após a aprovação do empreendimento. Como o orçamento é baseado somente nos projetos, o planejamento da obra é uma atividade posterior à sua aprovação. Conseqüentemente, não são consideradas, no primeiro orçamento, as peculiaridades do empreendimento, como o tipo de equipe (se tem mais de uma habilidade ou não) e as restrições de fluxos físicos devido ao terreno. Então, quando o empreendimento é aprovado, em geral é elaborado um novo cronograma físico-financeiro, que é baseado no planejamento real da obra, para ser negociado com o contratante.

### 5.4.3 Contribuição para o modelo

O Estudo 4 acrescentou ao modelo a visão de que a seqüência sugerida para desenvolvimento da concepção da produção deve evitar retrabalhos que normalmente são encontrados na gestão da produção no segmento habitacional de baixa renda. A idéia principal é de aumentar a eficácia do processo de concepção, de forma a facilitar posteriormente a gestão do empreendimento.

## 5.5 ESTUDO 5

### 5.5.1 Caracterização do sistema de gestão

A Empresa E já possuía um sistema de PCP, baseado no Sistema *Last Planner*®, porém não havia sido integralmente implementado. Como forma de avaliar o sistema existente foi usado pelos pesquisadores uma lista de 15 práticas de PCP utilizadas no projeto QUALCON (Rede Baiana de Qualidade e Produtividade na Construção Civil), que foram adaptadas a partir de 14 práticas de PCP propostas por Bernardes e Formoso (2002). Nesta avaliação classifica-se o nível de utilização das práticas da seguinte forma: nota 1 para a prática integralmente utilizada; nota 0,5 para a prática parcialmente utilizada; nota 0, para a prática não utilizada. A partir das notas de cada prática (Quadro 8) foi gerado um percentual. Este indica a eficácia da implementação do sistema de PCP, que é calculado pela fórmula abaixo:

$$\text{Eficácia do sistema de PCP} = \frac{\sum_{i=1}^{15} P_i}{15} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Quadro 8: Notas das práticas de PCP do Empreendimento 7.

DESCRIÇÃO DA PRÁTICA	Nota
1. Rotinização das reuniões do planejamento de curto prazo	1
2. Definição correta dos pacotes de trabalho	1
3. Inclusão no plano de curto prazo apenas de pacotes de trabalho cujas restrições foram removidas	0,5
4. Tomada de decisão participativa nas reuniões de curto prazo	0,5
5. Programação de tarefas suplentes	0
6. Realização de ações corretivas a partir das causas do não cumprimento dos planos	0,5
7. Rotinização do planejamento de médio prazo	1
8. Remoção sistemática das restrições	0,5
9. Planejamento e controle dos fluxos físicos (materiais e mão-de-obra)	0
10. Elaboração de um plano de longo prazo num formato que permita a fácil visualização do plano de ataque à obra (por exemplo, usando uma linha de balanço)	0
11. Utilização de indicador para avaliar o cumprimento de prazo da obra	1
12. O plano mestre (longo prazo) é atualizado sistematicamente de forma a refletir o andamento da obra	1
13. Formalização do processo de PCP, através de planos e de ferramentas de controle	0,5
14. Utilização de dispositivos visuais para disseminar as informações no canteiro	0
15. Análise crítica do conjunto de dados disponíveis para a avaliação global da eficácia do sistema de planejamento	0

Com base na fórmula apresentada anteriormente obteve-se o seguinte percentual, que representa a obra como um todo:

$$\text{Eficácia do sistema de PCP} = (7,5/15) \times 100 = 50\% \quad (\text{Equação 3})$$

Um dos principais problemas detectados no planejamento da obra era de que o sub-empregado não tinha equipes fixas e muitas vezes tinha dificuldade em encontrar mais operários para a execução de novas atividades acordadas no planejamento de curto prazo.

As principais ferramentas de PCP utilizadas eram a planilha de curto prazo e o *software* de planejamento MsProject®. O planejamento de longo prazo era desenvolvido neste *software* e Proposta de um modelo de concepção e gestão de sistemas de produção para empreendimentos habitacionais de baixa renda

atualizado mensalmente. A cada mês era feita uma filtragem de atividades para identificar aquelas a serem realizadas nos 30 dias seguintes. A Figura 49 mostra a planilha do *software* utilizado pela empresa e o gráfico de barras gerado pelo mesmo.

O *software* (MsProject®) de planejamento era subutilizado, pois, entre outras coisas, não havia controle de avanço físico através de uma curva S da obra devido à falta de informações.

ID	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predecessoras
1	Obra São Luiz - BLOCO F	181 dias	Seg 10/1/05	Seg 30/5/05	
2	Observação : 1ª fase (casas 29 à 31) / 2ª fase (casas 32	181 dias	Seg 10/1/05	Seg 30/5/05	
3	Fundação ( Radier )	10 dias	Seg 10/1/05	Sex 21/1/05	
10	Montagem do KIT - NE DABIL (1ª fase)	18 dias	Seg 24/1/05	Qua 16/2/05	
41	Montagem do KIT - NE DABIL (2ª fase)	13 dias	Seg 28/2/05	Qua 16/3/05	
72	Laje de ferro (1ª fase)	6 dias	Qui 17/3/05	Qui 24/3/05	
77	Laje de ferro (2ª fase)	4 dias	Sex 25/3/05	Qua 30/3/05	
82	Alvenaria de bloco de concreto	12 dias	Seg 4/4/05	Ter 19/4/05	
88	Alv. oitões de PVC	2 dias	Qui 31/3/05	Sex 1/4/05	
95	Telhado da 1ª fase	16 dias	Ter 12/4/05	Ter 3/5/05	
100	Telhado da 2ª fase	9 dias	Qui 21/4/05	Ter 3/5/05	
105	Colocação da esquadrias (janelas)	3 dias	Sex 15/4/05	Ter 19/4/05	
107	Portas Internas e Externas	7 dias	Seg 2/5/05	Ter 10/5/05	
110	Hidráulica	7 dias	Qui 28/4/05	Sex 6/5/05	
113	Elétrica	14 dias	Qui 14/4/05	Ter 3/5/05	
118	Reboco de laje	10 dias	Qui 31/3/05	Qua 13/4/05	
120	Impermeabilização da base - WC	4 dias	Qui 31/3/05	Ter 5/4/05	
123	Azulejo / Piso cerâmico	10 dias	Qua 6/4/05	Ter 19/4/05	
128	Pintura interna	26 dias	Seg 25/4/05	Seg 30/5/05	
132	Pintura Externa	22 dias	Sex 15/4/05	Seg 16/5/05	
137	Urbanização	26 dias	Sex 8/4/05	Sex 13/5/05	
143	Louças e Metais	6 dias	Qua 13/4/05	Qua 20/4/05	
147	Acabamentos internos e externos	3 dias	Sex 20/5/05	Ter 24/5/05	



Figura 49: Planilha do MsProject® de uma das fitas do Empreendimento 7.

A partir de uma avaliação inicial do processo de planejamento, constatou-se que, mesmo com o trabalho de filtragem mensal, o planejamento em nível de médio prazo não cumpria efetivamente seu papel principal, que é a identificação e remoção de restrições. Isto ficou mais evidente quando se observou que havia pacotes de trabalho sendo planejados

semanalmente sem todas as suas restrições removidas. Além disto, o planejamento semanal era pouco participativo, sendo realizado com base em uma reunião envolvendo apenas o engenheiro e o estagiário.

### 5.5.2 Desenvolvimento do sistema de planejamento e controle da produção

A partir da análise realizada, houve uma discussão entre os envolvidos no gerenciamento da obra e os pesquisadores sobre a relação entre os níveis de planejamento e o papel de cada um deles. Entretanto, havia uma resistência da equipe gerencial com relação à possibilidade de aumento do esforço de planejamento em obra, principalmente no nível de médio prazo.

Em função disto, foi iniciado um trabalho de implementação mais gradual. Uma das primeiras ações foi aumentar a transparência do processo, principalmente com relação às restrições no plano de médio prazo. As planilhas com as atividades futuras deveriam ter uma identificação visual das atividades sem restrições. O objetivo era deixar clara as atividades que realmente podiam fazer parte do plano de curto prazo da semana seguinte.

O passo seguinte foi aumentar a confiabilidade do planejamento semanal envolvendo os empreiteiros no processo. As reuniões de curto prazo passaram então, a ocorrer de forma mais participativa. As atividades planejadas passaram a ser acordadas entre a equipe gerencial e o empreiteiro para serem colocadas no plano. Como o empreiteiro não tinha costume de discutir sobre planejamento, muitas atividades eram confirmadas, mas, conforme foi citado acima, não havia mão-de-obra suficiente para a execução.

A reunião de planejamento de curto prazo acontecia segunda-feira pela manhã. Então, já que o empreiteiro não sabia antecipadamente qual era a quantidade de serviço que seria planejada naquela semana, ele não tinha condições de fazer mais do que a capacidade da equipe que estava presente em obra. Uma das principais deficiências encontradas não foi somente a falta de informação de médio prazo para o empreiteiro, mas também que, durante o planejamento, o próprio não se dava conta que estava se comprometendo em fazer algo que a sua equipe não poderia executar em uma semana.

A consequência imediata desta falha de planejamento foram níveis baixos de PPC (Figura 50) como também uma queda no ritmo de produção. Como forma de avaliar o impacto no ritmo de produção, foi elaborado um gráfico de ritmo (Figura 51) para uma das fitas.

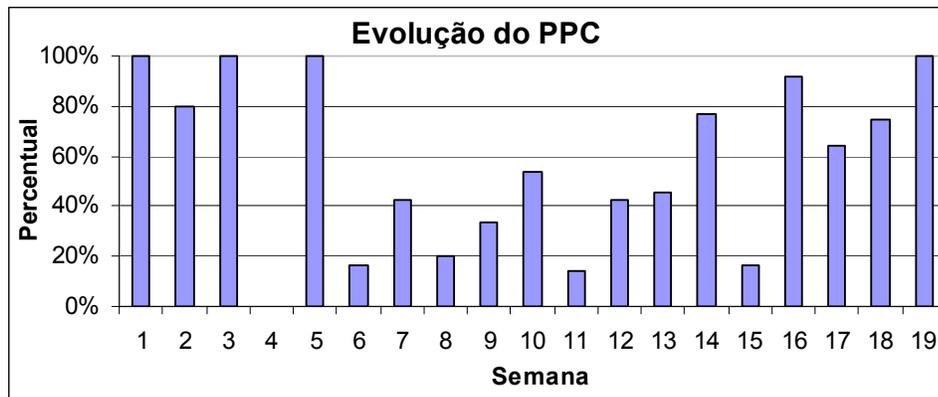


Figura 50: Evolução do PPC de uma das fitas.

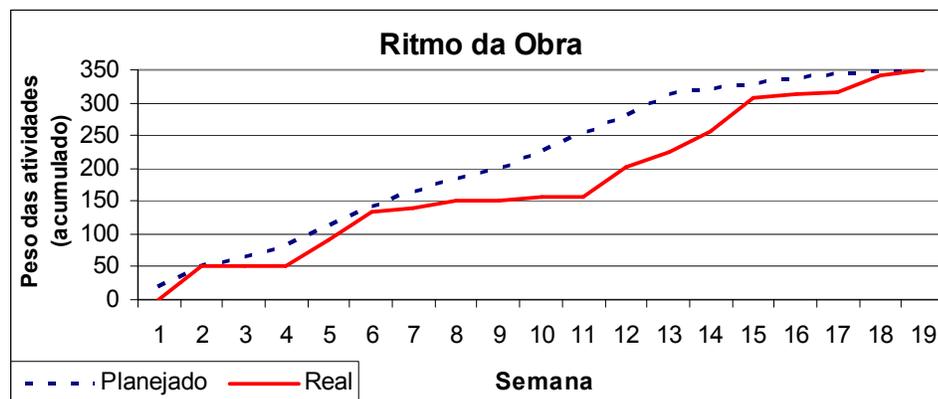


Figura 51: Gráfico de ritmo de uma das fitas.

O gráfico de ritmo foi elaborado considerando que cada atividade tinha um peso baseado no preço dos serviços. Este gráfico era atualizado a partir das planilhas de curto prazo. Como o sistema anterior só atualizava o plano de longo prazo a cada mês, o novo sistema se mostrou mais dinâmico e pró-ativo.

A partir das informações do gráfico de ritmo foi possível gerar um gráfico de desvio de prazo da obra. Este foi desenvolvido para mostrar o desvio em semanas. Desta forma, a equipe gerencial tinha uma noção de quantas semanas, a mais ou a menos, a obra estava em relação ao plano de longo prazo original. A Figura 52 apresenta o gráfico de desvio de prazo de uma das fitas.



Figura 52: Gráfico de desvio de prazo.

A forma expedita de atualização dos dados foi desenvolvida, buscando facilitá-la. Foi usada uma tabela, denominada planilha de controle da produção (Figura 53), semelhante àquela utilizada no Estudo 1, na qual eram cruzados os dados de serviços e das casas de uma determinada fita. As células da planilha eram preenchidas com o número da semana na qual determinada atividade era concluída, para uma determinada unidade. Com as informações da planilha de controle da produção e os pesos dos serviços, determinados a partir do custo do serviço, o gráfico de ritmo era alimentado.

Ao término de cada semana identificavam-se os serviços que eram totalmente finalizados em cada casa e preenchia-se a planilha de controle da produção. Com o auxílio de planilhas eletrônicas os gráficos eram gerados automaticamente.

O ritmo planejado (Figura 54) foi gerado a partir do planejamento de longo prazo elaborado pelo engenheiro da obra. Todavia, foi necessário desenvolver uma linha de balanço para passar as informações do programa para o gráfico de ritmo. Como o engenheiro ainda não tinha habilidade para trabalhar com a linha de balanço, esta foi elaborada pelos pesquisadores. A Figura 54 mostra o planejamento de longo prazo de uma das fitas desenvolvido em linha de balanço. Ao longo do estudo, o engenheiro aprendeu a elaborar a linha de balanço.

Serviço	Casa	Bloco D				
		18	19	20	21	22
Fundação		2	2	2	2	2
Esgoto ex		18	18	18	18	10
Alvenaria térreo		5	5	5	5	5
Muro dos pátios		14	14	14	14	14
Laje de forro		6	6	6	6	6
Alvenaria cômodos		7	7	7	7	7
Telhado		15	15	15	15	15
Reboco interno		12	12	12	12	12
Reboco externo		8	8	8	8	8
Esquadrias		13	13	13	13	13
Portas		14	14	14	14	14
Hidráulica		14	14	14	14	14
Tubul. elétrica		10	10	10	10	10
Enfia. eléct+TV+tel		14	14	14	14	14
Impem. box		16	16	16	16	16
Azulejo e piso		17	16	16	17	17
Pintura interna		18	18	18	19	19
Pintura externa		19	18	18	19	19
Medidor de energia		18	18	18	18	18
Louças e metais		18	18	18	18	18

Semana em que o serviço foi concluído

Figura 53: Planilha de controle da produção.

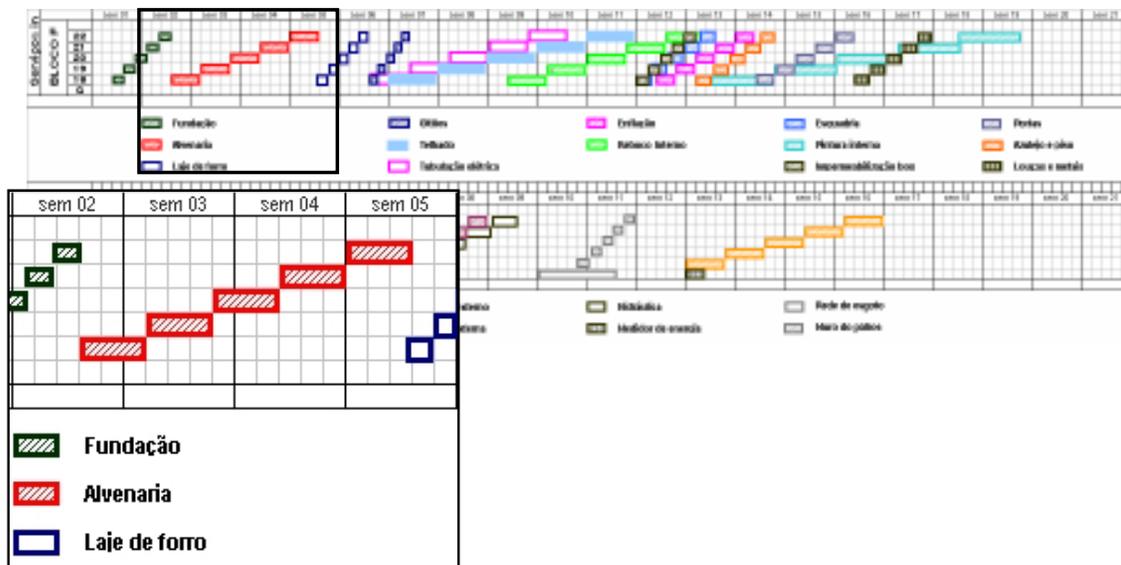


Figura 54: Plano de longo prazo de uma das fitas.

Em suma, neste estudo foram implementadas as seguintes ferramentas: planilha de controle da produção, linha de balanço, gráfico de ritmo e gráfico de desvio de prazo. Com relação ao médio prazo, utilizou-se apenas a filtragem do *software* MsProject® associado a uma identificação visual das restrições.

### 5.5.3 Análise do Estudo 5

O gerenciamento dos fluxos físicos não chegou a ser trabalhado, devido ao tempo gasto com o processo de planejamento e também ao pouco tempo disponível por parte da equipe gerencial da empresa. Os mesmos motivos impediram o desenvolvimento de dispositivos visuais.

Nem todos os pontos de melhoria foram atacados neste estudo. Muito trabalho necessitaria ser feito para tornar o sistema de PCP realmente eficaz. Mesmo assim, o trabalho representou um avanço no sistema de PCP da empresa, principalmente com relação ao envolvimento das pessoas no processo. A participação do empreiteiro e até de subempreiteiros nas reuniões mostrou-se um passo importante para se atingir as metas com maior eficácia. O Quadro 9 apresenta a evolução da participação das pessoas nos distintos níveis de planejamento. Cada momento na tabela representa um estado do processo de participação das pessoas no planejamento da obra.

Quadro 9: Evolução da participação das pessoas no planejamento.

Nível \ Momento	Momento		
	Antes do estudo	Durante o estudo	Final do estudo
LONGO PRAZO	<b>Engenheiro</b>	<b>Engenheiro</b>	<b>Engenheiro</b>
MÉDIO PRAZO	<b>Engenheiro</b>	<b>Engenheiro</b> <b>Estagiário</b>	<b>Engenheiro</b> <b>Estagiário</b> <b>Empreiteiro</b>
CURTO PRAZO	<b>Engenheiro</b> <b>Estagiário</b>	<b>Estagiário</b> <b>Empreiteiro</b>	<b>Estagiário</b> <b>Empreiteiro</b> <b>Subempreiteiro</b>

Esta evolução representa um avanço no processo de planejamento. As informações geradas nas reuniões foram mais discutidas, aumentando a confiabilidade dos planos. O compartilhamento das idéias permitiu que os empreiteiros tivessem oportunidade de contribuir de forma real para a melhoria do processo. A carga de trabalho do engenheiro, que era o único responsável por todos os níveis de planejamento, foi diminuindo gradativamente. Desta forma, o mesmo foi obtendo maior tempo para refletir sobre o andamento da obra.

É claro que uma melhoria deste tipo não pode ser feita de forma rápida. Os passos devem ser graduais e a capacitação dos envolvidos é primordial. Isto justifica a inclusão aos poucos das

pessoas no processo de planejamento. Persistem ainda dificuldades na implementação do PCP na empresa, principalmente com relação à carga de trabalho dos envolvidos.

Outro fator a ser considerado na avaliação deste estudo é que existe um tempo de adaptação das pessoas às novas ferramentas e procedimentos. Não foi possível implementar todas as ferramentas ao mesmo tempo. Muitas vezes pressupõe-se que as pessoas entendem as explicações dadas durante o treinamento e depois iniciam a sua aplicação imediata. Entretanto, na prática, para que as mudanças sejam introduzidas é necessário um tempo de adaptação e apropriação dos conhecimentos por parte da equipe gerencial, que envolve, além da compreensão, o desenvolvimento de confiança nas novas ferramentas.

Após o processo de implementação, foi realizada uma nova avaliação do sistema de PCP do empreendimento 7, usando a mesma lista de verificação. No Quadro 10 é apresentada a avaliação final do sistema de PCP realizada pelos pesquisadores que resultou na nota 83,33%.

Quadro 10: Notas finais das práticas de PCP do Empreendimento 7.

<b>DESCRIÇÃO DA PRÁTICA</b>	<b>Nota</b>
1. Rotinização das reuniões do planejamento de curto prazo	<b>1</b>
2. Definição correta dos pacotes de trabalho	<b>1</b>
3. Inclusão no plano de curto prazo apenas de pacotes de trabalho cujas restrições foram removidas	<b>1</b>
4. Tomada de decisão participativa nas reuniões de curto prazo	<b>1</b>
5. Programação de tarefas suplentes	<b>1</b>
6. Realização de ações corretivas a partir das causas do não cumprimento dos planos	<b>1</b>
7. Rotinização do planejamento de médio prazo	<b>1</b>
8. Remoção sistemática das restrições	<b>1</b>
9. Planejamento e controle dos fluxos físicos (materiais e mão-de-obra)	<b>0</b>
10. Elaboração de um plano de longo prazo num formato que permita a fácil visualização do plano de ataque à obra (por exemplo, usando uma linha de balanço)	<b>1</b>
11. Utilização de indicador para avaliar o cumprimento de prazo da obra	<b>1</b>
12. O plano mestre (longo prazo) é atualizado sistematicamente de forma a refletir o andamento da obra	<b>1</b>
13. Formalização do processo de PCP, através de planos e de ferramentas de controle	<b>1</b>
14. Utilização de dispositivos visuais para disseminar as informações no canteiro	<b>0</b>
15. Análise crítica do conjunto de dados disponíveis para a avaliação global da eficácia do sistema de planejamento	<b>0,5</b>

Com relação à área de custos, não foi possível aplicar as ferramentas. Mesmo o pesquisador tendo acesso aos custos, não era de interesse da alta direção da empresa que essas informações fossem para a obra.

#### 5.5.4 Contribuições para o modelo

No Estudo 5 ficou evidente a necessidade de participação das pessoas no processo de planejamento e controle. Por outro lado, muitas funções no canteiro de obras não são atribuídas corretamente e nem de maneira formal aos responsáveis. Por exemplo, o envolvimento do empreiteiro no processo de planejamento não era algo formalmente estabelecido.

### 5.6 ESTUDOS 6 e 7

Os Estudos 6 e 7 foram realizados em paralelo, seguindo os mesmos passos e com as mesmas ferramentas. Por este motivo, os mesmos são apresentados em conjunto.

#### 5.6.1 Caracterização do sistema de gestão

Como este estudo foi desenvolvido em dois empreendimentos das mesmas empresas dos Estudos 3 e 4, mas em cidades diferentes, não se considerou necessário apresentar a caracterização do sistema de gestão das mesmas. A única diferença em relação aos estudos anteriores (Estudos 3 e 4), é que neste estudo a equipe gerencial da Empresa C foi alterada.

#### 5.6.2 Desenvolvimento do projeto de sistema de produção

Nas primeiras reuniões foram coletadas as informações necessárias para dar início ao desenvolvimento do PSP. A lista de serviços foi preenchida e, a partir desta, foram definidos os ritmos de produção. Nesta fase, no Estudo 6, as reuniões eram realizadas apenas com o engenheiro e o mestre-de-obras. A partir da 9ª reunião, um estagiário passou a participar da reunião. No empreendimento do Estudo 7, não havia interesse de se contratar um estagiário, sendo que a equipe gerencial era formada por um engenheiro, um mestre-de-obras e um auxiliar geral, que ajudava no almoxarifado e na contratação de pessoas.

A etapa de planejamento do empreendimento, apesar de ser aparentemente simples, gerou muitas dúvidas, principalmente pela falta de experiência em gerenciamento de obras dos engenheiros. Enquanto um deles estava gerenciando a segunda obra daquele tipo, o outro estava iniciando sua carreira de engenheiro de obras. Neste caso, os mestres tinham um papel muito importante, pois o conhecimento deles era a principal fonte de informação naquele momento.

Após o preenchimento da lista de serviços, foi iniciado o PSP da obra. A definição dos planos de ataque serviu como referência para a elaboração do plano de longo prazo. A Figura 55 apresenta o plano de ataque do Empreendimento 8.

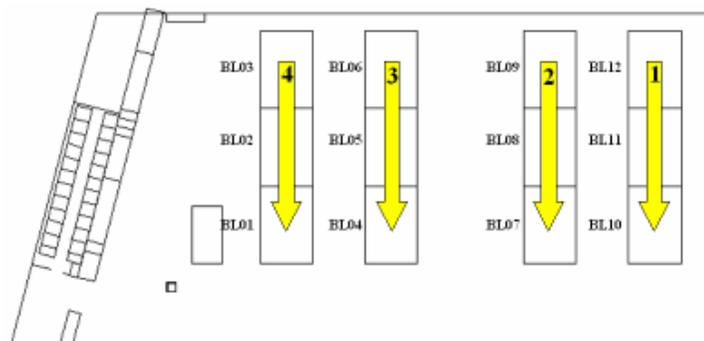


Figura 55: Plano de ataque do Empreendimento 8.

Os planejamentos foram desenvolvidos através de linha de balanço, porque permitiam uma melhor visualização do impacto das decisões. Na Figura 56 está apresentado o plano de longo prazo do Empreendimento 8.

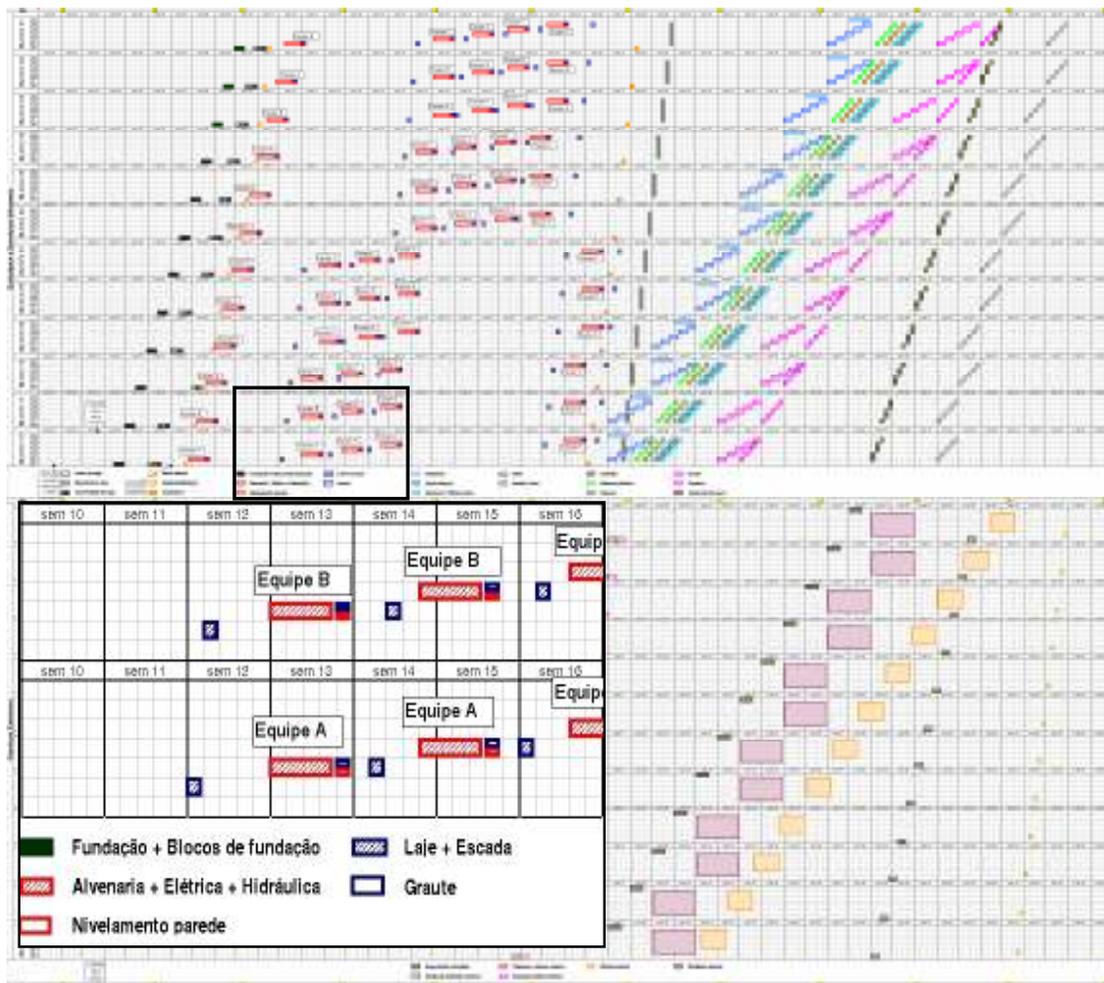


Figura 56: Plano de longo prazo do Empreendimento 8.

Os serviços foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo consistia nos serviços estruturais e dos internos. O segundo agrupou os serviços externos e de instalações. Como em algumas reuniões não foi possível o uso do computador, o pesquisador registrava as decisões acordadas e desenvolvia a linha de balanço para apresentação em uma reunião posterior.

Com as informações da linha de balanço e da planilha de serviços foi possível avaliar a qualidade do planejamento de longo prazo em termos de distribuição da mão-de-obra. Foram gerados gráficos para certos tipos de profissionais como também para o total de pessoal. A Figura 57 apresenta a distribuição de todos os operários para uma das obras.

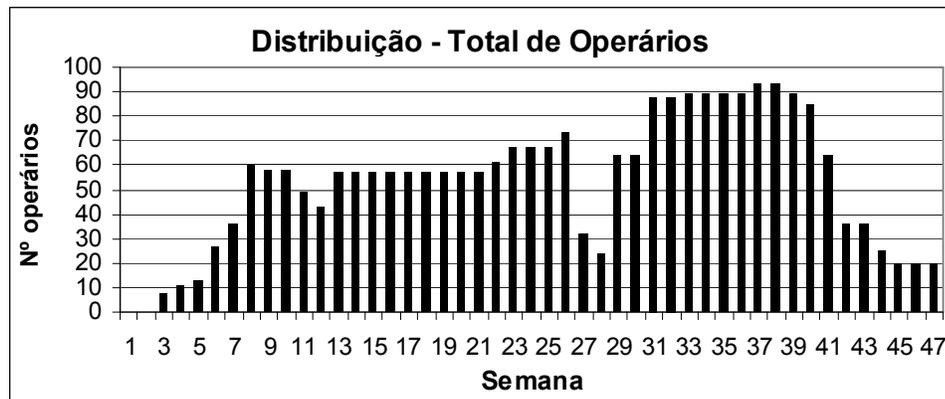


Figura 57: Distribuição da mão-de-obra da obra do Empreendimento 8.

Esta informação é importante tanto para a previsão de pagamento como também na fase de detalhamento das instalações provisórias do canteiro de obras. A partir deste gráfico, pode-se tentar o nivelamento do número de determinados profissionais em obra.

Posteriormente ao ajuste do plano para o nivelamento da mão-de-obra, a preocupação principal foi com o desenho dos processos críticos das obras, a serem determinados a partir do grau de importância em relação aos outros serviços e ao possível impacto no prazo da obra.

O processo de montagem ou execução das lajes, mais uma vez, foi considerado como crítico nestas obras, pois o mesmo tinha grande interdependência com a execução da alvenaria. Por esta razão, o projeto detalhado do processo de lajes era necessário. Como as empresas escolheram tecnologias diferentes, o plano de execução também foi distinto entre elas.

Na obra do Estudo 6 optou-se por lajes pré-moldadas. Uma área em frente ao canteiro de obras foi reservada com o propósito de pré-fabricá-las. Neste local foram construídas duas pistas para a concretagem das lajes. A Figura 58 mostra fotos da área para a produção das lajes.



Figura 58: Área para produção de lajes da obra do Empreendimento 8.

O plano da produção de lajes (Figura 59) baseou-se no ritmo da execução da alvenaria. Três variáveis fizeram parte deste dimensionamento, da mesma forma que no trabalho de Schramm (2004): número acumulado de lajes produzidas, número acumulado de lajes montadas e número de lajes estocadas por semana.

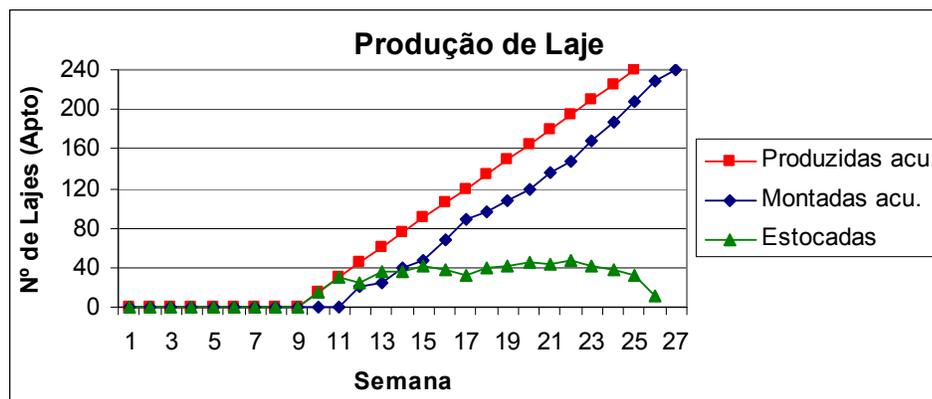


Figura 59: Plano da produção de lajes do Empreendimento 8.

A expectativa era de não se gerar grandes estoques, mas não havia condições de garantir a continuidade da obra sem considerar um nível mínimo de estoque, principalmente porque a área de produção não tinha cobertura e ficava exposta às condições do tempo.

Apesar do esforço da equipe em fazer o planejamento junto com os pesquisadores, o diretor da empresa não se envolveu. Ao contrário, ele ditava as regras de produção sem considerar o planejamento que estava sendo gerado pelo trabalho de pesquisa. Na produção de lajes ele considerou que deveriam ser produzidas 12 lajes para apartamentos por semana. Porém, esta taxa de produção era incoerente com relação à produção estabelecida anteriormente pelo

planejamento, que era de 15 lajes por semana. A Figura 60 mostra o impacto da mudança da taxa de produção de lajes no plano inicial.

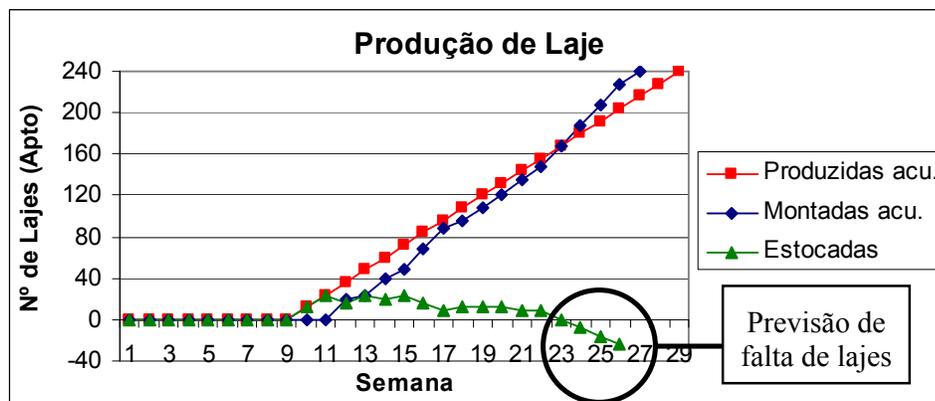


Figura 60: Novo plano da produção de lajes do Empreendimento 8.

Com a visualização no gráfico, ficou claro que a nova taxa de produção não era suficiente para atingir a meta de produção estabelecida. No gráfico acima, observa-se que, a partir da semana 23, a obra não teria lajes para serem montadas, acarretando em atraso. Entretanto, mesmo com a constatação foi mantida a decisão do diretor.

No Empreendimento 9 (Estudo 7) as lajes foram moldadas in loco. Para o planejamento deste processo foi necessário saber qual era a velocidade de montagem e de desforma e quantos jogos de formas eram necessários. Esta tecnologia estava sendo usada pela primeira vez pela empresa. Muitos detalhes ainda não estavam bem definidos sobre o processo de execução da forma, porém o prazo para o início da produção estava se aproximando.

O planejamento de execução inicial foi estabelecido somente com base em alguns pressupostos. Considerava-se, por exemplo, que se poderia desformar uma laje com apenas 24 horas após a sua concretagem e que apenas dois jogos de forma eram necessários para se concretar quatro lajes por semana. Com estas informações foi gerado um esquema de produção (Tabela 7), semelhante àquele proposto no trabalho de Schramm (2004).

Tabela 7: Esquema de execução das lajes do Empreendimento 9.

Equipe \ Dia	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
1	<b>Concretar</b>	Desformar	Montar	<b>Concretar</b>	Desformar	Montar
2	Montar	<b>Concretar</b>	Desformar	Montar	<b>Concretar</b>	Desformar

Após a finalização dos projetos do processo de produção de lajes, foram elaborados os projetos dos canteiros de obras. Devido às obras já estarem em andamento, as instalações provisórias já existiam, porém não havia projeto formal das mesmas. O passo seguinte foi colocar as instalações existentes no projeto e trabalhar na localização dos equipamentos e estoques dos materiais. Os projetos de canteiros serão apresentados na etapa de implantação do PCP.

Não foi possível trabalhar a integração entre planejamento e custos. A principal razão foi que as obras já estavam sendo executadas, com base em um planejamento de custos aprovado pela contratante. A melhor opção foi colocar no gráfico as informações de custo que poderiam ser trabalhadas ao longo da obra. Obteve-se, então, informações sobre a receita esperada do cronograma físico-financeiro do contratante, sendo gerado um gráfico com o gasto planejado, originado do cruzamento entre planejamento de longo prazo e os custos dos serviços (orçamento). A Figura 61 mostra uma curva de agregação de recursos com o planejamento do gasto e da receita de uma das obras.

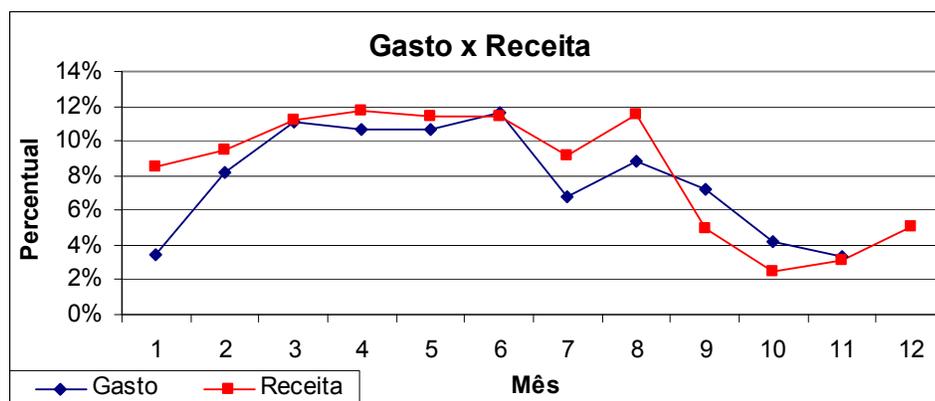


Figura 61: Curva de agregação de recursos do Empreendimento 8.

### 5.6.3 Desenvolvimento do sistema de planejamento e controle da produção

#### 5.6.3.1 Planejamento de curto prazo e controle de avanço físico

A implantação do PCP teve seu início com o planejamento de curto prazo. Nas duas obras a pesquisa foi desenvolvida da mesma forma. Houve um pequeno atraso no início do Empreendimento 9, mas como o engenheiro era o mesmo do Estudo 4, o mesmo já tinha algum conhecimento sobre os procedimentos de planejamento.

As ferramentas utilizadas foram as mesmas nas duas empresas. Cada ferramenta foi introduzida em momentos diferentes. Esta foi a estratégia seguida pelos pesquisadores, para possibilitar a aprendizagem gradual das equipes gerenciais das empresas. Após a planilha de curto prazo foram implementadas as seguintes ferramentas: gráfico de PPC, gráficos de causas do não cumprimento dos planos, planilha de controle da produção, gráfico de ritmo, desvio de prazo, planilha de médio prazo, leiaute de médio e curto prazo, diagrama de processo, lista de verificação do canteiro, curvas de agregação de recursos. Esta também foi a ordem de implementação.

Os primeiros planos de curto prazo foram realizados na semana 8 (Estudo 6) e 10 (Estudo 7). Ambas as obras iniciaram na mesma data. A planilha de planejamento de curto prazo utilizada continha informações sobre equipe responsável, pacote de trabalho, período planejado e execução, percentual executado e problema, conforme apresentado na Figura 62.

		Planejamento Semanal										
		Obra: Aurora	Período: / / à / /									Semana:
		Engenheiro:	$PPC = \frac{\sum \text{mens\_exec100\%}}{\sum \text{mens\_cotas}} =$									
		Mestre:										
E	Equipe	Pacote de Trabalho	Q	S	T	Q	Q	S	S	D	%	Problema
				P								
				E								
				P								
				E								
				P								
				E								
				P								
				E								
				P								
				E								

Figura 62: Planilha de curto prazo utilizada nos Estudos 6 e 7.

A eficácia do planejamento foi avaliada através do PPC. Como as equipes gerenciais não tinham experiência em fazer planejamento formal, foi utilizado também outro indicador, o Percentual de Pacotes não Planejados – PPñP. Este tem o objetivo de detectar as atividades que foram executadas além das planejadas. O indicador é gerado pelo número de pacotes de trabalho não planejados dividido pelo total dos pacotes de trabalho da semana, considerando tanto planejados como não planejados, multiplicado por cem. A função do PPñP foi de identificar algumas deficiências no processo de planejamento semanal.

A Figura 63 mostra os gráficos de evolução do PPC e do PPñP, respectivamente, do Empreendimento 9 (Estudo 7). Nesta obra a coleta dos indicadores se deu por 10 semanas, correspondente à semana 10 até a 19. Problemas na comunicação e a falha no dimensionamento dos pacotes de trabalho foram as principais razões para a existência de pacotes não planejados.

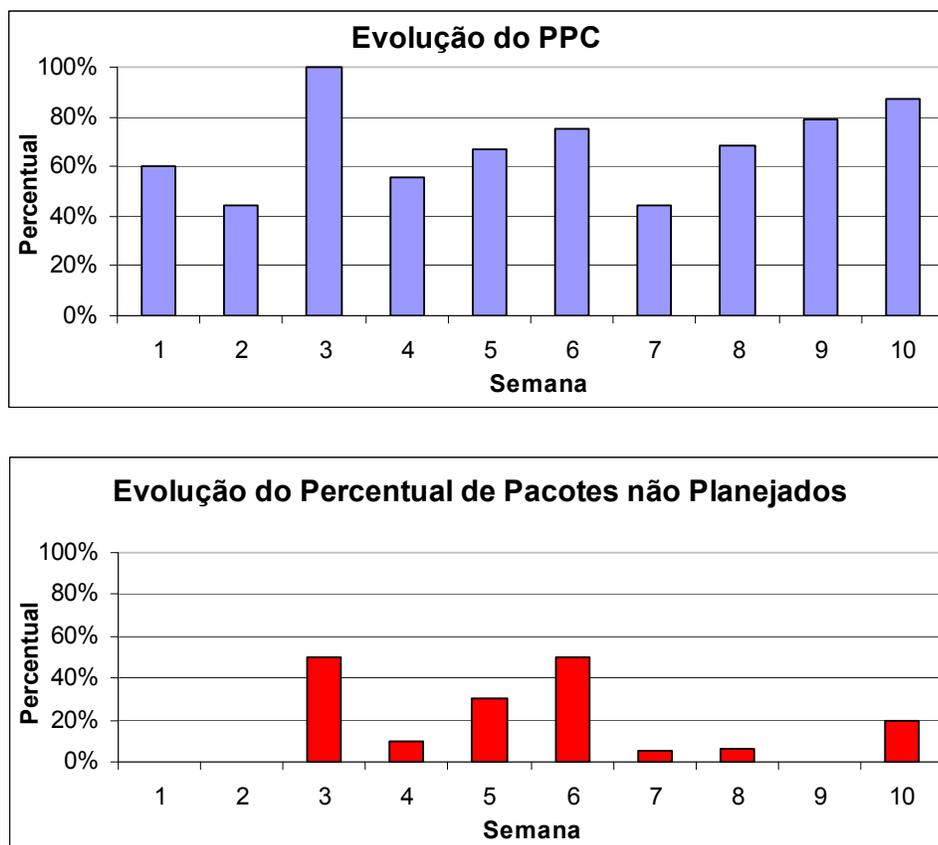


Figura 63: Evolução do PPC e evolução do PPñP do Empreendimento 9.

As médias do PPC foram 86% para o Estudo 6 e 68% para o Estudo 7. De maneira geral, as duas empresas tiveram problemas de produtividade das equipes de execução de alvenaria, pois as mesmas não estavam adaptadas à tecnologia construtiva utilizada. No caso do Estudo 7, o PPC foi menor devido a problemas com a nova tecnologia de lajes, que utilizava um sistema de desforma ainda não conhecido pela empresa construtora.

Como os engenheiros tinham muitas atividades burocráticas, relacionadas à gestão da qualidade e aos pedidos de material, o planejamento semanal não acontecia sempre no mesmo horário. Mesmo com a melhoria do PCP ao longo da obra, o planejamento ficava mais a cargo dos mestres e dos encarregados do que dos engenheiros. As reuniões eram mais efetivas quando algum pesquisador estava presente, sendo que, na ausência do mesmo, algumas reuniões não aconteceram nos dias pré-determinados.

Os dados referentes aos problemas também eram tabulados e analisados pela equipe gerencial com auxílio dos pesquisadores. A cada semana as planilhas eletrônicas eram alimentadas, gerando os gráficos com os percentuais dos problemas. Cada problema deveria ser inserido em uma das classes de problemas pré-definidas. Além disso, eles também eram classificados em problemas externos e internos, indicando se os problemas são passíveis ou não de serem controlados pela equipe gerencial da obra. Ou seja, os problemas externos não podem ser controlados, enquanto que os internos podem ser evitados com algum esforço adicional de controle (BALLARD; HOWELL, 1997a).

A Figura 64 indica a natureza dos problemas mais frequentes, enquanto que a Figura 65 indica a evolução das causas internas e externas.



Figura 64: Gráfico indicando a natureza dos problemas do Empreendimento 9.

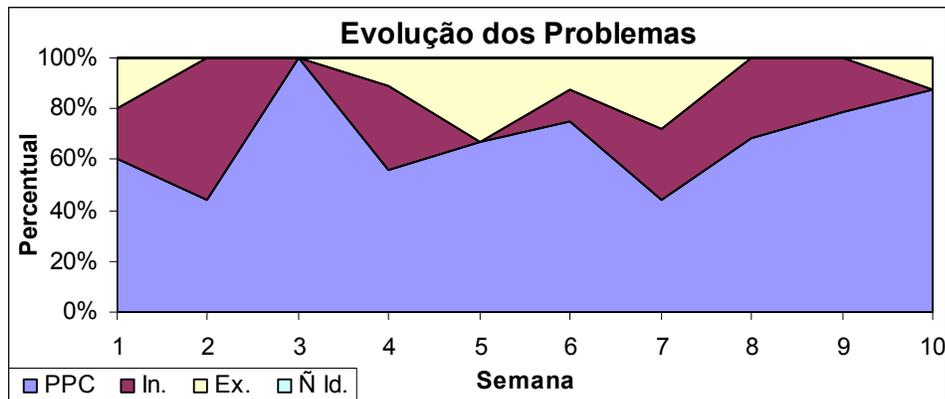


Figura 65: Evolução das causas internas e externas dos problemas de planejamento do Empreendimento 9.

O gráfico sobre a evolução dos problemas permitiu avaliar ao longo do tempo se a produção estava sendo mais afetada por problemas externos ou internos. Isto também ajudou a avaliar a qualidade do processo de planejamento e quais eram os tipos de interferências que as obras estavam sofrendo.

Com os dados das planilhas de curto prazo eram alimentadas as planilhas de controle. As mesmas tinham a função de registrar o término de uma atividade e de auxiliar no planejamento do médio prazo das obras. Na Figura 66 está apresentado um exemplo de planilha de controle, referente ao Estudo 7.

Nesta planilha cada serviço era controlado pelo número de apartamentos que a unidade de controle do serviço englobava. Como cada célula correspondia a um apartamento, um pavimento correspondia a quatro células. No caso da alvenaria era possível executar um único apartamento por andar, sendo preenchida apenas uma célula. No caso da colocação de uma escada de um pavimento, era necessário preencher quatro células, que correspondia a quatro apartamentos em um pavimento. Além disso, as atividades que estavam programadas no médio prazo recebiam uma identificação colorida. As atividades que estavam sem restrição eram marcadas com um “X”. Este tipo de legenda foi bastante útil à dinâmica das obras, pois era simples e rápido de se fazer.

LEGENDA:		Planilha de Controle da Produção -														
Mélio prazo		Bloco 10					Bloco 11					Bloco 12				
Recursos disponíveis	X															
Atividade concluída	S															
Serviço	Pav	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Armação																
Alça final																
Cardeais																
Inst. elétrica (bloco)																
Inst. hidráulica (bloco)																
Alvenaria					X	X	X	X	X	X						
Laje																
Excavação																
Colunas																
Forro de madeira																
Forro. Ex. (log. Reserv.)																
Hidráulica externa																
Janelas																
Arquitetura																
Forro																
Porta																
Plafond																
Plafond ec.																
Receiv. Banh. Privado																
Luzes																
Telhado																
Controlar																
Limpeza																

Figura 66: Planilha de controle da obra do Empreendimento 9.

O gráfico de ritmo era gerado a partir do preenchimento da planilha de controle. Os serviços tinham pesos determinados com base no orçamento das obras. O gráfico de ritmo resume toda produção de uma semana em um único número, aumentando a compreensão dos envolvidos devido à sua simplicidade. Como o planejamento e o controle foram feitos por semana, tinha-se então um monitoramento semanal do ritmo das obras. Com o auxílio de planilhas eletrônicas, o gráfico de ritmo (Figura 67) era gerado automaticamente.

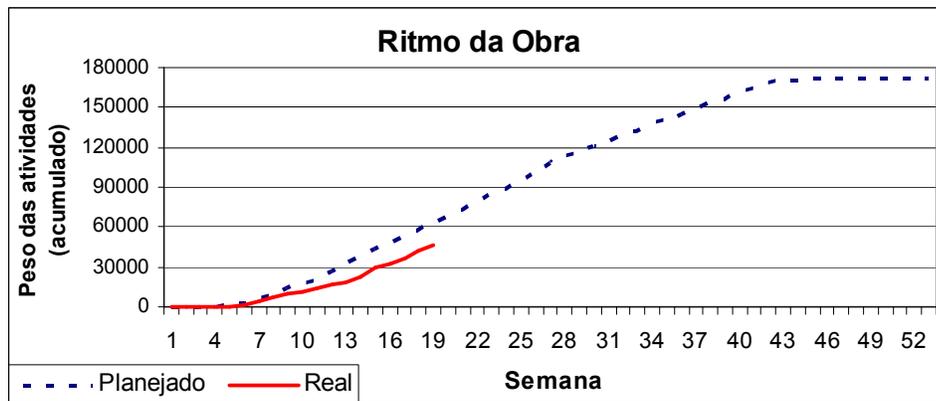


Figura 67: Gráfico de ritmo da obra do Empreendimento 9.

Comparando-se os ritmos planejado e real, foi possível fazer um gráfico de desvio de prazo (Figura 68). Esta ferramenta facilitou a compreensão, por converter as informações do gráfico de ritmo em semanas de atraso, gerando automaticamente uma estimativa de adiantamento ou atraso da obra.



Figura 68: Gráfico de desvio de prazo da obra do Empreendimento 9.

Outra ferramenta que auxiliou o controle da produção foi o gráfico de ritmo por serviço. Ele foi ajustado para registrar os percentuais executados para cada serviço. Desta forma, alguns serviços poderiam ser monitorados individualmente. A alimentação também se dava automaticamente a partir do preenchimento da planilha de controle. Um exemplo do gráfico de ritmo por serviço está apresentado na Figura 69.

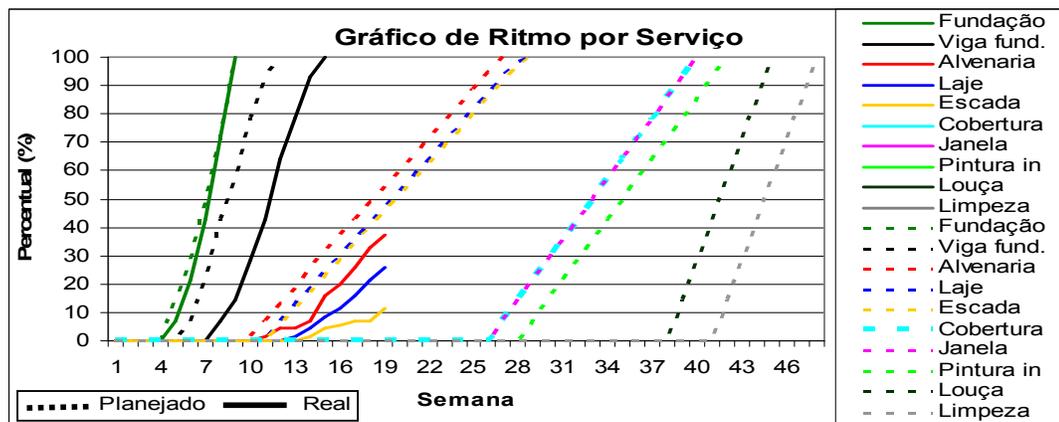


Figura 69: Gráfico de ritmo por serviço do Empreendimento 9.

Estas ferramentas davam uma visão mais clara de como os problemas da produção afetavam o desenvolvimento da obra, pois só com o gráfico de PPC não se tinha uma noção do avanço físico. Antes destas ferramentas, a única fonte de informação sobre o andamento da obra era a planilha desenvolvida pelo contratante, que servia apenas para fazer as medições mensais. Um dos problemas é que uma parte dos valores contabilizados nesta planilha era referente a aluguéis e impostos, os quais não refletiam o percentual executado na obra. Outro fator é que

esse controle só era feito no final de cada mês, sendo, por este motivo, um indicador bastante defasado em relação à tomada de decisões.

### 5.6.3.2 Controle de receitas

Para o controle de receitas do empreendimento, foi utilizada uma planilha que comparava o avanço físico previsto com o real. Nesta planilha, constavam os percentuais de receitas previstas no contrato (plano a executar), gerado a partir do planejamento inicial da empresa, e também a medição do avanço físico realizada pelo contratante (realizado). O débito e o saldo representam a diferença entre os percentuais planejados e medidos, se esta for negativa ou positiva, respectivamente. A receita efetiva representa a parcela mensal que a empresa realmente recebe. Conforme o contrato estabelecido com a CEF, se a empresa executar a mais do que o planejado, ela não recebe essa diferença, mas a mesma fica com saldo para a próxima medição. Por outro lado, se ela fizer a menos que o planejado, ela recebe somente o referente aos serviços executados. Entretanto, se a soma do percentual executado com o saldo for maior que o percentual planejado para determinado mês, ela só receberá aquilo que foi planejado, e a diferença fica novamente como saldo para o mês seguinte. O Quadro 11 apresenta um exemplo desta planilha.

Quadro 11: Planilha de controle de custo do Empreendimento 9.

Mês	Medição				Empresa		
	Plano (a executar) (%)	Plano acumulado (%)	Realizado (%)	Realizado acumulado (%)	Débito (%)	Saldo (%)	Receita efetiva (%)
1	8,27	8,27	9,78	9,78	0,00	1,51	8,27
2	12,33	20,60	5,56	15,34	5,26	0,00	7,07
3	11,20	31,80	7,59	22,93	8,87	0,00	7,59
4	11,72	43,52	8,33	31,26	12,26	0,00	8,33
5	11,82	55,34	10,94	42,20	13,14	0,00	10,94
6	12,21	67,55					
7	8,56	76,11					
8	10,32	86,43					
9	4,38	90,81					
10	1,96	92,77					
11	2,11	94,88					
12	5,12	100,00					

Com essas informações foi possível fazer alguns gráficos para o controle do avanço físico. O gráfico mais elementar foi a comparação da receita planejada com a real (Figura 70). A partir disto foram feitos alguns cruzamentos de informações. Por exemplo, a relação entre débito e saldo da empresa e a diferença entre valores medidos e recebidos (Figura 71). A medição da

obra aponta o que foi executado pela empresa, porém o que vai ser efetivamente recebido monetariamente segue as regras estabelecidas pela contratante.

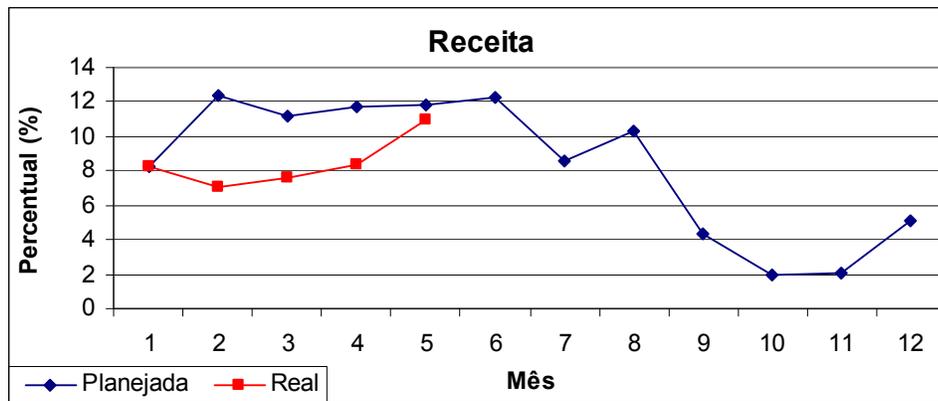


Figura 70: Gráfico de receita planejada versus real do Empreendimento 9.

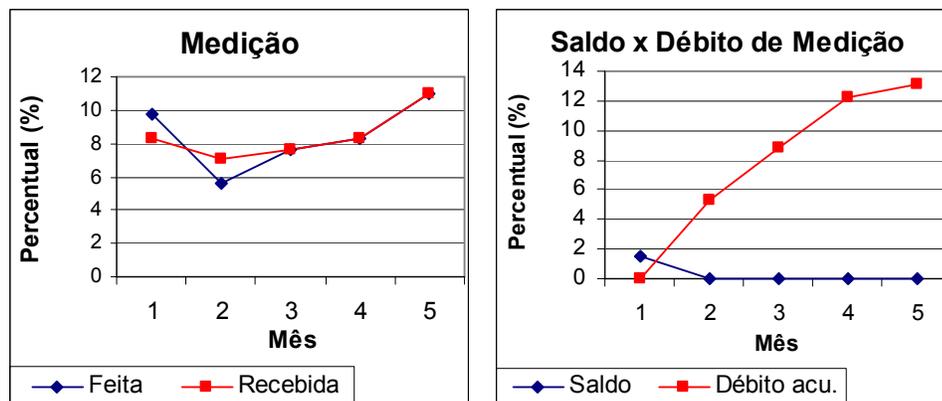


Figura 71: Gráfico de medição feita versus recebida (à esquerda) e Gráfico de saldo versus débito (à direita) do Empreendimento 9.

Não foi possível coletar informações de custos reais nas duas empresas. Até mesmo os engenheiros das obras não tinham acesso a esta informação. Por esta razão, não foi possível desenvolver um trabalho em gestão de custos, pois os diretores não tinham interesse em passar as informações necessárias à equipe de obra. Mesmo sem essas informações, foi possível concluir que os engenheiros não tinham tempo suficiente para analisar todos os gráficos que poderiam ser gerados. Embora a curva de agregação de recursos (gasto x receita) tenha despertado o interesse dos engenheiros, o fato de não se ter disponível as informações de gastos reais das obras impediu a utilização efetiva da ferramenta.

### 5.6.3.3 Planejamento de médio prazo

O planejamento de médio prazo foi o nível que recebeu menos atenção, como tem sido praxe em muitas empresas (COELHO, 2003). Mesmo com o reconhecimento da importância do mesmo, as equipes gerenciais estavam sempre tentando resolver problemas emergenciais e não dedicavam suficiente atenção a este nível de planejamento. Como não houve tempo suficiente para trabalhar em mais profundidade a implementação do planejamento de médio prazo neste estudo, procurou-se introduzir este nível de planejamento de maneira bem simples.

Embora a remoção das restrições seja um dos focos principais, os engenheiros tinham dificuldade de analisar restrições. O horizonte de planejamento era de quatro semanas e as únicas restrições que eles normalmente identificavam eram os materiais necessários para a execução dos serviços. Dado o caráter repetitivo das obras, muitas restrições repetiam-se ao longo de diversas semanas.

Assim, a planilha de médio prazo praticamente não foi utilizada - só era usada na presença dos pesquisadores. Ela era preenchida durante as reuniões de médio prazo, porém as restrições não eram monitoradas ao longo das semanas. As empresas preferiam utilizar requisições de solicitação de materiais, que fazia parte dos procedimentos formais das empresas. Como a essência do planejamento de médio prazo não havia sido entendida pelas equipes gerenciais, estas não percebiam a diferença entre a utilidade da planilha de médio prazo e do talão de solicitação de material.

A falta de visão de médio prazo trouxe diversos problemas para a produção. Quando se iniciava um novo serviço, as equipes gerenciais normalmente não estavam preparadas para lidar com as novas necessidades da obra. Geralmente isto provocava atraso no início dos serviços e a falta de treinamento das equipes operacionais resultava em uma baixa produtividade inicial e em problemas de qualidade do produto.

### 5.6.3.4 Gestão dos fluxos físicos

Como se tratava de canteiros horizontais, distribuídos em áreas relativamente grandes (Figura 72), a possibilidade da ocorrência de perdas relacionadas aos fluxos físicos era maior do que em outros tipos de obras. Então, havia a necessidade de se planejar e controlar os fluxos físicos.

No planejamento semanal, a maneira encontrada para melhorar a visualização da obra no processo de planejamento foi utilizar o projeto de canteiro como uma ferramenta de apoio ao planejamento de curto prazo. Então, elaborou-se uma versão do projeto em tamanho de papel A4. Esta foi anexada a cada plano semanal, identificando a movimentação das equipes e a localização dos estoques e equipamentos fixos e móveis. Esta ferramenta surgiu a partir de sugestão encontrada no trabalho de Alves (2000).

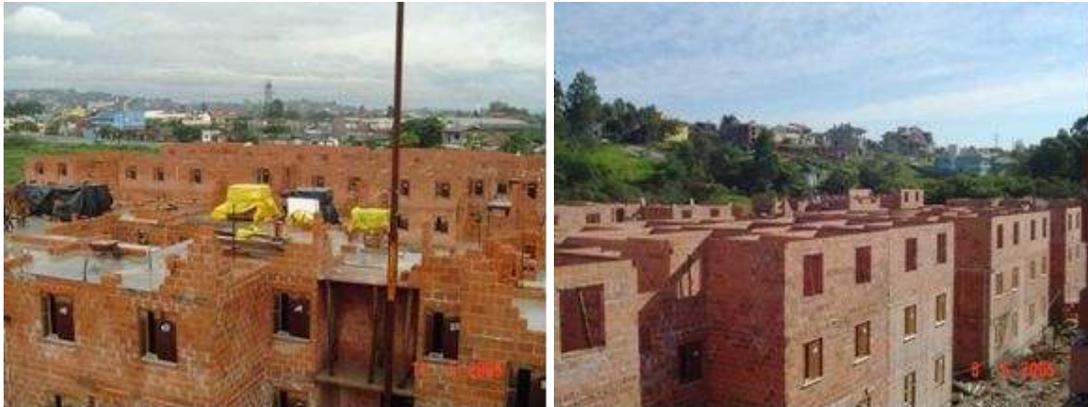


Figura 72: Vista do Empreendimento 8 (à esquerda) e do Empreendimento 9 (à direita).

Essa versão do projeto de canteiro foi denominada de leiaute de médio e curto prazo. Os estoques e equipamentos fixos ficavam impressos no papel, enquanto que os equipamentos móveis tinham a sua movimentação planejada nas reuniões de planejamento, considerando as necessidades das equipes em cada semana. Um exemplo do leiaute de médio e curto prazo é apresentado na Figura 73. Durante as reuniões de curto prazo, um leiaute era preenchido à medida que as equipes eram posicionadas e re-posicionadas, no caso de uma mesma equipe ter dois ou mais pacotes de trabalho na semana. A Figura 74 mostra um leiaute de curto prazo.

O leiaute de médio e curto prazo deu uma maior agilidade às reuniões de curto prazo. Quando se discutia as possibilidades de execução com mestres e encarregados, a visualização da obra possibilitava uma análise prévia dos fluxos físicos. A ferramenta foi evoluindo ao longo do estudo: inicialmente ela só continha os prédios, posteriormente foram acrescentados os estoques e equipamentos. Com a utilização do recurso visual nas reuniões, a comunicação entre os envolvidos tornou-se mais eficaz, pois era possível falar e desenhar no leiaute ao mesmo tempo. Isto fazia com que as pessoas entendessem de forma mais rápida os planos.

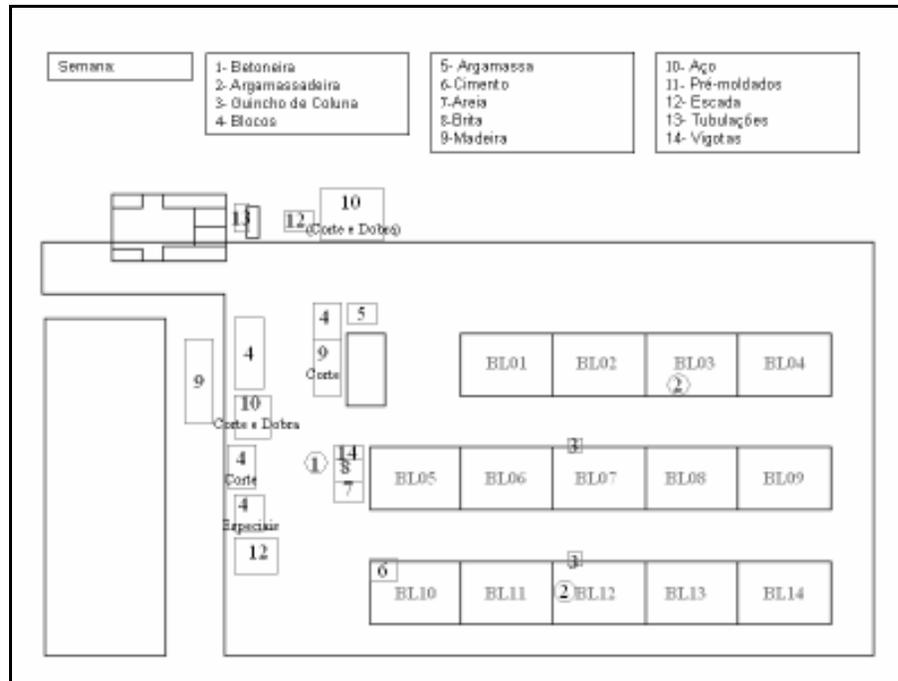


Figura 73: Leiaute de médio e curto prazo do Empreendimento 9.

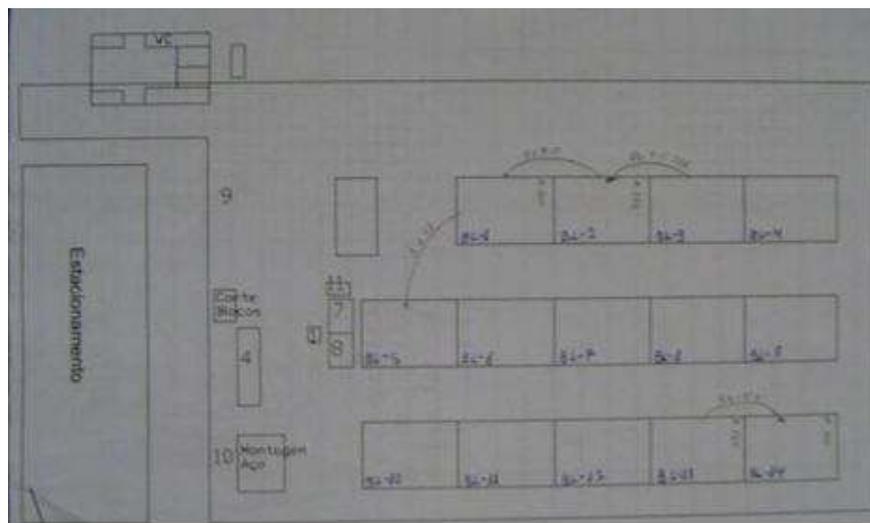


Figura 74: Leiaute de curto prazo do Empreendimento 9.

O leiaute de médio e curto prazo também foi utilizado para as atualizações do leiaute do canteiro no planejamento de médio prazo. Pelo menos uma vez por mês, era elaborada uma nova versão do leiaute. Também eram realizadas previsões de estoques futuros ou modificações das instalações provisórias no nível de médio prazo.

Para estudar em mais detalhe a movimentação de materiais, a ferramenta utilizada foi o mapofluxograma. Esta foi aplicada pelos pesquisadores devido à falta de tempo dos engenheiros e dos estagiários. A Figura 75 mostra um mapofluxograma do transporte da argamassa para a execução da alvenaria da obra do Estudo 7.

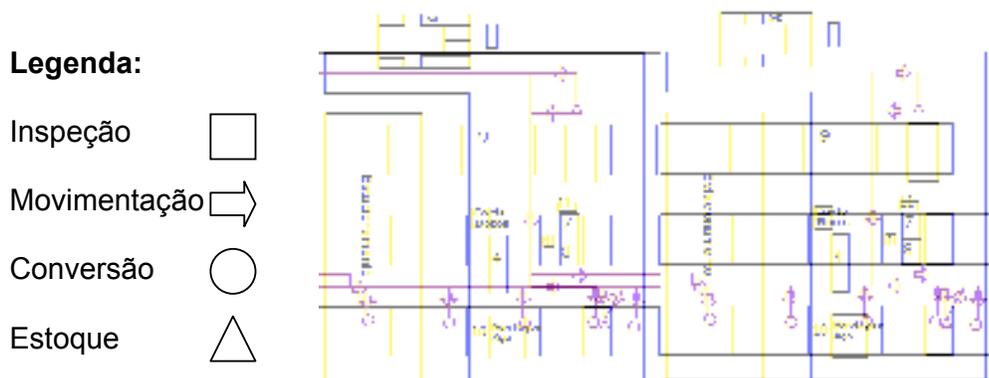
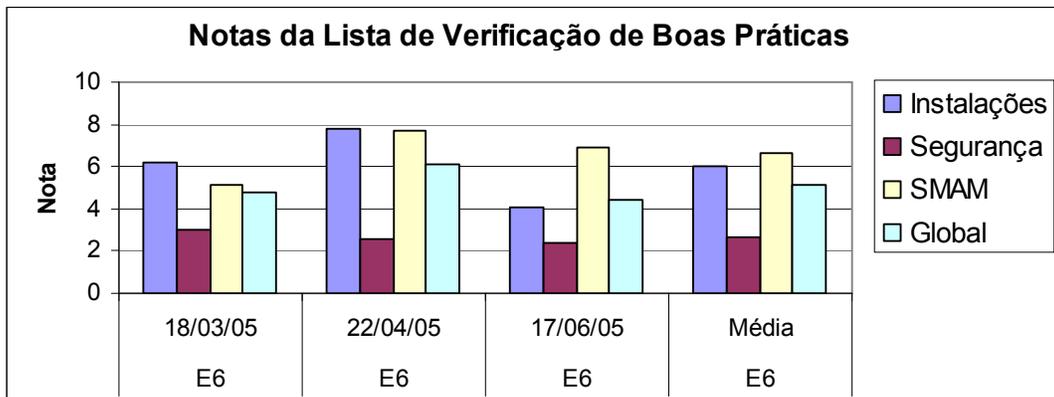


Figura 75: Mapofluxograma do transporte da argamassa para a execução da alvenaria do Empreendimento 9.

Apesar do esforço dos pesquisadores em aplicar esta ferramenta, não foi possível fazer uma discussão mais aprofundada sobre o mapeamento destes fluxos com os engenheiros. Em função disto, mesmo com a necessidade de se evitar perdas nos processos, observou-se muitos problemas no sistema de armazenamento e movimentação de materiais nestas obras. O foco de melhorias de processo nas empresas estudadas ainda estava voltado para a produtividade dos operários, não se dando a devida atenção às etapas dos processos que não agregam valor.

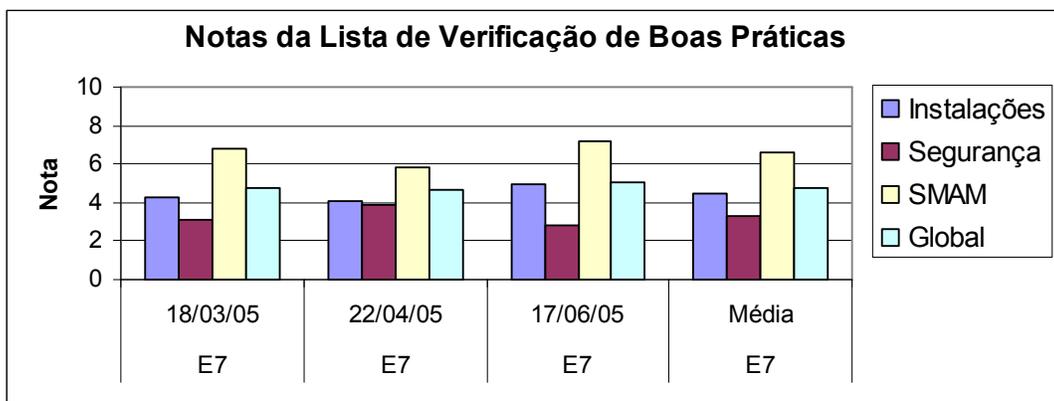
Assim como o mapofluxograma, a aplicação da lista de verificação de boas práticas para canteiro de obras foi somente feita pelos pesquisadores. Havia uma grande dificuldade para os engenheiros disponibilizarem tempo para este propósito. As Figuras 76 e 77 apresentam os resultados obtidos a partir da aplicação da lista de verificação do canteiro nas duas obras.

Mesmo sem um envolvimento direto das equipes gerenciais com a ferramenta, constatou-se que os resultados apresentados promoveram uma mudança no sentido de enxergar o canteiro de vários aspectos diferentes. Como eles não tinham conhecimento profundo da NR-18, a ferramenta serviu como um sinalizador da existência de não conformidades com a referida norma.



SMAM: Sistema de movimentação e armazenagem de materiais.

Figura 76: Resultados da lista de verificação de boas práticas do Estudo 6 (Empreendimento 8).



SMAM: Sistema de movimentação e armazenagem de materiais.

Figura 77: Resultados da lista de verificação de boas práticas do Estudo 7 (Empreendimento 9).

A utilização de dispositivos visuais também foi pouco explorada nestes estudos. Os pesquisadores tentaram explicar os benefícios da transparência de processos no ambiente de obra. Todavia, os engenheiros não se envolveram em explorar este recurso. Em alguns casos não havia realmente possibilidade para se fazer mural informativo: a ausência de equipamentos (computador e impressora) em obra e falta de material de escritório foram algumas das dificuldades encontradas. Apesar das dificuldades, em alguns momentos dos estudos foi possível colocar em exposição algumas informações, como exemplificado na Figura 78.



Figura 78: Mural de informações das obras do Empreendimento 8.

#### 5.6.4 Análise dos Estudos 6 e 7

De uma forma geral todas as ferramentas que compõem o modelo foram testadas, embora nem todas tenham sido absorvidas pelas empresas. Tanto no PSP como no PCP muitas dificuldades foram encontradas. Problemas estruturais das empresas, principalmente na sua estrutura organizacional e na qualificação das suas equipes gerenciais dificultaram a implementação de mudanças ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Com relação às ferramentas, a planilha de curto prazo foi a que teve maior receptividade, enquanto o planejamento de médio prazo, mesmo sendo reconhecido como algo fundamental ao gerenciamento de obras daquele porte, não teve êxito. Um dos grandes benefícios da implementação do planejamento de curto prazo foi a participação de mestres e encarregados no processo. Nas reuniões de planejamento havia uma média de três pessoas, sem considerar os pesquisadores presentes. Geralmente os envolvidos no desenvolvimento dos planos eram o engenheiro, estagiário, mestre-de-obras, empreiteiro e encarregado. Mesmo com a participação das pessoas nas reuniões de planejamento, as obras tiveram problemas de manutenção do seu ritmo.

As informações geradas pelas ferramentas foram muito elogiadas pelas equipes gerenciais. A possibilidade de se ter recursos simples e que permitiam enxergar a obra de forma diferente e com horizontes diferentes, principalmente de médio e longo prazo, parece ter acrescentado uma visão mais ampla aos engenheiros. Eles começaram a pensar e planejar a obra com horizontes maiores do que apenas o de curto prazo.

O trabalho adicional introduzido nas rotinas das empresas foi uma das principais dificuldades de implementação, principalmente porque ambas as empresas estavam em processo de obter novas certificações de gestão da qualidade pelo SiQ/PBQP-H. Como as equipes gerenciais eram reduzidas nessas empresas, a carga de trabalho das pessoas se tornava maior a cada função adicional que passava a ser necessária.

Por outro lado, os engenheiros consideraram muito positiva a presença dos pesquisadores em obra. Eles afirmaram que a presença de um pesquisador ajudava-os a se concentrarem no processo de planejamento. Como sempre havia problemas a serem resolvidos, eles não conseguiam pensar e refletir suficientemente sobre as informações do processo de planejamento.

Quando perguntados sobre o entendimento dos procedimentos de planejamento, e uso das ferramentas, os engenheiros afirmaram que tinham aprendido, e que seriam capazes de treinar outras pessoas. Apenas a utilização da linha de balanço na fase de PSP foi citada como difícil, e que seria necessário um tempo maior de treinamento para sua efetiva utilização, assim como o planejamento de médio prazo.

### 5.6.5 Contribuições para o modelo

Os Estudos 6 e 7 contribuíram para o modelo principalmente com relação à gestão dos fluxos físicos. Durante o estudo, foi possível testar a utilidade de algumas ferramentas, como o leiaute de médio e curto prazo. Constatou-se que é possível desenvolver o processo de planejamento da produção considerando, ao mesmo tempo, as questões relacionadas aos fluxos físicos, facilitando a visualização dos processos. Embora existam limitações nas ferramentas utilizadas, as mesmas têm o potencial de tornar o processo de planejamento mais consistente, facilitando a integração da gestão dos fluxos físicos ao PCP.

Com relação à gestão de custos nas obras, foram identificadas dificuldades na sua implementação, relacionadas principalmente à centralização das informações sobre custos, acessíveis somente à alta direção da empresa. A realização destes dois estudos confirmou a prática de separação entre PCP e gestão de custos, apontada nos estudo de Kern (2005).

## 5.7 AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO

Nesta seção são apresentados os resultados relativos à implementação dos procedimentos e ferramentas propostos para a concepção e gestão da produção. São discutidos apenas os resultados dos três estudos finais, os quais fizeram parte da etapa de implementação.

A Tabela 8 apresenta a relação de ferramentas de concepção e gestão da produção utilizadas no presente estudo, indicando aquelas que foram efetivamente implementadas nos Empreendimentos 7, 8 e 9. São apontadas aquelas que foram efetivamente utilizadas pelas equipes gerenciais e aquelas que só puderam ser implementadas com o apoio direto da equipe de pesquisadores. Os dois últimos empreendimentos tiveram um maior sucesso na implementação das ferramentas (87,50%) do que o primeiro (66,67%).

Tabela 8: Avaliação da implementação das ferramentas.

<b>Ferramentas</b>	<b>E7</b>	<b>E8</b>	<b>E9</b>
Planilha de serviços	X	X	X
Rede de precedência	X	X	X
Linha de balanço	X	X	X
Gráfico de sincronia	-	-	-
Histograma de recursos	-	X	X
Gráfico de processos críticos	-	X	X
Diagrama de processo	-	-	-
Mapofluxograma	-	X	X
Lista de necessidades	-	X	X
Orçamento	X	X	X
Cronograma físico-financeiro	X	X	X
Curva de agregação de recursos	-	X	X
Matriz de responsabilidade	X	X	X
Gráfico de ritmo	X	X	X
Gráfico de desvio de prazo	X	X	X
Planilha de controle da produção	X	X	X
Planilha de médio prazo	X	-	-
Planilha de curto prazo	X	X	X
Gráfico do PPC	X	X	X
Gráfico do PPñP	X	X	X
Gráfico dos problemas	X	X	X
Gráfico de natureza dos problemas	X	X	X
Leiaute de médio e curto prazo	-	X	X
Lista de verificação de boas práticas	X	X	X
<b>Número de ferramentas utilizadas:</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>21</b>
<b>Percentual de utilização (24=100%):</b>	<b>66,67%</b>	<b>87,50%</b>	<b>87,50%</b>
Manuseada pelos pesquisadores	X	Manuseada pela equipe gerencial	X

Proposta de um modelo de concepção e gestão de sistemas de produção para empreendimentos habitacionais de baixa renda

A maioria destas ferramentas foi implementada nestes empreendimentos, mas uma elevada parcela das mesmas somente com o apoio da equipe de pesquisa. Entre as ferramentas com implementação mais bem sucedida nas empresas estão aquelas relacionadas ao planejamento de curto prazo, incluindo a planilha de curto prazo, os gráficos de controle, tais como o de PPC, de PPñP e da natureza dos problemas. No caso do Empreendimento 7, o planejamento e controle de curto prazo já estava bastante consolidado, mas nos Empreendimentos 8 e 9 este processo gerencial foi introduzido completamente. Apesar do sucesso da implementação, os indicadores gerados só eram devidamente analisados nas reuniões quando os pesquisadores estavam presentes.

Confirmando resultados de estudos anteriores (COELHO, 2003; BULHÕES; FORMOSO, 2004), constatou-se uma grande dificuldade de implementar o planejamento de médio prazo. A planilha de planejamento de médio prazo não foi implementada nos Empreendimentos 8 e 9, apesar do fato de que os envolvidos achavam a mesma importante para o desempenho da produção.

A Tabela 9 apresenta algumas variáveis referentes à implementação do processo de PCP, apontando algumas diferenças entre as empresas estudadas (E, C e D). As reuniões foram realizadas com uma boa assiduidade, durante o período observado, mas a participação de representantes das equipes de produção era modesta – em média três pessoas, que é um número relativamente pequeno em relação ao número de operários nestas obras (entre 10 e 100).

Tabela 9: Valores médios de algumas variáveis da implementação do PCP.

<b>Variáveis</b>	<b>Estudos</b>	<b>Empreendimento 7</b>	<b>Empreendimento 8</b>	<b>Empreendimento 9</b>
<b>Número de reuniões de planejamento</b>		No mínimo uma reunião por semana	No mínimo uma reunião por semana	No mínimo uma reunião por semana
<b>Número de pessoas nas reuniões</b>		Três pessoas em média	Três pessoas em média	Três pessoas em média
<b>Duração das reuniões de planejamento</b>		Aproximadamente 30 minutos	Aproximadamente 30 minutos	Aproximadamente 1 hora
<b>Tempo gasto na coleta das informações</b>		Aproximadamente 3 horas por semana	Aproximadamente 1 hora por semana	Aproximadamente 1 hora por semana
<b>Tempo gasto na análise das informações</b>		Aproximadamente 4 horas por semana	Aproximadamente 1 hora por semana	Aproximadamente 1 hora por semana

Em relação ao tempo para coleta e análise de dados, este foi bem maior. No Empreendimento 7 os tempos foram maiores devido a maior permanência do estagiário em obra, normalmente o dia inteiro, ou seja, pela manhã e também pela tarde. No Empreendimento 8 o estagiário só permanecia um turno e no Empreendimento 9 não havia estagiário.

Vale salientar que se buscou restringir o papel dos pesquisadores a introduzir novos conceitos e ferramentas e a orientar os participantes durante a sua implementação, através de visitas semanais. De fato, muitas das reuniões realizadas em obra com a participação dos pesquisadores, tinham como principal atividade o repasse de conhecimentos sobre PCP ou sobre algumas ferramentas específicas, ao invés de serem reuniões de planejamento e controle propriamente ditas. Dentro do possível, passava-se a responsabilidade pela implementação para os gerentes.



A Tabela 10 apresenta o resumo dos dados coletados nas matrizes de responsabilidades dos Empreendimentos 7, 8 e 9, sendo que o total de funções atribuídas a cada cargo foram divididas em assumidas e compartilhadas.

Tabela 10: Resumo das matrizes de responsabilidade dos Empreendimentos 7, 8 e 9.

	EMPRESA...	CARGO															
		Diretor	Gerente de custos	Gerente de compras	Arquiteto	Eng. coordenador	Eng. residente	Mestre coordenador	Mestre de obras	Estagiário 1	Estagiário 2	Almoxarife	Empreiteiro	Equipes	Operários	Terceirizado	RH (obra)
<b>Número de funções assumidas</b>	<b>E7</b>	3	5	3	8	18	-	8	-	16	-	3	2	-	1	-	-
	<b>E8</b>	3	-	6	4	-	21	-	10	9	-	7	-	1	-	-	6
	<b>E9</b>	4	7	3	-	-	19	4	10	-	-	10	-	-	-	2	-
<b>Número de funções compartilhadas</b>	<b>E7</b>	3	2	1	3	14	-	8	-	13	-	3	2	-	1	-	-
	<b>E8</b>	2	-	4	2	-	18	-	10	9	-	6	-	-	-	-	3
	<b>E9</b>	4	4	1	-	-	10	3	8	-	-	8	-	-	-	0	-

As **funções assumidas** são aquelas realizadas por um determinado cargo, como, por exemplo, o planejamento de longo prazo que é elaborado integralmente pelo engenheiro. As **funções compartilhadas** são aquelas em que a responsabilidade é dividida entre duas ou mais pessoas. Por exemplo, o planejamento de curto prazo é realizado conjuntamente pelo engenheiro e o mestre-de-obras ou estagiário.

De acordo com a Tabela 10, nos três empreendimentos analisados, os engenheiros, coordenadores ou residentes, assumiam um número relativamente grande de funções envolvidas no PCP, considerando que os mesmos em geral assumem também outras funções na empresa. No caso do Empreendimento 7, observa-se que o estagiário assumia uma considerável parcela de funções relativas ao PCP, uma vez que o engenheiro coordenador era responsável também por outra obra da empresa.

Uma situação comum às três empresas foi a falta de envolvimento dos mestres-de-obras com a coleta e processamento dos dados da produção, apesar do contato direto que estes têm com as frentes de trabalho. Em todos os casos, apenas os engenheiros ou estagiários eram responsáveis por estas tarefas. Esta situação é resultado principalmente da falta de qualificação dos mestres-de-obras, principalmente considerando que o processamento dos dados era realizado pelo computador.

Em parte, a dificuldade de implementação estava também associada ao fato de que era necessário introduzir novos conceitos e um número muito grande de ferramentas, que implicavam a adoção de novos procedimentos. Ao todo 24 ferramentas foram propostas, embora algumas sejam diretamente derivadas de outras – por exemplo, o desvio de prazo é calculado a partir do gráfico de ritmo da obra. Neste sentido, um maior esforço de treinamento deve ser realizado com o corpo técnico destas empresas. Nos depoimentos dos gerentes, eles salientaram também que a presença de facilitadores externos, os pesquisadores, ajudava-os a ter foco no processo de planejamento e análise das informações. Estes fatos evidenciam que há nestas empresas uma necessidade de desenvolver formas de treinamento aplicadas diretamente à prática profissional, no seu local de trabalho, uma vez que os profissionais em nível de gerência dificilmente poderiam dispor de muito tempo para cursos tradicionais.

## 5.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma forma geral, observou-se nos estudos empíricos um pequeno comprometimento dos diretores das várias empresas envolvidas com a concepção e gestão da produção. As equipes gerenciais destas empresas estão predominantemente focadas na gestão de contratos, abordagem esta que é muito criticada na literatura (BALLARD; HOWELL, 1997a; KOSKELA, 2000). Por exemplo, uma das preocupações é alcançar o percentual de avanço físico planejado para que os recursos sejam liberados, sendo dada pouca atenção à forma como a produção é realizada: os fluxos de materiais, existência de estoques e de perdas.

Como conseqüência, o desempenho da produção é relativamente baixo, existindo muitas perdas, problemas de qualidade, atrasos e condições de segurança inadequadas. De uma forma geral, faltam nos gerentes de produção conhecimentos sobre conceitos e técnicas de gestão da produção e não há tempo necessário para entender e refletir sobre os problemas estruturais da produção.

## 6 MODELO PARA CONCEPÇÃO E GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS DE BAIXA RENDA

Neste capítulo é apresentado o modelo de concepção e gestão de sistemas de produção proposto para empreendimentos habitacionais de baixa renda. O modelo está baseado no referencial teórico apresentado nos Capítulos 2 e 3 do presente trabalho, e também nas contribuições dos estudos empíricos realizados. Ao final do capítulo, são apresentadas diretrizes para a implementação do modelo.

### 6.1 VISÃO GERAL DO MODELO

A Figura 80 apresenta uma visão geral do modelo para concepção e gestão de empreendimentos da construção civil para habitação de baixa renda. Buscou-se construir um modelo que seja simples, com uma seqüência lógica, porém flexível, visando à sua adequação ao contexto gerencial da empresas de pequeno porte.



Figura 80: Modelo de concepção e gestão da produção para baixa renda.

O modelo está dividido em dois módulos principais, um relativo à concepção do sistema de produção e outro referente à gestão da produção. O módulo referente à concepção engloba o

projeto do sistema de produção e a preparação da gestão da produção. O módulo referente à gestão da produção é constituído por três principais processos gerenciais: gestão de custos, gestão do tempo e gestão de fluxos físicos. Nos itens seguintes são discutidos em mais detalhe os processos gerenciais que compõem o modelo.

## 6.2 CONCEPÇÃO DA PRODUÇÃO

A primeira etapa da concepção da produção, o Projeto do Sistema de Produção (PSP), está fortemente baseada no trabalho desenvolvido por Schramm (2004), enquanto a segunda etapa, a Preparação da Gestão da Produção, tem o objetivo principal de estabelecer procedimentos e padrões para o planejamento e controle da produção, conforme proposto por Bernardes (2001). De acordo com Formoso et al. (1999), as principais informações geradas nesta etapa de preparação são: definição dos principais envolvidos no PCP e a responsabilidade de cada um, os níveis hierárquicos e a periodicidade de geração dos planos, nível de detalhe para cada nível de planejamento, critérios para elaboração dos planos, e seleção de técnicas e ferramentas para o PCP. A Figura 81 representa as subetapas do PSP e da Preparação da Gestão para empreendimentos de baixa renda.

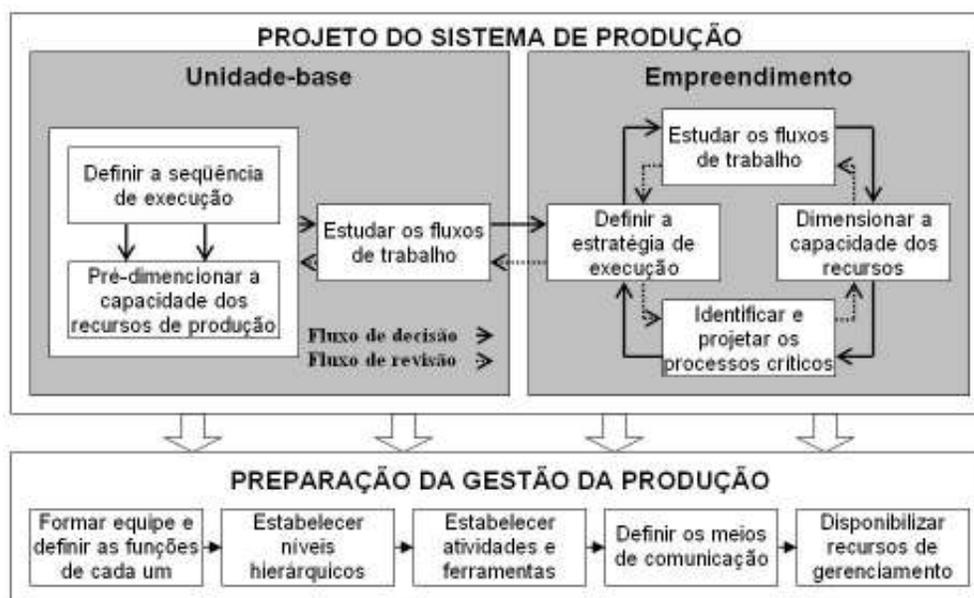


Figura 81: Etapas da concepção da produção.

Como o modelo de PSP proposto por Schramm (2004) foi apresentado no item 2.4.1, nesta seção somente são apresentadas as subetapas do processo de Preparação da Gestão da

Produção. Este processo é composto por cinco atividades: formar equipe e definir as funções de cada um, estabelecer níveis hierárquicos, estabelecer critérios e ferramentas, definir os meios de comunicação, disponibilizar recursos de gerenciamento. A seguir, é apresentada uma descrição destes processos gerenciais:

- a) **Formar equipe e definir as funções de cada um:** deve ser formada uma equipe para estar à frente do gerenciamento da obra como um todo. É necessário avaliar se a equipe existente é suficiente para o porte da obra a ser gerenciada. Devem ser atribuídas as funções necessárias para a gestão da produção e atribuí-las adequadamente aos membros da equipe. A partir da definição da equipe pode ser necessário fazer um treinamento referente à utilização de ferramentas ou procedimentos para a gestão da produção, principalmente para os novos integrantes.
- b) **Estabelecer níveis hierárquicos:** normalmente os níveis hierárquicos na gestão da produção se mantêm de um empreendimento para o outro. Em geral, o planejamento e controle é dividido em longo, médio e curto prazos. Porém, é possível que em determinados empreendimentos haja a necessidade de se criar novos níveis para melhorar o gerenciamento.
- c) **Estabelecer atividades e ferramentas:** é necessário definir as atividades a serem desenvolvidas no planejamento e controle, levando em conta o grau de detalhamento dos planos em cada nível estabelecido. É importante definir previamente as informações que serão necessárias ao longo do PCP e como elas devem ser coletadas. A partir destas definições, as ferramentas devem ser escolhidas, ou elaboradas, também levando em consideração as características do empreendimento, tais como sua tipologia e tamanho.
- d) **Definir os meios de comunicação:** dependendo da localização e do porte do empreendimento serão necessários meios de comunicação entre a obra e o escritório e também dentro da própria obra. Recursos visuais, como placas e painéis de informações, também devem ser planejados antes do início da obra.
- e) **Disponibilizar recursos de gerenciamento:** após serem definidos todos os meios de comunicação, é preciso analisar os recursos que serão necessários para a realização das atividades de planejamento e controle. Os recursos mais

comuns para o gerenciamento das obras são: telefone, rádio comunicador, computador, impressora, fax e materiais de escritório.

### 6.3 GESTÃO DA PRODUÇÃO

A Figura 82 apresenta os principais processos da gestão da produção que compõem o modelo. Não foram incluídos os processos que normalmente são realizados no escritório da empresa, como previsão de desembolso e realização de compras. Cada um dos nove processos gerenciais apresentados na Figura 82 engloba tanto a ação de planejar e controlar. No caso de “receitas”, por exemplo, este sub-processo representa o planejamento e o controle das receitas do empreendimento. As setas significam os fluxos das principais informações entre os distintos processos gerenciais. Além disto, a disposição das caixas não representa qualquer hierarquia no processo de gestão.

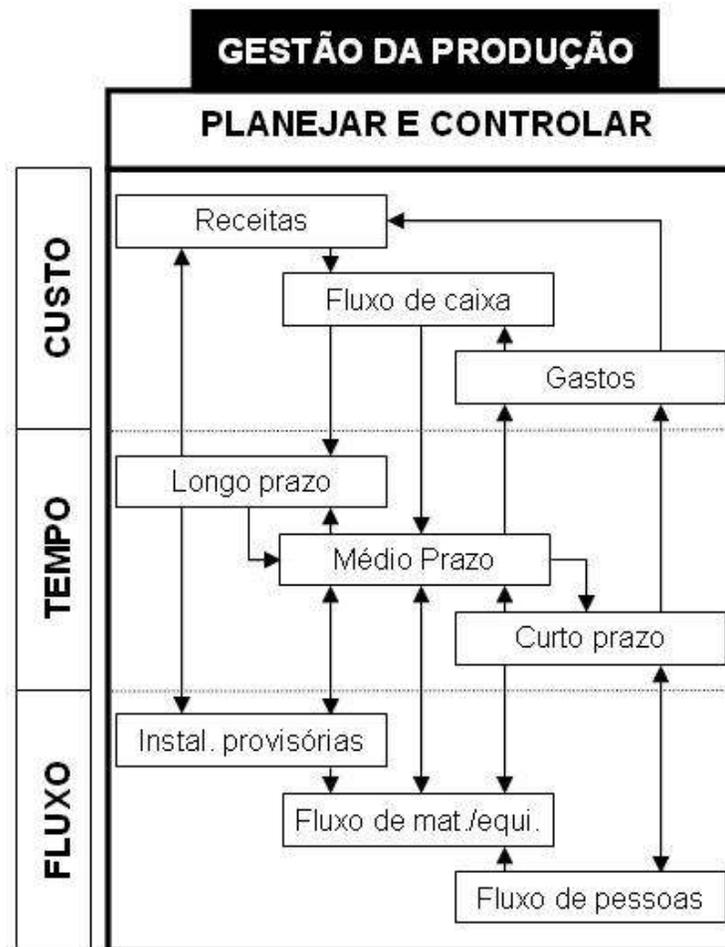


Figura 82: Processos da gestão da produção.

A seguir, cada um destes processos é detalhado, agrupando os mesmos nos itens referentes à gestão de custos e gestão dos fluxos físicos. Os sub-processos de planejamento e controle da produção nos níveis de longo, médio e curto prazo são apresentados nestes mesmos itens, de forma a enfatizar-se a interface entre estes e a gestão de custos e a gestão de fluxos físicos.

### 6.3.1 Gestão de custos

O início da gestão da produção está representado no modelo pelo processo de planejamento e controle de longo prazo. Uma boa parte das informações necessárias para este processo é gerada no PSP. A Figura 83 mostra a interface entre gestão de custos e o planejamento e controle da produção, incluindo as principais informações que são trocadas.

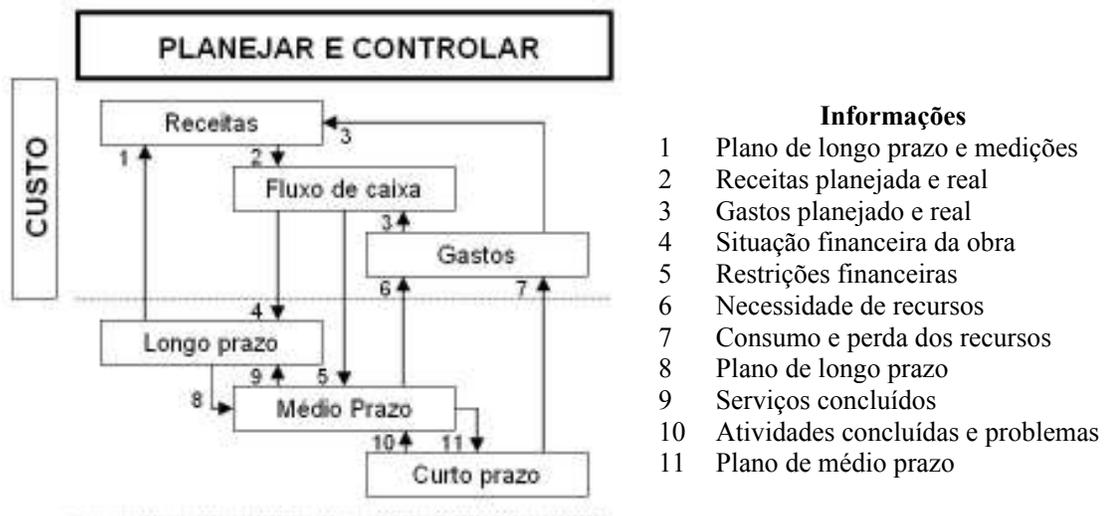


Figura 83: Etapas da gestão de custos.

A gestão de custos tem como processo principal o **planejamento e controle do fluxo de caixa**. A análise do fluxo de caixa pode resultar mudanças na produção, como, por exemplo, alterações no plano de ataque da obra, ou no processo de suprimentos (BERNARDES, 2001). A análise deste fluxo de caixa é baseada na análise de receitas e gastos realizados e projetados. Nos empreendimentos analisados, constatou-se a pouca disponibilidade de informações financeiras de gastos no canteiro de obra, o que dificulta a tomada de decisão por parte dos engenheiros de obra. Isto é mais crítico no planejamento de médio prazo, porque algumas solicitações de recursos são feitas sem a certeza da sua realização, o que pode levar uma mudança radical no plano de médio prazo.

O processo de **planejar as receitas** deve ter como ponto de partida o plano de longo prazo. Este planejamento normalmente é elaborado através de um cronograma físico-financeiro. Quando este cronograma é realizado sem levar em conta o PSP e o plano de longo prazo, possivelmente a obra será realizada numa seqüência inadequada, resultando em perdas ou mudanças substanciais no referido cronograma, ao longo da obra. O processo de **controle das receitas**, por sua vez, refere-se a avaliar se a meta em termos de liberação de recursos pelo agente financeiro foi cumprida.

O **controle dos gastos** refere-se a monitorar o que está efetivamente sendo gasto pela obra e realizar ações corretivas ou pró-ativas para corrigir problemas identificados ou potenciais. Nos empreendimentos estudados, constataram-se deficiências relacionadas à identificação de como e onde foram consumidos os recursos. Um dos fatores que contribuem para esta deficiência é a falta de procedimentos sistemáticos de coleta de dados na produção, fazendo com que seja difícil distinguir os recursos que foram realmente necessários e quais foram desperdiçados.

O **planejamento dos gastos** deve estar intimamente ligado ao processo de análise das restrições, que se faz presente no planejamento de médio prazo. Através deste nível de planejamento busca-se criar estabilidade na produção, uma vez que se busca evitar problemas como a falta de material, mão-de-obra e equipamentos. Além disto, Formoso et al. (1999), afirmam que no planejamento de médio prazo deve ser realizada a proteção da produção contra as incertezas de natureza financeira. De acordo com esses autores, uma avaliação de disponibilidade financeira deve ser feita no planejamento de médio prazo. Se necessário alterar o ritmo de alguns processos, isto deve ser feito de forma gradual e com planejamento antecipado, de forma a minimizar seu impacto.

Assim, para obter uma melhoria na integração entre a gestão de custos e o PCP, recomenda-se que relatórios sobre as restrições financeiras (previsão de gastos) estejam disponíveis em obra, sendo atualizadas na mesma freqüência do ciclo de controle de médio prazo.

### 6.3.2 Gestão de fluxos físicos

A gestão dos fluxos físicos, proposto no modelo, visa a estabelecer uma ligação entre o planejamento e o controle da produção com o planejamento das instalações provisórias, dos fluxos de materiais e equipamentos e dos fluxos das equipes. A Figura 84 apresenta a gestão dos fluxos físicos e suas interfaces com o PCP, incluindo os principais fluxos de informação.

Inicialmente, o processo de **planejamento das instalações provisórias** é estabelecido a partir do planejamento de longo prazo da produção. O **controle das instalações provisórias** é feito durante o planejamento e controle de médio prazo. Quando é prevista a entrega em obra de alguns materiais e equipamentos, faz-se necessário promover modificações nas instalações para comportar as novas demandas de espaço.

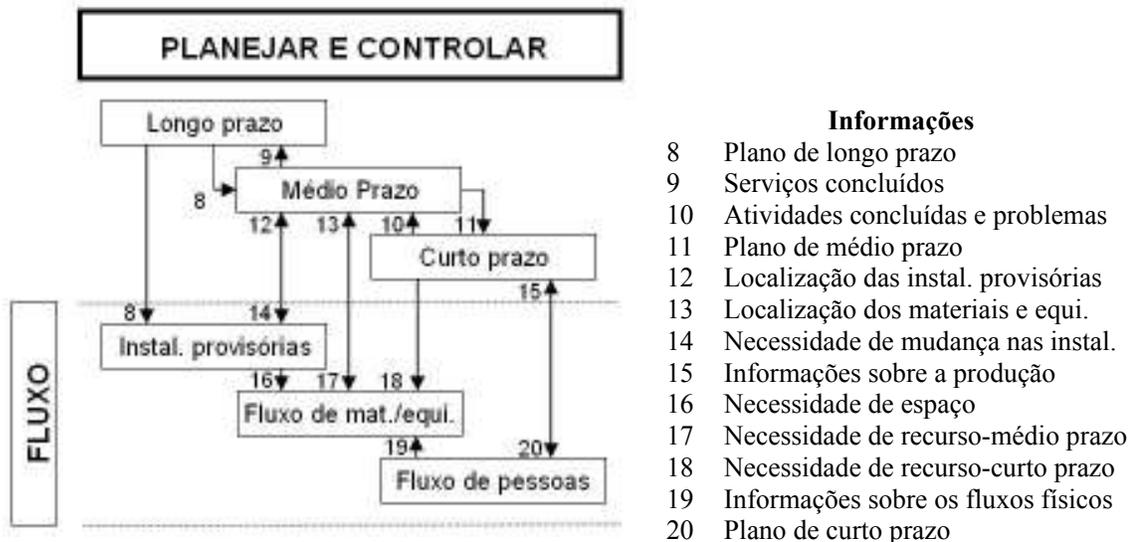


Figura 84: Etapas da gestão de fluxos físicos.

Mesmo com um planejamento das instalações provisórias bem feito, existe a necessidade de se manter um controle eficaz de médio prazo. Um dos pontos importantes deste processo é manter o leiaute do canteiro de obras atualizado e visível. Normalmente o processo de planejamento da produção acontece dentro de uma sala de reuniões, na qual deve haver recursos para visualizar a obra, de forma a facilitar a geração de planos. Por outro lado, visualizar somente prédios e instalações provisórias não dá uma noção real do ambiente produtivo. Muitos estoques e equipamentos estão dispostos em obra, podendo se tornar barreiras a alguns fluxos físicos. Por este motivo, o **controle dos fluxos dos materiais e equipamentos** deve manter um registro atualizado da situação do canteiro de obras, incluindo a posição de estoques e equipamentos, as principais vias de circulação de materiais e, se for o caso, elementos que possam atrapalhar a movimentação, como buracos, aclives, declives, entre outros. Também é necessário realizar o **controle dos fluxos das equipes**.

No nível de médio prazo, o **planejamento dos fluxos de materiais e equipamentos** deve buscar a redução destes fluxos, adequando os estoques de materiais às necessidades da produção de acordo com a fase da obra. Uma importante atividade, normalmente desprezada, Proposta de um modelo de concepção e gestão de sistemas de produção para empreendimentos habitacionais de baixa renda

no planejamento de médio prazo, é o planejamento das áreas para os futuros estoques de materiais. Uma das conseqüências desta deficiência é a interferência na execução dos planos de curto prazo, porque algumas equipes de produção são deslocadas para mobilizar e desmobilizar estoques sem um prévio planejamento, resultando no não cumprimento dos pacotes de trabalho.

É recomendado que durante o **planejamento dos fluxos das equipes** no curto prazo seja utilizada uma planta da obra atualizada, como comentado anteriormente. Nesta planta podem ser colocadas as necessidades dos materiais e equipamentos para a execução do plano. Além disso, durante o planejamento é possível prever como as equipes devem se movimentar ao longo da semana planejada. O desenho dos fluxos de trabalho deve indicar a seqüência de execução do plano de forma clara ao mestre-de-obras e às equipes.

O **controle dos fluxos físicos** está também relacionado à busca das metas de produção previamente estabelecidas. Isto pode ser feito a partir da coleta de informações sobre o avanço físico. Informações sobre o desempenho da produção, tais como produtividade, perdas de materiais e problemas de segurança, e, até mesmo, sobre o desenvolvimento dos fluxos físicos são importantes para a tomada de decisão.

### 6.3.3 Ferramentas para concepção e gestão da produção

Nesta seção são listadas as principais ferramentas que podem ser usadas para a aplicação do modelo de concepção e gestão de sistemas de produção para empreendimentos habitacionais de baixa renda. A Tabela 11 apresenta as ferramentas utilizadas ao longo deste trabalho, descrevendo o seu papel principal.

Tabela 11: Ferramentas para concepção e gestão da produção.

Ferramenta	Concepção	Gestão	Papel da ferramenta
Planilha de serviços	X		Armazenar as inf. relativas aos serviços
Rede de precedência	X		Visualizar a ordem de exec. e precedência
Linha de balanço	X	X	Planejar a duração e o ritmo dos serviços
Gráfico de sincronia	X	X	Planejar serviços interdependentes
Histograma de recursos	X	X	Planejar os recursos da produção
Gráfico de processos	X	X	Planejar os processos críticos
Diagrama de processo	X	X	Esquematizar os fluxos físicos
Mapofluxograma	X	X	Mapear os fluxos físicos dos processos
Lista de necessidades	X		Planejar o canteiro de obras
Orçamento	X	X	Planejar e controlar os gastos dos serviços
Cronograma	X	X	Planejar e controlar o contrato
Curva de agr. de recursos	X	X	Controlar os gastos e receitas
Matriz de responsab.	X	X	Planejar e controlar as responsabilidades
Gráfico de ritmo		X	Planejar e controlar o ritmo de produção
Graf. de desvio de prazo		X	Projetar o impacto do ritmo de produção
Planilh. de cont. da prod.		X	Controlar as ativ. no médio e curto prazos
Planilha de médio prazo		X	Controlar as restrições das atividades
Planilha de curto prazo		X	Planejar e controlar os pacotes de trabalho
Gráfico do PPC		X	Avaliar a eficácia do planejamento
Gráfico do PPñP		X	Monitorar os pacotes não planejados
Graf. de natur. dos prob.		X	Identificar a natureza dos problemas
Graf. de evol. dos prob.		X	Monitorar a origem dos problemas
Leiaute de médio e curto		X	Planejar a alocação de mat. e equip.
Lista de boas práticas		X	Avaliar o cumprimento das boas práticas
Ferramenta selecionada		Ferramenta adaptada	

## 6.4 AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CONCEPÇÃO E GESTÃO DA PRODUÇÃO

A avaliação do processo de concepção e gestão da produção pode ocorrer tanto ao final do empreendimento como durante a sua execução, em datas pré-estabelecidas (LAUFER; TUCKER, 1987). Um dos objetivos desta etapa deve ser a avaliação das decisões feitas durante a preparação do sistema de produção (BERNARDES, 2001), de forma a resultar em um processo de aprendizado. Esta avaliação precisa ser respaldada com dados da produção que mostrem os reais resultados atingidos. Desta forma, as ferramentas previamente elaboradas para a concepção e gestão da produção são de vital importância para disponibilizar dados para a avaliação do processo.

Como forma de sistematizar a avaliação, sugere-se utilizar a **Lista de Verificação de Práticas para a Concepção e Gestão de Sistemas de Produção de Empreendimentos Habitacionais de Baixa Renda** (APÊNDICE D). Esta lista foi desenvolvida com base nos principais elementos do modelo proposto neste trabalho.

## 6.5 DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

Neste item são apresentadas algumas diretrizes para a implementação do modelo proposto, as quais foram baseadas tanto na bibliografia como nos estudos empíricos desenvolvidos. São elas:

- a) **Estabelecer um responsável para a implementação:** uma das diretrizes propostas por Bernardes (2001) para a implantação do seu modelo de PCP consiste em estabelecer uma equipe formada por pessoas da própria empresa construtora. Entretanto, devido à realidade encontrada nos empreendimentos habitacionais de baixa renda, é necessário que alguém com mais tempo e experiência seja o responsável pela organização do processo de implementação. Devido à falta de tempo dos próprios funcionários, sugere-se que o responsável pela implementação seja alguém externo a empresa.
- b) **Realizar um evento inicial:** de acordo com Bernardes (2001) e Kern (2005), é necessário se fazer uma apresentação inicial a todos os envolvidos da proposta de mudança na forma de concepção e gestão dos empreendimentos. Bernardes (2001) afirma que nesta etapa devem ser apresentadas as razões pelas quais o

trabalho é importante para a empresa. Este momento deve ser usado tanto para mostrar os principais conceitos e ferramentas a serem utilizados como para discutir, com os envolvidos, algumas dificuldades iniciais ao processo de implementação.

- c) Treinar os envolvidos:** a partir da definição das funções para todos os envolvidos, na fase de preparação da gestão da produção, deve ser realizado um treinamento da equipe gerencial. É recomendado para este treinamento a apresentação de conceitos e princípios básicos de gestão da produção (BERNARDES, 2001; KERN, 2005) e também os procedimentos e ferramentas a serem implementados. Para facilitar a aprendizagem da equipe gerencial, o responsável pela implementação deve apresentar e ajudar os envolvidos a entenderem o funcionamento das ferramentas, como também reforçar a base conceitual da mesma, no próprio canteiro, no dia-a-dia da obra. Desta forma, os mesmos vão observar as dificuldades de implementação e buscar orientação diretamente com o responsável pela implementação.
- d) Ajustar a carga de trabalho:** em um período de acompanhamento, é possível avaliar a carga de trabalho de cada membro da equipe gerencial. É evidente que outros fatores, além do próprio processo de gestão, vão interferir nesta avaliação, como, por exemplo, a implementação de sistemas da qualidade em função da necessidade de certificação. Assim, é necessária uma cuidadosa avaliação da carga de trabalho dos principais envolvidos e se as atribuições dadas aos mesmos são possíveis de serem cumpridas. Se for o caso, deve-se buscar uma nova distribuição de funções, mantendo-se um certo equilíbrio entre as cargas de trabalho dos envolvidos. É importante salientar que à medida que o processo de planejamento e controle da produção for efetivamente implementado, os problemas gerados pela falta de planejamento devem ser reduzidos, quebrando, desta forma, o ciclo vicioso de não se ter tempo para planejar devido aos problemas da produção.
- e) Aprimorar o fluxo e o processamento das informações:** uma das conseqüências da falta de um sistema formal de planejamento é a ausência de informação para a tomada de decisão. Por outro lado, com a implantação de um sistema de PCP muitas informações são geradas. Assim, o problema passa a ser

o insuficiente acesso às informações, que pode ocorrer por desconhecimento ou mau gerenciamento das mesmas. Uma ação recomendada para a troca de informações no processo de planejamento e controle da produção é a realização de reuniões com a participação de todos os envolvidos, como, por exemplo, engenheiros, mestres-de-obras, estagiários, empreiteiros e encarregados. O objetivo é manter um ambiente em que se possa apresentar e discutir as informações geradas pela produção, buscando a participação efetiva de todos.

Bernardes (2001) recomenda que se use tecnologia de informação para aumentar a eficiência do processo de planejamento, porém também afirma que isto não deve ser considerado como fator fundamental à implementação do PCP. Segundo Kern (2005), a empresa deve ser estimulada a criar os próprios documentos para a coleta e processamento das informações. Ainda de acordo com essa autora, é importante que a empresa estabeleça padrões para os documentos para facilitar a compreensão e análise das informações.

Além de buscar eficiência no processamento das informações, deve-se melhorar a comunicação dentro do processo de gestão. Desta forma, devem ser utilizados também dispositivos visuais para melhorar a difusão das informações, tais como placas e painéis distribuídos pela obra.

Embora seja recomendada a participação de um responsável pela implementação do modelo proposto externo à empresa, não se espera que esta fique dependente do mesmo indefinidamente. É importante que o processo de implementação inicial resulte na capacitação do corpo gerencial da empresa, tornando-a apta a conceber e gerenciar seus sistemas de produção de forma mais eficaz.

## 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 7.1 CONCLUSÕES

A partir desta questão principal de pesquisa, foi proposto como objetivo principal do presente trabalho o desenvolvimento de um modelo para a concepção e gestão de sistemas de produção, integrando o planejamento e controle da produção a gestão de custos e a gestão de fluxos físicos, levando em conta as limitações das empresas de pequeno porte que atuam no segmento habitacional de baixa renda.

Este objetivo foi sendo cumprido à medida que os objetivos secundários foram sendo realizados. O primeiro objetivo secundário foi explicitar os inter-relacionamentos entre o planejamento e controle da produção, gestão de custos e gestão de fluxos físicos em empreendimentos habitacionais de baixa renda. Este foi realizado com as reuniões em obra e observações e análise das informações obtidas da produção.

O segundo objetivo secundário foi selecionar e adaptar ferramentas para a concepção e gestão da produção dos empreendimentos habitacionais de baixa renda. Este objetivo focou a escolha de algumas ferramentas para ajudar na preparação da produção como também no seu gerenciamento. As ferramentas selecionadas foram julgadas como sendo as mais adequadas ao tipo dos empreendimentos e ao ambiente produtivo do segmento estudado.

O último objetivo secundário foi o de propor diretrizes para a implementação do modelo. Baseado na experiência adquirida em campo e também a partir da revisão bibliográfica foi proposto um conjunto de diretrizes.

Os resultados referentes a esses objetivos secundários estão dispostos no capítulo de apresentação do modelo. Mesmo com as dificuldades de se inserir procedimentos formais de planejamento e controle da produção num ambiente de trabalho considerado pouco estabilizado, foi possível desenvolver um modelo para guiar os processos de concepção e gestão de sistemas de produção que suprisse as necessidades dos empreendimentos habitacionais de baixa renda.

Dado o caráter de integração do modelo, a participação e o envolvimento direto de diversas pessoas no processo de planejamento e controle da produção é essencial para o sucesso da sua implementação. Entre os principais envolvidos, destacam-se os gerentes de produção (ou

engenheiro residente), responsáveis por estoques e compras, técnicos de segurança, mestres-de-obra, estagiários, encarregados e fornecedores. Entretanto, em muitas situações não é fácil reunir tantas pessoas em um único momento para se gerar planos.

Nos Estudos 5, 6 e 7, foi constatado, a partir da matriz de responsabilidade preenchida pelos engenheiros, que realmente o engenheiro residente tem, em geral, uma sobrecarga de trabalho. Isto é uma das razões pelas quais os gerentes não têm tempo para se envolver na implementação do planejamento e controle da produção. Outra dificuldade encontrada para realizar a gestão da produção é fazer com que as informações cheguem onde elas são necessárias. Entretanto, nota-se uma grande dificuldade de se manter um fluxo de informação nos empreendimentos habitacionais de baixa renda, principalmente devido ao esforço necessário para a realização do mesmo. Então, para obter sucesso neste processo, deve-se explorar mais os meios eletrônicos (por exemplo, e-mail e conversas *on-line*), usar modelos padronizados de documentos e criar ambientes mais transparentes, utilizando, por exemplo, murais de informação, cartões (*kanban*) de produção ou de reposição de componentes, sinalização de conclusão ou de problema no serviço, entre outros. Todavia, a ampla participação das pessoas e a disciplina na implantação das rotinas estabelecidas são fatores fundamentais para o funcionamento efetivo de um fluxo de informação que efetivamente possa ajudar o gerenciamento da obra.

Em relação ao processo de pesquisa, a opção pela pesquisa-ação mostrou-se bastante proveitosa com relação à aprendizagem do pesquisador e também de alguns dos gerentes e técnicos das empresas. No entanto, concluiu-se que o desenvolvimento deste tipo de trabalho requer maior envolvimento da empresa. Ou seja, a realização de estudos desta natureza deve estar sintonizado com o desejo da empresa de mudar. Se esta não pensa em mudar, não adianta todo o esforço dos pesquisadores para implementar melhorias.

## 7.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Abaixo são apresentadas algumas recomendações para trabalhos futuros:

- a) Criar meios eficazes para capacitar as empresas voltadas ao segmento habitacional de baixa renda para a concepção e gestão da produção dos empreendimentos;

- b) Desenvolver um sistema integrado de informação para empreendimentos habitacionais de baixa renda, visando a melhorar a eficiência na implementação do PCP;
- c) Criar meios para envolver os fornecedores no desenvolvimento tecnológico e gerencial dos empreendimentos habitacionais de baixa renda, buscando aumentar a eficiência e qualidade dos mesmos;
- d) Desenvolver estratégias para o equilíbrio de carga de trabalho dos envolvidos na gestão empreendimentos habitacionais de baixa renda.

## REFERÊNCIAS

- ALARCÓN, L. F. Tools for the Identification and Reduction of Waste in Construction Projects. In: **ALARCÓN, L. (Ed.). Lean Construction**. Rotterdam: A.A. Balkema, p. 51-66, 1997.
- ALVES, T. **Diretrizes para a Gestão dos Fluxos Físicos em Canteiros de Obras: proposta baseada em estudos de caso**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.
- ALVES, T. C. L.; FORMOSO, C. T. Guidelines for Managing Physical Work Flows in: Construction Sites. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighton. **Proceedings...** Brighton, IGLC, 2000.
- ALVES, T. C.; KERN, A. P.; FORMOSO, C. T. Preparação do Processo de Planejamento e Controle da Produção em Empreendimento Habitacional de Interesse Social. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, ANTAC, 2002.
- ANDRADE, F. R.; SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. Análise de Layout e Logística de Canteiros de Obras se Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social: comparação com empreendimentos para classe média e alta. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4., ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 1., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, ANTAC, 2005.
- ASSUMPÇÃO, J. **Gerenciamento de Empreendimentos na Construção Civil: Modelo para Planejamento Estratégico da Produção de Edifícios**. 1996. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.
- AZEVEDO, Sérgio de. **A questão da moradia no Brasil : necessidades habitacionais, políticas e tendências**. Brasil - Salvador, BA. 2003. Fórum América Latina Habitar 2000, Salvador, 2000.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding Production: an essential step in production control**. Technical Report n 97-1. Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, 1997a.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing Lean Construction: improving downstream performance. In: **ALARCÓN, L. (Ed.). Lean Construction**. Rotterdam: A.A. Balkema, p. 51-66, 1997b.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: an essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 124, n. 1, p. 11-17, Jan/Feb, 1998.
- BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. Thesis (Doctor of Philosophy) – University of Birmingham. Birmingham, 2000.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. An Update on Last Planner. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 11., 2003, Blacksburg. **Proceedings...** Blacksburg, IGLC, 2003.
- 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) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

BERNARDES, M. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

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...** Gramado, IGLC, 2002.

BERTELSEN, S.; KOSKELA, L. Construction Beyond Lean: a new understanding of construction management. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12., 2004, Elsinore. **Proceedings...** Elsinore, IGLC, 2004.

BERTELSEN, S. Lean Construction as an Integrated Production. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9., 2001, Singapore. **Proceedings...** Singapore, IGLC, 2001.

BERTRAND, J. W. M.; WORTMANN, J. C.; WIJNGAARD, J. **Production Control: a structural and design oriented approach**. New York, Elsevier, 1990.

BETTS, M. Lean Production as a Purpose for Computer Integrated Construction. In: ALARCÓN, L (Ed.). **Lean Construction**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997.

BULHÕES, I. R. **Método para medir o custo de perdas em canteiro de obras: proposta baseada em dois estudos de caso**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2001.

BULHÕES, I. R.; FORMOSO, C. T. Desenvolvimento e Aplicação de Ferramentas Gráficas para Obras de Habitação de Interesse Social. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...**, São Paulo, ANTAC, 2004.

CHAVES, A. S. P.; SANTOS, M. C. O. Espaço e Qualidade: avaliação da produção habitacional de interesse social no rio de janeiro - 1990-1999. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002, Foz de Iguaçu, **Anais...** Foz de Iguaçu, ANTAC, 2002.

CHOO, H. J. **Distributed Planning and Coordination to Support Lean Construction**. 2003. Thesis (Doctor of Philosophy) – University of California. Berkeley, 2003.

CODINHOTO, R. **Diretrizes para o Planejamento e Controle Integrado dos Processos de Projeto e Produção na Construção Civil**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

COELHO, H. O. **Diretrizes e Requisitos para o Planejamento e Controle da Produção em Nível de Médio Prazo na Construção Civil**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

COOPER, R.; KAPLAN, R. S. **The Design of Cost Management Systems: texts, cases and readings**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1991.

CORDEIRO, C. C. C. **Análise da Oferta de Habitações de Interesse Social em Porto Alegre: um enfoque baseado em princípios da estratégia de produção**. 2003. Seminário de

Doutoramento – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

CORDEIRO, C. C. C.; FORMOSO, C. T.; MIRON, L. Oferta de Habitações de Interesse Social na Grande Porto Alegre: enfoque baseado em princípios da estratégia de produção. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, ANTAC, 2004.

CORRÊA, H. L.; GIANESE, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação.** São Paulo: Atlas, 2001.

COSTA, D. B.; SCHRAMM, F. K.; FORMOSO, C. T. A Importância do Projeto do Sistema de Produção em Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, ANTAC, 2004.

COX, J. F.; SPENCER, M. S. **Manual de Teoria das Restrições.** Porto Alegre: Bookman, 2002.

DAVIS, M. M.; AGUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentals of Operations Management.** Boston: McGraw-Hill Irwin, 2003.

DIAS, L. A. Integrated Management Systems in Construction (IMSinCONS). In: **Seminário Internacional - O Setor da Construção e os Sistemas Integrados de Gestão: qualidade, segurança e ambiente.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2003.

DIEKMANN, J. E.; KREWEDL, M.; BALONICK, J.; STEWART, T.; SPENCER WONG, S. **Application of Lean Manufacturing Principles to Construction.** Texas: Industry Institute The University of Texas at Austin. A Report to the Construction, Under the Guidance of Project Team Number 191, Austin, July 2004.

DICK, B. **You Want to Do an Action Research Thesis.** Inter Change. v2.06: 930507, 1992.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; PINA, S. M. G.; SILVA, V. G.; LABAKI, L. C.; RUSCHEL, R. C.; MOREIRA, D. C. Da Pós-ocupação à Avaliação de Projeto: diretrizes de implantação de conjuntos habitacionais de interesse social no Estado de S. Paulo, Brasil. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, ANTAC, 2004.

EDEN, C.; HUXHAM, C. Action Research for Management Research. In: **British Journal of Management**, vol. 7, 75-86, 1996.

FERREIRA, E. A. M. **Metodologia para Elaboração do Projeto do Canteiro de Obras de Edifícios.** 1998. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

FISCHER, S.; SANTOS, A. Diretrizes de Projeto Arquitetônico para Permitir a Expansão de Habitações de Interesse Social. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos. **Anais...** São Carlos, ANTAC, 2003.

FORMOSO, C. T.; BERNARDES, M. M. S.; OLIVEIRA, L. F. M.; OLIVEIRA, K. A. **Termo de Referência para o Processo de Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras.** Porto Alegre: NORIE-UFRGS, SINDUSCON-SP, 1999.

- FORMOSO, C. T.; SANTOS, A.; POWELL, J. A. an Exploratory Study on the Applicability of Process Transparency in Construction Sites. In: **Jornal of Construction Research**, vol. 3, n. 1, p. 35-54, 2002.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8ª ed., São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.
- GOLDRATT, E. M. **Corrente Crítica**. São Paulo: Nobel, 1998.
- GREEN, S. D.; MAY, S. C. Re-engineering Construction: going against the grain. In: **Building Research & Information**, 31(2), p. 97-106, 2003.
- HEINECK, L. F. M.; MACHADO, R. L. A Geração de Cartões de Produção na Programação Enxuta de Curto Prazo em Obra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, ANTAC, 2001.
- HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T. Barriers to Management Innovations: communicating meanings. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9., 2001, Singapore. **Proceedings...** Singapore, IGLC, 2001.
- HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **Factory Physics: foundations of manufacturing management**. Boston: McGraw-Hill Irwin, 1996.
- HOWELL, G.; BALLARD, G. Can Project Controls Do Its Job? In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4., 1996, Birmingham. **Proceedings...** Birmingham, IGLC, 1996.
- ISATTO, E.; FORMOSO, C. T.; CESARE, C. M.; HIROTA, E. H.; ALVES, T. C. L. **Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil**. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.
- JANESICK, V. J. The Choreography of Qualitative Research Design. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Handbook of Qualitative Research**. London: Sage, 2ª ed., p. 379-399, 2000.
- KERN, A. P.; FORMOSO, C. T. A Utilização de "Curvas de Agregação de Recursos" como Ferramenta de Integração dos Diferentes Setores de uma Empresa de Construção Civil na Gestão de Custos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba, ABEPRO, 2002, 1CD.
- KERN, A. P. **O Uso de Curvas de Agregação de Recursos como Técnica de Gestão de Custos em Empresas de Construção Civil**. 2002. Seminário de Doutorado – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.
- KERN, A. P. **Proposta de Modelo de Planejamento e Controle de Custos de Empreendimentos de Construção**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.
- KIM, Yong-Woo; BALLARD, G. Activity-Based Costing and its Application to Lean Construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9., 2001, Singapore. **Proceedings...** Singapore, IGLC, 2001.
- KOMENO, M. H.; KRÜGER, E. L.; SPOSTO, R. M. Avaliação do desempenho térmico de sistemas construtivos para habitação de interesse social com a utilização de equações preditivas. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES, 3., ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba, ANTAC, 2003.

- KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Technical Report, 72. Stanford: Stanford University, Centre for Integrated Facility Engineering, 1992.
- KOSKELA, L. **An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction**. 2000. Thesis (Doctor of Technology) – Technical Research Centre of Finland – VTT. Helsinki, 2000.
- LAUFER, A. **Simultaneous Management**. United States: AMACOM, 1997.
- LAUFER, A.; TUCKER, R.L. Is Construction Project Planning Really Doing Its Job? A Critical Examination of Focus, Role and Process. In: **Construction Management and Economics**. London, v.5, n.3, p. 243-266, 1987.
- LAUFER, A.; TUCKER, R.L. Competence and Timing Dilemma in Construction Planning. **Construction Management and Economics**, London, n. 6, p. 339-355, 1988.
- LIMA, H. M. R. **Concepção e Implementação de Sistema de Indicadores de Desempenho em Empresas Construtoras de Empreendimentos Habitacionais de Baixa Renda**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.
- LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.
- MACIEL SILVA, P. M. W.; RÊGO SILVA, J. J.; CAVALCANTI, C.L.; PIRES, T. A. C. **Uma Discussão Sobre a Percepção do Cliente na Qualidade da Edificação**. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, ANTAC, 2004, 1CD.
- MARCHESAN, P. R. **Modelo Integrado de Gestão de Custos e Controle da Produção para Obras Civas**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.
- MARTINS, G. A. **Projeto de Pesquisa**. In: Metodologia do trabalho Científico. Disponível em: <<http://www.eac.fea.usp.br/metodologia/>> Acesso em: 10 de Janeiro, 2004.
- MEREDITH, J. R.; SHAFER, S. M. **Administração da Produção para MBAs**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- MORAES, O. B. **Desenvolvimento Tecnológico e Habitação de Interesse Social em Salvador**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2002.
- MOURA, J. D. M.; BARNABÉ, M. F. Aplicação dos Conceitos de Sustentabilidade no Desenvolvimento de Projeto de Habitação de Interesse Social em Madeira de Reflorestamento. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002, Foz de Iguaçu. **Anais...** Foz de Iguaçu, ANTAC, 2002.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- PICCHI, F. A. Lean Thinking (Mentalidade Enxuta): avaliação sistemática do potencial de aplicação no setor de construção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, ANTAC, 2001.
- RUSCHEL, R. C.; RODRIGUES, A. B. F. Um Exemplo de Cooperação para a Aplicação e Adaptação de Ferramenta de Projeto Arquitetônico em Empreendimentos de Habitação de

Interesse Social. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002, Foz de Iguaçu. **Anais...** Foz de Iguaçu, ANTAC, 2002.

SANTOS, A. **Application of Flow Principles in the Production Management of Construction Sites**. Thesis (Doctor of Philosophy) – School of Construction and Property Management, University of Salford. Salford, 1999.

SAULE JÚNIOR, Nelson; CARDOSO, Patrícia de Menezes. **O Direito à Moradia no Brasil**. São Paulo: Instituto Pólis, 2005. Disponível em: <[http://www.polis.org.br/tematicas.asp?cd\\_camada1=16&cd\\_camada2=135](http://www.polis.org.br/tematicas.asp?cd_camada1=16&cd_camada2=135)>, Acesso em 19 de Setembro de 2005.

SAURIN, T. **Método para Diagnóstico e Diretrizes para Planejamento de Canteiro de Obras de Edificações**. 1997. Dirlação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1997.

SCHRAMM, 2004. **O Projeto do Sistema de Produção na Gestão de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

SHIMBUN, Nikkan Kogyo. “*Visual Control Systems*”. In: **The Factory Management Notebook Series**. Volume One, No. 2 [edited by Esmé McTighe] Productivity Press, 1991.

SHINGO, S. **O Sistema de Produção com Estoque Zero: o sistema Shingo para melhorias contínuas**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, R. D.; BASSO, A. Avaliação do Conforto Térmico em Habitações de Interesse Social em Madeira. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002, Foz de Iguaçu. **Anais...** Foz de Iguaçu, ANTAC, 2002.

SILVERMAN, D. **Interpreting Qualitative Data: methods for analysing talk, text and interaction**. London: Sage, 2ª ed., 2001.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARRISON, A. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SOARES, J. M. D.; SANTOS, M. D. F.; POLETO, L. Habitações de Caráter Social com a Utilização de Bloco Cerâmico. In: FORMOSO, C. T.; INO, A. (Ed.). **Inovação, gestão da qualidade e produtividade e disseminação do conhecimento na construção habitacional**. Porto Alegre, RS: ANTAC, 2003.

TOMMELEIN, I.; LEVITT, R.; HAYES-ROTH, B.; CONFREY, T. Sight Plan Experiments: alternate strategies for site layout design. In: **Journal of Computing in Civil Engineering**. V5, No1, Jan. 1991.

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

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa Ação**. São Paulo: Cortez, 1998.

TURRA, F. A. **Aplicação da Gestão de Custos ABC na Implantação de Célula de Manufatura de drywall**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.

VILAÇA, A. P. O. **A Sustentabilidade do Patrimônio Ambiental em Áreas de Interesse Social: desafios à efetivação do direito à moradia na Zeis Brasília Teimosa**. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL,

ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, ANTAC, 2004.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T; ROOS, D. **The Machine that Changed the World**. New York: MacMillan, 1990.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. São Paulo: Bookman, 2<sup>a</sup> ed., 2001.

## **APÊNDICE A: Roteiro de entrevista de diagnóstico**

### **Contextualização**

1. Como a empresa prepara o início de uma obra? Quais são as ferramentas?
2. Como a empresa planeja os seus custos (orçamentação)?
3. Quando é pensada a organização do canteiro de obras?

### **Integração das informações dos fluxos físicos e custo ao PCP**

4. As informações de custo estão disponíveis antes que o serviço acabe? Alguém faz uso delas para corrigir e melhorar os processos de produção?
5. Você consulta os dados de custo? Por que os consulta? Como utiliza a informação disponível?
6. São coletados dados dos fluxos físicos no canteiro? Se sim, onde eles são utilizados?
7. Como são coletadas informações do canteiro?
8. Há a participação dos operários em algum momento do planejamento ou análise da produção?
9. Quais informações são utilizadas para o planejamento do canteiro de obras?
10. Que dados do custo são utilizados diretamente para planejar e controlar a produção?
11. As informações de custo são utilizadas no processo de PCP? Em que etapas e com que frequência?
12. Você consulta dados de custo sistematicamente antes de decidir sobre algum assunto relativo à produção?
13. Você utiliza dados do canteiro para controlar a eficiência dos processos produtivos? Que dados são esses? E com que frequência são utilizados?
14. A configuração do canteiro influencia a eficiência dos processos produtivos? Como?

### **Sobre a visão do processo produtivo incorporado a gestão do empreendimento**

15. As informações disponibilizadas no orçamento refletem a forma como os processos da produção são executados?
16. As ineficiências dos processos de produção são facilmente identificadas?
17. Analisando a produção você consegue identificar em que pontos do processo as perdas ocorrem?
18. Consegue identificar potenciais de melhoria?

### **Questões gerais**

19. Quais informações de custos, na sua opinião, deveriam ser geradas pelo orçamento para ajudar o PCP?
20. Que tipo de influência a informação de custo pode ter no planejamento da obra?
21. Há alguma necessidade de saber o desempenho da obra em seus vários aspectos? Que aspectos são esses?
22. O que falta no processo de gestão dos empreendimentos na empresa?

## **APÊNDICE B: Roteiro de entrevista de avaliação**

### **Questões gerais**

1. Na sua visão, o que mudou com a introdução do sistema desenvolvido (com respeito ao controle da produção e à gestão da obra, bem como à utilidade das informações)?
2. Que nível de esforço o sistema demanda na coleta de dados? A operação do sistema alterou a rotina administrativa da obra? Foi preciso abandonar alguma atividade administrativa para operar o sistema?
3. Do seu ponto de vista, que áreas do gerenciamento de obras o sistema abrangeu?
4. Que aspectos poderiam ter sido melhor explorados no desenvolvimento do sistema?

### **Utilidade do modelo**

5. Você consulta mais do que antes, os dados gerados pelo PCP? Por que os consulta? Para que os consulta? Com que frequência?
6. As informações geradas pelo sistema de gestão são úteis ao processo de PCP? Por quê? Em que fase?
7. Em que tipo de decisões de planejamento os dados gerados pelo sistema servem como elemento de apoio à decisão?
8. Que tipo de informação (ineficiências, falhas) o sistema possibilitou você a identificar nos processos de produção a partir dos relatórios de desempenho? Quão fácil é identificar estas informações?
9. Quais informações geradas pelo sistema proposto têm maior impacto no planejamento da mesma obra?
10. Quais informações geradas pelo sistema foram efetivamente utilizadas para corrigir os rumos da mesma obra a que se referiam? De que forma?
11. Em que aspectos as ferramentas desenvolvidas não satisfazem às necessidades gerenciais e organizacionais da obra e da empresa?
12. Na sua opinião, quais características principais um sistema deveria possuir para satisfazer plenamente às necessidades da empresa?
13. Quais são os pontos fortes e as falhas do sistema desenvolvido neste trabalho?

### **Facilidade de uso do modelo**

14. Que razões poderiam dificultar ou impedir a implantação do sistema de gestão desenvolvido neste trabalho?
15. Na sua opinião, que partes do sistema serão realmente adotadas pela empresa e por quê?
16. Os dados necessários para operar o sistema são passíveis de serem coletados levando-se em conta a estrutura administrativa das obras da empresa?
17. Como você avalia o tempo gasto na coleta, processamento e análise dos dados frente aos resultados obtidos?
18. O sistema desenvolvido (ferramentas utilizadas) foi compreendido pela equipe gerencial?
19. Existe algum interesse da empresa em continuar utilizando o sistema em outros empreendimentos?
20. Quais ferramentas tiveram uma maior utilidade na gestão da produção?
21. O número de ferramentas do sistema está de acordo com o corpo gerencial? Por que?

**APÊNDICE C: Lista de necessidades do canteiro de obras.**

<b>Elemento</b>	<b>Cor</b>	<b>Dimensão</b>	<b>Quant.</b>	<b>OK</b>
Guindaste	<b>Equipamentos</b>			
Grua				
Elevador de carga				
Elevador de pessoas				
Betoneira				
Andaime				
Bandeja				
Pallet de bloco	<b>Estoque de materiais</b>			
Pallet de argamassa				
Estoque de areia				
Estoque de brita				
Estoque de madeira				
Estoque de aço				
Estoque de estrutura metálica				
Estoque de pré-moldado				
Estoque de laje				
Estoque de esquadria				
Entulho	<b>Instalações provisórias</b>			
Rampas e passarelas				
Portão de acesso de veículos				
Porta de acesso de pessoas				
Guarita				
Casa do guarda				
Escritório				
Almoxarifado				
Banheiro				
Chuveiro				
Vestiário				
Refeitório				
Cozinha				
Alojamento				
Carpintaria				
Corte e dobra de aço				
Estacionamento para carro				
Estacionamento para caminhão				
Estacionamento para bicicletas ou motos				
Área de armazenagem de material		<b>Outros</b>		
Área de fluxo de equipamentos e caminhões				
Área de restrição				
Área de drenagem				
Tapumes				
Fiação de energia elétrica				
Quadro de distribuição de energia elétrica				
Postes				
Tubulação água				
Tanque de água				

**APÊNDICE D: Lista de Verificação de Práticas para a Concepção e Gestão de Sistemas de Produção para Empreendimentos Habitacionais de Baixa Renda.**

1) CONCEPÇÃO DA PRODUÇÃO

<b>1.1</b>	<b>Projeto do Sistema de produção:</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
1.1.1	A seqüência de execução da unidade-base (uma parte da obra que se repete) é estudada?		
1.1.2	O pré-dimensionamento dos recursos necessários à produção da unidade-base é realizado?		
1.1.3	Os fluxos de trabalho da unidade-base são definidos?		
1.1.4	A definição da estratégia de execução do empreendimento leva em consideração a capacidade dos fornecedores, os processos críticos e a viabilidade financeira da obra?		
1.1.5	Os fluxos de trabalho do empreendimento são determinados levando em conta os conceitos de terminalidade (conclusão de uma atividade no prazo e com qualidade) e de continuidade (execução de um mesmo serviço de forma ininterrupta)?		
1.1.6	No dimensionamento dos recursos de produção é quantificada a necessidade de mão-de-obra e de equipamentos visando à viabilidade financeira do empreendimento e a ausência de restrições no canteiro de obras?		
1.1.7	Os processos críticos são identificados durante o projeto do sistema de produção do empreendimento?		
	<b>Total de respostas "Sim":</b>		
	<b>1ª Nota (Nº "Sim" x 10 / 7):</b>		
<b>1.2</b>	<b>Preparação da Gestão da Produção</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
1.2.1	A equipe de gerenciamento da obra é definida de forma adequada, antes do início da obra?		
1.2.2	As funções são atribuídas adequadamente a cada membro da equipe de gerenciamento, ocorrendo treinamento quando necessário?		
1.2.3	O planejamento e controle da obra é feito através de níveis hierárquicos, como, por exemplo, longo, médio e curto prazos?		
1.2.4	As atividades são estabelecidas considerando as características da obra e as necessidades de cada nível hierárquico, como grau de detalhamento das informações?		
1.2.5	Os meios de comunicação necessários durante o gerenciamento da obra estão adequadamente definidos?		
1.2.6	Os recursos necessários para o gerenciamento da obra, como computador, impressora, fax e material de escritório, são disponibilizados?		
	<b>Total de respostas "Sim":</b>		
	<b>2ª Nota (Nº "Sim" x 10 / 6):</b>		

## 2) GESTÃO DA PRODUÇÃO

<b>2.1</b>	<b>Gestão de Custos</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
2.1.1	O planejamento e controle do fluxo de caixa é realizado também no canteiro de obras?		
2.1.2	A análise do fluxo de caixa é baseada nas receitas e nos gastos projetados e realizados?		
2.1.3	O planejamento das receitas tem como base o plano de longo prazo da produção?		
2.1.4	O controle das receitas é realizado a partir da avaliação do cumprimento das metas estabelecidas?		
2.1.5	O planejamento dos gastos está ligado ao processo de análise das restrições da produção?		
2.1.6	O controle dos gastos é realizado através do monitoramento do consumo dos recursos da obra?		
	<b>Total de respostas “Sim”:</b>		
	<b>1ª Nota (Nº “Sim” x 10 / 6):</b>		
<b>2.2</b>	<b>Gestão dos Fluxos Físicos</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
2.2.1	O planejamento das instalações provisórias é realizado a partir do plano de longo prazo da produção?		
2.2.2	O controle das instalações provisórias é feito durante o planejamento e controle de médio prazo da produção?		
2.2.3	Existe planejamento dos fluxos de materiais e equipamentos de forma a reduzi-los?		
2.2.4	O controle dos fluxos de materiais e equipamentos é realizado através de plantas ou outros recursos visuais?		
2.2.5	O planejamento dos fluxos das equipes é feito de forma conjunta ao planejamento de curto prazo da produção?		
2.2.6	Existe controle dos fluxos físicos através de coleta de dados da produção?		
	<b>Total de respostas “Sim”:</b>		
	<b>2ª Nota (Nº “Sim” x 10 / 6):</b>		

<b>Resultados:</b>	<b>1ª Nota</b>	<b>2ª Nota</b>	<b>Média</b>
Concepção da Produção			
Gestão da Produção			
<b>Nota Global (média):</b>			

**ANEXO 1: Lista de verificação de boas práticas em leiaute e logística de canteiros.**

<b>Preenchido por:</b>		<b>Data:</b>
<b>Empresa:</b>		
<b>OBRA:</b>		
<b>Caracterização geral do canteiro:</b>		
<b>Fase da obra:</b>	( ) Infraestrutura	( ) Estrutura
	( ) Alvenaria	( ) Revestimento Interno
	( ) Revestimento externo	( ) Outra: _____
<b>Nº de pavimentos:</b>	Totais:	Na fase atual da obra:
<b>Nº de operários:</b>	Pico máximo:	Na fase atual da obra:

**Instruções para preenchimento:**

- Antes de ir à obra leia todas as folhas com atenção;
- Existem três opções de preenchimento: assinalar opção “sim” (S) quando o requisito estiver sendo cumprido, assinalar “não” (N), quando o requisito não estiver sendo cumprido, e assinalar “não se aplica” (NA) quando o requisito não se aplica ao canteiro, seja devido à tipologia da obra ou a fase de execução no dia da visita;
- No caso de requisitos com dois ou mais elementos iguais para serem analisados, como por exemplo, a existência de dois guinchos ou duas gruas no mesmo bloco, adotar sempre a pior situação;
- No caso de canteiros de obras nos quais existam dois ou mais blocos em execução simultânea, usar uma Lista de Verificação para cada bloco. Deve-se estar atento para que os itens comuns a dois ou mais blocos, como vestiários e refeitórios, sejam analisados uma única vez, tendo seus dados preenchidos somente em uma Lista de Verificação, indicando-se nos outros, o motivo do não preenchimento;
- Levar trena para fazer as medições necessárias;

**Instruções para cálculo da notas de cada elemento:**

- Soma dos itens assinalados “sim” x 10 dividido pelo total de itens aplicáveis (não considerar os itens assinalados “não se aplica”).

S	N	NA
SIM	NÃO	Não se aplica

A) INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	S	N	NA
<b>A1) ASPECTOS GERAIS</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Qual a tipologia das instalações provisórias utilizadas?  <input type="checkbox"/> containers      <input type="checkbox"/> barracos      <input type="checkbox"/> prédios pré existentes  <input type="checkbox"/> futuras instalações      <input type="checkbox"/> outra: _____</li> </ul>			
A1.1) As instalações provisórias estão em locais livres da queda de materiais, ou sua cobertura tem proteção contra quedas.			
A1.2) A obra é identificada pelo nome do empreendimento, logomarca da empresa, responsável técnico, bem como pelo endereço em que se localiza.			
A1.3) Há divulgação do planejamento das atividades a serem realizadas pelas equipes de trabalho Explique como: _____			
A1.4) Existe alguma espécie de mural para a divulgação de informações, tais como resultados de indicadores, gráficos, metas...			
A1.5) Há planta de implantação da obra com layout do canteiro indicando locais de descarga, armazenamento, processamento e circulação.			
Obs:			
<b>A2) TAPUMES</b>			
A2.1) Há tapumes construídos e fixados de forma resistente.			
A2.2) Os tapumes possuem altura mínima de 2,20m.			
A2.3) Os tapumes são constituídos de material resistente e estão em bom estado de conservação.			
Obs :			
<b>A3) ACESSOS</b>			
A3.1) Existe portão exclusivo para entrada de pedestres (clientes e operários).			
A3.2) Há campanha ou vigilância no portão de entrada de pessoas.			
A3.3) O portão possui fechadura ou cadeado e se mantém fechado, caso não tenha vigilância.			
A3.4) Existe caminho demarcado, livre e desimpedido para acesso desde o portão até a área edificada.			
A3.5) Há acesso adequado para a entrada dos caminhões no canteiro.			
A3.6) Caso a obra localize-se em uma esquina, o acesso dos caminhões é pela rua com trânsito menos movimentado.			
A3.7) Junto ao portão de entrada existe cabideiro ou caixa com capacetes para os visitantes.			
Obs :			
<b>A4) ESCRITÓRIO (Sala do mestre/Engenheiro)</b>			
A4.1) Tem chaveiro, com as chaves das instalações da obra e dos apartamentos.			
A4.2) A documentação técnica da obra está à vista e é de fácil localização.			

A4.3) Tem estojo com materiais para primeiros socorros.			
A4.4) Existe janela ou abertura que permita a visualização da obra.			
A4.5) Há local adequado para a realização de reuniões.			
Obs :			
<b>A5) ALMOXARIFADO</b>			
A5.1) Está perto do ponto de descarga de caminhões.			
A5.2) Existem etiquetas com nomes de materiais e equipamentos.			
A5.3) É dividido em dois ambientes, um para armazenamento de materiais e ferramentas e outro para sala do almoxarife com janela de expediente.			
A5.4) Existem planilhas para controle de estoque de materiais.			
Obs :			
<b>A6) LOCAL PARA REFEIÇÕES</b> ( ) existe ( ) não existe • Caso não exista marque “ <i>não</i> ” para todos os itens.			
A6.1) Há lavatório instalado em suas proximidades ou no seu interior (NR-18).			
A6.2) Tem fechamento que permite isolamento durante as refeições (NR-18).			
A6.3) Tem piso de concreto, cimentado ou outro material lavável (NR-18).			
A6.4) Tem depósito com tampa para detritos (NR-18).			
A6.5) Há assentos em número suficiente para atender aos usuários (NR-18).			
Obs:			
<b>A7) VESTIÁRIO</b> ( ) existe ( ) não existe • Caso não exista marque “ <i>não</i> ” para todos os itens.			
A7.1) Tem área de 1,5m <sup>2</sup> /pessoa (segundo NR-24)			
A7.2) Tem iluminação natural e/ou artificial.			
A7.3) Tem área de ventilação correspondente a 1/8 da área do piso. Área do piso: _____ Área de ventilação: _____			
A7.4) Tem piso de concreto, cimentado, madeira ou material equivalente (NR-18).			
A7.5) Tem bancos e cabides.			
A7.6) Tem armários individuais dotados de fechadura e dispositivo para cadeado (NR-18) .			
Obs :			
<b>A8) INSTALAÇÕES SANITÁRIAS</b> ( ) existem ( ) não existem • Caso não existam marque “ <i>não</i> ” para todos os itens.			
Nº de chuveiros: _____ Nº de lavatórios: _____ Nº de vasos sanitários: _____ Nº de mictórios: _____			
A8.1) Possuem chuveiros em número suficiente (1 / 10 trabalhadores) NR 18.			
A8.2) Possuem lavatórios em número suficiente (1 / 20 trabalhadores) NR 18.			
A8.3) Possuem vasos sanitários em número suficiente (1 /20 trabalhadores) NR 18.			
A8.4) Possuem mictórios em número suficiente (1 / 20 trabalhadores) NR 18.			
A8.5) Caso o lavatório e o mictório sejam do tipo calha, cada 60cm na			

horizontal corresponde a 1 peça.			
A8.6)Os banheiros estão ao lado do vestiário.			
A8.7)Há banheiros volantes nos andares ou quadras.			
A8.8)O mictório é passível de reaproveitamento.			
A8.9)O lavatório é passível de reaproveitamento.			
A8.10)Há papel higiênico e recipientes para depósito de papéis usados no banheiro (NR-18).			
A8.11)Nos locais onde estão os chuveiros, há piso de material antiderrapante ou estrado de madeira (NR-18).			
A8.12)Há um suporte para sabonete e cabide para toalha correspondente a cada chuveiro (NR-18)			
A8.13)Há um banheiro somente para o pessoal de administração da obra (mestre, Eng <sup>o</sup> , técnico).			
A8.14)Para deslocar-se do posto de trabalho até as instalações sanitárias é necessário percorrer menos de 150,0 m (NR-18).			
A8.15)As paredes internas dos locais onde estão instalados os chuveiros são de alvenaria ou revestidas com chapas galvanizadas ou outro material impermeável.			
Obs :			
<b>A10) ÁREAS DE LAZER (Necessária quando existem trabalhadores alojados na obra.)</b>			
A10.1) O refeitório ou outro local é aproveitado como área de lazer, possuindo televisão ou jogos .			
Obs :			
<b>NOTA - INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS</b>			
<b>PONTOS POSSÍVEIS (PP)</b>	<b>PONTOS OBTIDOS (PO)</b>	<b>(PO / PP) X 10</b>	

<b>B) SEGURANÇA NA OBRA</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>
<b>B1)ESCADAS DEFINITIVAS</b>			
B1.1)Há corrimão definitivo ou provisório, com guarda-corpo principal a 1,20m de altura, constituído de madeira ou outro material de resistência equivalente.			
B1.2)Os corrimãos, caso sejam de madeira, estão isentos de qualquer pintura que encubra nós e rachaduras na madeira.			
B1.3)Há guarda-corpo intermediário a 0,7m de altura, constituído de madeira ou outro material de resistência equivalente.			
B1.4)Há rodapé com altura de 0,2m, constituído de madeira ou outro material de resistência equivalente.			
B1.5)Existem lâmpadas nos patamares das escadas (caso a alvenaria já esteja concluída).			
Obs :			
<b>B2) ESCADAS DE MÃO</b>			
B2.1)Há escada ou rampa provisória para transposição de pisos com desnível superior a 40 cm (NR-18).			
B2.2)As escadas de mão ultrapassam em cerca de 1,0 m o piso superior			

Proposta de um modelo de concepção e gestão de sistemas de produção para empreendimentos habitacionais de baixa renda

(NR-18).			
B2.3)As escadas de mão estão fixadas nos pisos superior e inferior, ou são dotadas de dispositivo que impeça escorregamento (NR-18).			
Obs:			
<b>B3)RAMPAS E PASSARELAS PROVISÓRIAS</b>			
B3.1)As rampas provisórias estão fixadas no piso inferior e superior e não ultrapassam 30° (trinta graus) de inclinação em relação ao piso.			
B3.2)Nas rampas provisórias, com inclinação superior a 18° (dezoito graus), estão fixadas peças transversais, espaçadas em 0,40m (quarenta centímetros), no máximo, para apoio dos pés.			
B3.3)As rampas provisórias usadas para trânsito de caminhões possuem largura mínima de 4,00m (quatro metros) e estão fixadas em suas extremidades.			
Obs :			
<b>B4) ANDAIMES FACHADEIROS</b>			
• Há andaime fachadeiro ?      ( ) sim      ( ) não			
B4.1)Os andaimes fachadeiros dispõem de proteção com tela de arame galvanizado ou material de resistência e durabilidade equivalente desde a primeira até 2,00 acima da última plataforma de trabalho.			
B4.2)Os montantes do andaime têm seus encaixes travados com parafusos, contrapinos, braçadeiras ou dispositivo que cumpra a mesma função.			
B4.3)Os painéis destinados a suportar os pisos e / ou funcionar como travamento, são contrapinados ou travados com parafusos, braçadeiras ou dispositivo que cumpra a mesma função.			
B4.4)As peças de contraventamento são fixadas nos montantes por meio de parafusos, braçadeiras ou por dispositivo que cumpra a mesma função.			
B4.5)O acesso vertical entre as plataformas de trabalho ao andaime é feito por meio de escadas ou torres de acesso.			
Obs :			
<b>B5) ANDAIMES SIMPLEMENTE APOIADOS</b>			
• Há andaime simplesmente apoiado ?      ( ) sim      ( ) não			
B5.1)É revestido com tela e constituído por uma travessa superior a 1,20m de altura e intermediária a 0,70m e rodapé de 0,20m de altura.			
B5.2)Caso o andaime seja apoiado sobre cavaletes, o piso de trabalho tem altura máxima de 2,0 m e largura superior a 0,90 m.			
B5.3)Andaimes com piso de trabalho superior a 1,50 m de altura são providos de escadas ou rampas.			
B5.4)Quando externos e com altura superior a 2,0 m, a estrutura dos andaimes está fixada à construção por meio de amarração e estroncamento.			
B5.5) Quando internos e na periferia das edificações, a estrutura de proteção está fixada à estrutura das mesmas.			
B5.6)O piso de trabalho dos andaimes possui forração completa, antiderrapante, e está nivelado e fixado de modo seguro e resistente.			
B5.7)Os montantes dos andaimes estão apoiados em sapatas sobre base sólida capaz de resistir aos esforços solicitantes e às cargas transmitidas.			
<b>B6) ABERTURAS NO PISO</b>			
B6.1)Todas as aberturas nos pisos de lajes tem fechamento provisório			

resistente, tais como assoalho fixado a estrutura de forma a evitar seu deslizamento ou sistema de guarda-corpo e rodapé.			
Obs :			
<b>B7) PROTEÇÃO CONTRA QUEDA</b>			
B7.1) Há isolamento das áreas sujeitas aos riscos de queda de materiais e equipamentos.			
<b>B8) SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA</b>			
B8.1) Há identificação dos locais de apoio (banheiros, escritório, almoxarifado, etc.) que compõe o canteiro (NR-18).			
B7.2) Há alertas quanto a obrigatoriedade do uso de EPI, específico para a atividade executada, próximos ao posto de trabalho (NR-18).			
B7.3) Há advertências quanto ao isolamento das áreas de transporte e circulação de materiais por grua, guincho e guindaste (NR-18).			
B7.4) Há uma placa no elevador de materiais, indicando a carga máxima e a proibição do transporte de pessoas (NR-18).			
B7.5) Há advertências quanto ao isolamento das áreas sujeitas aos riscos de queda de materiais e equipamentos.			
Obs :			
<b>B9) EPI's</b>			
B9.1) É utilizado o cinto limitador de espaço durante a elevação até 1,20m de altura.			
B9.2) Independente da função todo trabalhador está usando botinas e capacetes.			
B9.3) Os trabalhadores estão usando uniforme cedido pela empresa (NR-18).			
B9.4) Trabalhadores em andaimes externos ou qualquer outro serviço à mais de 2,0 m de altura, usam cinto de segurança com cabo fixado na construção (NR-18).			
<b>B10) INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>			
B10.1) Circuitos e equipamentos não tem partes vivas expostas, tais como fios desencapados (NR-18).			
B10.2) Os fios condutores estão em locais livres do trânsito de pessoas e equipamentos, de modo que está preservada sua isolação (NR-18).			
B10.3) Todas as máquinas e equipamentos elétricos estão ligados por conjunto plugue e tomada (NR-18).			
B10.4) As redes de alta tensão estão protegidas de modo a evitar contatos acidentais com veículos, equipamentos e trabalhadores (NR-18).			
B10.5) Junto a cada disjuntor há identificação do circuito / equipamento correspondente.			
Obs :			
<b>B11) PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO</b>			
B11.1) O canteiro possui extintor de incêndio próximo a serra elétrica.			
B11.2) O canteiro possui extintor de incêndio próximo ao almoxarifado.			
B11.3) O canteiro possui extintor de incêndio próximo ao depósito de materiais inflamáveis (marcar "Não se aplica" caso este esteja dentro do almoxarifado).			
B11.4) O canteiro possui extintor de incêndio próximo ao depósito de madeiras.			

B11.5) Indicar outros locais onde há a presença de extintores. Especifique:			
B11.6) Há um sistema de alarme.			
B11.7) O canteiro possui equipes de operários treinadas para o primeiro combate ao fogo.			
Obs :			
<b>B12) GUINCHO</b>			
B12.1) A torre do guincho é revestida com tela (NR-18).			
B12.2) As rampas de acesso à torre são dotadas de guarda-corpo e rodapé, sendo planas ou ascendentes no sentido da torre (NR-18).			
B12.3) Há pneus ou outra espécie de amortecimento para a plataforma do elevador no térreo.			
B12.4) O posto de trabalho do guincheiro é isolado e possui cobertura de proteção contra queda de materiais (NR-18).			
B12.5) Há assento ergonômico para o guincheiro (NR-18).			
B12.6) A plataforma do elevador é dotada de contenções laterais em todas as faces (porta nas faces em que há carga / descarga) (NR-18).			
B12.7) No térreo o acesso à plataforma do elevador é plano, não exigindo esforço adicional no empurramento de carrinhos/gericas.			
B12.8) Nas concretagens são deixados ganchos de ancoragem nos pavimentos para atirantar a torre do guincho.			
B12.9) A plataforma do elevador possui cobertura (NR-18).			
B12.10) A comunicação com o guincheiro é feita através de botão em cada pavimento que aciona lâmpada ou campainha junto ao guincheiro. (NR-18)			
B12.11) Há utilização de tubofone em combinação com outro sistema de comunicação.			
B12.12) Há placa com a logomarca da empresa na torre do guincho.			
B12.13) O guincho está na posição mais próxima possível do baricentro do pavimento tipo.			
B12.14) A área próxima ao guincho está desobstruída, permitindo livre circulação dos equipamentos de transporte.			
B12.15) As peças para acesso nos pavimentos são amplas, facilitando a carga/descarga e o estoque provisório de materiais nestes locais.			
Obs:			
<b>B13) GUINCHO DE COLUNA</b>			
B13.1) O guincho coluna está devidamente ancorado na estrutura, sem improvisações e nivelado.			
B13.2) O moitão tem travas no gancho e está ligado ao cabo com amarras adequadas( sem nós).			
B13.3) O operador utiliza cinturão do tipo pára-quedista, ancorado na estrutura, assim como os operários que recebem a carga em diferentes pavimentos.			
B13.4) Há comunicação formalizada entre o operador e os apontadores (sinais, rádio, tubofone).			
Obs :			
<b>B14) GRUA</b>			
B14.1) A grua está aterrada, com a ponta da lança afastada no mínimo 3 metros de obstáculos e da rede de alta tensão.			

B14.2) Há comunicação direta (visual, rádio) entre o operador da grua e o apontador de lança.					
B14.3) As operações realizadas são suaves, sem arranques e paradas bruscas ou içamentos oblíquos.					
B14.4) Existe delimitação das áreas de carga e descarga de materiais (NR-18).					
B14.5) A grua possui alarme sonoro que é acionado pelo operador quando há movimentação de carga (NR-18).					
Obs :					
<b>NOTA - SEGURANÇA NA OBRA</b>					
<b>PONTOS POSSÍVEIS (PP)</b>	<b>PONTOS OBTIDOS (PO)</b>	<b>(PO / PP) X 10</b>			

<b>C) SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE MAT.</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>
<b>C1) VIAS DE CIRCULAÇÃO</b>			
C1.1) Há caminho regular nas áreas de circulação de materiais ou pessoas.			
C1.2) Existe cobertura para transporte de materiais da betoneira até o guincho.			
C1.3) É permitido o trânsito de carrinhos/gericas perto dos estoques em que tais equipamentos fazem-se necessários.			
C1.4) Há caminhos previamente definidos para os principais fluxos de materiais, próximo ao guincho, e nas áreas de produção de argamassa e armazenamento.			
Obs :			
<b>C2) ENTULHO</b>			
C2.1) São utilizadas caixas para desperdícios nos andares e/ou depósito central de desperdícios.			
C2.2) O entulho é transportado para o térreo através de calha ou tubo coletor.			
C2.3) O canteiro está limpo, sem calça e sobras de madeira espalhadas, de forma que a segurança e a circulação de materiais e pessoas não seja prejudicada..			
C2.4) O entulho é separado por tipo de material e reaproveitado Explique como: _____			
Obs:			
<b>C3) ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS</b>			
<b>CIMENTO</b>			
C3.1) Existe estrado sob o estoque de cimento.			
C3.2) As pilhas de cimento tem no máximo 10 sacos.			
C3.3) O estoque está protegido da umidade em depósito fechado e coberto. (Caso não exista depósito há cobertura com lona ou outro dispositivo).			
C3.4) É praticada estocagem do tipo PEPS (o primeiro saco à entrar é o primeiro à sair), utilizando, por exemplo, marcação da data de entrega em			

cada saco.			
C3.5)No caso das pilhas estarem adjacentes à paredes (do depósito ou não) há uma distância mínima de 0,30 m para permitir a circulação de ar.			
Obs :			
<b>AGREGADOS E ARGAMASSA</b>			
C3.6)As baias para areia/brita/argamassa tem contenção em três lados.			
C3.7)As baias tem fundo cimentado para evitar contaminação do estoque.			
C3.8)A areia é descarregada no local definitivo de armazenagem (não há duplo manuseio).			
C3.9)A argamassa é descarregada no local definitivo de armazenagem (não há duplo manuseio).			
C3.10)As baias de areia e argamassa estão em locais protegidos da chuva ou tem cobertura com lona.			
C3.11)As baias de areia e argamassa estão próximas da betoneira.			
Obs :			
<b>TIJOLOS/BLOCOS</b>			
C3.12)O estoque está em local limpo e nivelado, sem contato direto com o solo.			
C3.13)É feita a separação de tijolos por tipo.			
C3.14)As pilhas de tijolos tem até 1,80 m de altura.			
C3.15)Os tijolos são descarregados no local definitivo de armazenagem.			
C3.16)O estoque está em local protegido da chuva ou tem cobertura com lona.			
C3.17)O estoque está próximo do guincho.			
Obs :			
<b>AÇO</b>			
C3.18)O aço é protegido do contato com o solo, sendo colocado sobre pontaletes de madeira e uma camada de brita.			
C3.19)Caso as barras estejam em local descoberto, há cobertura com lona.			
C3.20)As barras de aço são separadas e identificadas de acordo com a bitola (NR-18).			
Obs :			
<b>TUBOS de PVC</b>			
C3.21)Os tubos são armazenados em camadas, com espaçadores, separados de acordo com a bitola das peças (NR-18).			
C3.22)Os tubos estão estocados em locais livres da ação direta do sol, ou tem cobertura com lona.			
Obs :			
<b>C4) PRODUÇÃO DE ARGAMASSA/CONCRETO</b>			
C4.1)A betoneira está próxima do guincho.			
C4.2)A betoneira descarrega diretamente nos carrinhos/masseiras .			
C4.3)Há indicações de traço para a produção de argamassa, e as mesmas estão em local visível .			
C4.4)A dosagem do cimento é feita por peso.			
C4.5)A dosagem da areia é feita com equipamento dosador (padiola, carrinho dosador ou equipamento semelhante que padronize a dosagem).			
C4.6)A dosagem da água é feita com equipamento dosador (recipiente			

graduado, caixa de descarga ou dispositivo semelhante).					
Obs :					
<b>NOTA – MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS</b>					
<b>PONTOS POSSÍVEIS (PP)</b>	<b>PONTOS OBTIDOS (PO)</b>	<b>(PO / PP) X 10</b>			

$$\text{NOTA GLOBAL DO CANTEIRO} = \frac{\text{Nota Inst. Prov.} + \text{Nota Seg.} + \text{Nota Mov. e Arm.}}{3} = \boxed{\phantom{000}}$$

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)