

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**DIRETRIZES PARA A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS EM  
OBRAS DE CURTO PRAZO**

**MARIO KRAWCZYK FILHO**

Porto Alegre  
dezembro 2003

**MARIO KRAWCZYK FILHO**

**DIRETRIZES PARA A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS EM  
OBRAS DE CURTO PRAZO**

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

Porto Alegre  
dezembro 2003

K91d Krawczyk Filho, Mario

Diretrizes para programação de recursos em obras de curto prazo / Mario Krawczyk Filho. – 2003.

Trabalho de conclusão (mestrado profissional) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Porto Alegre, BR-RS, 2005.

Orientação: Prof. Carlos Torres Formoso.

Co-orientação: Prof. Maurício Moreira e Silva Bernardes.

1. Planejamento e controle da produção. 2. Construção Civil – Empresa. 3. Gestão da produção. I. Formoso, Carlos Torres, orient. II. Bernardes, Maurício Moreira e Silva, co-orient. III. Título.

CDU-69:658.5(043)

**MARIO KRAWCZYK FILHO**

**DIRETRIZES PARA A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS EM  
OBRAS DE CURTO PRAZO**

Este Trabalho de Conclusão foi julgado adequado para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovado em sua forma final pelos professores orientadores e pelo Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, novembro de 2005

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

Prof. Maurício Moreira e Silva Bernardes  
Dr. pelo PPGE / UFRGS  
Co-orientador

Prof.a Helena Beatriz Bettella Cybis  
Coordenador do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia

**BANCA EXAMINADORA**

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

**Prof.a Mirian Oliveira (PUCRS)**  
Dr. pelo PPGA / UFRGS

**Prof. Tarcísio Abreu Saurin (UFRGS)**  
Dr. pelo PPGE / UFRGS

À minha esposa Néli e às minhas filhas Bruna e Luísa.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores Carlos Torres Formoso e Maurício Moreira e Silva Bernardes pela orientação deste trabalho, pelo tempo e dedicação concedidos e pelas valiosas críticas e informações que contribuíram na minha formação profissional.

Aos sócios Alexandre Borda e Rafael Paes Borba por terem apoiado o desenvolvimento deste trabalho.

A todos professores do NORIE, pela bela obra que estão edificando e pelo conhecimento por mim adquirido.

Aos familiares, amigos e colegas de mestrado pelo incentivo e carinho.

## RESUMO

KRAWCZYK FILHO, M. **Diretrizes para a programação de recursos em obras de curto prazo.** 2003. 158 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre.

A programação de recursos da produção, realizada a partir do planejamento e controle da produção (PCP), quando ineficaz, pode gerar problemas relacionados à dilatação de prazo de execução da obra, ao desperdício de recursos materiais, à baixa produtividade de mão-de-obra e, por consequência, um sobrecusto em relação ao valor estimado para o empreendimento. Este trabalho consistiu na realização de um estudo empírico em uma empresa de construção, localizada em Porto Alegre-RS. O objetivo principal do estudo consiste em propor diretrizes para a programação de recursos, como parte do sistema de planejamento e o controle de produção, enfatizando obras de curto prazo. Como objetivo secundário, procurou-se adequar o modelo de PCP desenvolvido no NORIE/UFRGS para a execução de obras de curto prazo. O método de pesquisa foi dividido em três etapas. Inicialmente, conduziu-se um estudo exploratório com o objetivo de diagnosticar o sistema de programação de recursos e o PCP da empresa estudada. A segunda etapa envolveu a realização de um estudo empírico, utilizando a pesquisa-ação como estratégia de pesquisa, no qual foi implementado um sistema de PCP adequado para obras de curto prazo, focalizando a programação de recursos. Na terceira e última etapa do trabalho, foi efetuada uma avaliação da implantação do sistema de PCP e proposto um conjunto de diretrizes para a programação de recursos. Entre as principais conclusões deste estudo, constatou-se que, para a implantação de um sistema de programação de recursos, deve-se inicialmente padronizar e formalizar o processo de PCP, pautados na estratégia de produção adotada pela empresa, envolvendo decisões como, por exemplo, o tipo de relacionamento com os fornecedores, a forma de contratação de mão-de-obra e estrutura organizacional da obra. Além disso, observou-se que a implementação de um sistema de programação de recursos requer uma forte integração dos setores administrativo, financeiro e produção, de forma a atender satisfatoriamente os requisitos dos clientes.

Palavras-chave: Programação de Recursos; gestão da produção; planejamento e controle; obras de curto prazo.





## **ABSTRACT**

**KRAWCZYK FILHO, M. Diretrizes para a programação de recursos em obras de curto prazo.** 2003. 158 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre.

### **Guidelines for programming resources in short duration construction projects**

The ineffectiveness of the programming of production resources may cause problems related to delays in the duration of construction projects, waste of building materials, low productivity of the labor force, and, consequently, increase the project costs. This research work was based on an empirical study carried out in a small sized construction company from Porto Alegre – RS. It aims to propose guidelines for the programming of resources as part of the production planning and control system, emphasizing short duration construction projects. As a secondary objective, this study also proposes an adaptation of the production planning and control model developed at NORIE/UFRGS for this type of project. The research method was divided into three stages. Initially, an exploratory study was undertaken, aiming to understand the main problems in the programming of resources and generally in production planning and control at the company involved in the study. In the second stage, an action-research empirical study was carried out, in which a production planning and control system was implementing in the company, emphasizing the programming of resources. In the last stage, the implementation of the system was evaluated and a set of guidelines was proposed. One of the main conclusions of the study is that the effective implementation of resource programming is facilitated by the establishment of a standardized and formalized production planning and control system, based on the company production strategy, which involves decisions such as the type of relationship with suppliers, the form of labor hiring adopted, and the project organizational structure. Moreover, the implementation of resource programming requires a strong integration between the administrative, financial and production sectors in order to fulfill customer requirements.

Key-words: resource programming; production management; planning and control; short duration construction projects.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo na visão de conversão.....	21
Figura 2: Processo como um fluxo.....	23
Figura 3: As cinco fases do processo de planejamento.....	26
Figura 4: Modelo de PCP de Bernardes (2001).....	33
Figura 5: Etapas da pesquisa.....	50
Figura 6: DFD do sistema de PCP da empresa.....	60
Figura 7: Croqui geral da obra do estudo exploratório.....	63
Figura 8: Croqui geral do setor de zoneamento da obra.....	65
Figura 9: Segmentação da obra em atividades.....	65
.Figura 10: Número de tarefas programadas na semana.....	67
Figura 11: Evolução do PCP no estudo exploratório.....	68
Figura 12: Causas dos desvios.....	75
Figura 13: Sistema de PCP proposto para obras de curto prazo.....	77
Figura 14: DFD do sistema da programação de recursos da obra.....	77
Figura 15: Croqui geral do zoneamento da obra.....	84
Figura 16: Croqui geral de estratégia de ataque á obra.....	88
Figura 17: Plano tático parcial do estudo empírico.....	89
Figura 18: Plano tático parcial do estudo empírico com restrições.....	90
Figura 19: Planilha de plano operacional semanal.....	92
Figura 20: Planilha de plano operacional diário .....	93
Figura 21: Evolução do PCP do estudo empírico .....	94
Figura 22: Causa dos desvios.....	96
Figura 23: Planilha de classificação de recursos de mão-de-obra.....	97
Figura 24: Planilha com a distribuição de recursos de mão-de-obra.....	98
Figura 25: Planilha com a classificação de recursos materiais em classes.....	99
Figura 26: Planilha com a distribuição dos recursos materiais.....	100
Figura 27: Fluxo de caixa da obra em estudo.....	102
Figura 28: Gráfico do resultado estimado acumulado.....	103
Figura 29: Curvas de agregação de receitas estimadas e realizadas.....	104
Figura 30: Curvas de agregação dos custos estimados e realizados.....	104
Figura 31: Gráfico do resultado realizado acumulado.....	105
Figura 32: Distribuição dos gastos da obra.....	105

Figura 33: Planilha do resultado da obra.....	106
Figura 34: Planilha informativa de gastos .....	107
Figura 35: Práticas utilizadas e descartadas no estudo empírico.....	122

## **LISTA DE SIGLAS**

CIPA: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

CV: Coeficiente de Variação

DFD: Diagrama de Fluxo de Dados

NORIE: Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação

PCP: Planejamento e Controle da Produção

PPC: Percentual do Planejamento Concluído

PPC/S: Percentual do Planejamento Concluído por Subempreiteiro

PR: Programação de Recursos

STP: Sistema Toyota de Produção

SEBRAE/RS: Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Sul

TFV: Teoria da transformação-fluxo-valor



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 TEMA E JUSTIFICATIVA DO ESTUDO.....	16
1.2 MOTIVAÇÃO PARA O TRABALHO.....	16
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA.....	16
1.4 QUESTÕES DE PESQUISA.....	18
1.5 OBJETIVO.....	18
1.6 DELIMITAÇÕES.....	18
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
<b>2 O PCP SEGUNDO A NOVA FILOSOFIA DE PRODUÇÃO.....</b>	<b>20</b>
2.1 PARADIGMA TRADICIONAL DE PRODUÇÃO.....	20
2.2 NOVO PARADIGMA DE PRODUÇÃO.....	22
2.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO E O NOVO PARADIGMA DE PRODUÇÃO.....	24
<b>2.3.1 Processo de PCP de Laufer e Tucker (1987 e 1988).....</b>	<b>24</b>
2.3.1.1 <i>A dimensão horizontal de planejamento.....</i>	25
2.3.1.2 <i>A dimensão vertical de planejamento.....</i>	26
<b>2.3.2 O processo de PCP de Ballard e Howell (1997).....</b>	<b>27</b>
2.3.2.1 <i>O planejamento de Longo Prazo (Plano Mestre de Produção).....</i>	28
2.3.2.2 <i>O planejamento de Médio Prazo (lookahead planning).....</i>	29
2.3.2.3 <i>O planejamento de Curto prazo (commitment planning).....</i>	30
<b>2.3.3 Modelo de PCP da UFRGS por Bernardes (2001).....</b>	<b>31</b>
<b>2.3.4 Sistemática de avaliação de sistemas de PCP segundo Bernardes (2001).....</b>	<b>35</b>
2.3.4.1 <i>Padronização do PCP.....</i>	35
2.3.4.2 <i>Hierarquização do planejamento.....</i>	35
2.3.4.3 <i>Análise e avaliação qualitativa dos processos.....</i>	36
2.3.4.4 <i>Análise dos fluxos físicos.....</i>	36
2.3.4.5 <i>Análise de restrições.....</i>	37
2.3.4.6 <i>Utilização de dispositivos visuais.....</i>	37
2.3.4.7 <i>Formalização do planejamento de curto prazo.....</i>	37
2.3.4.8 <i>Especificação detalhada das tarefas.....</i>	37
2.3.4.9 <i>Programação de tarefas reservas.....</i>	38
2.3.4.10 <i>Tomada de decisão participativa.....</i>	38

2.3.4.11 Utilização do PPC e identificação dos problemas.....	38
2.3.4.12 Utilização de sistema de indicadores de desempenho.....	39
2.3.4.13 Realização de ações corretivas a partir da causas dos problemas.....	39
2.3.4.14 Realização de reuniões para difusão de informações.....	39
<b>2.3.5 Programação de recursos conforme modelo de PCP apresentado por Bernardes (2001).....</b>	<b>40</b>
<b>2.4 A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS EM UM CONTEXTO MAIS AMPLO.....</b>	<b>41</b>
<b>2.4.1 Classificação dos recursos.....</b>	<b>42</b>
<b>2.4.2 Recursos materiais.....</b>	<b>43</b>
<b>2.4.3 Recursos humanos.....</b>	<b>44</b>
<b>2.4.4 Recursos financeiros.....</b>	<b>45</b>
<b>2.4.5 Incertezas na disponibilização dos recursos.....</b>	<b>46</b>
<b>3 MÉTODO DE PESQUISA.....</b>	<b>48</b>
3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	48
3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	49
3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	50
<b>3.3.1 Descrição do estudo exploratório.....</b>	<b>51</b>
<b>3.3.2 Descrição do estudo empírico.....</b>	<b>52</b>
<b>3.3.3 Avaliação da implantação do modelo de PCP.....</b>	<b>55</b>
3.4 FONTES DE EVIDÊNCIA.....	55
<b>3.4.1 Observação participante.....</b>	<b>56</b>
<b>3.4.2 Entrevistas não estruturadas.....</b>	<b>56</b>
<b>3.4.3 Análise documental.....</b>	<b>57</b>
<b>4 DESENVOLVIMENTO EMPÍRICO DA PESQUISA .....</b>	<b>59</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE PCP DA EMPRESA.....	59
4.2 ESTUDO EXPLORATÓRIO.....	62
<b>4.2.1 Caracterização da obra.....</b>	<b>62</b>
<b>4.2.2 Preparação do processo de PCP da obra.....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.3 Planejamento tático.....</b>	<b>66</b>
<b>4.2.4 Planejamento operacional.....</b>	<b>66</b>
<b>4.2.5 Caracterização do sistema de programação de recursos estudado.....</b>	<b>69</b>
<b>4.2.6 Deficiências identificadas no sistema PCP da obra e proposição de diretrizes preliminares.....</b>	<b>70</b>
4.2.6.1 Planejamento da obra.....	70
4.2.6.2 Recursos materiais.....	71



4.2.6.3 Recursos de mão-de-obra.....	72
4.2.6.4 Recursos financeiros.....	73
4.3 ESTUDO EMPÍRICO.....	73
<b>4.3.1 Caracterização da obra.....</b>	<b>74</b>
<b>4.3.2 Adaptação de modelo de PCP elaborado pelo NORIE/UFRGS para obras de Curto Prazo.....</b>	<b>74</b>
<b>4.3.3 Implantação de um novo sistema de programação de recursos.....</b>	<b>76</b>
<b>4.3.4 Implementação do Processo de PCP da obra.....</b>	<b>78</b>
4.3.4.1 Informações necessárias para a preparação do PCP.....	78
4.3.4.2 Preparação do processo de PCP.....	79
<b>4.3.5 Planejamento tático.....</b>	<b>88</b>
4.3.5.1 Preparação do plano tático.....	89
4.3.5.2 Análise de restrições.....	90
<b>4.3.6 Planejamento operacional.....</b>	<b>91</b>
<b>4.3.7 Programação de recursos da obra.....</b>	<b>96</b>
4.3.7.1 Programação de recursos de mão-de-obra.....	96
4.3.7.2 Programação de recursos materiais.....	98
4.3.7.3 Programação de recursos financeiros.....	101
<b>4.3.8 Avaliação da adaptação e implementação do modelo de PPC no estudo empírico.....</b>	<b>115</b>
4.3.8.1 Padronização do PCP.....	115
4.3.8.2 Hierarquização do planejamento.....	116
4.3.8.3 Análise e avaliação qualitativa dos processos.....	116
4.3.8.4 Análise dos fluxos físicos.....	116
4.3.8.5 Análise de restrições.....	117
4.3.8.6 Utilização de dispositivos visuais.....	117
4.3.8.7 Formalização do planejamento de curto prazo.....	117
4.3.8.8 Especificação detalhada das tarefas.....	118
4.3.8.9 Programação de tarefas reservas.....	118
4.3.8.10 Tomada de decisão participativa.....	119
4.3.8.11 Utilização do PPC e identificação dos problemas.....	119
4.3.8.12 Utilização de sistema de indicadores de desempenho.....	119
4.3.8.13 Realização de ações corretivas a partir de causas dos problemas.....	119
4.3.8.14 Realização de reuniões para difusão de informações.....	120
4.3.8.15 Programação de recursos.....	120

4.3.8.16 Eficácia do sistema de PCP da empresa.....	122
4.4 DIRETRIZES PARA A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS EM OBRAS DE CURTO PRAZO.....	123
4.4.1 Comprometer a gerência.....	123
4.4.2 Instituir um coordenador vinculado com a estratégia da empresa.....	123
4.4.3 Integrar os fornecedores no processo de mudança e na melhoria do modelo proposto.....	124
4.4.4 Preparar o processo de PCP.....	125
4.4.5 Desenvolver a programação de recursos financeiros.....	126
4.4.6 Desenvolver a programação de recursos humanos.....	127
4.4.7 Desenvolver a programação de recursos materiais.....	128
5 CONCLUSÕES.....	129
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	129
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA NOVOS ESTUDOS.....	130
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
ANEXO A- CRONOGRAMA INICIAL .....	136
ANEXO B- CRONOGRAMA DE LONGO PRAZO .....	138
ANEXO C- CONTINUAÇÃO DO CRONOGRAMA DE LONGO PRAZO .....	140
ANEXO D – PLANILHA DE PLANO SEMANAL DE 05/11 À 10/12/01 .....	142



# 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados inicialmente o tema e a justificativa para o desenvolvimento do presente trabalho. Em seguida, são apresentados o problema de pesquisa, as questões de pesquisa e o objetivo almejado. Por fim, apresentam-se as delimitações do estudo, bem como a estrutura desta pesquisa.

## 1.1 TEMA E JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

A partir dos anos 70, a competição por mercados vem se tornando cada vez mais acirrada. As capacidades instaladas tornaram-se superiores à demanda e conseqüentemente os preços passaram a ser determinados pelos consumidores (SHINGO, 1996). Assim, a construção civil tem passado por um período de intensas mudanças que envolvem tanto questões conjunturais quanto de organização interna. Diante deste panorama, o planejamento e controle da construção constituem-se em importante função gerencial, sendo fundamental para alcançar a eficiência e eficácia na execução dos empreendimentos de construção (ISATTO et al., 2000).

Segundo Formoso et al. (1999), existem várias deficiências no processo de planejamento e controle da produção na indústria da construção civil:

- a) ênfase dada na elaboração antecipada de planos de obras excessivamente detalhados, utilizando-se para isso técnicas de preparação de planos sem consistência, fundamentado na experiência dos gerentes de produção e não como um processo gerencial;
- b) desconsideração da incerteza, inerente à construção civil, necessitando que planos já detalhados sejam revisados e atualizados periodicamente;
- c) falta de percepção dos gerentes de produção quanto aos benefícios do planejamento e à necessidade de trabalho em equipe;
- d) execução de obras com um planejamento excessivamente informal;
- e) falta de consistência dos planos em diferentes níveis hierárquicos e falta de medidas que possam avaliar e auxiliar a implementação de modelos de planejamento.

Para Isatto et al. (2000), a intervenção no processo de planejamento de uma empresa construtora com a implantação ou adaptação de um modelo de planejamento, ou parte dele, necessita:

- a) envolver os **donos do processo** no planejamento e controle, devendo compartilhá-lo;
- b) crescente participação da gerência de produção e clientes internos;
- c) introdução de novos conceitos e técnicas;
- d) investimento em treinamento;
- e) melhoria continuada do processo.

O planejamento na sua concepção mais ampla pode ser entendido como uma função administrativa que compreende a seleção e estudo de diretrizes, planos, processos e programas, realizados dentro de um enfoque sistêmico na construção de um todo equilibrado. Já a programação é entendida como o escalonamento destas atividades com respeito à duração e aos recursos necessários à execução de cada uma delas (ASSED apud CARDOSO, 1993).

O processo de programação de recursos, tema principal deste estudo, é parte do planejamento e controle da produção e possui grande importância para o desempenho de um empreendimento de construção, envolvendo a direção da empresa e seus departamentos de marketing, finanças, recursos humanos e suprimentos (CARVALHO, 1998).

A ineficácia na programação de recursos tem sido identificada como responsável por muitos problemas relacionada à dilatação do prazo de execução de empreendimentos, ao desperdício de recursos e à baixa produtividade da mão-de-obra (PALACIOS, 1994).

Além disso, pela sua influência no produto final, no prazo e na produtividade da obra, o processo de aquisição de recursos é tido como o maior potencial de melhoria da qualidade das empresas em geral e de construção civil em particular (HARNOM, 1993). Estudos realizados em empresas de construção americanas demonstram que a pronta disponibilidade dos materiais e equipamentos no canteiro de obras pode representar uma média de 6% de economia no custo total da construção (BERNOLD; TRESELER, 1991).

## 1.2 MOTIVAÇÃO PARA O TRABALHO

No que se refere à motivação inicial do autor para o desenvolvimento deste trabalho destaca-se o desafio enfrentado pela empresa gerenciada pelo mesmo, que executa essencialmente obras de curto prazo (30 a 60 dias), terceiriza toda a mão-de-obra necessária e tem experimentado avanços tecnológicos na utilização de materiais, métodos e processos construtivos. Por outro lado, no mercado em que esta empresa atua, é necessário executar obras com grande velocidade e confiabilidade de entrega. Assim, é gerada uma organização de obra relativamente complexa, que exige um sistema de programação de recursos bastante eficaz.

Essa necessidade começou a ser atendida quando o autor deste trabalho participou de disciplinas do Mestrando Profissionalizante da Escola de Engenharia da UFRGS, nas quais teve os primeiros contatos com os conceitos e princípios da gestão da produção e do processo de planejamento e controle da produção. A partir dos primeiros estudos neste tema, foram identificados os principais fatores que motivaram o autor da pesquisa a fazer um trabalho na área de programação de recursos:

- a) importância da programação de recursos materiais e humanos na execução de obras de curto prazo, nas quais a maioria dos recursos é adquirida ou contratada antes do início da etapa de produção;
- b) necessidade da implementação de um fluxo de caixa da obra e monitoramento durante sua execução;
- c) existência de uma lacuna na bibliografia referente a programação de recursos para obras de curto prazo.

## 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Em pesquisa efetuada em 45 empresas de construção civil do Rio Grande do Sul, observou-se que somente 24 % delas documentavam e atualizavam o planejamento operacional, acarretando má utilização de recursos e aumento dos custos de produção (FORMOSO; FRUET, 1993). Oglesby et al. (1989), constataram que a informalidade de muitas atividades do planejamento é considerada uma prática comum no gerenciamento da construção.

As deficiências de planejamento têm sido apontadas como causas do baixo desempenho de empreendimentos de construção (FORMOSO et al., 1999), estando a seguir citados os principais problemas a serem atacados:

- a) planejamento e o controle da produção não são encarados como um processo gerencial;
- b) excessiva ênfase na etapa de preparação de planos;
- c) a incerteza, inerente ao processo de construção em função de sua variabilidade, é negligenciada;
- d) o planejamento e o controle tendem a serem excessivamente informais;
- e) falta de envolvimento dos agentes do processo de produção no planejamento;
- f) falta de medidas que possam avaliar e auxiliar a implementação de modelos de planejamento;
- g) falhas na implementação de sistemas computacionais.

Serpell et al. (1996) apresentam resultados de um estudo feito em construtoras chilenas, no qual a maioria dos fatores que resultam em perdas na construção estão vinculados à falta de planejamento<sup>1</sup> adequado. Recursos não disponíveis, supervisão inadequada, layout ineficaz, duplo manuseio de materiais e alocação inadequada do trabalho às equipes, estão entre as principais deficiências do planejamento.

Segundo Palacios (1994), quanto mais eficazes a programação de recursos e o abastecimento das obras, menor é a necessidade de improvisação no tocante às compras e contratações na execução da obra, aumentando assim a qualidade do produto final. O mesmo autor comenta que a não consideração dos recursos a serem disponibilizados para a produção tende a causar atrasos na obra pela falta de recursos e, indiretamente (devido à urgência com que o setor de suprimentos é solicitado), impossibilita o correto desempenho das funções de cotação de materiais, recrutamento, seleção, contratação e treinamento dos recursos humanos.

---

<sup>1</sup> O planejamento, por se tratar de um processo contínuo e não somente de uma única atividade, deve começar o mais cedo possível e continuar durante toda a construção do empreendimento (LAUFER e TUCKER, 1987), sendo efetivo somente se acompanhado do controle das atividades executadas (FORMOSO, 1991).

## 1.4 QUESTÕES DE PESQUISA

Tendo em vista o problema de pesquisa apresentado, as seguintes questões de pesquisa norteiam o desenvolvimento do presente estudo.

- a) Que diretrizes e ações são necessárias para a implantação de um sistema de programação de recursos materiais, humanos e financeiros em obras de curto prazo para tornar mais eficaz a sua execução?;
- b) Como adaptar o modelo de PCP do NORIE/UFRGS, que é muito abrangente, para execução de obras de curto prazo?

## 1.5 OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é propor diretrizes para a programação de recursos materiais, humanos e financeiros em obras de construção civil de curto prazo. Como objetivo secundário, pretende-se adequar o modelo de PCP do NORIE/UFRGS para a execução de obras de curto prazo.

## 1.6 DELIMITAÇÕES

Algumas considerações devem ser feitas a fim de se definir a amplitude desta pesquisa:

- a) o autor da pesquisa é um dos sócios da empresa, tendo diversas informações apresentadas no trabalho originadas na vivência do autor na organização, ao longo da sua carreira profissional;
- b) o trabalho será focado em obras de curto prazo;
- c) as obras objetos de estudo são do tipo edifícios comerciais;
- d) a programação de recursos será investigada em relação aos materiais, recursos humanos e financeiros;
- e) o recurso equipamentos não será discutido em profundidade neste trabalho, uma vez que os mesmos são normalmente de responsabilidade de sub-empregados, e também pelo fato que nas obras realizadas pela empresa estudada não existem normalmente problemas de grande vulto relacionados à utilização de equipamentos.



## 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado nos seguintes capítulos:

- a) Capítulo 2: discussão do processo de Planejamento e Controle da Produção com foco no subsistema programação de recursos;
- b) Capítulo 3: é apresentado o método de pesquisa adotado neste trabalho, incluindo a estratégia e o delineamento da pesquisa, bem como as atividades realizadas;
- c) Capítulo 4: inicialmente é apresentado um estudo exploratório onde são identificadas as deficiências na programação de recursos da empresa. Posteriormente, é apresentada a adequação do modelo de PCP para obras de curto prazo e a intervenção no sistema de programação de recursos através de um estudo empírico. Por fim, são expostas diretrizes para a programação de recursos em obras de curto prazo;
- d) Capítulo 5: são apresentadas as conclusões da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 O PCP SEGUNDO A NOVA FILOSOFIA DE PRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o referencial teórico que fundamenta o presente trabalho. Inicialmente, discutem-se alguns conceitos básicos sobre gestão da produção, enfatizando novo paradigma, denominado por Koskela (1992) de Nova Filosofia de Produção. Em seguida, discute-se o processo de PCP com base no trabalho de Laufer e Tucker (1987, 1988), o método *Last Planner* de Ballard e Howell (1997), e, após, o modelo de PCP apresentado por Bernardes (2001). Por fim, discute-se mais a fundo o sub-processo de programação de recursos.

### 2.1 PARADIGMA TRADICIONAL DE PRODUÇÃO

No modelo conceitual dominante na construção civil, segundo Koskela (1992), a produção é definida como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos em produtos intermediário ou final. Este modelo, conforme ilustra a figura 1, apresenta, implicitamente, as seguintes características:

- a) o processo de conversão pode ser dividido em sub-processos, considerados também como processos de conversão. Como exemplo, cita-se a execução de alvenaria que pode ser subdividido em preparação da argamassa e assentamento dos tijolos;
- b) o esforço de redução do custo de um processo, em geral, é focado no esforço de minimização do custo de cada sub-processo;
- c) o valor do produto final (output) de um sub-processo é associado somente ao custo dos seus insumos. Assume-se assim, que o valor de um produto só é melhorado através da utilização de materiais de melhor qualidade ou de mão-de-obra mais qualificada.

Segundo Isatto et al. (2000), na construção civil, este modelo predomina na elaboração de orçamentos convencionais, que são segmentados por produtos intermediários (por exemplo: estrutura, paredes, revestimentos, esquadrias, etc.) e, também, de planos de obra, nos quais são representadas apenas as atividades de conversão.

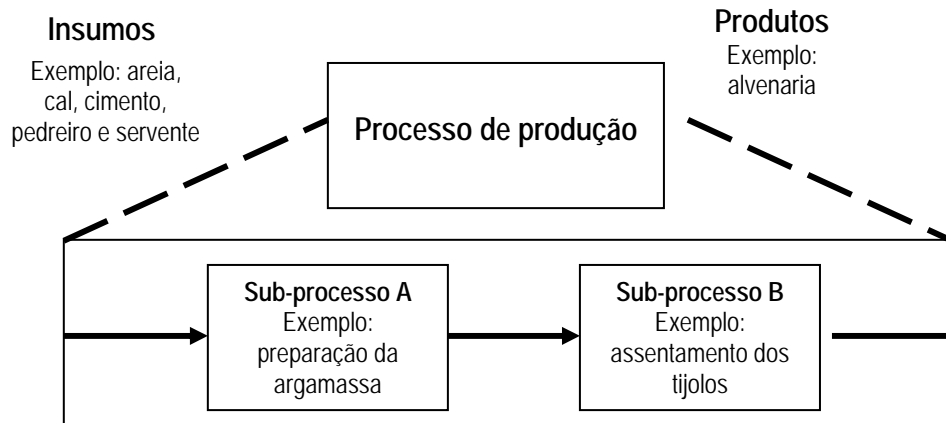


Figura 1: processo na visão da conversão (adaptado de KOSKELA, 1992)

As principais deficiências do modelo de conversão, segundo KOSKELA (1992), são:

- a) não explicitação de uma parcela de atividades que não agregam valor e que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão (fluxos de materiais e mão-de-obra). Como exemplo, cita-se o tempo gasto pelos trabalhadores em um canteiro de obras nas operações de transporte, espera por material, retrabalhos, etc;
- b) o controle da produção e o esforço de melhorias tende a ser focado nos sub-processos individuais e não no sistema de produção como um todo, limitando a melhoria da eficiência global. Como exemplo, a escolha de tijolos com dimensões regulares e a disponibilidade de pedreiros com grande produtividade para a execução rápida de alvenarias pode ter um impacto relativamente pequeno na melhoria da eficiência do processo como um todo, se não houver uma redução significativa no tempo gasto em atividades que não agregam valor, tais como transporte de materiais e produtividade na preparação da argamassa de assentamento;
- c) a não consideração dos requisitos dos clientes internos e externos pode resultar na produção de produtos inadequados. Como exemplo, as equipes que executam as alvenarias de um prédio devem levar em conta no seu trabalho as tolerâncias dimensionais necessárias para que o processo de execução de aberturas não seja dificultado por tamanhos inadequados de vãos. Nesse sentido, é importante que os requisitos das equipes de esquadrias sejam explicitamente identificados e comunicados às equipes de alvenaria.

No modelo acima referido, as operações<sup>2</sup> e processos<sup>3</sup> são subdivididos e têm suas partes constituintes analisadas isoladamente. Esta abordagem reducionista ignora, por vezes, as

<sup>2</sup> Operação refere-se ao estágio distinto no qual um trabalhador pode trabalhar em diferentes produtos, isto é, um fluxo humano temporal e espacial, que é firmemente centrado no trabalhador (SHINGO, 1996).

<sup>3</sup> Processo refere-se ao fluxo de produtos de um trabalhador para outro, ou seja, os estágios pelos quais a matéria prima se move até se tornar um produto acabado (SHINGO, 1996).

inter-relações entre as partes constituintes de uma organização ou processo. A eficiência da produção é buscada através da melhoria de máquinas e equipamentos utilizados para a elaboração de um produto, da máxima utilização da força de trabalho e do controle de custos, os quais devem ser mantidos baixos (ALVES, 2000).

Este paradigma de produção, presente em muitas empresas, negligencia a existência de fluxos, focando, basicamente, as atividades de conversão. Decorre assim, um maior consumo de tempo e custo, contribuindo para que a produção se torne mais complexa e sujeita a distúrbios (KOSKELA, 2000).

## 2.2 NOVO PARADIGMA DE PRODUÇÃO

A Nova Filosofia de Produção, segundo Koskela (1992), baseia-se na observação de dois aspectos existentes em todos os sistemas de produção: conversões e fluxos. Enquanto todas as atividades consomem recursos, somente as de conversão agregam valor ao material que está sendo transformado em produto. Assim, um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera e inspeção que não agregam valor ao produto, sendo denominadas atividades de fluxo e o processamento (conversão) que agrega valor ao produto. Quando as especificações de um produto não forem atendidas após a execução de um processo e existe a necessidade de retrabalho, significa que as atividades de processamento foram executadas sem agregar valor (ISATTO, 2000). Nesta lógica, cada processo passa a ser entendido como um conjunto de atividades de transporte, espera, processamento e inspeção conforme ilustra a figura 2.

A compreensão destes conceitos proporciona um aumento na produtividade e qualidade dos processos, à medida que as atividades de fluxo são reduzidas ou eliminadas, e as atividades de conversão tornam-se mais eficientes implementando melhorias e possibilitando o aumento da eficiência dos fluxos de produção (KOSKELA, 1992).

Baseado em uma extensa revisão da literatura, Koskela (2000) sugeriu que a principal diferença existente entre o novo paradigma e o tradicional de produção reside na forma como os mesmos definem a natureza básica do processo produtivo. Nesse sentido o referido autor

---

identificou a existência de três conceitos de produção: como transformação, como fluxo e como geração de valor (teoria TFV).

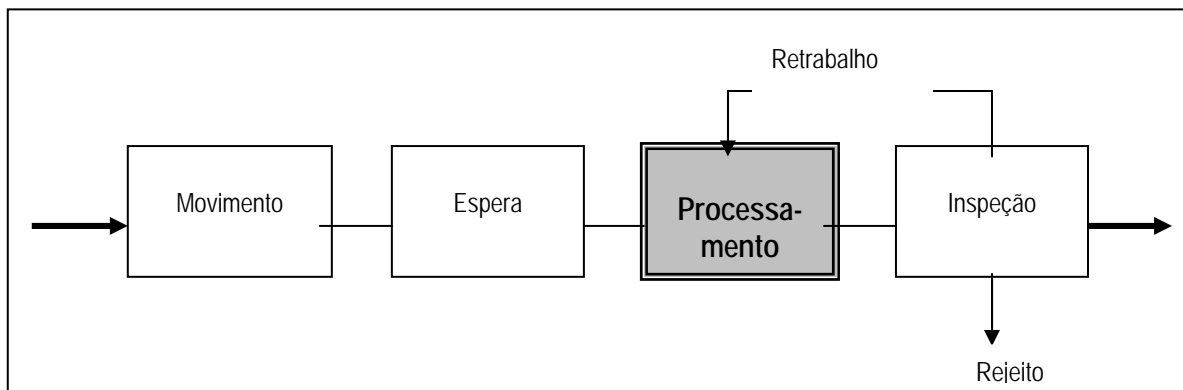


Figura 2: processo como um fluxo (KOSKELA, 1992)

O modelo de transformação disseminou-se, fundamentalmente, por meio da aplicação de princípios e práticas ligadas ao paradigma da produção em massa. Dentre os inúmeros princípios associados ao conceito de transformação, pode-se destacar a decomposição e a hierarquização dos processos, a otimização isolada de processos específicos e o emprego de estoques físicos e temporais para proteger a produção (KOSKELA, 2000).

Em relação ao fluxo dos produtos, os fenômenos de produção podem ser a transformação, a espera, a inspeção e o transporte, conforme ilustrado na figura 2. Destes, os três últimos, em princípio, não agregam valor, devendo, portanto, serem eliminados ou reduzidos. O princípio básico de melhoria adotado no modelo de fluxo é **reduzir a parcela de atividades que não agregam valor**. São também princípios associados ao conceito de fluxo a priorização das melhorias do processo em relação às melhorias das operações, a redução da variabilidade, a redução do número de passos ou partes, e o aumento da transparência (KOSKELA, 2000).

O valor está fundamentalmente relacionado à satisfação das necessidades dos indivíduos e, portanto, o valor de um produto depende, diretamente da habilidade do mesmo em satisfazer as necessidades e desejos dos clientes. Nesse sentido, mais do que garantir a conformidade é necessário capturar adequadamente no projeto os requisitos, desejos e necessidades dos clientes (KOSKELA, 2000).

O mesmo autor afirma que os três conceitos anteriormente citados apresentam visões parciais e complementares a respeito do processo produtivo. Embora o modelo de conversão seja bastante útil para organizar e gerenciar macroprocessos, a redução das perdas e o aumento do valor são freqüentemente desconsiderados pelas práticas gerenciais baseadas naquele modelo.

Assim, o referido autor sugere que a aplicação isolada de qualquer um dos três conceitos de produção (transformação, fluxo e valor) é a principal causa do surgimento de anomalias na gestão da produção.

## 2.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO E O NOVO PARADIGMA DE PRODUÇÃO

Um novo paradigma de produção vem sendo construído na gestão da produção para atender às novas exigências competitivas do mercado, envolvendo um grande número de estudiosos. Os trabalhos de Laufer e Tucker (1987; 1988), que embora não tenham participado da concepção do novo paradigma, destaca-se como um marco conceitual para o processo de PCP. Ballard e Howell (1997) destacaram-se com o desenvolvimento de um sistema de controle de produção denominado *Last Planner*. Já o trabalho de Bernardes (2001) contribui para o desenvolvimento de um modelo de PCP em empresas construtoras de pequeno e médio porte, compilado a partir de um conjunto de trabalhos de pesquisa em planejamento e controle da produção desenvolvido pelo NORIE/UFRGS. A seguir são apresentados sucintamente os trabalhos dos referidos autores.

### 2.3.1 Processo de PCP segundo Laufer e Tucker (1987; 1988)

Segundo Laufer e Tucker (1987) o planejamento é um processo de decisão preparado em antecipação a uma ação, que visa projetar um futuro desejado e os meios efetivos para concretizá-los. Afirmam ainda, que o planejamento deve projetar as atividades a serem executadas, os métodos e recursos a serem utilizados, o seqüenciamento e a programação das atividades. Para Formoso (1991), é necessário, ainda, que exista controle no planejamento, de modo a garantir a efetividade dos planos.

A realização do planejamento, segundo Laufer e Tucker (1987), justifica-se, principalmente, pelas importantes funções que desempenha no gerenciamento do empreendimento, abaixo referido:

- a) execução: é a forma pela qual os planos elaborados tornam-se especificações, orientações e procedimentos que guiam a operacionalização da produção;
- b) previsão: avaliação de dados passados com o intuito de serem realizadas projeções a respeito do futuro;
- c) coordenação: o planejamento deve facilitar a comunicação entre os níveis gerenciais e as diversas partes envolvidas no processo;
- d) controle: mede e avalia o desempenho, bem como toma ações corretivas quando ineficiências são detectadas;
- e) otimização<sup>4</sup>: envolve a seleção e a avaliação de estratégias dentro de um empreendimento, com o objetivo de aumentar tanto a exequibilidade do mesmo quanto a eficiência dos processos de produção utilizados.

O processo de planejamento envolve duas dimensões distintas: uma vertical e uma horizontal (LAUFER; TUCKER, 1987; FORMOSO et al., 1999). A primeira está relacionada à estratificação do processo de planejamento em diferentes níveis gerenciais. Já a segunda dimensão diz respeito às diversas etapas que compõem o processo de planejamento em cada um desses níveis.

#### 2.3.1.1 A dimensão horizontal de planejamento

A dimensão horizontal no processo de planejamento compreende as etapas de preparação do processo de planejamento, coleta de informações, elaboração dos planos, difusão das informações e avaliação do processo de planejamento. Esta dimensão é representada pelo esquema apresentado na figura 3.

Neste modelo, pode-se identificar a existência de dois ciclos de controle, um contínuo e um intermitente. O ciclo de preparação e avaliação do processo, de caráter intermitente, refere-se ao ciclo de avaliação e correção das definições estabelecidas na primeira etapa do processo. O ciclo de planejamento e controle tem caráter contínuo. A cada interação, a efetividade e a adequação dos planos deve ser avaliada com base no resultado das ações. Esse é o instrumento que permite ao gerente fazer melhoramentos contínuos durante a execução do empreendimento.

---

<sup>4</sup> Otimização significa desenvolver planos ou produzir modelos de simulação que podem ser empregados a fim de selecionar, de acordo com critérios pré-estabelecidos, a mais adequada estratégia, programação ou método

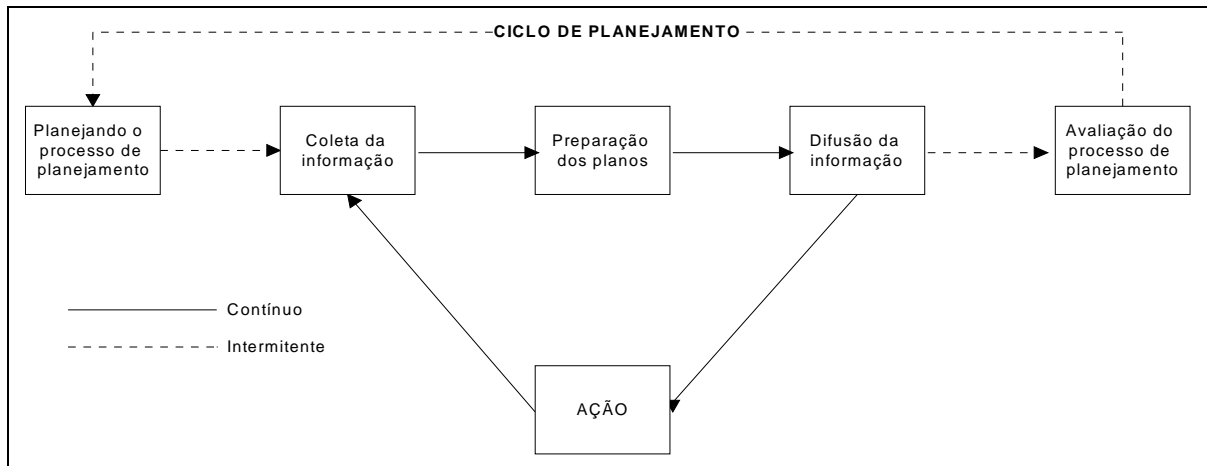


Figura 3: cinco fases do processo de planejamento  
(LAUFER; TUCKER, 1987)

Nas empresas construtoras, das etapas do processo de planejamento apresentadas na figura 3, a primeira e a última são praticamente inexistentes e as restantes desenvolvidas de forma deficiente. Isso ocorre devido aos seguintes motivos:

- a) a execução da obra no canteiro é coordenada através de um planejamento de curto prazo realizado pelo gerente de produção, em períodos diferentes dos planos formais;
- b) as entidades responsáveis pelo planejamento encontram dificuldades na atualização dos planos, visto que as mesmas não dispõem de informações do canteiro de obras para a retroalimentação do planejamento, como também pelo excesso de trabalho que é exigido para atualizar planos muito detalhados;
- c) os diferentes níveis do planejamento não estão integrados.

### 2.3.1.2 A dimensão vertical de planejamento

As decisões a serem tomadas no ambiente organizacional variam com a escala de tempo, embora sejam relacionadas às mesmas questões e devam ser consistentes ao longo do tempo. Desta forma, é essencial estabelecer diferentes horizontes de tempo para o processo de planejamento e controle da produção, os quais variam de acordo com os níveis e o tipo de organização (HOPP; SPEARMAN, 1996).

---

executivo. Esta função, em geral, envolve o estudo de diversas variáveis, tanto na área administrativa, financeira ou tecnológica (LAUFER; TUCKER, 1987).



Na dimensão vertical, Laufer e Tucker (1988) salientam que o grau de detalhamento deve variar conforme o horizonte de planejamento, crescendo com a proximidade da implementação. Devido à incerteza<sup>5</sup> no processo construtivo, é importante que os planos sejam preparados em cada nível com um grau de detalhe apropriado. Planos muito detalhados podem se mostrar ineficientes diante de uma situação de alta incerteza. Assim, o planejamento em sua dimensão vertical é dividido em três níveis de hierarquização conforme as seguintes características:

- a) estratégico: neste nível as decisões estão relacionadas a questões de longo prazo, identificando os objetivos principais do empreendimento. Em geral, relaciona-se a questões do tipo o quê, como e onde produzir, como financiar e vender a produção, onde obter os materiais e como operacionalizar e conduzir a produção. O plano gerado deve apresentar um baixo grau de detalhes e destina-se à alta gerência, de forma a mantê-la informada sobre as atividades que estão sendo realizadas;
- b) tático: o planejamento tático busca vincular as metas fixadas no plano estratégico com aquelas designadas no plano operacional. O que deve ser produzido, quem vai trabalhar na produção e quais ações devem ser conduzidas para realizar a manutenção dos equipamentos são algumas das questões a serem solucionadas neste nível. Assim, este plano é essencial para a eficácia do plano operacional com redução de custos e duração das tarefas, pois é através dele que os fluxos de trabalho são analisados, visando a um seqüenciamento que reduza a parcela das atividades que não agregam valor ao processo produtivo. Neste nível é efetuada a programação e a alocação de recursos, bem como o levantamento de restrições relacionadas ao desenvolvimento dos trabalhos;
- c) operacional: a designação dos trabalhos para as equipes, o controle do processo e reparos em equipamentos, são aspectos que recebem maior atenção neste nível. Uma detalhada programação da produção é preparada para controlar a produção em curto prazo.

### **2.3.2 Método *Last Planner* de Controle da Produção (BALLARD; HOWELL, 1997)**

Ballard e Howell (1997) conceberam um sistema de controle, denominado *Last Planner*, voltado à gestão da produção na construção civil, que foi posteriormente redefinido a partir do

---

<sup>5</sup> Incerteza é definida como a diferença entre a quantidade de informações necessárias para o desenvolvimento de uma determinada atividade e a quantidade de informações existente (GALBRAITH, 1977).

trabalho de pesquisadores em diferentes países. Este sistema busca incorporar ao PCP a visão de fluxo e a consideração sistemática dos efeitos da variabilidade (SANTOS et al., 1999).

Segundo Ballard e Howell (1997), a implementação do PCP deve ser realizada de forma gradual, respeitando-se a necessidade primária de estabilização do ambiente de trabalho, para que se consiga num segundo momento a redução da variação dos fluxos de entrada e o melhoramento do desempenho das operações.

No sistema *Last Planner*, o PCP é normalmente dividido em três níveis: curto prazo<sup>6</sup>, médio prazo (*look-ahead*) e longo prazo. O planejamento de curto prazo corresponde ao nível operacional, estando vinculado, portanto, à designação das tarefas às equipes de produção. O planejamento de médio prazo tem característica de ser móvel, visto que desempenha, como principal função, o ajuste dos planos de longo prazo e a aquisição dos recursos necessários à realização das tarefas. No planejamento de longo prazo, cujo horizonte atinge todo o período de construção, são discutidas as principais metas da produção em função de diversas variáveis, tais como a disponibilidade financeira e o cumprimento de datas marco.

#### 2.3.2.1 O planejamento de Longo Prazo (Plano Mestre de Produção)

O planejamento de longo prazo cumpre um importante papel para a minimização da variabilidade e redução das perdas. Este fato é considerado relevante por Mendes Jr. e Heineck (1998), uma vez que a consideração da continuidade nas atividades maximiza o desempenho das equipes e facilita a identificação e aquisição dos recursos.

No planejamento de longo prazo, o horizonte dos planos abrange todo o período de construção e tem como objetivo a definição dos ritmos das atividades que constituem as grandes etapas construtivas do empreendimento como, por exemplo, a estrutura, a alvenaria e as instalações hidrossanitárias (MENDES JR.; HEINECK, 1998). Em função do fluxo de recursos financeiros desenvolvidos no estudo de viabilidade e da estimativa de custo, são dadas instruções para a coordenação destas atividades (TOMMELEIN; BALLARD, 1997).

A elaboração dos planos é realizada a partir do uso de técnicas tradicionais de programação, tais como o método do caminho crítico (*critical path method* – CPM), a linha de balanço e o

gráfico de Gantt, nos quais são especificadas informações a respeito do início e fim das atividades, bem como a duração máxima necessária para a execução do empreendimento (TOMMELEIN; BALLARD, 1997; MENDES JR; HEINECK, 1998). Dependendo da técnica escolhida, como é o caso da linha de balanço, pode-se facilitar o gerenciamento visual da produção através da ampliação da capacidade de transmissão de metas, detecção de tendências e possíveis variações na execução das atividades.

Segundo Bernardes (2003), CPM é uma técnica de preparação de planos que consiste no desenvolvimento de uma rede de atividades na qual são realizados cálculos com o objetivo de explicitar datas de início e término de cada atividade. Após, através de uma rede, desenvolve-se o seqüenciamento das atividades sem folgas. PERT (*Project Evaluation Review Technique*) é uma técnica similar ao CPM, mas envolve estimativas estatísticas segundo as quais as datas de cada atividade são calculadas em patamares otimistas, pessimistas e mais prováveis. Assim, o CPM é determinístico e o PERT é probabilístico. O mesmo autor salienta que a linha de balanço é mais vinculada aos princípios da filosofia de produção, porque é mais fácil representar os principais fluxos de trabalho da obra e, num único gráfico, são apresentados os principais componentes necessários para a programação: qual serviço deve ser executado, quem deve executá-lo, onde e quando. Já o diagrama de Gantt consiste em um gráfico em que em um de seus eixos é representada a unidade de tempo para o controle, e no outro são representadas as atividades a executar, sendo possível a vinculação entre estas com o uso de programas computacionais específicos.

### 2.3.2.2 O Planejamento de Médio Prazo (*lookahead planning*)

O planejamento de médio prazo é considerado como um segundo nível de planejamento tático, que busca vincular as metas fixadas no plano mestre de produção com aqueles designados no curto prazo (FORMOSO et al., 1999). É elaborado para identificar as tarefas que devem ser realizadas nas próximas semanas (normalmente entre quatro e seis semanas) e tomar as providências necessárias para que as mesmas possam ser executadas ou, caso não seja possível, realizar uma reprogramação daquelas que não estão em condições para serem realizadas. Esse plano tem caráter móvel, ou seja, a cada semana inclui-se uma nova semana

---

<sup>6</sup> O termo planejamento de curto prazo é também denominado planejamento de comprometimento, tendo a intenção de denotar a integração entre os membros das equipes de trabalho.

no horizonte de planejamento em questão e, o plano referente à semana atual serve de base para a preparação do plano de curto prazo (BALLARD; HOWELL, 1997).

Neste nível do planejamento em geral são definidos os pacotes de trabalho<sup>7</sup>, os quais definem uma determinada quantidade de trabalho a ser realizada com base em informações de projeto e recursos. Esses pacotes de trabalho tornam-se tarefas quando atenderem a requisitos de qualidade especificados e forem designados a uma equipe de trabalho.

### 2.3.2.3 O Planejamento de Curto Prazo

No planejamento de curto prazo ou de comprometimento (*commitment planning*) os pacotes de trabalho são designados às equipes de produção. Nesse nível devem-se definir onde as tarefas devem ser realizadas e disponibilizar materiais, ferramentas e equipamentos necessários para a execução das tarefas (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). O horizonte de tempo adotado neste nível é, em geral, considerado em dias ou semanas.

Devem ser somente selecionados pacotes de trabalho previamente escolhidos no nível de médio prazo do planejamento. A proteção da produção pode ser alcançada através da designação no plano de curto prazo somente de tarefas para as quais não existem restrições relativas à falta de recursos ou informações. O comprometimento dos responsáveis pela elaboração do plano de curto prazo é de grande importância para a sua implementação de forma eficaz. Essa prática pode resultar em uma maior confiabilidade dos planos e na redução da incerteza relacionada à execução dos trabalhos, pois as tarefas programadas têm todos os recursos disponíveis e os pré-requisitos necessários para sua execução ser satisfeita. A estabilidade dos fluxos de trabalho também pode ser um dos resultados alcançados com essa proteção, pois as equipes passam a trabalhar sem interrupções (BALLARD; HOWELL, 1997).

Segundo esses últimos autores, o planejamento de comprometimento protege a produção quando as tarefas atendem aos seguintes requisitos:

---

<sup>7</sup> Pacotes de trabalho são unidades fundamentais de trabalho, cada uma consistindo de uma ação continuada tomada por um operário ou grupo de operários juntos, sem ser interrompido por qualquer outra equipe de trabalho (FORBES 1977 apud FORMOSO, 1991).

- a) definição: as tarefas devem ser definidas de forma que seja possível coordenar as equipes, identificar a quantidade de recursos utilizados no final do período, bem como verificar se foi finalizada dentro do prazo estabelecido;
- b) confiabilidade: o responsável pelo planejamento deve providenciar os recursos necessários e estar certo de sua disponibilidade para a realização das tarefas, além de garantir que as tarefas predecessoras estejam concluídas para permitir a realização dos trabalhos planejados;
- c) seqüenciamento: a ordem de realização as tarefas deve obedecer a critérios técnicos estabelecidos em projeto e de interdependência de equipes;
- d) dimensionamento: as tarefas devem ser dimensionadas de maneira que possam ser executadas dentro do prazo estabelecido pela equipe designada;
- e) aprendizado: após a implementação do plano, devem ser verificados quais os fatores que contribuíram para a realização das tarefas, e quais os problemas que impediram a realização das mesmas e, então, as causas dos problemas devem ser eliminadas para que os mesmos não ocorram novamente.

O indicador denominado de PPC (percentagem de planejamento concluído) é calculado a cada ciclo de controle no curto prazo, indicando a confiabilidade do PPC (BALLARD; HOWELL, 1997).

### **2.3.3 Modelo de PCP do NORIE/UFRGS (BERNARDES, 2001)**

O modelo é composto por três etapas básicas: preparação do processo, planejamento e controle da produção propriamente dita e avaliação do processo, conforme representado na figura 4. As etapas referentes à coleta de informações, preparação dos planos e difusão das informações, estão inseridas na segunda etapa, que, por sua vez, está dividida hierarquicamente através dos níveis de planejamento de longo, médio e curto prazo.

A preparação do processo de planejamento e controle da produção é a primeira etapa do modelo proposto. Através dessa etapa são fixados procedimentos e padrões de planejamento que irão nortear as próximas etapas do modelo, bem como permitir a análise, durante a execução da obra, dos efeitos das decisões tomadas nos estágios preliminares do empreendimento.

A etapa de preparação do processo de PCP se inicia com a tomada de decisões preliminares, para a qual são necessárias as seguintes informações:

- a) planejamento estratégico do empreendimento;
- b) projetos e especificações;
- c) projeto de layout;
- d) projeção de receitas;
- e) orçamento discriminado;
- f) alternativas identificadas frente à avaliação do processo de planejamento.

De posse das informações apresentadas, a preparação do processo pode ser realizada e é composta pelas seguintes atividades:

- a) tomar decisões preliminares;
- b) estabelecer padrões de planejamento;
- c) detalhar restrições;
- d) definir a estratégia de ataque.

O planejamento de longo prazo, da mesma forma que no *Last Planner*, consiste no primeiro nível de planejamento de caráter tático. Os principais resultados deste nível de planejamento são o plano de longo prazo da obra, a programação de recursos classe<sup>8</sup> 1 e a geração do fluxo de caixa.

Na preparação do plano de longo prazo são definidos ritmos de trabalho para as equipes de produção, de acordo com a disponibilidade financeira prevista. Este plano pode ser utilizado como informação básica na geração do fluxo de caixa do empreendimento. O fluxo de caixa elaborado nesta etapa constitui um refinamento daquele elaborado nos estágios iniciais do empreendimento. Assim, caso haja incongruência com a previsão de receitas e despesas preparada no início do empreendimento, pode-se modificar as metas presentes no plano de longo prazo.

---

<sup>8</sup> Segundo Bernardes 2001, a gestão de recursos em um empreendimento deve ocorrer nos níveis de planejamento de longo, médio e curto prazo sendo classificados em classes 1, 2 e 3 e programados em momentos específicos durante a execução da obra conforme seu ciclo de aquisição e repetitividade explanados no item 2.3.5.

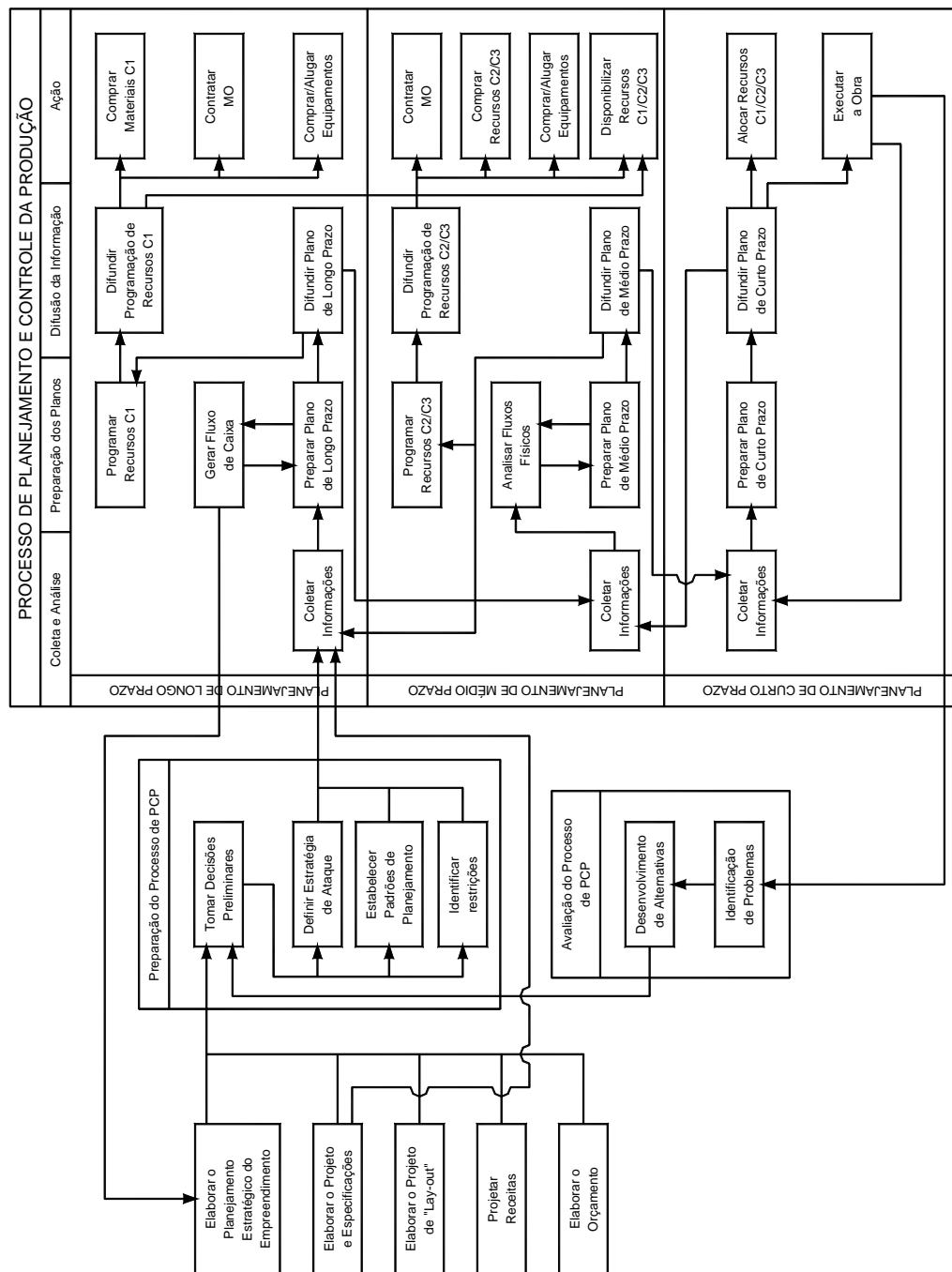


Figura 4: modelo de Planejamento e Controle da Produção do NORIE/UFRGS (BERNARDES, 2001)

O planejamento de médio prazo cumpre o importante papel de vinculação do planejamento de longo com o de curto prazo. Tomando por base o *Last Planner*, entre seus objetivos principais está a identificação de restrições existentes no ambiente produtivo de forma a possibilitar o desencadeamento de ações para removê-las, aumentando assim, a confiabilidade do

planejamento de curto prazo. Também é importante neste nível de planejamento, a análise dos fluxos físicos e a programação de recursos de classes 2 e 3.

Dependendo do procedimento adotado pelas empresas no desenvolvimento de seus processos de planejamento, este nível pode ocorrer em horizontes que variam de duas semanas a três meses. Nesse caso, pode ocorrer também uma subdivisão deste nível em dois: um menos detalhado abrangendo um horizonte maior, como, por exemplo, de dois a três meses, e um envolvendo a definição de pacotes de trabalho em termos operacionais, com um horizonte de duas a cinco semanas.

As metas que são planejadas nesta etapa devem buscar reduzir conflitos de equipes trabalhando no mesmo local e no mesmo tempo, bem como deve identificar um seqüenciamento adequado dos pacotes, reduzindo assim, o excesso de movimentação de pessoas e transporte de materiais (ALVES, 2000).

Como na elaboração do plano de longo prazo, este plano pode ser elaborado através de um diagrama de Gantt ou de uma rede de atividades apresentada em um grau de detalhes superior ao plano de longo prazo para o horizonte de médio prazo correspondente. Para aumentar a transparência das informações dispostas neste plano, pode-se, inclusive, utilizar convenções para facilitar a identificação da restrição que necessita ser removida, de forma a evitar interferências.

O planejamento de curto prazo tem por objetivo orientar diretamente a execução da obra, através de designações de pacotes de trabalho fixados no plano de médio prazo às equipes de produção. Normalmente, este plano é realizado em ciclos semanais. Porém, em obras muito rápidas ou nas quais existe muita incerteza associada ao processo de produção, o ciclo de planejamento pode ser diário. Depois de coletadas as informações pertinentes para o desenvolvimento deste plano, parte-se para a elaboração de uma primeira proposta de plano de curto prazo a ser apresentada e discutida em uma reunião, normalmente semanal, com o engenheiro e o mestre-de-obras, empreiteiros e encarregados das equipes de produção. Na reunião, inicialmente é apresentado o plano de curto prazo controlado do ciclo anterior, de forma a possibilitar que todos os presentes identifiquem as razões pelas quais algumas metas não foram cumpridas conforme planejado.

Durante a execução da obra, são identificadas as razões pelas quais as metas planejadas não estão sendo cumpridas, de forma a serem realizadas medidas corretivas para evitar sua



recorrência. Nesse caso, pode-se utilizar o sistema de indicadores de PCP, que possibilite o desenvolvimento de um processo de tomada de decisão mais confiável. Os indicadores coletados podem, dessa forma, ser incluídos em um relatório de controle, conferindo uma maior visibilidade ao processo de análise de desempenho do processo de PCP.

A avaliação do processo de planejamento e controle da produção ocorre ao final da obra, como forma de se propor melhorias a empreendimentos futuros, ou ainda, durante a execução da mesma, em períodos especificados na preparação do processo de planejamento. Nesse sentido, a avaliação pode ser desenvolvida tendo por base os relatórios de controle gerados ao longo da construção e a percepção de seus principais agentes intervenientes.

### **2.3.4 Sistemática de avaliação de sistemas de PCP por Bernardes (2001)**

Bernardes (2001) elaborou uma sistemática de avaliação de sistemas de PCP em empresas de construção, constando de 14 práticas consideradas essenciais para uma implementação bem sucedida do modelo acima apresentado. A seguir são apresentadas as 14 práticas citadas.

#### **2.3.4.1 Padronização do PCP**

A padronização é importante para reduzir a variabilidade nas atividades de fluxo e de conversão, bem como ser uma referência para uma melhoria continuada (KOSKELA, 1992). De outra forma, a padronização é eficaz no aumento da produtividade a partir da redução das ineficiências provenientes da diversificação das tarefas (SHINGO, 1966).

#### **2.3.4.2 Hierarquização do planejamento**

A incerteza, inerente ao ambiente produtivo, pode ser reduzida com a hierarquização do planejamento através da disposição das metas de produção nos horizontes de longo, médio e curto prazo. Nestes, o nível de detalhamento deve ser maior na medida em que se aproxima a data de execução das atividades (BERNARDES 2001). Desta forma, possibilita-se a

minimização do retrabalho no processo de produção dos planos, evitando-se a elaboração de planos muito detalhados para horizontes muito grandes (LAUFER; TUCKER, 1987).

#### 2.3.4.3 Análise e avaliação qualitativa dos processos

O primeiro passo para a melhoria das atividades que estão sendo executadas, é a compreensão e análise da forma pela qual o trabalho está sendo desenvolvido (OGLESBY et al., 1989). Para aumentar o desempenho global da produção devem-se melhorar inicialmente os processos, enquanto as operações devem ser melhoradas em segunda instância (SHINGO, 1996). Como exemplo, a implementação de reuniões semanais na obra com a participação do gerente de produção, mestre-de-obras e empreiteiros, propicia a identificação e diagnóstico dos problemas ocorridos e a possibilidade de melhoria na execução das tarefas propostas (LAUFER et al., 1992).

#### 2.3.4.4 Análise dos fluxos físicos

Segundo Alves (2000), a análise dos fluxos físicos tem por objetivo a eliminação ou redução das perdas do processo produtivo em um ambiente incerto. Assim, a redução das incertezas nos fluxos físicos propicia a redução das perdas na construção, sendo propostas as seguintes atitudes:

- a) cumprir os requisitos do plano de curto prazo, protegendo assim, a produção (BALLARD; HOWELL, 1997);
- b) restringir as interferências nas metas estabelecidas no plano de médio prazo (TOMMELEIN; BALLARD, 1997);
- c) aprimorar e desenvolver novas parcerias com fornecedores focalizando a entrega de insumos com qualidade e no prazo estipulado (ALVES, 2000);
- d) estabelecer *buffers*<sup>9</sup> de tempo e de recursos nas atividades que estão sendo executadas na obra, aumentando assim, a confiabilidade do planejamento de curto prazo.

---

<sup>9</sup> *Buffer* é uma folga planejada de recursos (material, tempo, capacidade ou espaço) necessária para proteger a produção contra a incerteza e variabilidade. São estoques dispostos nos locais de trabalho, projetados de maneira a garantir o fluxo de trabalho planejado.

#### 2.3.4.5 Análise de restrições

A análise de restrições nos planos de longo e médio prazo aumenta a confiabilidade das operações no canteiro de obras, melhorando assim, a eficácia do planejamento. Esse processo exige que durante a análise, os responsáveis tenham conhecimento do sistema de produção e que identifiquem as causas dos problemas existentes na obra (BALLARD, 2000).

#### 2.3.4.6 Utilização de dispositivos visuais

O desenvolvimento dos fluxos físicos numa obra necessita a utilização de dispositivos visuais, tendo como consequência o aumento da transparência dos processos. Como exemplo, a utilização de placas de identificação dos locais de descarga de materiais e de acesso de materiais e de mão-de-obra nos postos de trabalho, podem reduzir a ocorrência de congestionamento de materiais, descarga em locais indevidos e dificultar o acesso dos trabalhadores nos locais pré-determinados (ALVES, 2000).

#### 2.3.4.7 Formalização do planejamento de curto prazo

A formalização do planejamento de curto prazo através da realização de ações que protejam a produção contra os efeitos da incerteza facilita a designação de metas às equipes de trabalho e o controle da produção. Isto pode ser explicado porque as tarefas designadas ficam registradas em planilhas elaboradas em reuniões periódicas na presença do gerente de produção, do mestre de obras e dos empreiteiros envolvidos no processo (BERNARDES, 2001).

#### 2.3.4.8 Especificação detalhada das tarefas

Uma tarefa cuja especificação é mal detalhada pode provocar a execução de atividades incompatíveis com os requisitos dos clientes, gerando retrabalho e possíveis interferências a suas tarefas sucessoras. Assim, na medida que uma tarefa possua uma especificação melhor detalhada, diminuem as chances de ocorrência de erros pela falta de informação. Nesse sentido, ocorre um aumento de compreensão da forma pela qual a mesma tem que ser

executada, facilitando com isto, o controle dos serviços, visto que o início e o término claros dos pacotes de trabalho podem ser identificados de maneira mais precisa (BERNARDES, 2001).

#### 2.3.4.9 Programação de tarefas reservas

Estabelecer tarefas reservas confere um caráter contingencial ao plano de curto prazo, cujos objetivos principais residem na absorção dos efeitos da incerteza existentes no ambiente produtivo. Assim, havendo interferência no fluxo de trabalhos no canteiro de obras, devem-se deslocar as equipes afetadas para outros serviços prioritários (BALLARD; HOWELL, 1997).

#### 2.3.4.10 Tomada de decisão participativa

A necessidade da tomada de decisão participativa pode estimular os funcionários envolvidos a identificarem formas possíveis de melhorarem o desempenho global dos processos, bem como reduzir a incidência de retrabalho e interferências entre as equipes de produção. Essas ações tendem a facilitar a obtenção de comprometimento das equipes de produção com as metas dos planos, já que os próprios representantes das equipes negociam com a gerência da obra formas viáveis para se executar os serviços (BERNARDES, 2001).

#### 2.3.4.11 Utilização do PPC e identificação dos problemas

A utilização do PPC e a identificação das causas dos problemas são práticas cuja utilização deve ocorrer de forma conjunta. Isto é explicado porque são através das ações realizadas para minorá-los que se pode reduzir a variabilidade no processo de planejamento. Nesse caso, o acompanhamento da variabilidade do PPC indica se as ações realizadas para minimização ou eliminação de tais problemas estão surtindo efeito (BERNARDES, 2001).

#### 2.3.4.12 Utilização de sistema de indicadores de desempenho

As medições realizadas sobre processos gerenciais e produtivos fornecem aos gerentes os dados necessários à tomada de decisões e às ações de melhoria da qualidade e produtividade da empresa (LANTELME et al., 1994). Através da utilização de medições e avaliações de desempenho dos processos, podem-se estabelecer padrões que, se adotados, podem melhorar a qualidade da informação disponível para o processo decisório (ALARCÓN, 1997).

#### 2.3.4.13 Realização de ações corretivas a partir da causas dos problemas

Essa prática ocorre na medida que a variabilidade do PPC vai sendo reduzida pelo efeito das ações realizadas, através da análise dos problemas que causam alguma interferência na produção. Por sua vez, a redução da variabilidade neste indicador ocorre na medida que os responsáveis pelo plano de curto prazo têm uma noção mais precisa da capacidade de produção de seus recursos (BALLARD, 1999).

#### 2.3.4.14 Realização de reuniões para difusão de informações

A realização de reuniões para a difusão de informações almeja alcançar os objetivos traçados visto que os participantes passam a ser informados com clareza sobre o que deve ser feito, e que possíveis fontes de problemas devem ser investigados para que não seja comprometida a execução das tarefas planejadas. Estas reuniões destinam-se também para a difusão de informações quando da solicitação de modificações de projeto pelo cliente ou por problemas não previstos na etapa de planejamento (BERNARDES, 2001).

### **2.3.5 Programação de recursos conforme modelo de PCP apresentado por Bernardes (2001)**

Segundo Bernardes (2001), a gestão de recursos deve ocorrer nos três diferentes níveis hierárquicos: longo, médio e curto prazo. Nesse caso, os recursos podem ser programados em momentos específicos durante a execução do empreendimento, podendo ser classificados em três classes distintas:

- a) recursos classe 1: são aqueles cuja programação de compra, aluguel e/ou contratação deve ser realizada a partir do planejamento de longo prazo, caracterizando-se por longo ciclo de aquisição e baixa repetitividade desde ciclo. Nesse caso, o lote de compra corresponde, geralmente, ao total da quantidade de recursos a serem utilizados;
- b) recursos classe 2: aqueles cuja programação de compra, aluguel e/ou contratação deverá ser realizada a partir do planejamento tático de médio prazo e se caracterizam, geralmente, por um ciclo de aquisição inferior a 30 dias e por uma média frequência de repetição deste ciclo. Os lotes de compra são, geralmente, frações da quantidade total do recurso;
- c) recursos classe 3: são aqueles cuja programação pode ser realizada em ciclos relativamente curtos (similares ao horizonte do plano de curto prazo). Em geral, a compra desses recursos é realizada a partir do controle de estoque da obra e do almoxarifado central (se houver). Caracterizam-se, geralmente, por um pequeno ciclo de aquisição e pela alta repetitividade deste ciclo.

É importante salientar que no planejamento de longo prazo são programados os recursos classe 1 e efetuada a compra, contratação ou sua locação. Já nos planos de médio prazo, são programados os recursos de classes 2 e 3 e efetuada a compra, contratação ou locação dos mesmos e também a disponibilização dos recursos classes 1, 2 e 3. Nos planos de curto prazo, os recursos de classes 1, 2 e 3 são alocados nos postos de trabalho nos quais os mesmos serão utilizados.

## 2.4 A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS EM UM CONTEXTO MAIS AMPLO

Um empreendimento de construção é composto de um conjunto de tarefas ou atividades que exigem tempo e recursos para serem realizados, visando satisfazer os objetivos da administração do empreendimento. Deste modo, torna-se necessário fazer um planejamento e uma programação adequada, bem como o controle pertinente durante a execução das operações (LOPEZ, 1995).

A busca de altos níveis de produtividade requer a aplicação racional dos recursos produtivos críticos, ou seja, mão-de-obra, matérias primas, máquinas e ferramentas. Isto implica planejar e controlar a produção utilizando um sistema adequado às características do sistema produtivo da empresa. O sistema de PCP deve permitir o gerenciamento dos gargalos existentes, devendo ser flexível às mudanças impostas não somente pelas oscilações de demanda, como também pelos imprevistos capazes de causarem atrasos nas ordens de fabricação programadas (BASTOS, 1988).

Assim, a realização de uma intervenção sobre a programação de recursos tem como requisito a realização dos planejamentos tático e operacional pela empresa. Nestes níveis é que ocorre a definição e a alocação de recursos, respectivamente (CARDOSO, 1993).

A alocação dos recursos é a maneira como os recursos de produção são distribuídos e utilizados, definidos a partir de técnicas de programação (CARVALHO, 1998). Já a programação da disponibilização dos recursos, alocados quando da sua efetiva necessidade de produção, evita a criação de planos inviáveis, uma vez que os recursos necessários à sua implementação podem exceder os recursos disponíveis ou podem não estar distribuídos uniformemente ao longo da obra (BRAND et al. apud CARVALHO, 1998).

A programação de recursos está relacionada intrinsecamente ao planejamento das atividades. Uma atividade não pode ser iniciada até que todos os recursos estejam disponíveis no canteiro de obras. Tal disponibilidade influencia fortemente a duração, o custo e a continuidade do processo de qualquer empreendimento (POPESCU, 1976).

A não disponibilização de recursos em tempo hábil à execução traz como consequência direta a paralisação da obra pela falta de recursos e, indiretamente, dificulta um desenvolvimento adequado nas funções de recrutamento, seleção, contratação e treinamento (LAUFER; TUCKER, 1987).

### **2.4.1 Classificação dos recursos**

Segundo Lopez (1995), os recursos podem ser classificados quanto a sua tipologia, nível de disponibilidade e importância relativa.

De acordo com a sua tipologia, os recursos podem ser classificados em recursos materiais, humanos, equipamentos e financeiros. Estes podem ser subdivididos, por exemplo, dentro da categoria equipamentos, em equipamentos de transporte vertical, horizontal, segurança, etc. (LOPEZ, 1995).

A disponibilidade constante de um recurso está relacionada com o seu nível de oferta. O nível de disponibilidade refere-se à limitação na quantidade de um determinado tipo de recurso para um dado período de tempo. Assim, o nível de disponibilidade pode ser variável, se o limite na quantidade de recurso altera de período em período durante a execução de uma obra, ou constante, se sua disponibilidade permanecer inalterada.

Segundo Lopez (1995), os recursos, pela sua importância relativa, podem ser limitados pela oferta de mercado, por restrições técnicas, por restrições espaciais e pelo custo. O mesmo autor salienta que para efetivar um modelo de programação de recursos em empreendimentos de construção, devem-se incorporar mecanismos que permitam estabelecer a importância relativa dos recursos. A seguir são apresentados os tipos de recursos em função da sua limitação:

- a) pela oferta: recursos escassos e de difícil obtenção no mercado em curto prazo, tais como os vidros especiais, que têm um prazo dilatado para a entrega;
- b) de ordem técnica: são os recursos que tem seu uso influenciado por uma imposição técnica, como, por exemplo, a aplicação de fôrmica como revestimento em obras de curto prazo, pois há necessidade de cura do substrato, o que pode comprometer o prazo de conclusão da obra;



- c) espacial: diz respeito à disponibilidade de espaço físico para o estoque, transporte e manuseio de um recurso, como, por exemplo, a execução de obras em zonas centrais nas cidades, com agravante de não possuir áreas livres para estoque de materiais;
- d) pelo custo: condiciona a utilização de recursos limitados pelo critério financeiro, como, por exemplo, a mão-de-obra para a execução de rede de gases medicinais, que, por ser muito especializada, tem um custo elevado.

## **2.4.2 Recursos materiais**

Geralmente negligenciado, o sistema de gerenciamento de materiais pode ser definido como o sistema através do qual a empresa procura planejar, organizar, coordenar e controlar o fluxo de materiais desde o fornecedor até o canteiro de obras (OGLESBY et al. 1989).

Entre as funções da gestão de materiais, encontra-se a determinação das previsões de necessidades de cada um dos itens componentes do empreendimento, identificando a necessidade e qualidade corretas de materiais a serem obtidas ao menor custo total (custos diretos e indiretos) e mantendo um nível de disponibilidade adequado à demanda da produção (BASTOS, 1988; BENOLD e TRESELER, 1991) .

A questão mais complexa da programação de recursos é o planejamento do momento da colocação dos recursos à disposição ou em estoque. Em outras palavras, essa questão visa a identificar quando o processo de compra deve ser iniciado e quando as entregas devem ser definidas, de tal forma que o somatório dos custos do recurso financeiro investido na aquisição e no estoque seja minimizado. Dessa forma, é importante que a atividade de compra seja realizada após a definição dos recursos a serem disponibilizados, bem como a sua quantidade e momento de compra (BJÖRNSSON, 1976; BASTOS, 1988).

Segundo Björnsson (1976), poucos processos de tomada decisão de uma empresa construtora possuem um grau de incerteza tão elevado como o processo de compra de materiais. Há vários pontos que devem ser avaliados para responder essas questões: a evolução dos preços no mercado, a possibilidade de negociar descontos, restrições das metas, capacidade de estoque, o custo do recurso financeiro, dentre outros.

O mesmo autor afirma que a quantidade de materiais a ser comprada pela empresa deve estar de acordo com os planos de produção de seus empreendimentos, ou seja, que a demanda pelos

materiais deve determinar o volume das aquisições. Desta forma, o sistema de gestão de materiais envolve o contato dinâmico e simultâneo com a produção (a quem interessa a pronta disponibilidade de material), com o responsável pela execução das ordens de compra e com a área financeira (BASTOS, 1988).

O sistema de gerenciamento de materiais requer uma preocupação quanto aos fornecedores da empresa. O desenvolvimento de fornecedores tem sido visto como uma forma oportuna de melhorar a relação custo-benefício dos processos de obtenção de serviços de construção e projetos (CARVALHO, 1998).

### **2.4.3 Recursos humanos**

A indústria da construção enfrenta uma severa deficiência de mão-de-obra qualificada em vários países. Isto é causado principalmente pelas condições de trabalho existente nesta indústria, na maioria das vezes insatisfatória. Somado a esta deficiência, o aumento crescente dos custos dos recursos humanos torna imperativo que as empresas sejam mais eficientes no uso destes recursos (KOSKELA, 1992).

A realização da programação de recursos humanos é dependente do planejamento das atividades, que deve ser realizado de forma a evitar picos de solicitação de recursos, mantendo niveladas as quantidades de homens-hora nas equipes de produção. Isso evita a ociosidade dos operários, assim como minimiza as demissões e contratações de funcionários no decorrer da execução da obra. (CARVALHO, 1998).

A urgência com que algumas vezes é realizada a solicitação de recursos pode gerar vários problemas. A disponibilização emergencial dos recursos prejudica o adequado desempenho dos processos de recrutamento, seleção e integração, gerando um aumento na rotatividade e absentismo do setor. A alta rotatividade trás como conseqüências a queda na produtividade e a necessidade de novos investimentos em qualificação da mão-de-obra, além de uma série de problemas decorrentes, tais como correção de trabalhos mal executados, atrasos de cronograma e perdas de materiais. Além disso, há um aumento na dificuldade do estabelecimento de padrões de produtividade a serem considerados para futuras programações de recursos (SESI, 1991).

#### 2.4.4 Recursos financeiros

O gerenciamento dos recursos financeiros é importante para o promotor e para o executor do empreendimento. Seu foco, no entanto, muitas vezes não está na viabilidade do empreendimento, mas na sua forma de pagamento, tornando sua programação imprecisa (LOWE; LOWE, 1996). Os mesmos autores consideram que para obras realizadas com recursos oriundos de fontes externas, o perfil de disponibilidade dos recursos financeiros, representado pelo fluxo de caixa, é influenciado por vários fatores, tais como:

- a) a forma de contrato que, estipulada pelo cliente, pode gerar impactos no fluxo de caixa, como, por exemplo, adiantamentos para fins de mobilização, percentuais de pagamentos retidos pelo cliente, etc.;
- b) a programação das atividades, cujo seqüenciamento e velocidade de execução exercem claro efeito sobre o fluxo de caixa;
- c) a formação de preços, ou seja, a forma como o construtor estrutura os preços dos serviços em uma proposta de execução;
- d) a avaliação do nível de execução dos serviços, negociada entre os fiscais do construtor e do cliente;
- e) as flutuações nos preços dos recursos;
- f) acréscimos de tempo e/ou custo de execução, causados por alteração de projetos e adversidade do clima.

Ao setor financeiro, são de suma importância informações quanto à projeção de desembolso versus a projeção de receita para a realização e controle do fluxo de caixa. Estas informações só são possíveis a partir da integração dos setores de produção, orçamento, suprimentos, e possibilita a programação dos pagamentos (fornecedores e empreiteiros), além de servir para embasar tomada de decisão quanto às aplicações financeiras com influência direta no resultado do empreendimento (KERN et al., 2002).

Segundo FORMOSO (1986), a estimativa de fluxo de caixa constitui-se numa importante ferramenta de apoio às decisões gerenciais. Alguns problemas críticos são mais facilmente identificados e medidas podem ser tomadas no tempo certo, tais como:

- a) não executar um empreendimento cujo dique financeiro ultrapasse a capacidade financeira da empresa;

- b) modificar a programação de obra de forma a tornar o fluxo de caixa mais favorável;
- c) renegociar melhores condições de pagamento com fornecedores;
- d) renegociar melhores condições de crédito com instituições financeiras;
- e) reivindicar, junto ao cliente, condições contratuais mais justas, tais como o ressarcimento pela demora de pagamentos ou inclusão de materiais entregues obra na medição dos serviços.

As curvas de agregação de recursos<sup>10</sup> podem ser utilizadas no gerenciamento das empresas e de suas obras. Esta técnica pode ser empregada no tratamento da questão financeira, dos fluxos de caixa de qualquer empreendimento e da empresa como um todo (HEINECK, 1989).

#### **2.4.5 Incertezas na disponibilização dos recursos**

Segundo Laufer e Tucker (1993), a incerteza não é um estado excepcional, mas um aspecto permanente na Indústria da Construção. Ahuja e Arunachalam (1984), citam que, apesar dos recursos serem considerados disponíveis quando do processo de alocação, as situações reais apresentam a sua disponibilidade como uma incerteza. Esses autores arrolam os seguintes fatores que podem trazer incerteza à disponibilidade dos recursos:

- a) na liberação de recursos em utilização: os recursos próprios da empresa normalmente encontram-se distribuídos em vários empreendimentos, podendo não ser liberados para uma obra específica conforme inicialmente planejado. O recurso pode ficar retido em função de inúmeros fatores tais como atrasos devido ao clima desfavorável, alterações de projeto ou falha na previsão das taxas de produtividade da mão-de-obra cujo conhecimento;
- b) na contratação e aquisição dos recursos: o ingresso na obra das equipes de produção e a entrega de materiais ou equipamentos pelos fornecedores no prazo combinado pode ser incerta, assim como sua disponibilidade no mercado;
- c) na mobilização dos recursos: estando os recursos materiais comprados ou os recursos de mão-de-obra contratados, há ainda o risco de sua mobilização não ser realizada na data planejada;

---

<sup>10</sup> É uma técnica de controle de empreendimentos que integra a programação da produção e custo. Tem por objetivo expressar o desenvolvimento do consumo de recursos de cada período de produção ao longo do tempo, medindo o progresso do empreendimento conforme as atividades realizadas (HEINECK, 1989).

- d) na devolução dos recursos alugados: no caso da empresa ter parte de seus recursos alugados ou cedidos a terceiros, existe a incerteza da sua devolução no prazo inicialmente previsto.

Assim, a consideração da disponibilidade dos recursos durante a fase de programação pode ser resumida basicamente na resposta a duas perguntas: quando e quantos recursos estarão disponíveis. Os mesmos autores apontam que a otimização da programação é pautada na busca não apenas do menor tempo de execução, mas também do menor custo global com uma razoável probabilidade de ser cumprida dentro dos parâmetros de tempo e custo pré-definidos.

Um tipo de recurso pode ter a maior ou a menor parte da sua quantidade requisitada disponível de imediato enquanto a outra parte tem sua disponibilidade incerta. A parcela incerta deste recurso pode estar sendo empregada em uma única obra ou distribuída em várias obras. Considerando a utilização do recurso em uma obra específica, ele pode estar sendo empregado em uma ou mais atividades que o disputam. O grau de incerteza pode ser ainda aumentado quando não apenas um, mas vários dos recursos requisitados estão sendo utilizados de forma conjunta.

Segundo Formoso et al. (1999), existem duas principais formas de proteger a produção da incerteza. A primeira é através da hierarquização do processo de planejamento onde se programam os recursos financeiros, materiais, humanos e equipamentos quando estiverem devidamente comprometidos. Outra forma de evitar a incerteza é alocar recursos redundamente, perdendo em eficácia, mas ganhando em confiabilidade.

### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

Neste capítulo são apresentadas as várias etapas que compõem o método de pesquisa do presente trabalho. Inicialmente é apresentada a descrição da empresa e, a seguir, a estratégia de pesquisa e seu delineamento. Por fim, são descritas as fontes de evidência utilizadas.

#### **3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA**

A empresa iniciou suas atividades no setor de construção civil em 1991 como prestadora de serviços e executora de pequenas obras, sendo que a partir de 1995 passou a dedicar-se também a execução de obras públicas. No período de 1995 a 1998, notabilizando-se na execução de obras hospitalares e públicas, a empresa passou a trabalhar com mão-de-obra própria, tendo em determinados períodos de 100 a 140 funcionários. Naquele período, tipicamente, executava obras com área entre de 500 a 1500 m<sup>2</sup>.

A partir de 1999, a empresa iniciou um processo de terceirização de seu quadro funcional e em 2001 passou a trabalhar com toda a mão-de-obra subcontratada. A empresa possui em seu quadro gerencial dois engenheiros e um arquiteto que dividem a diretoria administrativa, financeira, técnica e comercial, além do gerenciamento de obras. No quadro de funcionários existe um responsável pelo setor administrativo-financeiro, um auxiliar administrativo, um técnico em edificações e um motorista. A capacidade de gerenciamento simultâneo de obras para cada um dos sócios da empresa é normalmente de duas obras. Se houver um número maior de obras, são contratados engenheiros e mestres-de-obras.

Atualmente, a empresa centraliza suas atividades na execução de obras hospitalares e comerciais de curto prazo, cujo período de execução é de até 60 dias. Está entre as prioridades destas obras, o cumprimento dos prazos, a manutenção dos preços estipulados, a qualidade e a satisfação de seus clientes internos e externos.

A identificação de novas exigências do mercado evidenciada pelo aumento de oferta de bens e serviços, a crescente exigência por parte dos consumidores, o aumento das dificuldades de financiamento e, conseqüentemente, acirramento da competição, entre outros fatores, têm

estimulado a empresa a buscar melhores níveis de desempenho. Assim, na busca de maior competitividade e melhoria na eficiência administrativa e produtiva, a empresa tem-se engajado desde 2001, em melhorias no âmbito organizacional e nos canteiros de obras, através de investimentos em gestão e tecnologia da produção.

O desafio de identificar e implementar melhorias no processo produtivo da empresa teve como referências bibliográficas iniciais o Termo de Referência para o Processo de Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras (FORMOSO et al.,1999), desenvolvido pelo Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e também a publicação “*Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil*” (ISATTO et al., 2000) publicada em parceria entre a Universidade acima referida e o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Sul (SEBRAE-RS).

### 3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A escolha da estratégia de pesquisa foi norteada pelo fato de que havia a necessidade de implementar a programação de recursos em uma situação real de forma a propor diretrizes para a programação de recursos materiais, humanos e financeiros em obras de construção civil de curto prazo. Contribuiu também para esta decisão, ser o pesquisador integrante do quadro diretivo da empresa e executor de obras, tendo conhecimento das deficiências do sistema de programação de recursos utilizado e da necessidade de sua melhoria.

Segundo Thiollent (1998), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com uma resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo, tendo como foco o processo de mudança organizacional.

Inicialmente, foi realizado um estudo exploratório para tomar conhecimento das deficiências do sistema de programação de recursos utilizado na empresa e propor ações de para sua melhoria. Este estudo exploratório também contribui para a implementação de um sistema de PCP na empresa estudada, a partir do modelo proposto por Bernardes (2001) e também para a aprendizagem do autor do presente trabalho neste tema. Com o desenvolvimento do estudo

exploratório, foram propostas diretrizes preliminares para a programação de recursos. A partir das deficiências apontadas e das diretrizes preliminares no estudo exploratório, foi desenvolvido um estudo empírico com o objetivo de propor diretrizes mais abrangentes para o desenvolvimento de um sistema de programação de recursos para obras de curto prazo. Tanto no estudo exploratório como no estudo empírico, o pesquisador teve um envolvimento com o problema e cumpriu, além da função de pesquisador, a função de agente de mudança como coordenador do processo de PCP na empresa.

### 3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas, conforme é ilustrado na figura 5: estudo exploratório, estudo empírico e avaliação.

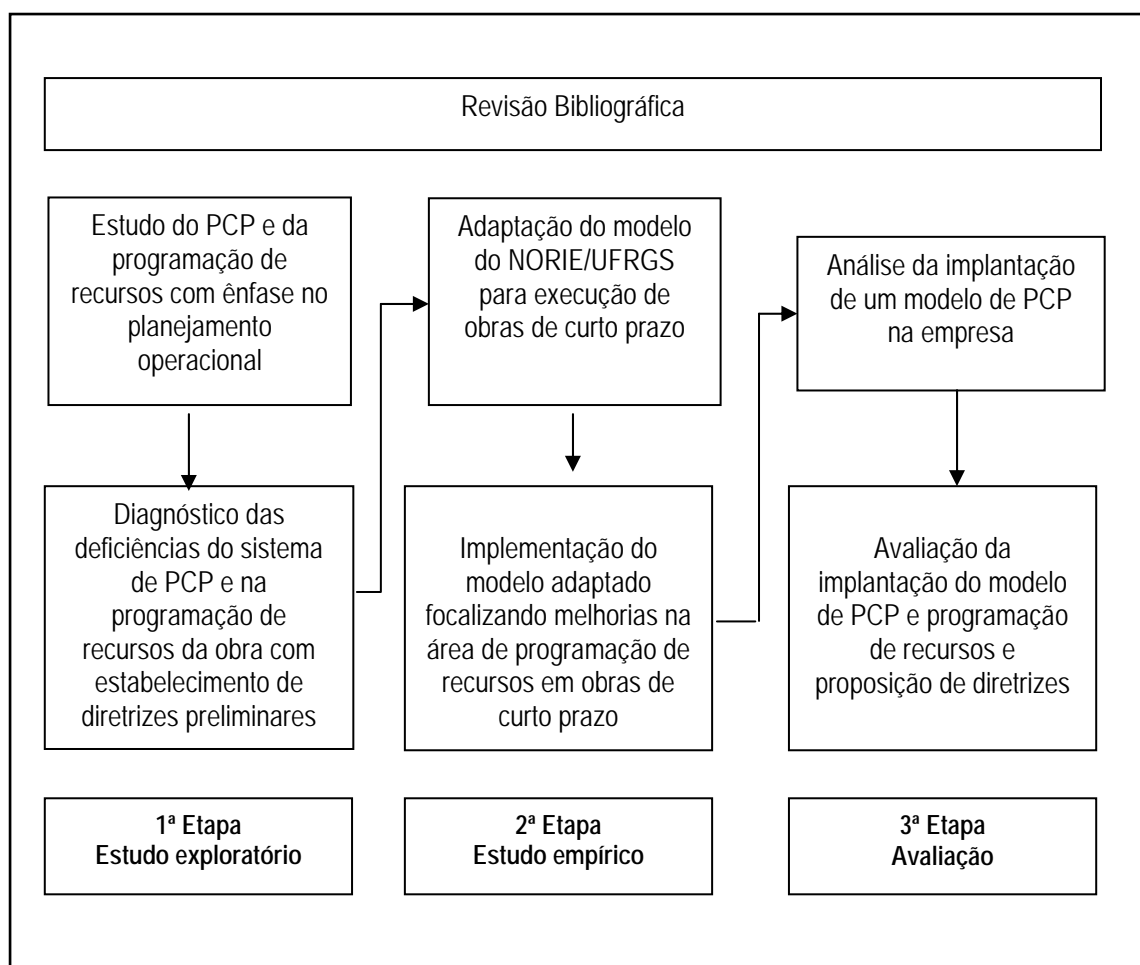


Figura 5: etapas da pesquisa



A revisão bibliográfica esteve presente no desenvolvimento das três etapas referidas. Segundo Wacker (1998) a revisão bibliográfica é de grande importância para a construção de uma teoria, pois fornece informações a respeito de sua esfera de ação, a relação entre seus elementos constituintes e respectivas definições. Além disso, indicam quais são as relações mais importantes a investigar no desenvolvimento da pesquisa. Neste contexto, a revisão bibliográfica envolveu conceitos e princípios básicos de gestão da produção, com ênfase no planejamento e controle da produção e programação de recursos.

A partir de uma revisão bibliográfica inicial, foi realizado um estudo exploratório que teve como objetivo entender os problemas que a empresa tinha para planejar e controlar a produção. O pesquisador atuou no planejamento e execução de uma obra da empresa na qual foram introduzidas algumas mudanças no sistema de PCP existente. O estudo exploratório pretendeu identificar os requisitos mínimos da empresa necessários para a implementação do modelo de PCP do NORIE/UFRGS.

Procurou-se iniciar a implantação do modelo num estudo exploratório em uma obra de curto prazo, focalizando principalmente o planejamento operacional. Optou-se, assim, por seguir a orientação do trabalho de Ballard e Howell (1997), segundo o qual a melhoria do desempenho do PCP de uma empresa deve passar, inicialmente, pela estabilização do processo produtivo, com a realização de ações que protejam a produção contra os efeitos nocivos da incerteza e da variabilidade.

Em seguida às conclusões da etapa exploratória, com base nas deficiências identificadas no sistema de PCP e na programação de recursos, foi realizado o estudo empírico. Neste estudo, o modelo de PCP proposto por Bernardes (2001) foi adaptado às necessidades da empresa, sendo realizadas mudanças mais substanciais no sistema de PCP da empresa, particularmente no que se refere à programação de recursos. Após a conclusão do estudo empírico, fez-se a avaliação da implantação do sistema de PCP na empresa a partir dos dados coletados e a proposição de diretrizes.

### **3.3.1 Descrição do estudo exploratório**

Para a realização do estudo exploratório foi escolhida uma obra que contemplasse em suas características a tipologia mais freqüente de obras executadas pela empresa:

- a) reforma;
- b) edificação com uso comercial;
- c) execução em curto prazo;
- d) manutenção das atividades do cliente;
- d) terceirização da mão-de-obra.

A obra escolhida foi à realização de uma reforma em um *shopping center* de 3.600 m<sup>2</sup>, em Porto Alegre, com início em 22 de outubro de 2001 e término em 30 de novembro de 2001.

O planejamento da obra foi dividido em planejamento tático e operacional. O planejamento tático foi gerado com auxílio do programa MS Project®. Este plano (usual na empresa antes do início da pesquisa) foi representado através de um diagrama de Gantt (anexos A, B e C), com os serviços contratados segmentados em períodos semanais, respeitando o zoneamento da obra estabelecido pelo gerente de produção.

O planejamento operacional foi desenvolvido a partir do plano tático através de planilhas exemplificadas no anexo D. Dentre as informações que constavam na planilha, destacam-se os pacotes de trabalho e sua distribuição às equipes de produção em datas determinadas. O desenvolvimento desta atividade foi efetuado semanalmente em reuniões com a presença do gerente de produção, o mestre-de-obras e os empreiteiros envolvidos no processo.

A partir das planilhas elaboradas no plano operacional, foi avaliada semanalmente a eficácia do planejamento operacional através do indicador PPC (percentagem da programação concluída), e o registro das causas do não cumprimento das metas estabelecidas.

No término dos serviços foram identificadas as deficiências no PCP da obra e do sistema de programação de recursos (material, mão-de-obra e financeiro), com proposição de ações para sua melhoria, que foram implementadas no estudo empírico a seguir relatado.

### **3.3.2 Descrição do estudo empírico**

O estudo empírico foi realizado na reforma de um supermercado situado na cidade de Canoas, tendo um prazo para conclusão de 38 dias corridos. Durante a obra o supermercado manteve o seu funcionamento. Da mesma forma que o estudo exploratório, toda a mão-de-obra

envolvida era terceirizada. A obra teve início em 23 de outubro de 2002 e término em 29 de novembro de 2002.

A adequação do modelo de PCP para obras de curto prazo foi baseada, em primeiro momento, na dimensão horizontal de planejamento (LAUFER; TUCKER, 1987) dividida nas atividades de preparação do processo de planejamento, coleta de informações, preparação dos planos, difusão das informações e avaliação do processo de planejamento e controle da produção.

Para o desenvolvimento da dimensão vertical, estruturou-se o novo modelo nos níveis tático e operacional. Partiu-se para a proposição de que, em obras de curto prazo, o grau de detalhamento dos planos de longo e médio prazo são similares. Para evitar redundância de informações, optou-se por unificá-los.

A preparação do processo de PCP, envolvendo tanto a definição de procedimentos e padrões do processo de planejamento e controle, como as decisões iniciais relativas ao processo de produção, foi dividida nas seguintes etapas:

- a) definição dos responsáveis pela elaboração dos planos tático e operacional;
- b) definição de indicadores a serem coletados;
- c) elaboração do zoneamento da obra;
- d) listagem de restrições e limitações para a execução dos serviços;
- e) definição da estratégia de ataque à obra.

As principais informações para a realização da preparação do processo de PCP constam dos objetivos do empreendimento quanto a prazos, custos e qualidade; orçamento; projetos e especificações; *layout* da obra; requisitos de segurança; curva ABC; e projeção de receitas.

Efetuada a preparação do processo de PCP, partiu-se para a elaboração do plano tático da obra, representado pelo diagrama de Gantt com o uso do programa MS Project©. Neste diagrama constam a listagem dos serviços e o seu seqüenciamento, o período de execução, a relação de precedências e as restrições analisadas na fase de preparação do processo de planejamento.

Para o início dos serviços, foi preparado o plano de longo prazo de forma detalhada. Sua elaboração foi norteadada pelas restrições nele apontadas, principalmente pela ausência de

projetos complementares e de layout de alguns setores da obra. As restrições acima referidas e a conseqüente estratégia de ataque à obra são abordadas no item 4.2.2 (preparação do processo de PCP).

A seguir, o plano tático foi ampliado com o levantamento de restrições para a execução das tarefas programadas e incorporadas ao cronograma da obra, incluindo os responsáveis pela sua eliminação e um indicador de liberação. No diagrama de Gantt existia também a data limite para a sua remoção.

O planejamento operacional foi realizado primeiramente para um horizonte de uma semana, com duas reuniões: uma de controle realizada às terças-feiras e outra nas sextas-feiras para avaliação da conformidade dos pacotes executados, conforme plano operacional estabelecido, e elaboração de plano para a semana seguinte.

No desenvolvimento da obra, com o aumento das tarefas a serem executadas, que resultava num maior número restrições a serem eliminadas, aumento do número de pacotes de trabalho e, para visualizar melhor o seqüenciamento dos trabalhos, optou-se pela elaboração de planos diários. Nessas reuniões, na primeira hora da manhã, com a presença do gerente de produção, mestre-de-obras e empreiteiros, era efetuada a avaliação dos pacotes de trabalhos planejados e elaborada nova programação.

Conjuntamente com a consolidação do sistema de PCP para obras de curto prazo, foi elaborado um DFD do sistema de programação de recursos da obra em estudo. Neste diagrama de fluxo de dados estão representados as funções dos clientes externos (cliente, fornecedores e projetistas) e dos clientes internos (departamento de orçamento, financeiro, suprimentos, planejamento tático e operacional e produção).

A elaboração do DFD, inserindo a programação de recursos como um sub-processo do PCP, com a formalização das funções e relações entre os clientes externos e internos, propiciou o estabelecimento de um padrão do processo, sua visualização e disseminação.

Esse sub-processo teve por objetivo a coleta e processamento de informações referentes à alocação de recursos materiais, mão-de-obra e financeiros para a obra. Em relação aos recursos materiais e de mão-de-obra, foram destacadas as informações sobre custos, valor relativo dos insumos, atribuição de responsabilidade pela sua disponibilização no plano tático ou operacional, prazos para alocação e condições de entrega, estoque, demanda e consumo. Já

o controle dos recursos financeiros foi realizado com a projeção de um fluxo de caixa para o qual eram necessárias informações sobre receitas e despesas programadas e seu desdobramento durante a execução da obra.

### **3.3.3 Avaliação da implantação do modelo de PCP**

A avaliação da implantação foi efetuada primeiramente quanto às práticas associadas ao processo de PCP e, em seguida, quanto ao sub-processo programação de recursos. A avaliação do sistema de PCP, após a etapa de implementação, foi baseada no trabalho de Bernardes (2001). Para a sua realização, foi utilizado um conjunto de 14 práticas propostas por aquele autor e consideradas essenciais para a implementação bem sucedida do modelo de PCP. As práticas citadas estão apresentadas no item 2.3.4. A implementação da programação de recursos foi acrescida com a 15ª prática.

Como critério de avaliação geral, utilizou-se o indicador de adequação do modelo também proposto por Bernardes (2001). Este é calculado através de uma média ponderada, na qual cada prática recebe o peso 1,0 ou 0,5, se tiver sido implementada integralmente ou parcialmente, respectivamente. Se não tiver sido implementada, recebe o peso zero. A eficácia da aplicação do modelo foi realizada primeiramente com as 14 práticas propostas por Bernardes (2001) e, após, com a inclusão da 15ª prática (programação de recursos). Esta recebeu o peso 3, em função da sua importância na satisfação dos clientes internos e externos quando da execução de obras de curto prazo. Foi atribuído o peso 1 para cada tipo de recurso (materiais, humanos e financeiros).

## **3.4 FONTES DE EVIDÊNCIA**

O uso de múltiplas fontes de evidência permite ao pesquisador a obtenção de informações relacionadas a um mesmo fenômeno, advindas de diversos pontos de observação, os quais podem revelar aspectos distintos e contribuir para a convergência e avaliação dos resultados da pesquisa (YIN, 1994).

As fontes de evidência utilizadas na pesquisa foram norteadas pela estratégia de pesquisa conduzida no estudo exploratório e na pesquisa-ação. Para avaliar o processo de desenvolvimento e implantação de um modelo de PCP, com ênfase na programação de recursos, foram utilizadas múltiplas fontes de evidência, a seguir relatadas.

### **3.4.1 Observação participante**

A observação participante foi utilizada continuamente no estudo exploratório e na implementação do modelo de PCP no estudo empírico. Sendo o pesquisador integrante do quadro diretivo da empresa e tendo o conhecimento tanto do processo de PCP vigente como das necessidades da sua reestruturação, foi necessária sua participação ativa em todo o processo.

No desenvolvimento do estudo exploratório com a aplicação da observação participante, foram identificadas as deficiências do sistema de PCP da obra estudada. A partir destas deficiências, foram propostas diretrizes preliminares (item 4.2.6). Já no estudo empírico, a observação participante possibilitou o desenvolvimento de um sistema de PCP adequado à realidade da empresa, conjuntamente com a direção e funcionários da empresa, mestres-de-obras e empreiteiros, possibilitando a proposição de um conjunto de diretrizes para a programação de recursos para obras de curto prazo (item 4.4).

### **3.4.2 Entrevistas não estruturadas**

A entrevista é uma das fontes de informação mais importantes na pesquisa-ação, sendo indicada, principalmente, quando se deseja investigar aspectos relacionados à opinião, à percepção, aos desejos e aos planos das pessoas (SELLTIZ et al., 1987).

As entrevistas realizadas durante todo o delineamento da pesquisa foram do tipo não estruturadas, guiadas por uma relação de pontos de interesse que o pesquisador foi explorando ao longo da pesquisa com os auxiliares administrativos, mestre-de-obras, empreiteiros e diretores da empresa. Estes últimos absorviam funções de gerenciamento de obra, orçamentos e compras.

Por exemplo, a partir de entrevistas não estruturadas com os demais diretores da empresa, decidiu-se pela não utilização do planejamento de médio prazo na estruturação de seu novo modelo de PCP para obras de curto prazo. A justificativa para esta decisão, veio da necessidade de se fazer a análise de restrições, estudo dos fluxos físicos e definição dos responsáveis pela programação de recursos já no planejamento tático, por ser uma obra de curto prazo.

Outro exemplo de utilização desta fonte de evidência no estudo empírico foi a decisão quando do desenvolvimento dos planos operacionais. A partir de entrevistas com o mestre de obras e os empreiteiros, optou-se pela realização de duas reuniões semanais. Esta decisão foi referendada a partir da observação de que as tarefas programadas eram muitas, executadas por diversos empreiteiros e, várias, com relação de precedência. Assim, na primeira reunião seria realizada a avaliação do plano da semana anterior e elaboração no plano seguinte e na outra reunião a avaliação do plano em desenvolvimento.

### **3.4.3 Análise documental**

A análise de documentos é utilizada principalmente com o objetivo de validar as informações obtidas por intermédio de outras fontes de evidência (YIN, 1994). No presente trabalho, os documentos analisados referem-se àqueles gerados no estudo exploratório com a análise das deficiências do processo de PCP da empresa e do modelo implementado no estudo empírico.

Os principais documentos gerados na pesquisa foram os planos tático e operacional utilizados nas duas obras, representados respectivamente pelos diagramas de Gantt e planilhas para elaboração dos planos operacionais. Além destes documentos foram também gerados orçamentos e, respectivas, curvas ABC, os fluxos de caixa e planilhas com o registro e a classificação de recursos. Estas últimas planilhas continham também os prazos de aquisição e datas limite para disponibilização dos recursos na obra.

A análise documental facilitou o detalhamento das metas e da hierarquização dos planos tático e operacional, com identificação e registro das causas dos problemas de produção e correção durante a execução da obra, bem como numa melhor programação de recursos e controle financeiro.

Como exemplo de uso desta técnica, pode-se salientar a necessidade observada no estudo exploratório de se fazer a apuração periódica das receitas previstas e do desembolso financeiro com recursos materiais e de mão-de-obra. Assim, no estudo empírico, além da elaboração de um fluxo de caixa no início da obra, executou-se o seu controle pela utilização da técnica da curva de agregação de recursos, através da qual se podem monitorar as receitas previstas e os gastos com materiais e mão-de-obra.



## **4 DESENVOLVIMENTO EMPÍRICO DA PESQUISA**

Neste capítulo são apresentados os resultados dos estudos conduzidos durante o desenvolvimento deste trabalho em obras de curto prazo de uma empresa de construção civil de pequeno porte.

Inicialmente, é caracterizado o sistema de PCP existente na empresa antes do início da pesquisa. Após, aborda-se o estudo exploratório com ênfase no planejamento operacional e, em seguida, a partir do diagnóstico das deficiências do sistema de PCP e da programação de recursos constatados, apresenta-se um estudo empírico abrangendo o planejamento tático e operacional e o desenvolvimento de uma sistemática de programação de recursos. Por fim, é apresentada a avaliação da implantação do modelo de PCP e proposição de diretrizes para a programação de recursos em obras de curto prazo.

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE PCP DA EMPRESA**

Na figura 6 é apresentado o DFD do sistema de PCP existente na empresa, antes da realização do presente estudo. A elaboração do plano estratégico e do plano tático cabia ao diretor técnico da empresa, que assumia também a função de engenheiro da obra, pois a maioria delas não comportava financeiramente a contratação de um engenheiro para o seu gerenciamento. O plano estratégico compreendia o estabelecimento das metas de qualidade, custos e prazos, a elaboração do cronograma financeiro, a definição das principais compras de materiais e contratações de sub-empregados.

A preparação do plano tático consistia no detalhamento das tarefas a serem executadas através da utilização de um software específico de planejamento (MS Project®), com a definição das datas de início e término dos serviços, seu seqüenciamento e precedências. A confecção do plano tático tinha por base o orçamento da obra, projetos, especificações e memoriais descritivos.

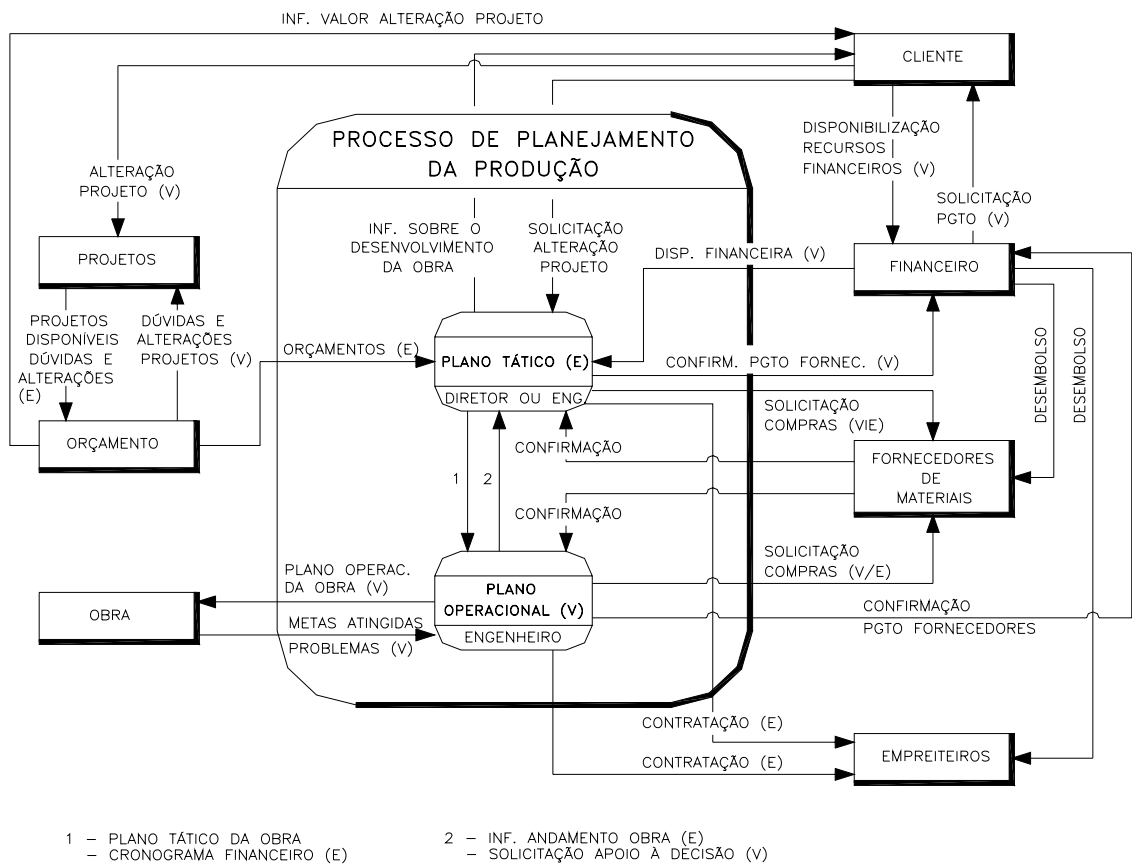


Figura 6: DFD do sistema de PCP da empresa

A elaboração dos orçamentos era efetuada através de um programa computacional de orçamento discriminado que permitia a geração de planilhas de custos em diferentes formatos, tais como orçamento resumido, sintético e analítico (com discriminação das composições de custo) e curva ABC. A empresa desenvolvia composições próprias para algumas atividades não disponíveis no sistema computacional, como, por exemplo, custo dos serviços a serem empreitados na execução das instalações elétricas e hidrossanitárias.

Na elaboração do planejamento tático, frequentemente havia falta de projetos complementares, dúvidas sobre detalhes construtivos e problemas de compatibilidade de projetos, havendo assim a necessidade de contato com o cliente e com os projetistas para sua elucidação ou complementação.

A empresa, através de seus dois engenheiros e um arquiteto, integrantes do quadro diretivo, assumia eventualmente a elaboração ou adequação dos projetos arquitetônicos e

complementares, facilitando assim, a execução de alterações necessárias para a solução de problemas de compatibilização de projetos.

O cronograma financeiro das obras não era atualizado periodicamente em função das deficiências no sistema de controle de gastos com recursos materiais e de mão-de-obra. O aporte de recursos financeiros para a sua execução era proveniente do fluxo de caixa da empresa, que gerenciava receitas e despesas de todas as obras conjuntamente. Esta prática trazia como grande desvantagem à possibilidade de financiar uma obra com recursos de outras.

Após a elaboração do plano tático, a empresa iniciava o processo de contratação de sub-empregados para a execução da maioria dos serviços orçados e dos materiais necessários para o seu início, sem a formalização de prazos para sua disponibilização na obra.

O plano operacional não era formalizado, consistindo na troca de informações verbais entre o engenheiro, mestre-de-obras e sub-empregados, embasadas nas suas experiências e percepções. Eventualmente este plano ficava a cargo do mestre-de-obras que, sem formalizá-lo, procurava cumprir as datas de término dos serviços fixados no plano tático. A designação de tarefas para os sub-empregados ocorria através de contatos individuais, geralmente no canteiro de obras, ora pelo engenheiro, ora pelo mestre-de-obras, sem período específico para a realização desta atividade. A solicitação das contratações de sub-empregados não efetivadas a partir do plano tático, geralmente, ficava ao encargo do mestre-de-obras, cabendo a este, informar a data limite para que o serviço fosse iniciado.

Com relação aos recursos materiais a serem adquiridos no curto prazo, o engenheiro recebia do mestre-de-obras ou dos sub-empregados, periodicamente, os pedidos pessoalmente ou por telefone, efetivando, a partir destas informações, a compra ou o encaminhamento desta atividade ao auxiliar administrativo.

Quando havia a necessidade de aquisição de recursos com urgência, o mestre-de-obras ou sub-empregado telefonava para a empresa e, não encontrando o engenheiro responsável pela obra, fazia a solicitação diretamente ao auxiliar administrativo. Se a aquisição deste recurso não envolvesse um valor monetário considerável, a mesma era efetivada.

Com relação ao controle da produção, o mesmo era desenvolvido em bases estritamente informais, não havendo sistematização ou procedimento para controlar a produção, a não ser o

acompanhamento da execução dos serviços através do cronograma físico da obra elaborado no início da mesma.

## 4.2 ESTUDO EXPLORATÓRIO

O estudo exploratório a seguir relatado, realizado numa obra de curto prazo, apresenta, inicialmente, a caracterização da obra e após, o processo de PCP usual da empresa. Em seguida, são apresentados o planejamento tático e operacional utilizado na obra e a caracterização da programação de recursos e, por fim, as deficiências identificadas e a proposição de diretrizes.

### 4.2.1 Caracterização da obra

O prédio no qual foi realizada a obra consiste em um pavilhão de 3.600 m<sup>2</sup> que abriga um *shopping center* com 34 lojas, distribuídas em um único pavimento. É apresentado na figura 7 o croqui geral da edificação, incluindo a distribuição das lojas e circulações.

A obra era destinada à execução de instalações básicas para possibilitar a climatização individual das lojas. Os trabalhos foram divididos em duas partes: a primeira compreendendo a elaboração de projetos de climatização, elétrico, drenos e rede de *sprinklers*, e a segunda a execução da obra referente às instalações de rede de *sprinklers*, redes elétricas e drenos. As instalações de incêndio, elétrica, redes de drenos e *sprinklers* foram executadas sobre o forro das diversas lojas, sendo estes constituídos de estrutura metálica e telas de aço soldadas.

O prazo para a execução da obra foi de 40 dias corridos. O horário de trabalho era noturno, das 22 horas às 6 horas, estipulado pelo contratante.

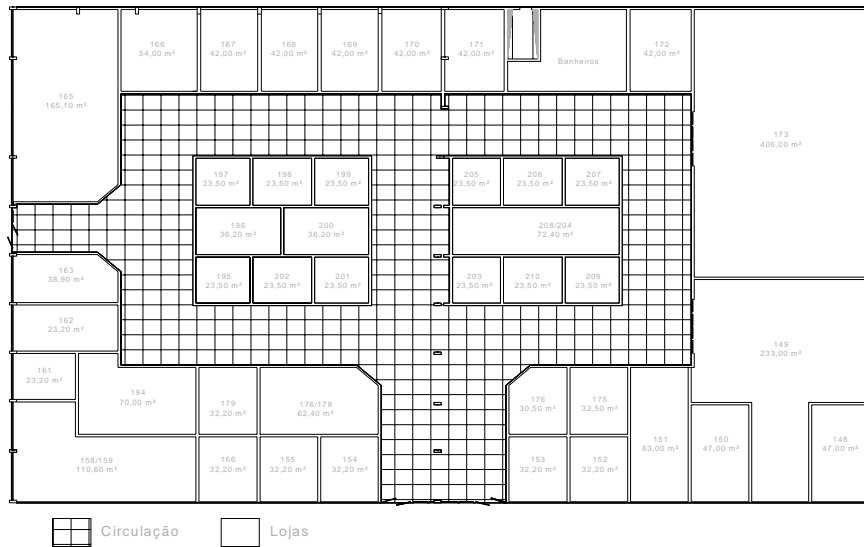


Figura 7: croqui geral da obra do estudo exploratório

## 4.2.2 Preparação do processo de PCP da obra

A preparação do processo envolveu a definição de procedimentos e padrões do processo de PCP, bem como algumas decisões iniciais relativas ao processo de produção. Os procedimentos utilizados são listados a seguir.

- a) realização de decisões preliminares,
  - divisão formal do PCP em dois níveis hierárquicos (tático e operacional);
  - uso do PPC e causa dos desvios como indicadores a serem coletados;
- b) estabelecimento de padrões de planejamento envolvendo a segmentação do trabalho em atividades e a divisão do espaço em áreas de trabalho, com as seguintes finalidades,
  - definição do zoneamento preliminar da obra, após a elaboração do projeto, para preparar o planejamento tático, conforme figura 8. O zoneamento da obra foi elaborado para as instalações de redes de sprinklers e de drenos, levando-se em conta, para a sua setorização, os projetos executivos, constituídos de redes primárias e respectivos ramais localizados sobre as lojas. Para as instalações elétricas não foi realizado o zoneamento em planta,

pois a execução destes serviços foi desenvolvida em locais específicos, não afetando as lojas (áreas externas). Assim, a designação do local dos pacotes de trabalho foi definida nas planilhas de planejamento semanal;

- segmentação da obra em atividades para elaborar o plano tático: A obra foi segmentada em atividades (figura 9), que, pela sua tipologia, foram divididas em quatro grandes itens: projetos, rede de *sprinklers*, instalações elétricas e rede de drenos. A segmentação dos trabalhos em atividades de projeto deveu-se à necessidade de sua confecção para dar início aos serviços. As instalações de rede de *sprinklers*, drenos e instalações elétricas, foram executadas por empreiteiras distintas. Além de facilitar a designação dos pacotes de trabalho às equipes de produção, o zoneamento da obra em áreas de trabalho serviu para fornecer informações aos proprietários das lojas sobre o esquema de segurança e proteção de mercadorias para o período de execução dos serviços;

c) identificação de limitações consideradas na execução da obra,

- o horário de trabalho foi noturno (a partir das 22 horas), necessitando uma programação de recursos materiais, mão-de-obra e equipamentos bem definida, conforme os pacotes de trabalhos propostos, que não propiciasse aporte de recursos emergenciais;
- acesso e retirada de materiais da obra era realizado entre 22 horas até às 9 horas do dia posterior;
- todos os serviços realizados no interior das lojas tinham que ser comunicados aos lojistas com antecedência de dois dias para que fosse providenciada a proteção das mercadorias;

d) identificação de ações a serem realizadas para minimizar as chances de surgimento de restrições,

- elaboração de projetos executivos para dar início à obra;
- a especificação e quantificação dos materiais deveria ser correta por não haver possibilidade de aporte ou troca em caráter emergencial dos mesmos durante o período de trabalho (noite);
- as equipes de mão-de-obra deveriam estar bem dimensionadas para os pacotes de trabalhos definidos, não havendo possibilidade de deslocamento de pessoal de outras obras, pois o trabalho era noturno;
- realizar um buffer de ferramentas e equipamentos considerados essenciais para não paralisar os serviços pois estes não poderiam ser substituídas, se danificados, durante o período de trabalho (noturno).

e) estabelecimento de plano de ataque à obra constando de,

- definição do plano de ataque à obra após a identificação de ações supracitadas e limitações para a execução dos trabalhos;
- contratação de três sub-empreiteiros para a execução da rede de *sprinklers*, drenos e instalações elétricas, tendo sido realizada uma reunião dos encarregados desses serviços com o engenheiro responsável pela execução da

obra para definir o fluxo de trabalho das três equipes, para que não houvesse interferência na execução das tarefas;

- definição do fluxo de trabalho das três equipes, que serviu de base para a elaboração do plano tático da obra, com datas, vinculações e locais da execução das tarefas.

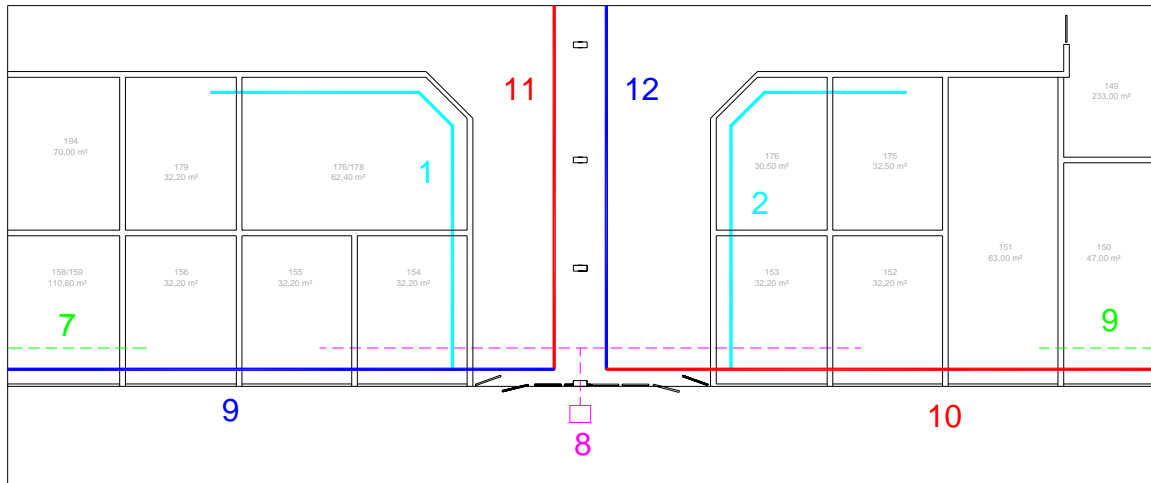


Figura 8: croqui geral do zoneamento da obra

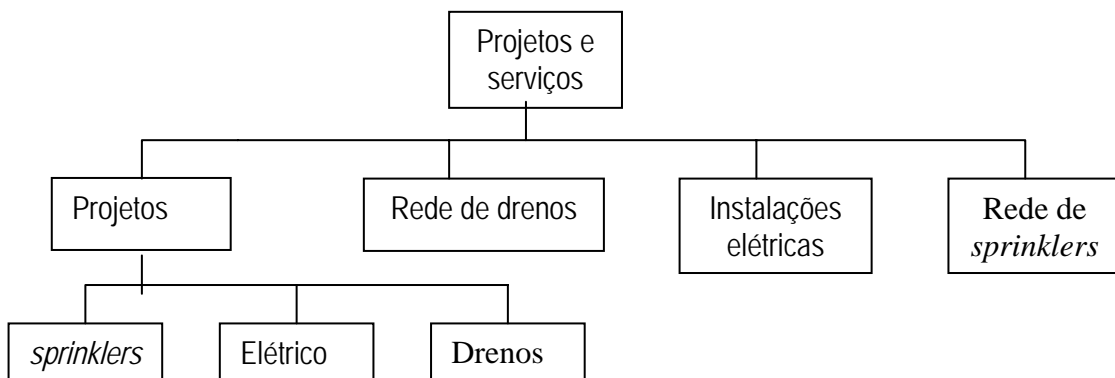


Figura 9 - Segmentação da obra em atividades

### **4.2.3 Planejamento tático**

Para a elaboração do plano tático, partiu-se de um cronograma inicial (anexo A), elaborado quando da apresentação da proposta ao cliente, no qual constavam prazos pré-estabelecidos. A partir deste cronograma, o planejamento tático da obra foi desenvolvido através do MS Project©, com o diagrama de Gantt (anexos B e C), tendo por base a segmentação da obra em atividades e seu zoneamento elaborados na etapa de preparação do processo de PCP e no prazo contratual da obra.

Para o desenvolvimento do planejamento tático foi realizada uma reunião no escritório da empresa com a presença do gerente de produção e dos três sub-empregueiros contratados. Nesta reunião foram definidas as tarefas a executar, prazos, locais, seqüenciamento e precedências que nortearam a elaboração dos pacotes de trabalho quando da formulação do planejamento operacional.

### **4.2.4 Planejamento operacional**

O planejamento operacional foi realizado em ciclos semanais, exemplificado no anexo D, tendo como ponto de partida a listagem de todas as tarefas para as quais havia recursos (material, mão-de-obra e equipamentos) disponíveis. As reuniões foram realizadas na obra com a presença do gerente de produção e os sub-empregueiros. Fazia-se a distribuição dessas tarefas às equipes de trabalho, de forma a constituir os pacotes de trabalho semanais a serem atribuídos a cada equipe.

Na figura 10, está apresentado o número de tarefas programadas para cada uma das seis semanas de trabalho e o respectivo PPC (percentual do planejamento concluído). No último período de trabalho (6ª semana), foram concluídas todas as tarefas programadas da obra, atingindo-se um PPC de 100%.



Semana	Número de tarefas programadas
1	7
2	5
3	15
4	13
5	11
6	4

Figura 10: número de tarefas programadas na semana

A evolução do PPC ao longo da obra é apresentada na figura 11, representada por uma linha de tendência de natureza polinomial, indicando um coeficiente de variação (CV) de 20,83 % e PPC médio de 79,67 %. Segundo Ballard e Howell (1997), no início da implantação do sistema *Last Planner*, os valores de PPC, em geral, tem grande variabilidade. À medida que aumenta o domínio sobre esta ferramenta, passa a haver uma estabilização na produção, aumentando os valores do PPC e diminuindo sua variabilidade.

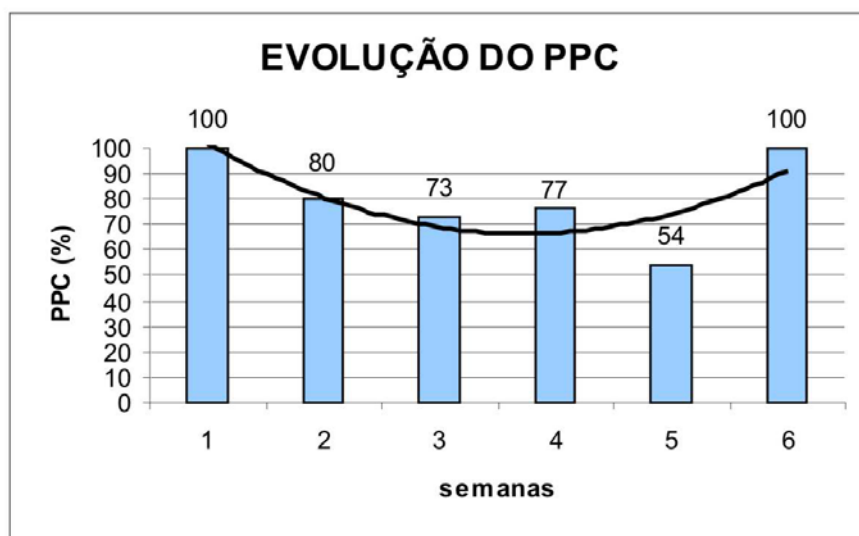


Figura 11 - Evolução do PPC no estudo exploratório

O menor desempenho do PPC ocorrido na quinta semana (54%), teve como principais causas a ausência da equipe do sub-empregado de instalações elétricas por dois dias consecutivos e a não execução de redes de *sprinklers* por um dia por estar o equipamento de

solda danificado. No primeiro caso, o sub-empregado precisou mobilizar a mão-de-obra para outra obra que estava sendo concluída. No segundo caso, o atraso ocorreu porque não havia equipamento de solda reserva. Uma terceira ocorrência foi a não realização da travessia dos drenos pela circulação devido à falta de revestimento cerâmico cuja aquisição estava a cargo da contratante.

Na figura 12 estão apresentadas as causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho estabelecidos no planejamento operacional. Os principais problemas identificados foram o absentismo de sub-empregado e o subdimensionamento das equipes de trabalho, com três ocorrências cada um, e erro na quantificação de materiais, com duas ocorrências.

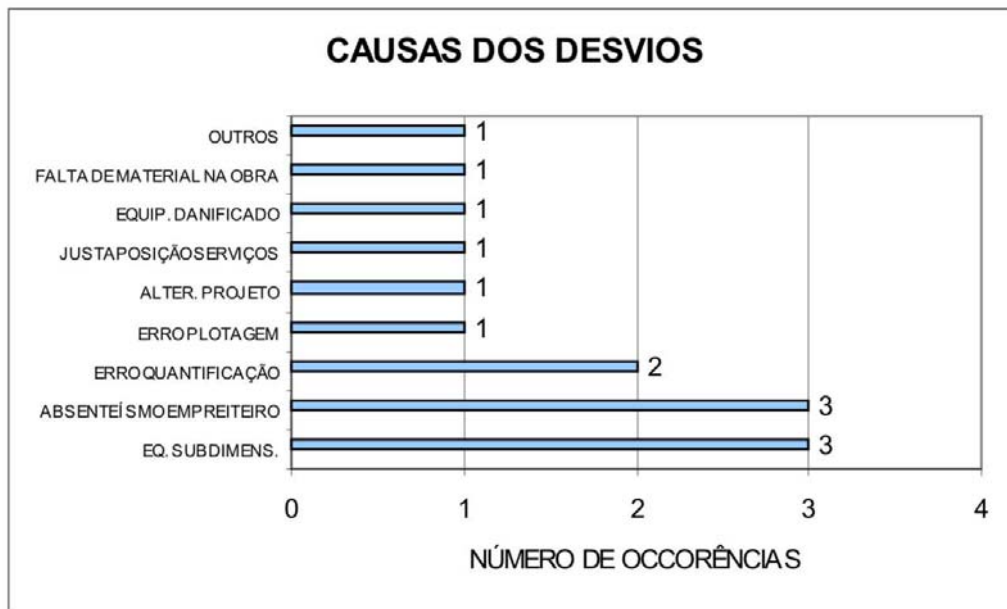


Figura 12: causas dos desvios (não conclusão dos trabalhos)

Embora tenha ocorrido apenas uma vez, a interrupção das atividades pela falta de recursos materiais, estes foram solicitados diversas vezes em caráter emergencial, dificultando a realização do processo de cotação de preços, o qual exigiu o envolvimento do engenheiro de produção, mestre-de-obras e o setor de compras, desviando-os de suas atividades para cumprir essas exigências.

#### 4.2.5 Caracterização do sistema de programação de recursos estudado

A programação de recursos da obra foi dividida em recursos materiais, mão-de-obra e financeiros, sendo que os equipamentos estavam vinculados aos recursos de mão-de-obra por ser de responsabilidade (dos sub-empregadores) o fornecimento dos mesmos. A programação de recursos era de responsabilidade do gerente de produção, que era um dos diretores da empresa.

Na contratação da obra, ficou estipulado que os materiais básicos (excluí-se deste grupo os materiais dos ramais de alimentação das lojas que não foram contemplados nos projetos e cuja necessidade de aquisição foi considerada na obra) e mão-de-obra seriam faturados diretamente pela contratante, no intuito de não acarretar bi-tributação à empresa de construção e, em consequência, sobre custo ao empreendimento. Por sua vez, o pagamento dos serviços pelo contratante foi efetuado em quatro parcelas equivalentes, sendo uma entrada no início dos serviços e mais três parcelas quinzenais.

Cabe ressaltar que o orçamento para a contratação da obra foi elaborado com base nos anteprojetos das instalações de incêndio, drenos e elétricas, uma vez que não havia um projeto executivo. Após a conclusão dos projetos, o orçamento foi reavaliado com base na quantificação de materiais e nos valores dos serviços de mão-de-obra. A partir da contratação da obra, foi elaborado, primeiramente, o projeto definitivo, gerando assim a programação de recursos materiais e de produção (mão-de-obra e equipamentos), condizentes com a disponibilização financeira do empreendimento.

A aquisição de materiais foi efetuada em grandes lotes pela contratante para as redes de incêndio, drenos e elétrica, ficando as compras de menor vulto e os acréscimos nos serviços acima referidos para serem adquiridos pela contratada. Esta segunda modalidade de aquisição foi adotada, pois a programação de materiais efetuada para aquisição em curto prazo não poderia ser atendida pela contratante.

Com relação aos recursos de produção (mão-de-obra e equipamentos), estes foram terceirizados para três empresas especializadas nos serviços de instalações elétricas, redes de *sprinklers* e drenos.

Por fim, a partir da quantificação básica dos materiais e do valor da mão-de-obra acertada, e com a disponibilização de recursos financeiros definidos, foi elaborado o fluxo de caixa do empreendimento.

#### **4.2.6 Deficiências identificadas no sistema PCP da obra e proposição de diretrizes preliminares**

A seguir, são apresentadas as principais deficiências identificadas no planejamento e controle de produção e na programação de recursos na obra investigada no estudo exploratório.

##### 4.2.6.1 Planejamento da obra

As principais deficiências encontradas no planejamento e controle da obra foram:

- a) o planejamento da obra era excessivamente informal, sendo aplicado apenas técnicas de geração de planos;
- b) não havia integração do PCP com outros processos gerenciais (suprimentos, financeiro e administrativo);
- c) falta de formalização da análise de restrições quando da geração do plano tático;
- d) o fracionamento inadequado dos pacotes de trabalho na elaboração do planejamento operacional dificultou a identificação dos materiais necessários e o dimensionamento das equipes de trabalho;
- e) deficiência na definição de tarefas a serem desempenhadas na programação semanal, ocorrendo justaposição de serviços dentro de um mesmo zoneamento e em decorrência, o não cumprimento do plano. A justaposição de trabalhos ocorreu entre as equipes que estavam executando os testes na rede de drenos e na rede de *sprinklers*.

Com as deficiências apontadas e com a intenção de implementar melhorias no PCP da empresa, foram propostas as seguintes diretrizes:

- a) implementar um sistema de PCP adequado a obras de curto prazo no qual estejam consideradas todas atividades envolvidas no processo, incluindo a coleta e o envio de informações, a elaboração de planos e sua avaliação;

- b) elaborar um DFD explicitando as relações entre os setores administrativo, financeiro, de suprimentos e de gestão da obra, de forma a facilitar a integração entre os mesmos;
- c) formalizar, na elaboração do plano tático, a análise de restrições dando maior transparência ao processo e possibilitando o aumento da continuidade das tarefas no canteiro de obras e, por consequência, melhoria da eficácia do planejamento;
- d) fracionar os pacotes de trabalho quando da elaboração dos planos operacionais, com o objetivo de facilitar a programação de recursos e o controle dos serviços;
- e) elaborar a análise dos fluxos físicos com maior detalhamento com o objetivo de reduzir as interferências nas metas fixadas no plano tático.

#### 4.2.6.2 Recursos materiais

As deficiências na programação de recursos materiais da obra em estudo são listadas a seguir:

- a) falta de material para solda (uma ocorrência segundo o gráfico de causas de desvios), com atraso de um dia no início da montagem da tubulação de rede de *sprinklers*, tendo como causa a não formalização do responsável pela sua programação;
- b) solicitação de materiais em quantidades insuficientes (duas ocorrências no gráfico de causas dos desvios), acarretando a não execução das tarefas na data prevista;
- c) solicitação de materiais em caráter emergencial, resultando em excessivo envolvimento do engenheiro de produção, mestre-de-obras e setor de compras.

Com as deficiências apontadas e com a intenção de executar a programação dos recursos materiais de forma eficaz, foram propostas as seguintes ações:

- a) classificar os recursos materiais quanto ao seu ciclo de aquisição, a repetitividade do ciclo, custo relativo, disponibilidade no mercado ou acerto contratual, de modo a distribuir a sua programação nos níveis hierárquicos correspondentes;
- b) envolver o engenheiro de produção e o mestre-de-obras na quantificação e especificação dos materiais solicitados pelos sub-empreiteiros, objetivando sua conformidade para a execução das tarefas planejadas;

- c) formalizar o prazo de aquisição dos recursos materiais e datas limite para sua disponibilização na obra, objetivando sua adequada cotação e alocação na data prevista.

#### 4.2.6.3 Recursos de mão-de-obra

As deficiências no PCP em relação à programação de recursos de mão-de-obra da obra em estudo são listadas a seguir:

- a) não cumprimento de prazos na execução das tarefas semanais (três ocorrências, segundo o gráfico de causas de desvio), devido à deficiência no dimensionamento de capacidade das equipes de trabalho. Não houve a preocupação da gerência da obra na preparação dos planos operacionais, em quantificar a real necessidade de pessoal para o cumprimento das tarefas, ficando esta incumbência somente ao sub-empregado;
- b) sobreposição de trabalhos para o sub-empregado das instalações elétricas em duas obras, o que ocasionou a transferência dos pacotes de trabalho para a semana posterior (três ocorrências segundo o gráfico de causas de desvios);
- c) justaposição dos serviços de execução de rede de drenos e de rede de *sprinklers* numa mesma área, havendo necessidade de transferência de um deles para o dia posterior.

Com as deficiências apontadas e com a intenção de executar a programação de recursos de mão-de-obra de forma eficaz, foram propostas as seguintes diretrizes:

- a) formalizar na preparação dos planos operacionais o dimensionamento das equipes de trabalho para que haja o comprometimento do sub-empregado no cumprimento das tarefas planejadas;
- b) aplicar um indicador de desempenho dos sub-empregados com o objetivo de monitorar o grau de comprometimento através do controle das tarefas que foram executadas em relação ao planejado;
- c) elaborar um mapeamento mais detalhado das operações para facilitar a identificação de conflitos de espaço, reduzindo as interferências entre as equipes de produção.

#### 4.2.6.4 Recursos financeiros

Embora um fluxo de caixa tenha sido elaborado, contemplando a disponibilidade financeira pactuada com o contratante e os gastos de materiais e mão-de-obra, não houve um monitoramento do fluxo de caixa da obra, o que poderia ter gerado dificuldades financeiras para a empresa.

Em função deste problema, propôs-se o acompanhamento sistemático dos gastos no fluxo de caixa, levando em conta as previsões orçamentárias, para que seja visualizada a relação entre gastos e receitas. Desta forma, pode-se evitar ou minimizar um dique financeiro<sup>11</sup> durante a execução da obra.

Para implementar este controle, são propostas as seguintes diretrizes:

- a) integrar os setores de produção, suprimentos, orçamento e financeiro através de um DFD com as informações pertinentes a cada setor;
- b) elaborar um fluxo de caixa a partir do orçamento e do cronograma físico-financeiro da obra;
- c) apurar periodicamente as receitas e as despesas com fornecedores de materiais e sub-empregados;
- d) monitorar o gasto e desembolso de recursos financeiros ao longo da obra, conforme as atividades realizadas, de forma a atualizar o fluxo de caixa.

### 4.3 ESTUDO EMPÍRICO

O relato do estudo empírico apresenta, inicialmente, a caracterização da obra estudada e, após, a adaptação do modelo de PCP proposto por Bernardes (2001). Em seguida, é discutida a implementação do novo sistema de programação de recursos e, ao final, são propostas as diretrizes para a programação de recursos para obras de curto prazo.

---

<sup>11</sup> Dique financeiro é a diferença num determinado período entre receitas e despesas num empreendimento em que estas sendo maiores proporcionam um déficit no fluxo de caixa gerado.

### 4.3.1 Caracterização da obra

O prédio no qual foi realizada a obra consiste em um pavilhão de 3.200 m<sup>2</sup> de área que abriga um supermercado em Canoas, edificado em um pavimento e com amplo estacionamento externo.

Para a elaboração do orçamento e do cronograma inicial, dividiu-se a obra em fachadas verticais, áreas externas e áreas internas. Para cada uma destas áreas, estão listados a seguir os locais e serviços a executar:

- a) fachadas e cobertura: restauração de revestimentos e esquadrias, execução de novos letreiros e respectiva iluminação, restauração da cobertura e pintura geral;
- b) áreas externas: serviços de poda de árvores, restauração de calçamentos, demarcação de vagas para automóveis, revisão da iluminação externa, restauração da cobertura e pintura de muros e grades novas;
- c) áreas internas: execução de novas instalações elétricas, substituição de forros e luminárias, substituição de sancas junto ao forro, reforma da área de açougue, transferência de local da padaria e área de fiambreteria, substituição de câmaras frigoríferas, substituição de paredes térmicas, execução de nova rede de gases, instalações elétricas e drenos para os balcões térmicos, adequação de área para refeitório e sanitários, reforma de área de escritórios, substituição de *chek out*<sup>12</sup>, restauração de revestimentos e pintura geral.

### 4.3.2 Adaptação do modelo de PCP elaborado pelo NORIE/UFGRS para obras de curto prazo

O sistema de PCP proposto neste estudo empírico é apresentado na figura 13, sendo apresentado a seguir as principais adaptações efetuadas. Na dimensão horizontal, foram mantidas as mesmas atividades do PCP do modelo NORIE/UFGRS:

- a) preparação do processo de planejamento;
- b) coleta de informações;
- c) preparação de planos;

---

<sup>12</sup> *Check out* corresponde a área de recebimento e cobrança das mercadorias adquiridas pelos clientes, compreendendo, além do móvel, instalações elétricas e de lógica.



d) difusão das informações;

e) avaliação do processo de planejamento.

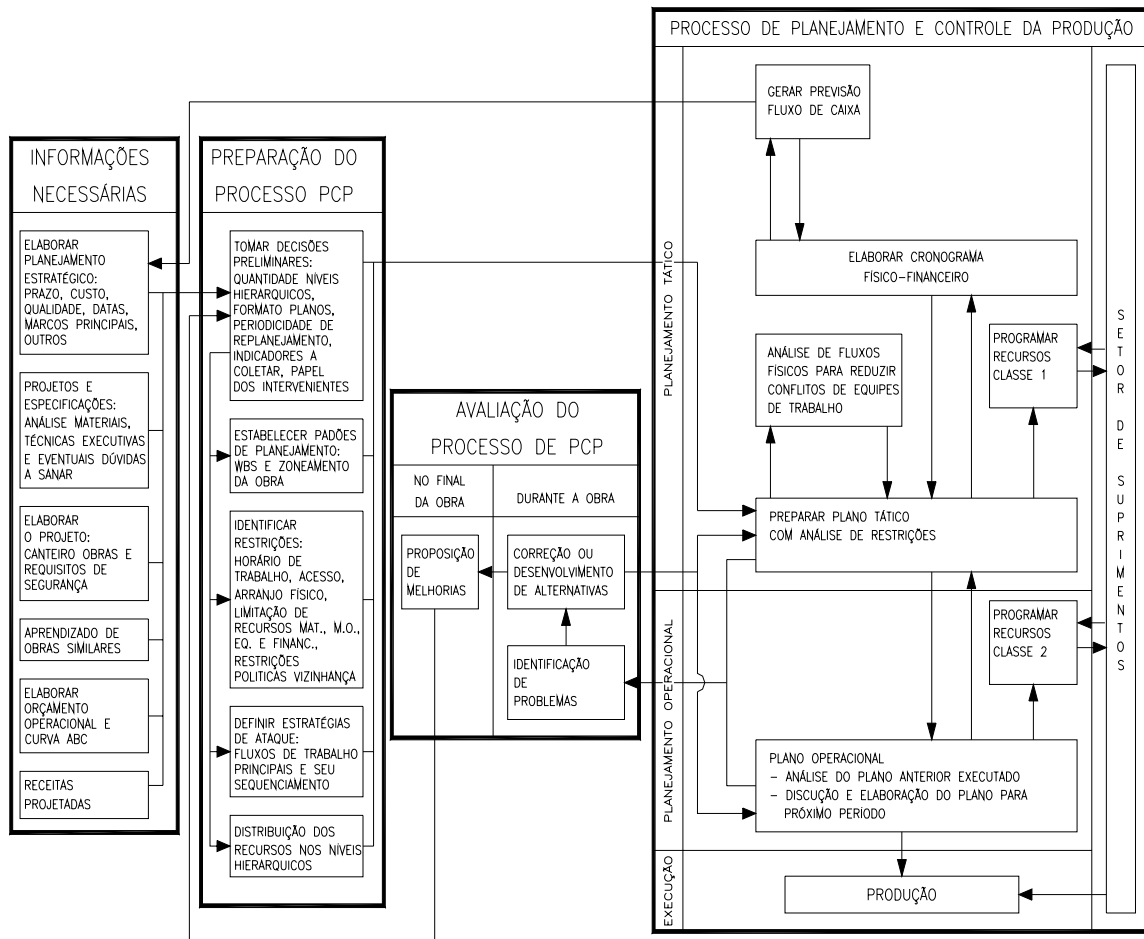


Figura 13: sistema de PCP proposto para obras de curto prazo

A principal mudança introduzida foi na dimensão vertical, sendo o PCP dividido em dois níveis hierárquicos: planejamento tático e planejamento operacional. A não adoção do planejamento de médio prazo em separado deve-se ao fato de que, em obras de curto prazo (30 a 45 dias), é necessário realizar a análise de restrições e o planejamento de fluxos físicos

desde o início da obra, bem como a definição dos responsáveis pela programação de recursos materiais e humanos, que, em grande maioria, devem ser adquiridos e contratados antes do início da obra.

No nível tático é realizado o plano de longo prazo (contendo os ritmos das atividades, seu seqüenciamento e suas relações de dependência), a análise de restrições e de fluxos físicos. Neste nível de planejamento são também elaborados a programação de recursos classe 1, o cronograma físico-financeiro e o fluxo de caixa.

No planejamento operacional, são elaborados os planos em ciclos temporais predeterminados com atribuição das tarefas no planejamento tático às equipes de produção. Nesta fase é importante a participação dos sub-empregados responsáveis pelos serviços para que, além da caracterização do comprometimento às tarefas propostas, seja verificada a disponibilização de recursos necessários para executá-las.

### **4.3.3 Implantação de um novo sistema de programação de recursos**

A figura 13 apresenta um DFD da programação de recursos como um sub-processo do PCP, implementado para obras de curto prazo. Estão representadas assim, as principais funções internas e externas à empresa envolvidas no processo de programação de recursos.

O DFD apresentado na figura 14 foi elaborado a partir do DFD do processo que existia na empresa antes da elaboração deste trabalho (figura 6), sendo indicado em azul as informações acrescidas para a melhoria do processo de programação de recursos.

Considerando que o estudo se refere a uma empresa de pequeno porte envolvida em obras de curto prazo, as funções não representam necessariamente um profissional ou departamento específico da empresa. Por exemplo, a função suprimentos não implica necessariamente a existência de um comprador ou de um departamento de compras, podendo ser desempenhada pelo gerente de produção ou pelo engenheiro da obra.

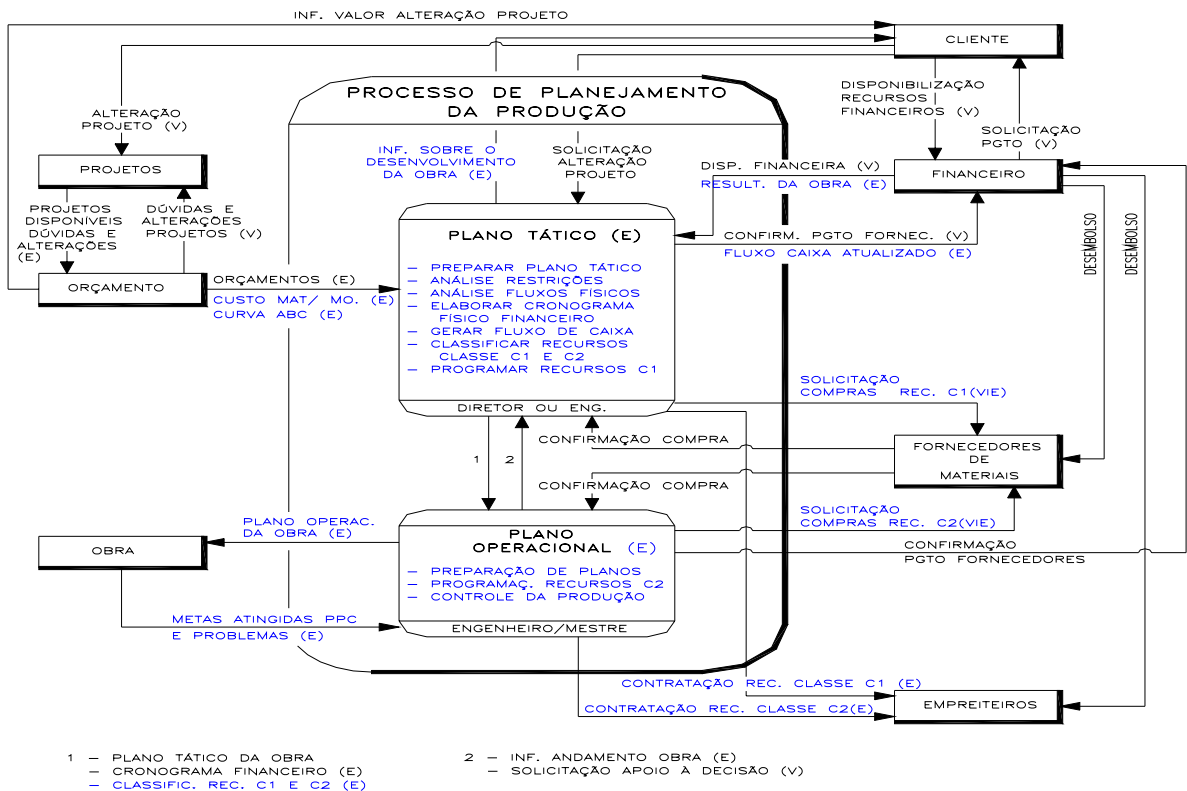


Figura 14: DFD do sistema da programação de recursos da obra em estudo

A programação de recursos da obra foi dividida em recursos financeiros, materiais e mão-de-obra, indicando o papel das diversas funções, descritas a seguir:

- a) a programação dos recursos financeiros é realizada a partir do orçamento e do plano de longo prazo, distribuindo os recursos de mão-de-obra conforme a contratação de sub-empreiteiros, os materiais sendo agregados por tipos de serviços ou valor de aquisição e as receitas conforme programação formalizada com o contratante;
- b) a partir destas informações, é elaborado um fluxo de caixa que é a base para o controle financeiro da obra;
- c) a programação de recursos de mão-de-obra e materiais é realizada primeiramente no âmbito do planejamento tático da obra, sendo os mesmos classificados em recursos classe C1 e C2;
- d) a programação dos recursos classe C1 está vinculada ao planejamento tático e a de classe C2 está relacionada ao planejamento operacional;

- e) a classificação dos recursos de mão-de-obra nas classes C1 e C2 é dependente do prazo de execução dos serviços, nível de disponibilidade no mercado, valor agregado ou importância técnica;
- f) a classificação dos materiais nas classes C1 e C2 é dependente do ciclo de aquisição dos materiais, sua repetitividade, custo relativo e disponibilidade no mercado;
- g) a partir da classificação dos recursos materiais e de mão-de-obra nos respectivos níveis hierárquicos, os responsáveis pela sua programação efetuam a solicitação de compra de materiais ou contratação aos fornecedores.

#### **4.3.4 Implementação do processo de PCP da obra**

A aplicação do modelo de PCP (figura 13) e do sistema de programação de recursos teve o seguinte desdobramento durante a execução da obra:

- a) coleta de informações necessárias para a preparação do processo de PCP;
- b) preparação do processo de PCP;
- c) processo de planejamento e controle da obra em dois níveis hierárquicos;
- d) avaliação do processo.

##### **4.3.4.1 Informações necessárias para a preparação do PCP**

A preparação do processo de planejamento e controle da produção foi a primeira etapa a ser realizada, sendo fixados procedimentos e padrões de planejamento que nortearam as demais etapas de implementação do sistema proposto. Esta etapa foi elaborada pelo gerente de produção da obra.

A etapa de preparação do processo de PCP iniciou com a coleta de informações referente ao plano estratégico da obra, análise de projetos e especificações, elaboração do projeto de canteiro de obras e requisitos de segurança, aprendizado com obras similares, elaboração de orçamento e curva ABC e, por fim, a projeção de receitas, abaixo listadas:

##### *4.3.4.1.1 Plano estratégico do empreendimento*

Este plano antecedeu o processo de planejamento e controle da produção. Englobou os objetivos do empreendimento quanto ao prazo, datas marco principais, custo e qualidade, levando em consideração as necessidades dos clientes finais. Para a obra em estudo foram levantadas as seguintes informações:

- a) prazo: a obra foi iniciada em 23 de outubro de 2002 e concluída em 30 de novembro de 2002, tendo o prazo total de 39 dias;
- b) valor: o valor da obra contratada foi de R\$ 341.000,32;
- c) marcos importantes no processo de produção: para o início da obra existiam restrições de responsabilidade do cliente (layout da padaria e fiabreria, por exemplo), que foram colocados no plano tático, como restrições, com datas limites para sua remoção.

Além das informações acima referidas, a contratante tinha como norma geral para suas obras, não prorrogar o prazo de execução e a contratada deve adaptar-se às exigências de segurança e medicina do trabalho e às normas de conduta e comportamento, com a finalidade de evitar o furto de mercadorias.

#### *4.3.4.1.2 Análise de projetos e especificações*

Na obra em estudo foi fornecido um layout da reforma do supermercado, uma lista de serviços a executar e a especificação dos materiais a serem utilizados. Os projetos complementares (hidrossanitário, elétrico, luminotécnico, GLP e frio alimentar<sup>13</sup>) não foram fornecidos, ficando ao encargo do construtor a elaboração dos quatro primeiros e a cargo da contratante o último.

Devido à insuficiência de informações do projeto arquitetônico, projetos complementares e respectivos memoriais descritivos, foram realizadas diversas visitas à obra, consultas ao engenheiro responsável pelo contratante e visita a dois supermercados que sofreram o mesmo tipo de reforma, para obter informações tanto para a confecção do orçamento bem como para o planejamento da obra.

---

<sup>13</sup> Rede de gases para alimentação dos balcões térmicos.

#### *4.3.4.1.3 Elaboração do projeto de layout do canteiro de obras e requisitos de segurança*

O projeto de layout do canteiro de obras, elaborado na própria obra, incluiu a disposição física do escritório, locais de armazenagem de recursos, posição de equipamentos, vestiários, banheiros, almoxarifado e demais peças necessárias ao suporte da obra.

Para a definição destes locais no estudo empírico em questão, foi realizada uma reunião na obra entre o engenheiro fiscal, o gerente do supermercado, o engenheiro da construtora e os responsáveis das empreiteiras de obra civil e elétrica, para haver um consenso na definição destes locais, uma vez que o supermercado permaneceria em funcionamento durante a execução da obra.

Os requisitos de segurança exigidos pela contratante tiveram por base a Norma NR-18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção)<sup>14</sup>. Coube à empresa contratada, garantir o cumprimento das normas de segurança e medicina do trabalho e instruir os sub-empregados, através de ordens de serviço, quanto a precauções a tomar no sentido de evitar acidentes de trabalho ou doenças ocupacionais.

A contratante exigiu da contratada o conhecimento e a assinatura de um termo de responsabilidade no qual esta declarava estar ciente das normas de segurança do trabalho vigentes no país e que se responsabilizasse pela divulgação junto aos seus colaboradores e subcontratados, bem como o treinamento destes nas diversas normas de segurança pertinentes às suas atividades e práticas.

#### *4.3.4.1.4 Requisitos e restrições impostas pelo contratante*

Estas informações foram obtidas de uma obra similar executada pela empresa para o mesmo cliente, na qual foi realizado um relatório do processo de PCP. As seguintes informações foram realçadas:

---

<sup>14</sup> Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho que dispõe sobre requisitos para a gestão da higiene e segurança do trabalho em canteiros de obra.

- a) era necessária a apresentação da carteira de trabalho e do livro dos funcionários da contratada e dos sub-empregados subcontratados à gerência do supermercado. Sem esta formalidade o funcionário não tinha acesso ao local de trabalho;
- b) deveria ser entregue à gerência uma listagem com previsão dos funcionários com atividades previstas para o dia seguinte. Se o trabalhador não estivesse na listagem fornecida, a segurança do supermercado não permitia seu acesso ao local de trabalho;
- c) o uso de crachás pelos funcionários era obrigatório nas dependências do supermercado;
- d) havia revista dos funcionários pela segurança tanto no término das atividades diárias, bem como no deslocamento destes durante o período de trabalho quando fosse necessário o transporte de equipamentos e materiais entre a área externa e interna ao supermercado. Houve casos de roubo, nos quais o funcionário era desautorizado de retornar ao trabalho e o montante do material furtado era cobrado da contratada;
- e) a Cipa<sup>15</sup> da contratante era atuante no cumprimento da NR 18, sendo a tarefa paralisada pela contratante quando havia descumprimento da mesma;
- f) o gerente do supermercado tinha autonomia quanto aos horários de trabalho e interdição de setores próximos às áreas de atendimento ao público para a execução das atividades;
- g) deficiência da contratante em gerenciar as atividades dos sub-empregados contratados diretamente pela mesma (instalações do frio alimentar, balcões e paredes térmicas, instalações de lógica e programação visual), ocorrendo casos de justaposição de tarefas;
- h) falta de comunicação entre a gerência do supermercado e a contratada, sendo que aquela muitas vezes reportava-se diretamente ao contratante para modificação de projeto, não informando ao executor a alteração;
- i) acesso de materiais na obra era realizado somente com a apresentação de nota fiscal.

#### *4.3.4.1.5 Elaboração de orçamento e curva ABC*

O orçamento foi utilizado como base à tomada de decisões e para criar padrões de referência para o controle da execução. Desta forma, o orçamento teve um importante papel na programação de recursos, tanto pela previsão de quantidades, como pela estimativa de seus custos e posterior verificação da disponibilidade financeira para supri-los.

---

<sup>15</sup> Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.

O orçamento antecedeu o processo de PCP, sendo elaborado com a preocupação de produzir informações num formato adequado ao processo de planejamento. Teve um formato mais operacional e setorizado, sendo expresso em termos de atividades de produção ao invés de simplesmente elementos geométricos do projeto (serviços).

A curva ABC, gerada a partir do orçamento, teve a importância de evidenciar o valor dos recursos materiais e de mão-de-obra em relação ao custo total da obra, e que gerou uma das formas de classificação de recursos para a programação destes no plano tático e operacional.

#### *4.3.4.1.6 Projeção de receitas*

A disponibilização dos recursos financeiros foi estabelecida no contrato da seguinte forma: 60% pago em 11 de novembro e o saldo de 40% em 05 de dezembro. Cada parcela paga teve uma retenção de 15%, paga em três parcelas de 5%, da seguinte forma: 5% após a conferência da realização integral de eventual lista de pendências elaborada pela contratante; 5% após a entrega e conferência pela contratante das guias de recolhimento de impostos e folha de pagamento dos empregados dos sub-empregadores; 5% quarenta dias após o efetivo término da obra.

#### *4.3.4.2 Preparação do processo de PCP*

De posse das informações acima apresentadas, a preparação do processo foi realizada, envolvendo tanto a definição de procedimentos e padrões do processo de planejamento e controle, como também decisões relativas ao processo de produção, relacionados a seguir:



#### 4.3.4.2.1 Tomar decisões preliminares

- a) divisão do PCP em dois níveis hierárquicos conforme modelo proposto (planejamento tático e planejamento operacional);
- b) definição de indicadores a serem coletados: PPC e causa dos desvios;
- c) aplicação de um DFD com a programação de recursos inserida no planejamento da obra.

#### 4.3.4.2.2 Estabelecer padrões de planejamento

A elaboração do planejamento envolveu a divisão da obra em áreas de trabalho e a segmentação do trabalho em atividades. O zoneamento da obra, conforme figura 15, teve por finalidade identificar as áreas de trabalho para as diferentes equipes, de forma a facilitar a designação dos pacotes de trabalho.

O zoneamento da obra em áreas de trabalho, além de ter como base as tarefas discriminadas no orçamento, distinguindo os locais como padaria, fiabreria, açougue, etc., levou em consideração as áreas que só poderiam ser transferidas para o novo local, após a conclusão deste. Por exemplo, a área destinada ao setor de *soft drinks* foi subdividida em duas, tendo a segunda área a denominação de **área da loja frontal à antiga padaria** que só poderia ser reformada após a transferência da padaria.

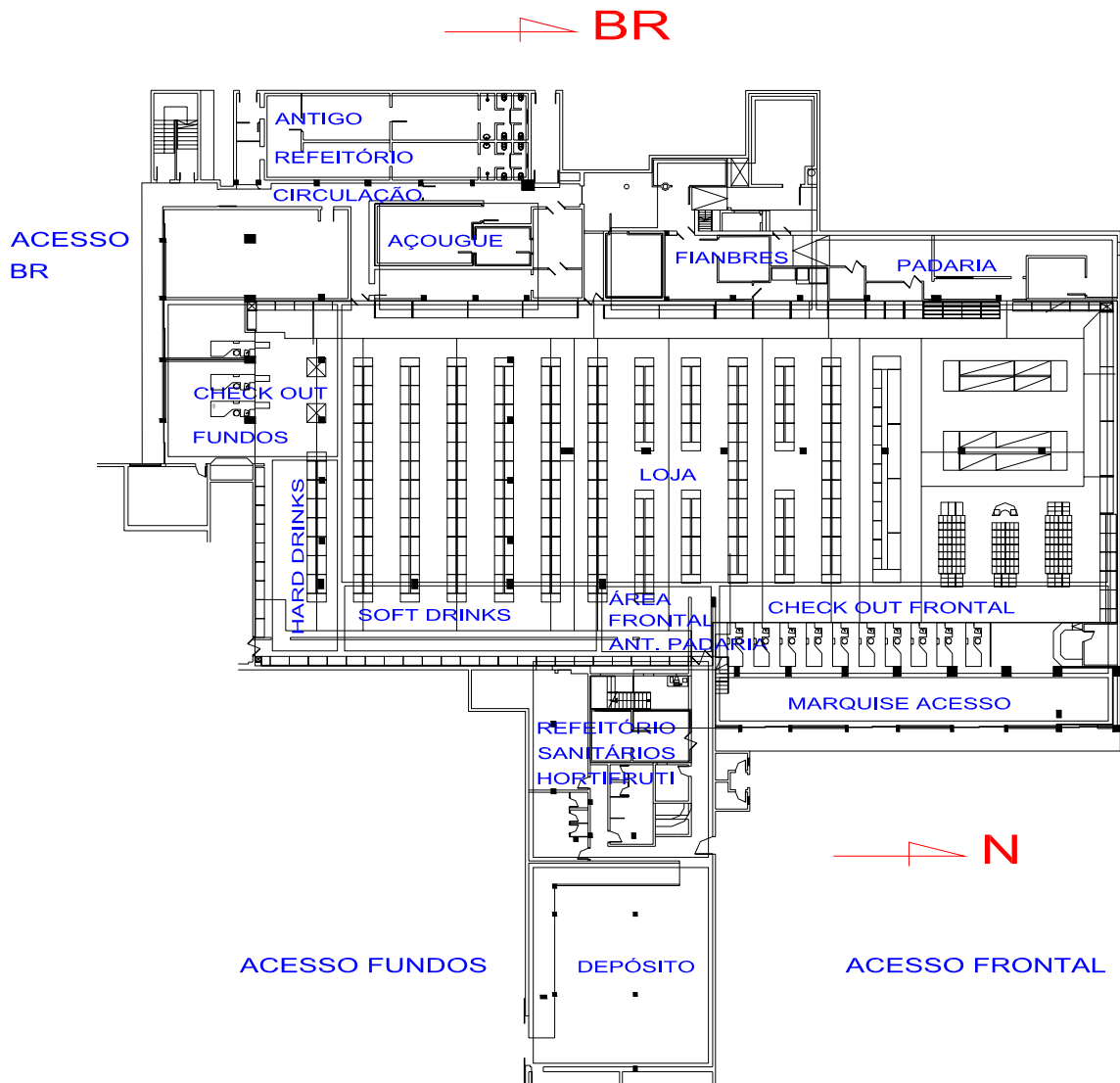


Figura 15: croqui geral do zoneamento da obra

#### 4.3.4.2.3 Identificar restrições

As principais limitações e restrições estavam relacionadas à dificuldade de acesso à obra, à execução dos trabalhos com o supermercado em funcionamento e a limitações de recursos materiais, mão-de-obra, ferramentas e financeiros.

As seguintes limitações foram consideradas na execução da obra:

- a) para o cumprimento de prazo estipulado para a obra e pela impossibilidade de execução das tarefas no horário de atendimento aos clientes, os trabalhos foram

desenvolvidos nos turnos de dia e noite, com horários e condutas dos funcionários estipulados pela contratante;

- b) o trabalho diurno foi desenvolvido das 6 às 21 horas, sendo que no horário entre 9 horas e 21 horas não podiam ser realizados trabalhos nas áreas de acesso aos clientes;
- c) para o horário de trabalho noturno (a partir das 22 horas), era necessária uma programação bem definida de recursos materiais, mão-de-obra e equipamentos, conforme os pacotes de trabalhos propostos, que não propiciasse o aporte de recursos emergenciais, pois, por questão de segurança, entre 22 horas e 6 horas da manhã não era permitido o acesso e saída de materiais, equipamentos e funcionários;
- d) para o trabalho noturno era necessário repassar para o setor de segurança a relação dos funcionários escalados para a execução das tarefas com 24 horas de antecedência;
- e) o ingresso e a retirada de materiais e ferramentas da obra eram realizados sob a fiscalização da segurança do supermercado;
- f) todos os serviços realizados tanto na área interna e externa do supermercado tinham que ser comunicados à gerência com antecedência de dois dias para que fosse providenciada a proteção das mercadorias, remoção de gôndolas e mobiliário em geral;
- g) os serviços a serem realizados no acesso à BR 116 deveriam ser efetuados em etapas para possibilitar o acesso ao restaurante, que ocorria nesta área.

A seguir são listadas as principais restrições que foram consideradas na execução da obra e que deveriam ser removidas durante sua execução:

- a) a especificação e a quantificação dos materiais e ferramentas para uso no turno da noite deveriam ser precisas por não haver possibilidade de aporte ou troca em caráter emergencial dos mesmos durante o período de trabalho;
- b) as equipes de mão-de-obra deveriam estar bem dimensionadas para os pacotes de trabalhos definidos para o turno da noite, não havendo possibilidade de deslocamento de pessoal de outras obras;
- c) havia necessidade de um acordo com a gerência do supermercado na definição do seqüenciamento dos trabalhos para haver uma menor interferência possível no seu funcionamento;
- d) não existiam projetos de sinalização visual e de rede lógica, detalhamento de sancas de contorno da loja, projeto do frio alimentar (gases e elétrica), layout da nova padaria e fiabreria, projeto das novas câmaras frias e escritórios, na data de início da obra, estando os mesmos ao encargo da contratante;

- e) havia desconhecimento por parte das sub-empresas dos serviços de lógica, rede de frio alimentar, decoração interna e forro, que foram contratados diretamente pela contratante, quanto às datas de início dos serviços e duração dos mesmos;
- f) a desativação e a retirada dos balcões térmicos estavam ao encargo da gerência do supermercado;
- g) a execução final da área de *hard drinks* só poderia ocorrer quando da desativação e remoção do balcão térmico, disposto em toda a sua extensão, cuja retirada por sua vez, dependia da colocação em funcionamento dos novos balcões térmicos no setor de alimentos congelados;
- h) as obras destinadas ao refeitório, sanitários e hortifrutigranjeiros, só podiam ser iniciadas, quando da transferência ao novo local da antiga padaria e fiabreria que ocupavam essas áreas;
- i) não era possível demolir parte da alvenaria junto a fiabreria, por ser portante, havendo necessidade de reforço estrutural.

#### 4.3.4.2.4 Definir o plano de ataque

A definição do plano de ataque à obra foi realizada paralelamente à identificação das restrições iniciais e consistiu na definição dos principais fluxos de trabalho da produção, indicando o seqüenciamento dos serviços a serem executados. Para a elaboração do plano tático e operacional, os locais para a execução dos pacotes de trabalho foram denominados pela sua destinação (tais como padaria ou fiabreria) para facilitar a troca de informações com a gerência e os funcionários do supermercado.

Os serviços executados nas fachadas e áreas externas, com exceção da programação visual, tiveram apenas a limitação da necessidade de comunicação à gerência de sua execução com dois dias de antecedência para o isolamento dos locais de trabalho. Assim, os serviços nestas áreas foram executados conforme programação semanal acertada entre a empresa contratada e os sub-empresários.

Para a área interna do supermercado, foi definido um plano de ataque à obra conforme as restrições e limitações apontadas no item anterior. A figura 16 mostra a área interna do supermercado, sendo identificado o setor 1 com possibilidade de início imediato das atividades e os setores 2, 3, 4, 5 e 6 com as restrições a serem removidas para início de execução, conforme descrito abaixo:

- a) setor 1: incluindo a loja, *check out* frontal e fundos, *hard drinks*, depósito, fiabreria, padaria e *soft drinks* (área parcial). Esta área não tinha restrições de trabalho, havendo possibilidade de início imediato;
- b) setor 2: refere-se ao setor de alimentos congelados. Havia restrições pela falta de projeto executivo do frio alimentar;
- c) setor 3 (açougue): havia restrições pela falta de projeto executivo do frio alimentar e local para transferência provisória do açougue para a execução de novas instalações;
- d) setor 4 (*soft drinks*): o balcão térmico estava em uso, sendo possível sua remoção quando da colocação em funcionamento da nova área destinada ao setor de alimentos;
- e) setor 5: incluía a área frontal a antiga padaria, refeitório, sanitários e hortifruti. Havia restrições quanto à desativação da antiga padaria e fiabreria, que só podia ser efetivada quando da transferência para novo local a ser executado;
- f) setor 6 (antigo refeitório): havia restrições devido este local ser utilizado como almoxarifado, vestiário, alojamento e área de acesso e distribuição de materiais.

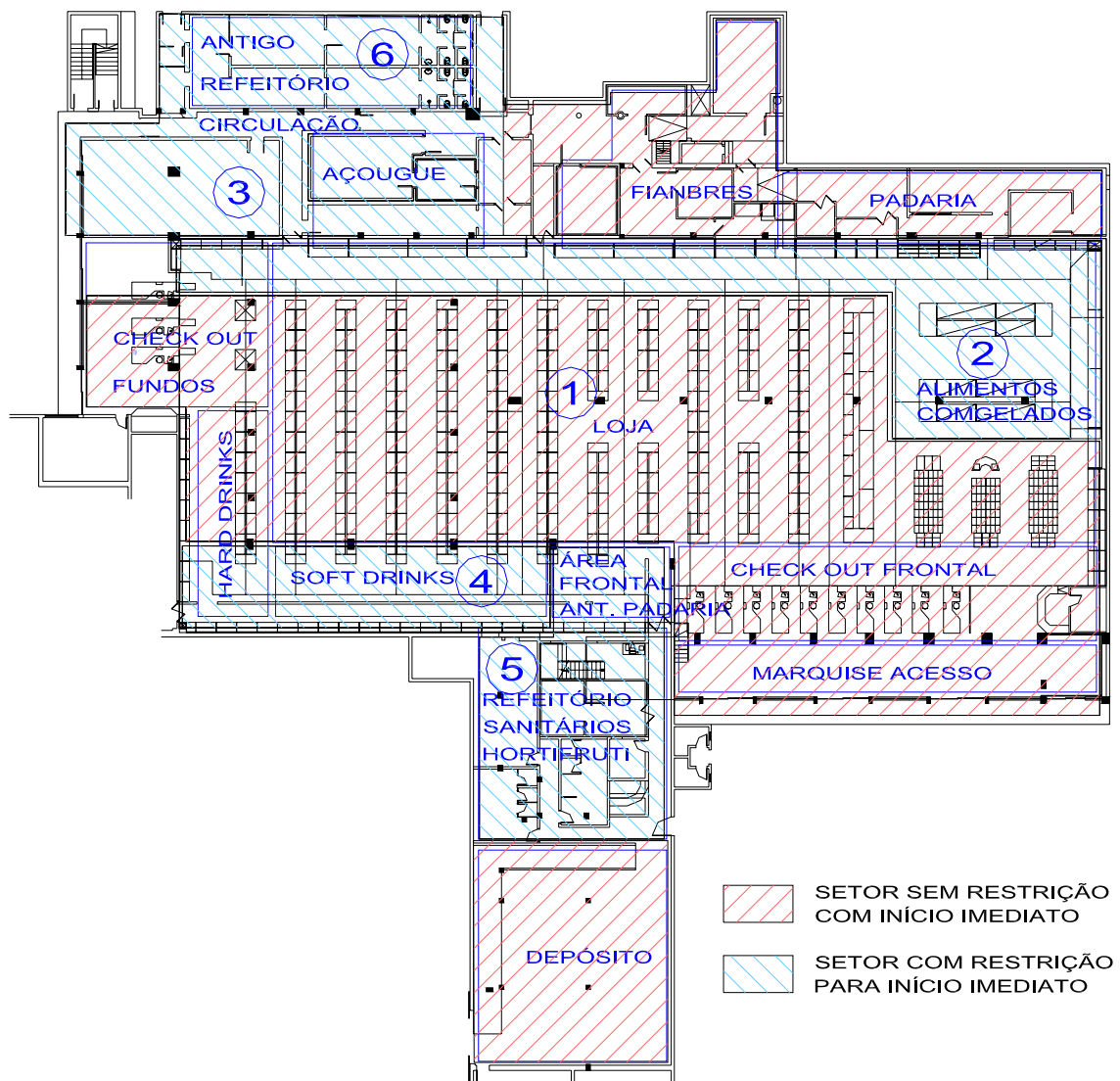


Figura 16: croqui geral da estratégia de ataque à obra

#### 4.3.5 Planejamento tático

A elaboração do planejamento tático da obra coube ao diretor técnico da empresa, que assumiu também a função de gerente de produção. As atividades envolvidas nesta etapa partiram das informações geradas na preparação do processo de PCP, na análise de restrições e de fluxos físicos. A programação de recursos materiais e de mão-de-obra e a elaboração do cronograma físico-financeiro e do fluxo de caixa são descritas no item 4.3.7.

Conforme o sistema de PCP apresentado na figura 13, o planejamento tático desenvolveu-se nas etapas de preparação do plano tático, análise de restrições e de fluxos físicos, a seguir descritos.

#### 4.3.5.1 Preparação do plano tático

O plano tático foi gerado no do programa MS Project© sendo representado através de um diagrama de Gantt, em períodos semanais, no qual eram definidos os ritmos das atividades, seu seqüenciamento e relações de precedência (figura 17).

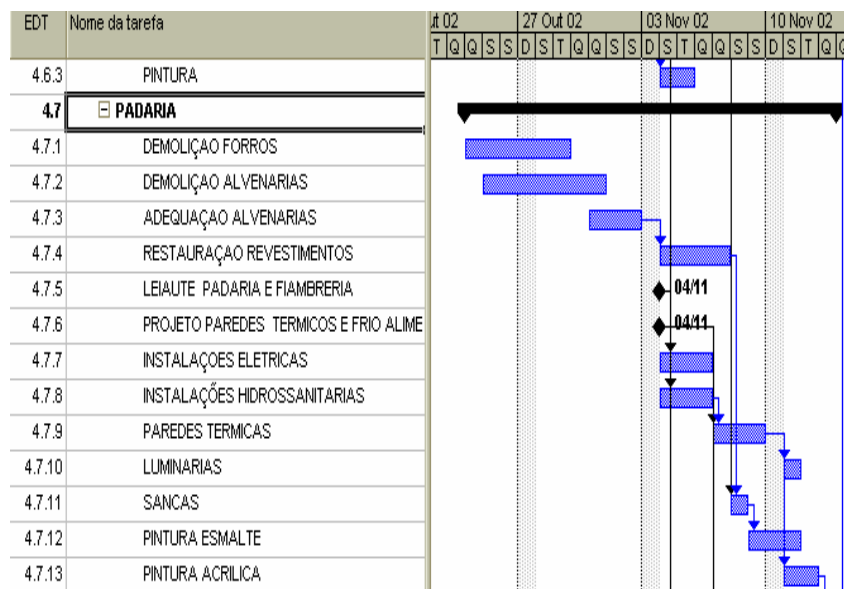


Figura 17: plano tático parcial do estudo empírico

Este plano incluía todo o trabalho a ser realizado na obra. Foram introduzidos marcos, representados no diagrama parcial em forma de losango, que indicavam as restrições analisadas na fase de preparação do processo de PCP, cuja remoção cabia, na maioria dos casos, ao contratante.

As restrições formalizadas no plano tático auxiliavam tanto aos executores como à contratante, que tinham a visão clara do plano do ataque à obra, das restrições iniciais e dos responsáveis pela sua remoção. Para exemplificar a utilização de marcos relacionados às restrições indicadas no plano da figura 17, observa-se que a execução dos serviços de

instalações elétricas, hidrossanitárias e paredes térmicas na padaria dependiam de duas restrições (falta de *layout* e projeto das paredes térmicas), a cargo da contratante.

#### 4.3.5.2 Análise de restrições

A partir das restrições analisadas na fase de preparação do processo de PCP, os pacotes de trabalho do plano tático foram submetidos a uma análise de restrições, as quais constavam no plano tático da obra, conforme figura 18.



Figura 18: plano tático parcial do estudo empírico com restrições

O cronograma de Gantt apresentado na figura 18 inclui as tarefas a serem executadas, sua duração, as restrições apuradas, os responsáveis pela sua remoção, um indicador de sua liberação, as datas de execução dos serviços, seu seqüenciamento e suas predecessoras.

O processo de análise de restrições possibilitou o aumento da continuidade das tarefas definidas no plano de curto prazo, com conseqüente melhoria da eficácia do planejamento. Possibilitou também que os responsáveis por este processo tivessem conhecimento real do sistema de produção e identificassem as causas dos principais problemas existentes na obra.



### **4.3.6 Planejamento operacional**

O planejamento operacional da obra foi realizado primeiramente em ciclos semanais e após em ciclos diários sendo apresentado respectivamente nos quadros 2 e 3.

O planejamento de curto prazo foi realizado primeiramente em ciclos semanais (planilha da figura 19), tendo como ponto de partida a listagem de todas as tarefas que possuíssem recursos (material, mão-de-obra e equipamentos) disponíveis para serem realizadas no período. Fez-se a distribuição dessas tarefas às equipes de trabalho, de forma a constituir os pacotes de trabalho semanais. Como o nível de incertezas era alto, as reuniões semanais eram realizadas nas terças-feiras e quintas-feiras. As principais razões para realizar duas reuniões na semana foram a dificuldade de dimensionamento e capacidade das equipes de produção e o aumento considerável das tarefas, dificultando a programação de recursos materiais.

A partir da terceira semana de obra, o planejamento operacional teve sua periodicidade alterada de semanal para diário (ver planilha na figura 20). Nesta programação, realizada no dia anterior, na primeira hora da manhã, era formalizado o dimensionamento das equipes de produção para haver um maior comprometimento do sub-empregado na execução das tarefas planejadas.

PLANEJAMENTO SEMANAL		Planejamento x Execução		Cliente: SONAE Obra: NACIONAL CANOAS Engenheiro: Mário Mestre: Zelmar Dias Naibert		Semana de 30/10 a 05/12				Sema 02		
						PPC <sub>sem</sub> = $\frac{\sum \text{itens}_{exec.100\%}}{\sum \text{itens}_{totais}}$ = 15 / 18 = 83 %						
EQUIP	VISTO	PACOTE DE TRABALHO/LOCAL		5	6	S	D	2	3	4	% EXE	PROBLEMA
CIVIL		RESTAURAÇÃO REBOCO FACHADA SUL	P		X	X	X				100	
			E		X	X	X					
CIVIL		RESTAURAÇÃO REBOCO FACHADA NORTE	P	X	X	X					100	
			E	X	X	X						
CIVIL		REBOCO SOBRE ALVENARIA TIJOLOS FURADOS FACHADA NORTE	P			X	X	X			100	
			E			X	X	X				
CIVIL		RESTAURAÇÃO PLAQUETAS MARQUIS ACESSO PRINCIPAL	P					X			0	FALTA DE PLAQUETAS – MAT. NÃO ENTREGUE PELO FORNECEDOR
			E									
CIVIL		RESTAURAÇÃO PAVIMENTAÇÃO ACESSO BR	P				X				100	
			E				X	X				
CIVIL		PODA DE ARVORES	P		X	X	X				100	
			E		X	X	X					
ELETRIC		ELIMINAÇÃO CD CHECK OUT FUNDOS	P	X							100	
			E	X								
ELETRIC		REBAIXAMENTO ILUMINAÇÃO LOJA	P	X	X	X	X	X	X	X	100	
			E	X	X	X	X	X	X	X		
ELETRIC		SUBSTITUIÇÃO LUMINARIAS ACESSO FRONTAL E FUNDOS	P					X	X	X	100	
			E					X	X	X		
ELETRIC		MONTAGEM DE LUMINARIAS HO PARA LOJA	P			X	X				100	
			E			X	X					
ELETRIC		REFORÇO ILUMINAÇÃO PROVISÓRIA LOJA	P	X	X						100	
			E	X	X							
ELETRIC		REDE ELETRICA FORRO CHECK OUT FUNDOS	P		X	X					100	
			E		X	X						
ELETRIC		REDE ELETRICA FORRO LOJA	P				X	X	X	X	75	ABSENTEÍSMO
			E				X	X	X			
TAREFAS RESERVA			VISTO ENGENHEIRO				VISTO MESTRE				Página 01/02	

Figura 19: planilha de plano operacional semanal

PLANEJAMENTO DIARIO Planejamento x Execução		Cliente: SONEA Obra: NACIONAL CANOAS Engenheiro: Mário Mestre: Itamar Dias Naibert	Data de elaboração: 25 / 11		Data exec 26/11	
			PPC <sub>sem</sub> = $\frac{\sum \text{itens}_{exec} \cdot 100\%}{\sum \text{itens}_{totais}} = 11 / 13 = 85\%$		Revisão	
EQUIPE	VISTO	PACOTE DE TRABALHO/LOCAL		O B S E R V	%	PROBLEMA
CIVIL 1P+1S		CHECK OUT FUNDOS: REST REVES E COLOCAÇÃO CANTONEIRAS	P X E		50	REVEST OK MAS APENAS CORTADAS –SEM
CIVIL 1P+1S		AÇOUGUE: REST REVEST E PISO BASALTO E COLOC CANTONEIRAS	P X E X			
CIVIL 1P+1S		CIRCULAÇÃO: REST REVEST E PI- SO BASALTO E COL CANTONEIRAS	P X E		50	REVEST OK METADE CANTON BASALTO NÃO POR FALTA DE
CIVIL 2P+1S		PADARIA E FIAMBRE: REST REVES E COLOCAÇÃO CANTONEIRAS	P X E X			
CIVIL 2S		CIRCUL PADARIA E FIAMBRE:RERIA: LIMPEZA GERA	P X E X			
CIVIL 1P+1S		SOFT DRINKS: REST REVEST E COLOC CANTONEIRAS	P X E X			
CIVIL 1P+2S		AREA EXTERNA ACESSO FRONTAL : CONCRETAGEM VIGA	P X E X			
CIVIL 2S		AREA EXTERNA ACESSO FUNDOS: REATERRO E REATERRO E RETIRADA ENTULHOS	P X E X			
CIVIL 1P+3S		REFEITORIO: DEMOLIÇÃO DE AL- VENARIAS	P X E X			
CIVIL 1P+1S		PLATAFORMA ACESSO FUNDOS: MARCAÇÃO DO LOCAL	P X E X			
HIDRAULICA 2H+1S		PADARIA: EXECUÇÃO 2 PTOS AGUA E ESGOTO E LIMPEZA CAIXAS COL.	P X E X			
ELETRICA 4E		PADARIA E FIAMBRE:RERIA: TUBULAÇ FIAÇÃO E COLOCAÇÃO CD	P X E X			
ELETRICA 4E		ALIM CD CASA MAQ – DESAT INST SOFT DRINKS – ALIM CD LOG ESCRI	P X E X			
TAREFAS RESERVA			VISTO ENGENHEIRO		VISTO MESTRE	Pág 1 / 01

Figura 20: planilha de plano operacional diário

As reuniões tinham a participação gerente de produção, do mestre-de-obras e dos sub-empregados contratados pela contratada. A assiduidade dos sub-empregados foi condição básica quando da contratação e foi seguida por eles. Não participaram das reuniões os sub-empregados da contratante, embora tenha sido solicitada sua participação a eles e a própria contratante. Embora os sub-empregados da contratante não participassem das reuniões de planeamento, informalmente, o gerente de produção trocava informações verbais com os responsáveis pelas equipas de produção. Essas informações eram referentes aos serviços a executar e respectivas datas de início e término dos pacotes de trabalho.

Na figura 21, é apresentada a evolução do PPC ao longo da obra, tendo nos três primeiros planos a periodicidade semanal, e a seguir, diária. Nas três primeiras semanas foram executados respectivamente 14, 18 e 34 pacotes de trabalho.

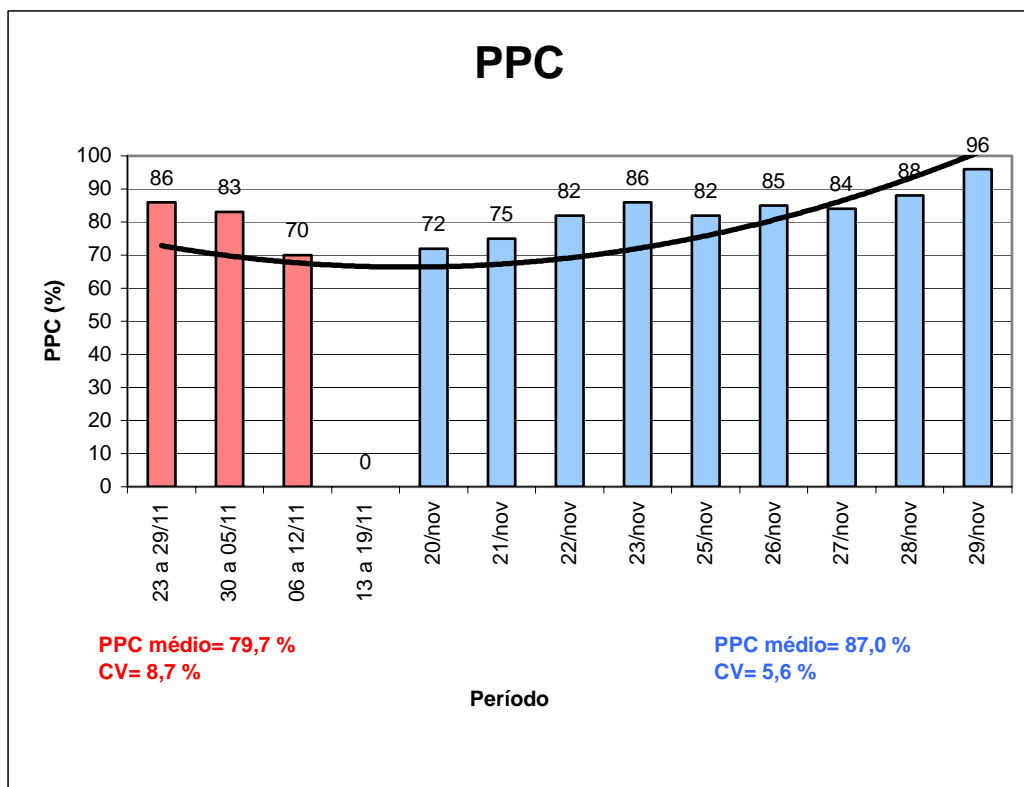


Figura 21: evolução do PPC do estudo empírico

Com a evolução negativa do PPC e o aumento considerável de pacotes de trabalhos, foi decidido em reunião entre o gerente de produção, mestre-de-obras e sub-empregados que os planos operacionais seriam elaborados diariamente. Na quarta semana não se conseguiu

aplicar o plano e, assim, não foram identificados os problemas ocorridos. Os planos diários tiveram em média 21 pacotes de trabalho.

Para analisar a evolução do PPC, foram calculados o PPC médio e o coeficiente de variação dos planos semanais (três planos) e dos planos diários (nove planos) com valores, conforme ilustra a figura 21. Verifica-se uma evolução do PPC médio de 79,7 % para 83,3 % e uma redução do coeficiente de variação de 8,7 % para 5,6%. Constatou-se assim, que a partir de 20 de novembro, com a elaboração de planos diários, houve uma melhora considerável na evolução do PPC. No término da obra em 29 de novembro, não foi atingido 100% do PPC devido à não colocação de portas especiais, que não foram entregues pelo fornecedor até aquela data.

Na figura 22 estão apresentadas as causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho. Os principais problemas identificados foram as tarefas não executadas pelos sub-empregados da contratante e o subdimensionamento equipes de produção dos sub-empregados da contratada, ambas com nove ocorrências. Após, foram constatados a programação deficiente de materiais e o absenteísmo de sub-empregados da contratada com 5 e 4 ocorrências respectivamente.

Em relação à primeira ocorrência, tem-se como principal causa a não participação das equipes de produção nas reuniões para a elaboração dos planos operacionais. Em relação às equipes subdimensionadas, não era formalizada a sua quantificação nos planos semanais, o que só ocorreu quando da sua implementação nos planos diários. Por fim, a programação dos recursos materiais não foi devidamente analisada quanto ao prazo de entrega junto aos fornecedores.

Nos próximos itens é descrita a programação de recursos de mão-de-obra, materiais e financeiros implementada na obra em estudo. Como a empresa utiliza em suas obras mão-de-obra estritamente terceirizada, doravante os recursos de mão-de-obra serão denominados de serviços sub-empregados.

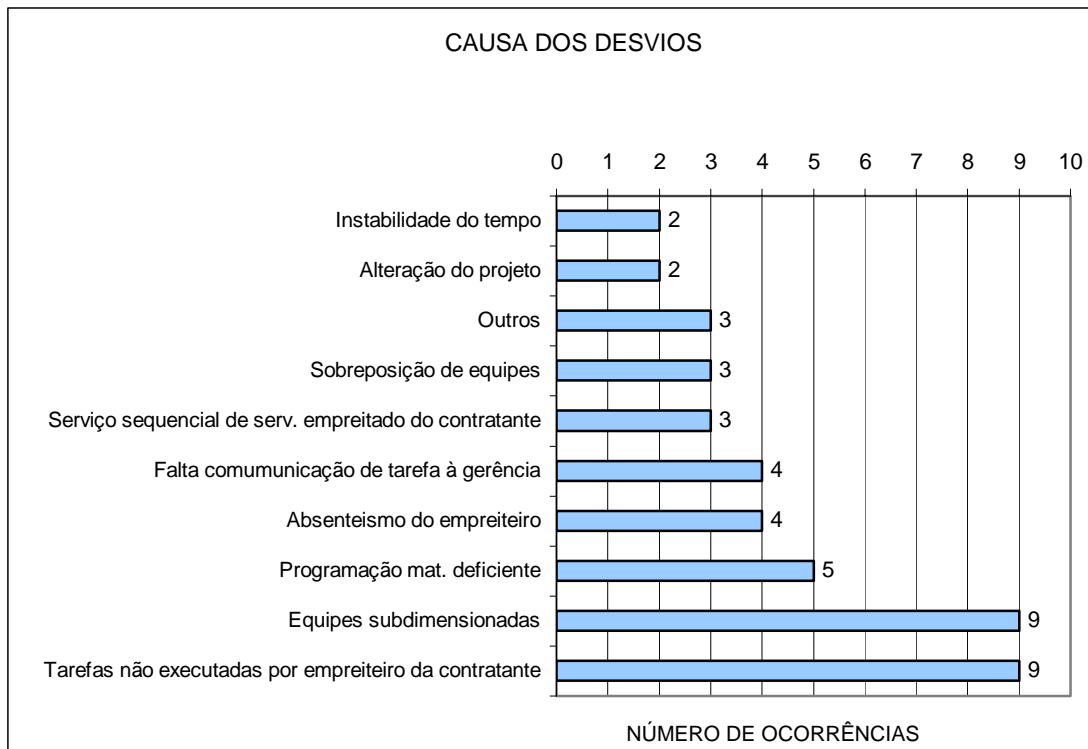


Figura 22: causa dos desvios (não conclusão de pacotes de trabalho)

### 4.3.7 Programação de recursos da obra

A seguir é apresentada a programação de recursos materiais, humanos e financeiros efetivada no estudo empírico. A classificação dos recursos materiais e humanos da obra foi realizada pelo gerente de produção, sendo a programação dos recursos classe C1 pelo mesmo e os recursos de classe C2 pelo gerente de produção, mestre-de-obras e sub-empreiteiros quando das reuniões de planejamento operacional. A programação dos recursos financeiros foi realizada pelo gerente de produção conjuntamente com o encarregado do setor financeiro da empresa.

#### 4.3.7.1 Programação de recursos de mão-de-obra

Na figura 23, é apresentada a classificação de recursos de mão-de-obra e serviços em classes C1 e C2, seu prazo para aquisição e data limite para disponibilização no canteiro de obras. A

classificação efetuada levou em consideração o prazo de início dos serviços, importância técnica e financeira e o nível de disponibilidade no mercado.

CLASSIFICAÇÃO DE RECURSOS		CLIENTE: SONAE			CÓDIGO
SERVIÇOS EMPREITADOS		OBRA:	NACIONAL CANOAS		
ENG: MARIO					DATA
		MESTRE: ITAMAR DIAS NAIBERT			21-Out-02
CLASSES	C1	C2			
RESPONSÁVEL	RAFAEL	MARIO			
MÃO-DE-OBRA	CLASSE		PRAZO PARA DISPONIBILIZAÇÃO	DATA LIMITE PARA DISPONIBILIZAÇÃO	
CIVIL	C1		2	23/10/02	
ELETRICA	C1		2	23/10/02	
PINTURA	C1		2	23/10/02	
LUMINOSOS	C1		20	12/11/02	
PLATAFORMA NIVELADORA	C1		15	14/11/02	
SERRALHERIA	C1		2	23/10/02	
PAREDES EM GESSO ACARTONADO	C2		5	06/11/02	
DIVISORIAS	C2		4	04/11/02	
FORRO PVC	C2		4	11/11/02	
MARCENARIA	C2		4	12/11/02	
PISO VINILICO	C2		7	04/11/02	

Figura 23: planilha de classificação de recursos de mão-de-obra

Na obra em questão, o enquadramento de recursos referente aos serviços de empreitada de mão-de-obra da área civil, elétrica, pintura e serralheria na classe C1 foi influenciado pelo início concomitante com a obra, importância técnica dos serviços e custo relativo alto.

A classificação dos serviços empreitados para a execução dos luminosos na classe C1 teve por influência o seu prazo dilatado de contratação e da execução da plataforma na mesma classe, devido a pouca disponibilidade de fornecedores. Os demais serviços foram classificados na

classe C2, por terem baixo valor financeiro, prazo de disponibilização curto e não terem execução imediata ao início da obra.

A distribuição dos serviços empreitados está apresentada na figura 24, nas classes C1 e C2 com os valores orçados e respectivos percentuais. Assim, os serviços de maior valor foram classificados na classe C1 (89%), cabendo à classe C2 apenas 11% do custo dos serviços empreitados. Consta-se assim, que a maior parte dos serviços foram contratadas antes do início da obra, o que é uma das características de obras de curto prazo.

Figura 24: planilha com a distribuição dos recursos de mão-de-obra em classes C1 e C2

MÃO-DE-OBRA C1	%	MÃO-DE-OBRA C2	%
CIVIL	27	GESSO ACARTONADO	5
ELETRICA	15	DIVISORIAS	2
PINTURA	12	FORRO	2
LUMINOSOS	8	MARCENARIA	1
PLATAFORMA	1	PISO VINILICO	0
SERRALHERIA	26	RETIRAD. CALIÇA	1
TOTAL	89	TOTAL	11

#### 4.3.7.2 Programação de recursos materiais

Na figura 25 é apresentada a classificação de recursos materiais em classes C1 e C2, seu prazo para aquisição e data limite para disponibilização no canteiro de obras. A classificação efetuada levou em consideração o ciclo de aquisição dos materiais, repetitividade do ciclo de aquisição, importância técnica, custo relativo e nível de disponibilidade no mercado.



CLASSIFICAÇÃO DE RECURSOS		CLIENTE: SONAE			CÓDIGO
MATERIAIS		OBRA: NACIONAL CANOAS			
ENG: MARIO					DATA
MESTRE: ITAMAR DIAS NAIBERT					21-Out-02
CLASSES	C1	C2			
RESPONSÁVEL	RAFAEL	MARIO			
RECURSO			CLASSE	Prazo p/disponibil.	Datas limite p/dispon.
PORTAS FLEXIDOR			C1	25	20/11/02
LUMINARIAS			C1	10	04/11/02
TINTA			C1	3	05/11/02
FIOS E CABOS			C1	5	01/11/02
CX CD COM BARRAM. E DISJUNT.			C1	7	15/11/02
ELETRODUTOS, CAIXAS E CONEC.			C1	3	Pelo crono
CANTONEIRAS			C2	2	Pelo crono
ARGAMASSA			C2	1	Pelo crono
AREIA.CIMENTO			C2	1	Pelo crono
BRITA			C2	1	Pelo crono
TIJOLOS			C2	2	Pelo crono
AZULEJOS E COLA			C2	5	Pelo crono
TUBULAÇ. E CONECÇ HIDROSSAN.			C2	3	Pelo crono
LOUÇAS E METAIS			C2	3	Pelo crono
PISO VINILICO E COLA			C2	5	Pelo crono
MADEIRAMENTO			C2	2	Pelo crono

Figura 25: planilha com a classificação dos recursos materiais em classes C1 e C2

(continua)

(continuação)

RECURSO	CLASSE	Prazo p/disponibil.	Datas limite p/dispon.
PREGOS	C2	2	Pelo crono
AÇO	C2	2	Pelo crono
BASALTO TEAR	C2	3	Pelo crono
DIVERSOS	C2	1	Pelo crono

Figura 25: planilha com a classificação dos recursos materiais em classes C1 e C2

O enquadramento das portas especiais e das luminárias na classe C1 deveu-se ao seu custo elevado e prazo dilatado de aquisição. O enquadramento de recursos referente aos serviços de elétrica e pintura na classe C1 foi influenciado pela importância técnica de sua execução, necessidade de início imediato dos serviços e sua importância financeira. Os demais materiais foram classificados na classe C2, por terem baixo valor financeiro, prazo de disponibilização baixo, alta repetitividade do ciclo de aquisição e não terem aplicação imediata ao início da obra.

A distribuição dos recursos materiais da obra em questão está apresentada na figura 26. As classes C1 e C2 corresponderam, respectivamente, aos percentuais de 63% e 37%, evidenciando que a maioria dos recursos materiais foi programada no nível tático da obra, como ocorreu com a mão-de-obra.

Figura 26: planilha com a distribuição dos recursos materiais em C1 e C2

MATERIAL C1	%	MATERIAL C2	%
LUMINARIAS	30	AZULEJOS	5
TINTAS	16	PISO VINILICO	5
ELETRICO	10	DIVERSOS	28
PORTAS FLEX	4		0
C. DISTRIB.	3		0
TOTAL	63	TOTAL	37

#### 4.3.7.3 Programação de recursos financeiros

A partir do planejamento tático da obra, foi elaborado um fluxo de caixa levando em consideração o orçamento e a programação de receitas. O fluxo de caixa gerado, apresentado na figura 27, foi a base para o controle financeiro da obra, sendo implementado em períodos semanais com as receitas programadas e despesas de materiais e mão-de-obra conforme o desenvolvimento previsto dos serviços.

As receitas programadas e as despesas estimadas referentes aos gastos com materiais, mão-de-obra e impostos foram lançadas por períodos semanais e de forma acumulada. As diferenças entre receitas e despesas também foram lançadas nestes períodos e acumuladas, representando o resultado parcial da obra. O orçamento estimativo foi adequado à lógica executiva da obra significando, em relação aos recursos de mão-de-obra, unificar os serviços que seriam prestados por um mesmo empreiteiro e distribuí-los aos recursos financeiros a ele atrelados conforme previsão de execução.

Com relação aos recursos materiais, a distribuição no fluxo de caixa das despesas levou em consideração o agrupamento de materiais para a execução dos serviços de obra civil, pintura, instalações elétricas, instalação de luminosos, luminárias e outros. Assim, a distribuição das despesas com recursos materiais e de serviços empreitados no fluxo de caixa, conforme atividades específicas, permitiu integrar os setores de produção, suprimentos, orçamento e financeiro com a produção, permitindo o controle das despesas ocorridas durante a obra.

Conforme indica o fluxo de caixa apresentado na figura 27, as despesas com mão-de-obra foram lançadas para pagamento conforme datas acertadas com os empreiteiros, as despesas com materiais nas datas estimadas de compra e faturamento e os impostos com lançamento de débito nas datas de recebimento das faturas, onde ocorre a tributação.

<b>FLUXO CX ESTIMADO</b>	23/10-26/10	28/10-02/11	04/11-09/11	11/11-16/11	18/11-23/11	25/11-30/11	02/12-07/12	09/12-14/12	16/12-21/12	23/10-28/12	30/12-04/01	06/01-11/01
RECEITA POR PERÍODO	0,00	0,00	0,00	173.910,16	0,00	0,00	115.940,11	17.050,02	17.050,02	0,00	0,00	17.050,02
RECEITA ACUMULADA	0,00	0,00	0,00	173.910,16	173.910,16	173.910,16	289.850,27	306.900,29	323.950,31	323.950,31	323.950,31	341.000,33
DESPESA POR PERÍODO	0,00	28.168,80	18.673,17	54.340,75	48.922,67	55.606,67	55.425,72	6.770,44	1.352,07	0,00	0,00	1.352,07
DESPESAS ACUMULADA	0,00	28.168,80	46.841,98	101.182,73	150.105,40	205.712,07	261.137,80	267.908,23	269.260,30	269.260,30	269.260,30	270.612,37
RESULTADO POR PERÍODO	0,00	-28.168,80	-18.673,17	119.569,41	-48.922,67	-55.606,67	60.514,39	10.279,58	15.697,95	0,00	0,00	15.697,95
	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6	sem 7	sem 8	sem 9	sem 10	sem 11	sem 12
<b>RESULTADO ACUMULADO</b>	<b>0,00</b>	<b>-28.168,80</b>	<b>-46.841,98</b>	<b>72.727,43</b>	<b>23.804,76</b>	<b>-31.801,91</b>	<b>28.712,47</b>	<b>38.992,06</b>	<b>54.690,01</b>	<b>54.690,01</b>	<b>54.690,01</b>	<b>70.387,96</b>
<b>1. MAO-DE-OBRA</b>												
CIVIL	38.614,32	6.435,72	6.435,72	6.435,72	6.435,72	6.435,72	6.435,72	6.435,72				
ELETRICA	20.980,00	3.496,67	3.496,67	3.496,67	3.496,67	3.496,67	3.496,67	3.496,67				
PINTURA	17.954,50	2.992,42	2.992,42	2.992,42	2.992,42	2.992,42	2.992,42					
LUMINOSOS	12.018,00	6.009,00			6.009,00							
PLATAFORM	1.575,00				1.575,00							
SERRALHER	36.940,00	9.235,00		9.235,00		9.235,00	9.235,00					
ACARTONAM	7.000,00				7.000,00							
DIVISORIAS	3.024,00				3.024,00							
FORROS	2.325,00					2.325,00						
MARCENARI	1.470,00					1.470,00						
PISO VINILIC	4.862,00					4.862,00						
RETIRADA C	1.320,00		330,00	330,00	330,00	330,00						
<b>TOTAL</b>	<b>148.082,82</b>											
<b>2. MATERIAIS</b>												
CIVIL	32.510,22		5.418,37	5.418,37	5.418,37	5.418,37	5.418,37	5.418,37				
LUMINARIAS	27.444,00			6.861,00	6.861,00	6.861,00	6.861,00					
PINTURA	14.202,00			3.550,50	3.550,50	3.550,50	3.550,50					
ELETRICO	8.920,00			2.230,00	2.230,00	2.230,00	2.230,00					
PORTAS FLE	3.900,00					3.900,00						
C. DISTRIB.	2.500,00					2.500,00						
AZULEJOS	4.602,00						4.602,00					
PISO VINILIC	1.410,00						1.410,00					
<b>TOTAL</b>	<b>95.488,22</b>											
<b>3. IMPOSTOS</b>												
PIS (0,65)	2.216,50			1.130,42			753,61	110,83	110,83			110,83
COFINS (3,00)	10.230,01			5.217,30			3.478,20	511,50	511,50			511,50
CONT SOCIA	3.682,80			1.878,23			1.252,15	184,14	184,14			184,14
IRPJ (1,2)	4.092,00			2.086,92			1.391,28	204,60	204,60			204,60
ISSQN (4,00)	6.820,01			3.478,20			2.318,80	341,00	341,00			341,00
<b>TOTAL FINAL</b>	<b>341.000,32</b>											

Figura 27: fluxo de caixa da obra em estudo

Na figura 28 é apresentado um gráfico representativo do resultado das receitas e despesas acumuladas estimadas no fluxo de caixa da obra em estudo. Evidencia-se que com o recebimento da primeira parcela da obra apenas na quarta semana, a empresa financiaria a obra cumulativamente até a terceira semana no valor de R\$ 46.841,98.

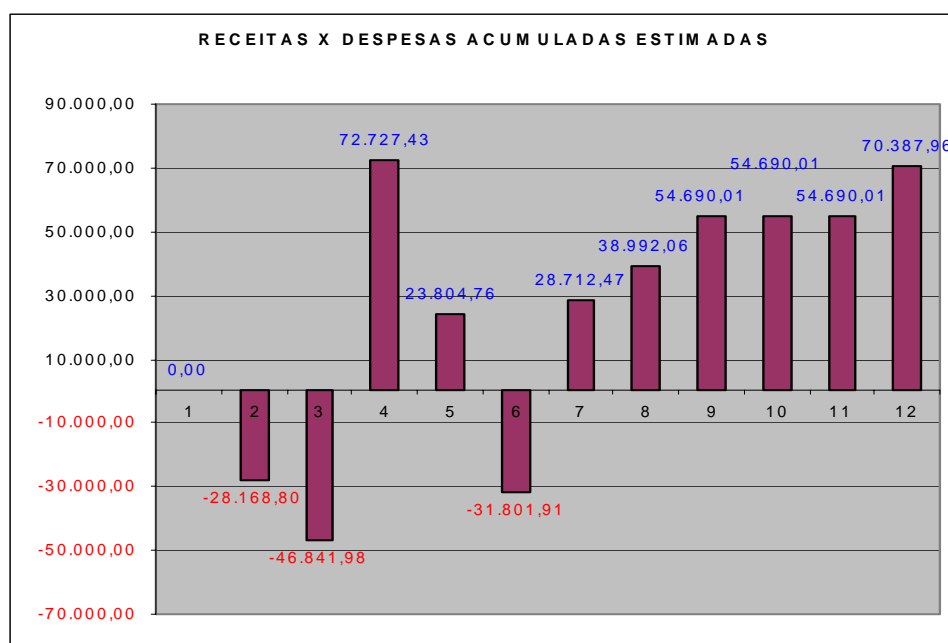


Figura 28: Gráfico do resultado estimado acumulado

Além deste descompasso financeiro, na primeira semana de execução da obra a empresa executora foi comunicada pela contratante da alteração do valor e da data de pagamento das parcelas. Assim, com o descompasso financeiro verificado no fluxo de caixa e com o alongamento do recebimento das receitas, foi realizada uma adequação do fluxo de caixa, sendo implementadas neste, as novas datas das receitas, a dilatação do pagamento dos empreiteiros e o faturamento da maior quantidade possível de materiais.

Para o acompanhamento do desenvolvimento do consumo dos recursos, foi utilizado a técnica de curva de agregação de recursos, integrando informações do setor de produção, orçamento e setor de suprimentos (condições de pagamento).

As figuras abaixo mostram as curvas de agregação de recursos utilizadas, sendo a figura 29, representativa do adiamento do recebimento das receitas e a figura 30 mostra a dilatação dos pagamentos das despesas com materiais e mão-de-obra.

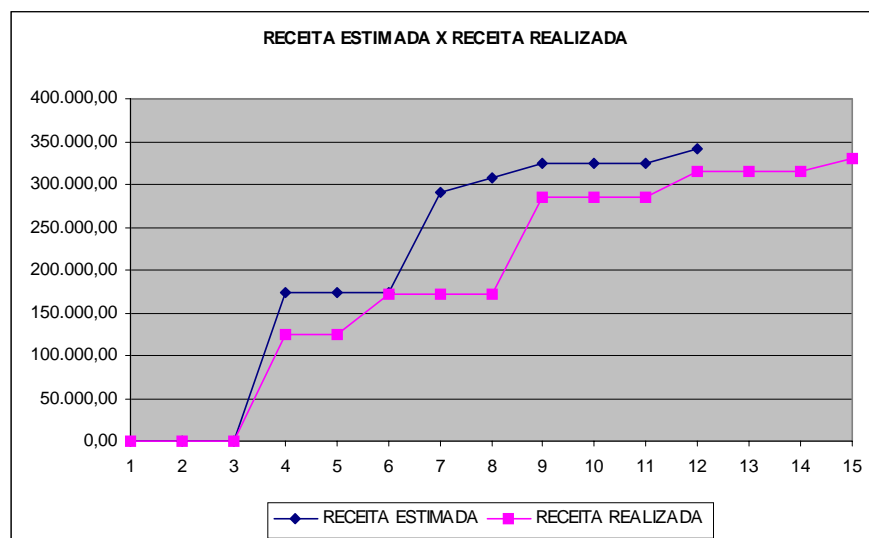


Figura 29: curvas de agregação de receitas estimadas e realizadas

Observa-se assim, conforme figura 22, que houve um alongamento de prazo em relação as receitas estimadas e, em contrapartida, houve uma dilatação dos prazos de pagamento de materiais e de serviços empreitados conforme ilustra a figura 23.

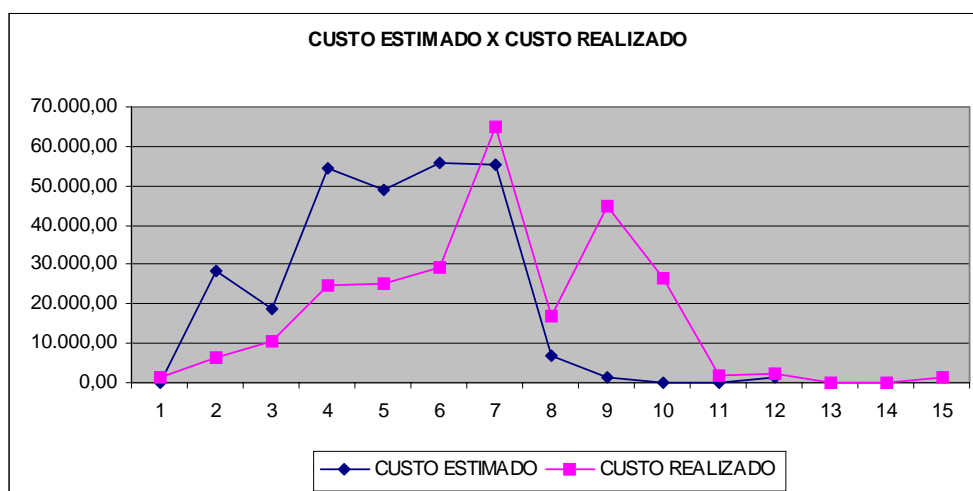


Figura 30: curvas de agregação dos custos estimados e realizados

Com o término da obra, a justaposição das receitas e despesas acumuladas realizadas, conforme gráfico da figura 31, evidencia um menor desembolso de recursos financeiros da empresa nas três primeiras semanas (R\$ 18.039,25 realizado contra R\$ 46.841,98 estimado) e na oitava semana, R\$ 8.368,16 realizado contra R\$ 31.801,91 estimado para a sexta semana.

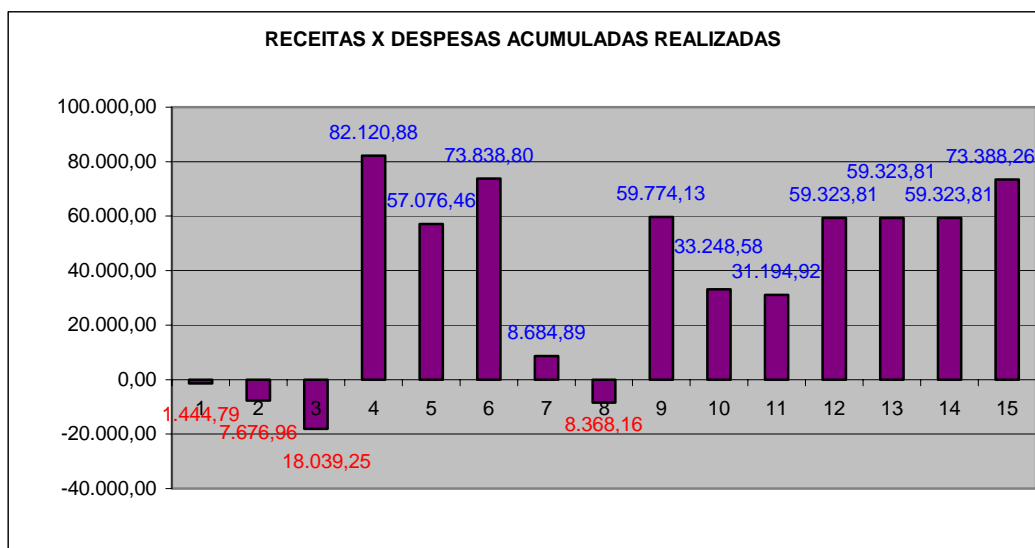


Figura 31: Gráfico do resultado realizado acumulado

No término da construção foi apurado o resultado financeiro da obra, apresentado em um gráfico na figura 32 com a distribuição dos gastos da obra com os recursos materiais e de mão-de-obra, pagamento de tributos e retenção previdenciária e o resultado líquido apurado.

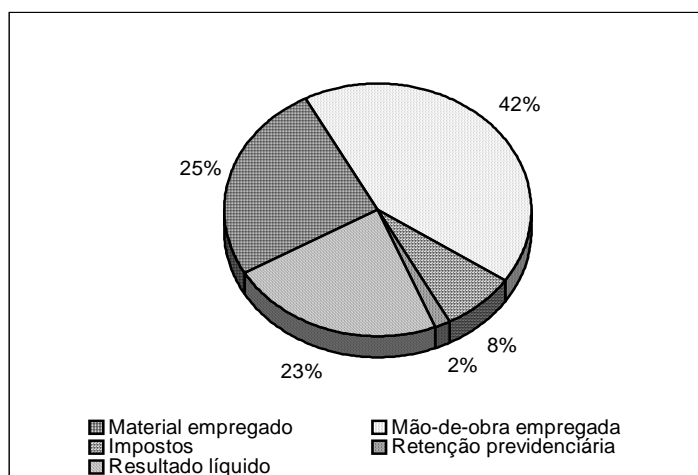


Figura 32: Distribuição dos gastos da obra

Os valores apresentados no gráfico da figura 32 foram compilados a partir da planilha apresentada na figura 33 onde estão detalhados o valor contratado, os custos estimados, as despesas efetuadas e o resultado apurado da obra. O resultado líquido da obra apresentado na figura 33 foi obtido da subtração dos tributos e retenção previdenciária do resultado bruto da obra.

<b>5.RESULTADO APURADO</b>					
<b>CUSTO ORÇADO</b>			<b>PREÇO ORÇADO</b>		
1.	Custo Total [2 + 3]	243.571,04	4.	Valor total [5 + 6]	341.000,32
2.	Custo do material	159.530,22	5.	Valor do material	223.343,17
3.	Custo da mão-de-obra	84.040,82	6.	Valor da mão-de-obra	117.657,15
			7.	BDI [4 / 1]	40%
			8.	Resultado	97.429,28
<b>RESULTADO BRUTO APURADO</b>			<b>TRIBUTAÇÃO</b>		
9.	VALOR CONTRATADO	341.000,32	16.	MATERIAL DESTACADO	223.348,10
10.	MATERIAL EMPREGADO	86.927,80	17.	MÃO-DE-OBRA DESTACADA	117.652,22
11.	MÃO-DE-OBRA EMPREGADA	143.723,74	18.	ISSQN SOBRE MO DESTACADA	6.820,01
12.	CUSTO TOTAL [10 + 11]	230.651,54	19.	PIS SOBRE NOTA DESTACADA	2.216,50
13.	BDI [9 / 12] com tributos	48%	20.	COFINS SOBRE NOTA DESTACADA	10.230,01
14.	RESULTADO [9 - 12]	110.348,78	21.	IRPJ SOBRE NOTA DESTACADA	4.194,30
15.	SUPERÁVITE [14 – 8]	12.919,50	22.	CSLL SOBRE NOTA DESTACADA	3.682,80
			23.	TOTAL DE IMPOSTOS	27.143,63
<b>RESULTADO LÍQUIDO</b>					
	Valor contratado	341.000,32	100%		
	Material empregado	86.927,80	25%		
	Mão-de-obra empregada	143.723,74	42%		
	Impostos	27.143,63	8%		
	Retenção previdenciária	5.516,74	2%		
	Custo Total	263.311,91			
	Resultado líquido	77.688,41	23%		
	BDI sem tributos	30%			

Figura 33: planilha do resultado da obra



Os resultados apurados na planilha acima mostram que a obra teve um resultado maior que o estimado em R\$ 12.919,50. Evidencia também os gastos com o pagamento de tributos e retenção previdenciária que são importantes na apropriação de custos para obras futuras. A distribuição dos gastos da obra tem importância, pois, além de mostrar os resultados e compará-los com as estimativas do orçamento, serve de parâmetro para orçamento de obras similares no futuro. Embora se tenha alcançado um superávit de R\$ 12.919,50, não existem dados suficientes para afirmar que a melhoria advinda da reformulação do sistema de programação de recursos foi a causa principal do mesmo, estando o resultado dentro da variabilidade normal da estimativa orçamentária.

Para a elaboração da curva de agregação de recursos e retroalimentação do fluxo de caixa, as despesas com materiais e serviços empreitados eram retiradas de planilhas elaboradas pelo setor administrativo. O modelo de planilhas elaboradas está apresentado na figura 34, com a informação da data da de comprometimento de receita e data de pagamento com respectivo valor.

<b>CONTROLE FINANCEIRO OBRA CANOAS</b>				
<b>1. MATERIAL EMPREGADO</b>				
<b>DATA</b>		<b>FORNECEDOR</b>	<b>NF</b>	<b>VALOR</b>
22-out-02	22-out-02	FERRAGEM E MADEIREIRA ELIANA	109	101,10
24-out-02	24-out-02	EMEL	56792	220,10
30-out-02	30-out-02	FERRAGEM JM LTDA	18267	7,00
30-out-02	30-out-02	FERRAGEM JM LTDA	18264	11,30
30-out-02	30-out-02	FERRAMENTAS GERAIS	520264	248,15
06-nov-02	06-nov-02	SACARIA BALDO	2309	20,00
06-nov-02	06-nov-02	TRANSPORTES LEO LTDA(SCHREINER)	178841	30,00
28-out-02	07-nov-02	CIMATEX	89883	735,00
12-nov-02	12-nov-02	FERRAGEM SIMAVE	5514	10,50
06-nov-02	13-nov-02	CIMATEX	90140	157,00

Figura 34: planilha informativa de gastos (continua)

(continuação)

<b>1. MATERIAL EMPREGADO</b>				
<b>DATA</b>		<b>FORNECEDOR</b>		<b>NF</b>
14-nov-02	14-nov-02	TRANSPORTES LEO LTDA(SCHREINER)	179090	30,00
15-nov-02	15-nov-02	A M FERRAGENS E TINTAS	38443	70,00
19-nov-02	19-nov-02	RPA-ROCHES R B RODRIGUEZ-FRETE	23	30,00
13-nov-02	20-nov-02	CIMATEX	90443	825,00
20-nov-02	20-nov-02	TRANSPORTES LEO LTDA(SCHREINER)	179183	30,00
21-nov-02	21-nov-02	TRANSPORTES LEO LTDA(SCHREINER)	179210	30,00
22-nov-02	22-nov-02	LIMA PRESTADORA DE SERVIÇOS	47	150,00
22-nov-02	22-nov-02	TRANSPORTES LEO LTDA(SCHREINER)	179243	30,00
25-out-02	25-nov-02	FERRAMENTAS GERAIS	518111	17,18
25-out-02	25-nov-02	SCHREINER	173559	91,20
25-out-02	25-nov-02	RUX ANDAIMES	3495	455,00
18-nov-02	25-nov-02	CIMATEX	90487	820,00
25-nov-02	25-nov-02	TRANSPORTES LEO LTDA(SCHREINER)	179268	30,00
26-out-02	26-nov-02	TUMELERO	2367	120,75
26-nov-02	26-nov-02	BELMETAL	159850	1.365,42
28-nov-02	28-nov-02	TRANSPORTES LEO LTDA(SCHREINER)	179370	30,00
29-out-02	29-nov-02	EMEL	57344	1.885,45
22-nov-02	29-nov-02	CIMATEX	90572	330,00
22-nov-02	29-nov-02	CIMATEX	90575	40,00
22-nov-02	29-nov-02	CIMATEX	90574	480,00
30-out-02	30-nov-02	FERRAMENTAS GERAIS	395691	16,73

Figura 34: planilha informativa de gastos (continua)

(continuação)

<b>1. MATERIAL EMPREGADO</b>				
<b>DATA</b>		<b>FORNECEDOR</b>	<b>NF</b>	<b>VALOR</b>
31-out-02	30-nov-02	COMERCIAL CACHOEIRA DE TINTAS	102758	3.083,00
31-out-02	30-nov-02	EMEL	57659	519,46
31-out-02	30-nov-02	MULTICON	876	50,00
31-out-02	30-nov-02	MULTICON	877	120,00
31-out-02	30-nov-02	TUMELERO	2954	158,00
31-out-02	30-nov-02	TUMELERO	2955	13,92
01-nov-02	01-dez-02	EMEL	57811	272,00
01-nov-02	01-dez-02	VICTOR COM MAT ELÉTRICOS	6235	3.406,00
04-nov-02	04-dez-02	EMEL	58014	5.201,00
04-nov-02	04-dez-02	METALURGICA RESMINI	28663	10.826,10
04-nov-02	04-dez-02	TINTAS CORAL	099938	2.653,64
05-nov-02	05-dez-02	RM LOCAÇÕES	41123	80,00
19-nov-02	05-dez-02	ELÁDIO BESTEIRO	33000	882,00
06-nov-02	06-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	523872	215,63
06-nov-02	06-dez-02	MULTICON	900	120,00
06-nov-02	06-dez-02	SCHREINER	174182	505,70
07-nov-02	07-dez-02	COMERCIAL CACHOEIRA DE TINTAS	102985	59,80
07-nov-02	07-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	524524	90,72
07-nov-02	07-dez-02	TINTAS CORAL	100100	1.201,92
07-nov-02	07-dez-02	VICTOR COM MAT ELÉTRICOS	6470	4.262,40
08-nov-02	08-dez-02	VICTOR COM MAT ELÉTRICOS	6493	5.580,00
09-nov-02	09-dez-02	TUMELERO	4136	1.105,90
18-nov-02	09-dez-02	METALURGICA RESMINI	28760	1.738,80
25-nov-02	10-dez-02	IRMÃOS TOMAZELLI	8905	1.505,00
26-nov-02	10-dez-02	METALURGICA RESMINI	28828	345,00

Figura 34: planilha informativa de gastos (continua)

(continuação)

<b>1. MATERIAL EMPREGADO</b>				
<b>DATA</b>		<b>FORNECEDOR</b>	<b>NF</b>	<b>VALOR</b>
26-nov-02	10-dez-02	METALÚRGICA VISCONTI	48	900,00
11-nov-02	11-dez-02	COMERCIAL MASIL	203339	84,78
11-nov-02	11-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	525614	357,70
11-nov-02	11-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	525615	55,44
11-nov-02	11-dez-02	TUMELERO	4348	267,98
11-nov-02	11-dez-02	RM LOCAÇÕES	41265	80,00
12-nov-02	12-dez-02	COMERCIAL MASIL	203415	419,00
12-nov-02	12-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	526381	63,80
12-nov-02	12-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	526382	1,59
12-nov-02	12-dez-02	MADEPINHO	9959	275,80
13-nov-02	13-dez-02	COMERCIAL MASIL	203534	571,38
13-nov-02	13-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	527557	294,60
13-nov-02	13-dez-02	SCHREINER	174585	111,90
13-nov-02	13-dez-02	VICTOR COM MAT ELÉTRICOS	6648	804,60
13-nov-02	13-dez-02	VICTOR COM MAT ELÉTRICOS	6649	806,40
14-nov-02	14-dez-02	COMERCIAL CACHOEIRA DE TINTAS	103258	94,80
14-nov-02	14-dez-02	SCHREINER	174734	96,00
14-nov-02	14-dez-02	VICTOR COM MAT ELÉTRICOS	6732	340,00
14-nov-02	14-dez-02	VICTOR COM MAT ELÉTRICOS	6733	25,00
29-nov-02	15-dez-02	BASALPRATA	376	6.616,80
16-nov-02	16-dez-02	SCHREINER	174770	195,37
16-nov-02	16-dez-02	SCHREINER	88828	328,59
18-nov-02	18-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	528611	206,95
18-nov-02	18-dez-02	VICTOR COM MAT ELÉTRICOS	6761	350,32
18-nov-02	18-dez-02	VICTOR COM MAT ELÉTRICOS	6762	135,25

Figura 34: planilha informativa de gastos (continua)

(continuação)

<b>1. MATERIAL EMPREGADO</b>				
<b>DATA</b>		<b>FORNECEDOR</b>	<b>NF</b>	<b>VALOR</b>
18-nov-02	18-dez-02	RM LOCAÇÕES	41444	80,00
18-nov-02	18-dez-02	RM LOCAÇÕES	41424	360,00
19-nov-02	19-dez-02	TUMELERO	5326	1.467,17
20-nov-02	20-dez-02	EMEL	59764	136,90
20-nov-02	20-dez-02	MULTICON	933	120,00
20-nov-02	20-dez-02	MULTICON	934	120,00
20-nov-02	20-dez-02	MULTICON	935	120,00
20-nov-02	20-dez-02	SCHREINER	174933	51,55
20-nov-02	20-dez-02	SCHREINER	88984	611,07
29-nov-02	20-dez-02	MADRI COMÉRCIO DE FERRO	37955	1.188,82
21-nov-02	21-dez-02	CASA DO FULGET	4854	160,00
21-nov-02	21-dez-02	COMERCIAL CACHOEIRA DE TINTAS	103446	1.031,50
21-nov-02	21-dez-02	EMEL	59893	516,00
21-nov-02	21-dez-02	GRUPOSUL	64743	676,28
21-nov-02	21-dez-02	GRUPOSUL	64744	331,66
21-nov-02	21-dez-02	MULTICON	938	120,00
21-nov-02	21-dez-02	SCHREINER	175020	202,20
21-nov-02	21-dez-02	RM LOCAÇÕES	41540	360,00
22-nov-02	22-dez-02	EMEL	60109	439,19
22-nov-02	22-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	531794	328,60
22-nov-02	22-dez-02	GRUPOSUL	64793	67,31
22-nov-02	22-dez-02	IMPAR	18970	185,06
22-nov-02	22-dez-02	MADEPINHO	10015	161,60
22-nov-02	22-dez-02	MULTICON	944	168,00
22-nov-02	22-dez-02	SCHREINER	89123	90,00

Figura 34: planilha informativa de gastos (continua)

(continuação)

<b>1. MATERIAL EMPREGADO</b>				
<b>DATA</b>		<b>FORNECEDOR</b>	<b>NF</b>	<b>VALOR</b>
22-nov-02	22-dez-02	SCHREINER	175080	82,50
22-nov-02	22-dez-02	TINTAS CORAL	100569	691,38
22-nov-02	22-dez-02	VICTOR COM MAT ELÉTRICOS	6951	3.902,03
22-nov-02	22-dez-02	VICTOR COM MAT ELÉTRICOS	6952	177,00
25-nov-02	25-dez-02	CIMATEX	88	825,00
25-nov-02	25-dez-02	CIMATEX	90591	480,00
25-nov-02	25-dez-02	COMERCIAL CACHOEIRA DE TINTAS	103536	148,50
25-nov-02	25-dez-02	COMERCIAL MASIL	203999	186,57
25-nov-02	25-dez-02	SCHREINER	175191	101,70
25-nov-02	25-dez-02	SCHREINER	175161	603,40
26-nov-02	26-dez-02	COMERCIAL CACHOEIRA DE TINTAS	103605	477,76
26-nov-02	26-dez-02	COMERCIAL MASIL	204037	42,78
26-nov-02	26-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	533121	118,82
26-nov-02	26-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	533485	34,54
26-nov-02	26-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	533001	10,27
26-nov-02	26-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	533000	16,56
26-nov-02	26-dez-02	VICTOR COM MAT ELÉTRICOS	7044	121,77
26-nov-02	26-dez-02	RUX ANDAIMES	3781	193,79
27-nov-02	27-dez-02	COMERCIAL MASIL	204128	637,00
27-nov-02	27-dez-02	EMEL	60655	683,58
27-nov-02	27-dez-02	FERRAMENTAS GERAIS	534241	32,96
27-nov-02	27-dez-02	SCHREINER	89295	120,00
28-nov-02	28-dez-02	COMERCIAL CACHOEIRA DE TINTAS	103719	128,40
28-nov-02	28-dez-02	SCHREINER	175392	68,00

Figura 34: planilha informativa de gastos (continua)

(continuação)

<b>1. MATERIAL EMPREGADO</b>				
<b>DATA</b>		<b>FORNECEDOR</b>	<b>NF</b>	<b>VALOR</b>
29-nov-02	29-dez-02	COMERCIAL CACHOEIRA DE TINTAS	103764	705,72
29-nov-02	29-dez-02	EMEL	60991	147,50
29-nov-02	29-dez-02	EMEL	61007	118,79
29-nov-02	29-dez-02	EMEL	61027	199,00
29-nov-02				360,00
30-nov-02				349,90
26-nov-02	30-dez-02	VICTOR COM MAT ELÉTRICOS	7045	172,75
<b>TOTAL</b>				<b>86.927,80</b>
<b>2. SERVIÇOS EMPREITADOS</b>				
<b>DATA</b>		<b>FORNECEDOR</b>	<b>NF</b>	<b>VALOR</b>
25-out-02		ITAMAR DIAS NAIBERT	199	1.123,59
28-out-02		FINO VISUAL	35	350,00
01-nov-02		FINO VISUAL	38	617,97
01-nov-02		ITAMAR DIAS NAIBERT	199	1.797,75
01-nov-02		JMC	240	3.200,00
05-nov-02		ENTULHÃO	1175	871,00
07-nov-02		JMC	240	1.206,29
08-nov-02		BARZONY LUMINOSOS	301	2.000,00
08-nov-02		CENTRAL METÁLICA	244	5.500,00
11-nov-02		NOVACÚSTICA	6625	1.770,01
14-nov-02		FINO VISUAL	38	1.685,39
14-nov-02		ITAMAR DIAS NAIBERT	199	7.865,16
14-nov-02		JMC	240	3.370,78
18-nov-02		CENTRAL METÁLICA	247	6.250,00
18-nov-02		CENTRAL METÁLICA	248	6.250,00

Figura 34: planilha informativa de gastos (continua)

(continuação)

<b>2. SERVIÇOS EMPREITADOS</b>				
<b>DATA</b>		<b>FORNECEDOR</b>	<b>NF</b>	<b>VALOR</b>
18-nov-02		FINO VISUAL	38	1.314,60
18-nov-02		ITAMAR DIAS NAIBERT	199	5.258,42
18-nov-02		JMC	240/241	2.629,21
22-nov-02		ITAMAR DIAS NAIBERT	199	2.247,19
26-nov-02		FURABEM PERFURAÇÕES	144	853,22
27-nov-02		PVC MONTAGENS	171	2.000,00
29-nov-02		ARTAMA	16178	3.885,00
29-nov-02		FINO VISUAL	38	1.123,59
29-nov-02		ITAMAR DIAS NAIBERT	199/200	5.449,43
29-nov-02		JMC	241	2.808,98
02-dez-02		ESQUADRIAS SUL CATARINENSE	575	1.500,00
02-dez-02		FINO VISUAL	38/43	6.200,00
02-dez-02		ITAMAR DIAS NAIBERT	200	7.500,00
02-dez-02		JMC	247	2.000,00
06-dez-02		CENTRAL METÁLICA	?	2.977,00
06-dez-02		CENTRAL METÁLICA	249	15.200,00
09-dez-02		ITAMAR DIAS NAIBERT	202	561,79
13-dez-02		JMC	247	561,79
16-dez-02		FINO VISUAL	43	5.650,00
16-dez-02		ITAMAR DIAS NAIBERT	202	2.584,32
16-dez-02		JMC	247	1.378,01
19-dez-02		NOVACÚSTICA	6652	1.802,00
20-dez-02		ITAMAR DIAS NAIBERT	206	6.200,00
20-dez-02		JMC	249	2.979,77
23-dez-02		BARZONY LUMINOSOS	302	4.000,00

Figura 34: planilha informativa de gastos (continua)



(continuação)

<b>2. SERVIÇOS EMPREITADOS</b>				
<b>DATA</b>		<b>FORNECEDOR</b>	<b>NF</b>	<b>VALOR</b>
23-dez-02		BARZONY LUMINOSOS LTDA	608	4.000,00
23-dez-02		ENGEPLAC	1987	3.676,60
23-dez-02				898,88
23-dez-02				450,00
23-dez-02		PVC MONTAGENS	176	2.176,00
<b>TOTAL</b>				<b>143.723,74</b>

Figura 34: planilha informativa de gastos

### **4.3.8 Avaliação da adaptação e implementação do modelo de PCP no estudo empírico**

Neste item é avaliada a adaptação e a implementação do modelo de PCP à obra em estudo e também do sistema de programação de recursos. Para a realização da avaliação, foi utilizado o conjunto de 14 práticas consideradas essenciais para uma implementação bem sucedida.

Esta avaliação foi realizada a partir dos planos táticos e operacionais gerados durante a obra e das observações não estruturadas nas reuniões de preparação e discussão desses planos e nas atividades administrativas no escritório e no canteiro de obras. A seguir é apresentada a avaliação em um estudo empírico, acrescidas da avaliação do subsistema programação de recursos.

#### **4.3.8.1 Padronização do PCP**

A implementação do modelo de PCP adequado à obras de curto prazo, abrangendo a preparação do processo de planejamento, a execução de planos tático e operacional e o controle da produção, com sua avaliação durante a realização da obra e no seu final, propiciou o relacionamento e treinamento dos funcionários da empresa e dos sub-empreiteiros

envolvidos, integrando-os a partir de suas tarefas específicas. Assim, com a padronização do processo gerencial efetivada, considera-se que esta prática foi implementada integralmente.

#### 4.3.8.2 Hierarquização do planejamento

A hierarquização do planejamento foi aplicada nos níveis tático e operacional gerando atribuições e responsabilidades no desenvolvimento das tarefas, o que possibilitou o cumprimento de metas fixadas, conduzindo a execução dos planos com níveis de detalhamento maior à medida que se aproximava a data de execução das atividades. Evidenciou-se esta aplicação na formulação dos planos tático e operacional e na programação de recursos, sendo ambos sub-processos hierarquizados.

#### 4.3.8.3 Análise e avaliação qualitativa dos processos

Esta prática não foi utilizada, pois nas reuniões no canteiro de obras, eram elaborados os planos operacionais, seu gerenciamento e análise da programação proposta, não sendo analisados os processos produtivos de forma qualitativa para a sua melhoria.

#### 4.3.8.4 Análise dos fluxos físicos

A análise de fluxos físicos foi implementada na execução da obra, partindo do seu zoneamento e, com a elaboração de uma estratégia de ataque à obra, foi realizado o seqüenciamento das atividades distribuídas no plano tático. Assim, a análise dos fluxos físicos da obra possibilitou uma maior transparência à forma de execução das tarefas, seu seqüenciamento e identificação de conflitos de tempo e espaço, sendo então considerada esta prática implementada integralmente.

#### 4.3.8.5 Análise de restrições

O processo de análise de restrições implementado de maneira geral na preparação do processo de PCP e detalhadamente na elaboração do plano tático, propiciou uma melhora na continuidade das operações na obra, uma vez que os responsáveis pelo processo (cliente, engenheiro responsável, mestre-de-obras e sub-empresários), a partir do conhecimento do plano tático de produção, identificavam restrições, nomeando um responsável pela sua remoção e data limite para removê-la.

Esta prática possibilitou reduzir a incidência de retrabalhos no processo de preparação dos planos, sendo o plano tático elaborado na sua fase inicial com os ritmos de atividades, seu seqüenciamento, relações de precedência e restrições gerais da obra. Com o desenvolvimento da obra, as atividades eram mais detalhadas e a análise de restrições abrangia também a programação de recursos.

#### 4.3.8.6 Utilização de dispositivos visuais

A utilização de dispositivos visuais no canteiro de obras não foi utilizada, pois, devido ao curto prazo da obra, buscou-se concentrar esforços em outras práticas.

#### 4.3.8.7 Formalização do planejamento de curto prazo

Sua aplicação foi considerada integral. No plano operacional, o fracionamento das atividades programadas no plano tático em lotes menores com a designação das equipes de trabalho, datas de execução, verificação da disponibilização dos recursos materiais e de equipamentos e relação de precedência entre as atividades, teve o papel de orientar diretamente a execução da obra dando ênfase no engajamento das equipes de trabalho.

A formalização do planejamento operacional em reuniões periódicas com o envolvimento do engenheiro da obra, mestre de obras e sub-empresários, foi essencial para a fixação de metas de acordo com as reais potencialidades do sistema de produção em conformidade com os prazos exigidos no plano tático. A presença dos sub-empresários foi fundamental, pois

tinham amplo conhecimento das tarefas que estavam sendo executadas na obra, devido ao acompanhamento freqüente das equipes de produção nas frentes de trabalho.

Com a realização dessas reuniões, além de ter sido mais fácil alcançar os resultados almejados, visto que os participantes tinham informações claras sobre o que deveria ser feito, quem e quando, era discutido também o desempenho do planejamento operacional do período anterior, quanto ao cumprimento das tarefas planejadas.

Um ponto negativo na elaboração do planejamento operacional da obra foi a não participação nas reuniões dos sub-empregados contratados pela contratante, os quais alegaram não terem tempo por estarem atrasados na execução de suas tarefas. Como alternativa a esta situação, antes das reuniões, buscou-se informalmente informações sobre as atividades que seriam desenvolvidas, bem como suas precedências e seus respectivos prazos de execução.

#### 4.3.8.8 Especificação detalhada das tarefas

Na especificação das tarefas planejadas no planejamento operacional, foram detectados os seguintes problemas:

- a) o dimensionamento das equipes de produção foi formalizado apenas nos planos operacionais diários;
- b) na distribuição das tarefas às equipes de produção, não era considerada a ordem de prioridade das mesmas.

Assim, a não consideração dos itens acima referidos, fez com que se considerasse a prática implementada parcialmente.

#### 4.3.8.9 Programação de tarefas reservas

Não foram listadas tarefas reservas para as equipes de produção no planejamento operacional. Como existiam diversas frentes de trabalho na obra e sempre tinha uma tarefa a ser atribuída às equipes que tivessem paralisação de determinado serviço, bem como tarefas de suporte a serem executadas como, por exemplo, limpeza da obra ou melhoria das instalações provisórias, ficou a implantação da programação de tarefas reservas para uma próxima obra.

#### 4.3.8.10 Tomada de decisão participativa

A tomada de decisão participativa ocorreu durante as reuniões para a elaboração e avaliação dos planos operacionais realizadas no canteiro de obras, com a presença do engenheiro de obra, do mestre-de-obras e dos sub-empregados. Com exceção do indicador de PPC na produção, não foram implementados outros indicadores de planejamento que poderiam nortear reuniões para cumprimento e análise de metas nos setores administrativo, financeiro e de compras. A contribuição dos diretores e funcionários da empresa era informal e realizada isoladamente e quando eram inquiridos pelo pesquisador. Desta forma, a prática de decisão participativa foi considerada com implementação parcial.

#### 4.3.8.11 Utilização do PPC e identificação dos problemas

Esta prática foi utilizada ao longo da obra, com exceção de uma semana (17,9% do tempo total da obra), quando houve a mudança da periodicidade operacional de semanal para diária. Considera-se, assim, como uma prática aplicada parcialmente.

#### 4.3.8.12 Utilização de sistema de indicadores de desempenho

Os indicadores utilizados foram o PPC, as causas do não cumprimento dos planos e os indicadores de custos resultantes da programação de recursos financeiros. Assim, esta prática pode ser considerada como parcialmente aplicada.

#### 4.3.8.13 Realização de ações corretivas a partir de causas dos problemas

No desenvolvimento da obra, foram realizadas ações corretivas nos planos operacionais a partir dos indicadores. Por exemplo, foi revertido o declínio do PPC, a partir da mudança da periodicidade do planejamento operacional e da formalização do dimensionamento das equipes de produção. Desta forma, esta prática foi considerada como aplicada integralmente.

#### 4.3.8.14 Realização de reuniões para a difusão de informações

Esta prática foi implementada integralmente, sendo aproveitadas as reuniões de elaboração e análise dos planos operacionais, para a difusão de informações sobre a alteração de projetos, novas restrições a serem removidas ou solicitações de serviços extras por parte do cliente.

#### 4.3.8.15 Programação de recursos

A implementação de um sistema de programação de recursos no qual estão representadas as principais funções internas e externas da empresa, formalizando e padronizando suas relações e responsabilidades na execução da obra, propiciou aos clientes internos uma melhor visão do processo de planejamento e controle e de procedimentos que permitam, no tempo certo, a disponibilização dos recursos. A elaboração de planilhas com a classificação dos recursos, seu prazo de aquisição e data limite e responsável pela disponibilização, proporcionou maior transparência no subsistema programação de recursos.

O controle financeiro com a implementação de um fluxo de caixa com as previsões de gastos com materiais e mão-de-obra, pagamento de impostos e receitas programadas e seu desdobramento durante a obra, disponibilizou aos gestores informações úteis e oportunas que serviram de base para a tomada de decisão para manter o equilíbrio financeiro da obra.

A projeção dos custos e receitas para o controle do fluxo de caixa foi possível a partir da integração dos setores de orçamento, financeiro, suprimentos e de produção, tendo-se ao final da obra obtido um resultado financeiro favorável.

Foi possível verificar, qualitativamente, uma mudança de postura do gerente de produção, mestre-de-obras e sub-empregados frente à implementação do sub-sistema de programação de recursos proposto. Ainda assim, foram identificadas algumas deficiências que devem ser eliminadas no futuro:

- a) na gestão de custos, não foram confrontadas as composições, grupos de serviços ou materiais empregadas no orçamento com os gastos realizados na obra, desconsiderando-se assim, possíveis erros nas composições empregadas, perda ou extravio de materiais ou baixa produtividade das equipes de mão-de-obra;

- b) a especificação e quantificação dos materiais para as instalações elétricas e hidrossanitárias eram elaboradas pelos sub-empregados, não sendo criticamente analisadas pelo engenheiro para cotação e compra;
- c) as ordens de compra de materiais eram elaboradas somente quando o fornecedor exigia;
- d) houve falta de ordens de compra para conferência dos materiais adquiridos;
- e) o dimensionamento das equipes de produção foi realizado de maneira informal quando a periodicidade dos planos operacionais era semanal;
- f) houve requisição de materiais com urgência e, diversas vezes, de forma verbal e com especificações incompletas ou inadequadas;
- g) houve falta de um processo ágil, suportado por documentação adequada, para a conferência de estoques;
- h) houve extravio de notas entre o canteiro de obras e a empresa;
- i) não havia planilhas atualizadas com a cotação dos principais materiais adquiridos pela empresa.

A implementação do sistema de programação de recursos materiais, humanos e financeiros resultou numa maior transparência, hierarquização e controle do processo, embora tenham sido evidenciadas as deficiências acima referidas. Diante disto, esta prática foi considerada com aplicação parcial.

## 4.3.8.16 Eficácia da implementação do sistema de PCP da empresa

O grau de implementação das práticas discutidas acima está apresentadas na figura 35.

Figura 35: Práticas utilizadas e descartadas no estudo empírico

AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS PROPOSTAS POR BERNARDES (2001)		PESO	APLICAÇÃO	
			S/PROG. REC.	C/PROG. REC.
ACRESCIDAS DA PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS				
1. Padronização do PCP		1	PA	PA
2. Hierarquização do planejamento		1	PA	PA
3. Análise e avaliação qualitativa dos processos		1	PNA	PNA
4. Análise dos fluxos físicos		1	PA	PA
5. Análise de restrições		1	PA	PA
6. Utilização de dispositivos visuais		1	PNA	PNA
7. Formalização do planejamento de curto prazo		1	PA	PA
8. Especificação detalhada das tarefas		1	PAP	PAP
9. Programação de tarefas reservas		1	PNA	PNA
10. Tomada de decisão participativa		1	PAP	PAP
11. Utilização do PPC e identificação dos problemas		1	PAP	PAP
12. Utilização de sistema de indicadores de desempenho		1	PAP	PAP
13. Realização de ações corretivas a partir de causas dos problemas		1	PA	PA
14. Realização de reuniões para difusão de informações		1	PA	PA
15. Programação de recursos		3	-	PAP
LEGENDA	NOTA		Avaliação das	Avaliação das
PA - Prática aplicada integralmente	1,0		práticas sem a	práticas com a
PAP - Prática aplicada parcialmente	0,5		prog. recursos	prog. recursos
PNA - Prática não aplicada	0,0		64,29 %	61,76 %

(Fonte: BERNARDES, 2001)



O cálculo da eficácia do sistema de PCP foi considerado de duas maneiras conforme apresentado na figura 35: O resultado da primeira coluna corresponde à aplicação das 14 práticas propostas por Bernardes (2001), com peso equivalente entre elas: no resultado da segunda coluna, é somada a prática de programação de recursos que, por sua relevância no PCP, foi arbitrado peso 3.

Observa-se na tabela apresentada na figura 35 que a eficácia da implementação do modelo de PCP para obras de curto prazo foi de 64,29 % e que, com a inclusão do sistema de programação de recursos, a eficácia como um todo, diminuiu para 61,76 % por ter sido esta prática considerada com aplicação parcial. Esta consideração foi motivada pelas deficiências evidenciadas na programação de recursos do estudo empírico, apresentadas no item anterior.

#### 4.4 DIRETRIZES PARA A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS EM OBRAS DE CURTO PRAZO

Este item apresenta diretrizes que podem contribuir para o desenvolvimento de um sistema de programação de recursos direcionados para obras de curto prazo.

##### **4.4.1 Comprometer a gerência**

Para que seja implementado um sistema de programação de recursos, deve haver não só a percepção por parte da gerência de sua importância, mas também a sua participação na mudança. Com seu apoio e estímulo às pessoas envolvidas no processo, pode haver um desenvolvimento compartilhado e um acréscimo de motivação destes com os objetivos da empresa.

##### **4.4.2 Instituir um coordenador vinculado com a estratégia da empresa**

A existência de um coordenador familiarizado com a estratégia da empresa e com conhecimentos sobre o mercado no qual a mesma está inserida tende a aumentar a eficácia na implementação do sub-sistema de programação de recursos.

No presente trabalho a implementação conjunta deste sub-sistema com a adaptação do modelo de PCP contribuiu para consolidar a estratégia da empresa, que é primeiramente a satisfação do cliente externo no nicho de mercado em que mais atua, atendendo aos requisitos exigidos (confiabilidade na entrega e manutenção do preço contratado). Em relação aos clientes internos, o coordenador teve relevante importância na condução de seus requisitos e exigências, necessários para a formulação de um sistema de programação de recursos. Este fato pode ser evidenciado na declaração de um sub-empregado da empresa, “após as reuniões para os planos fica um compromisso: eu forneço a mão-de-obra acertada e com qualidade e vocês os materiais necessários”.

Outro aspecto importante é a disponibilidade de tempo livre que o coordenador deve ter para o desenvolvimento do sistema de programação de recursos. Assim, para ter uma visão completa do sistema vigente e atuar na mudança, é indispensável dispor de tempo para acompanhar o trabalho em desenvolvimento nas áreas administrativo, suprimentos, financeiro e produção.

#### **4.4.3 Integrar os fornecedores no processo de mudança e na melhoria do modelo proposto**

Um dos principais entraves à melhoria da qualidade e aumento da produtividade na construção civil são as falhas na integração da cadeia de suprimentos proporcionando inconformidade dos materiais adquiridos, atrasos na entrega, baixa produtividade e baixa qualidade na mão-de-obra empregada, entre outros (SCARDOELLI et al., 1994; VRIJHOEF et al., 2001).

Quanto aos recursos humanos empregados no estudo empírico, houve uma parceria com sub-empregadas estabelecidas por ex-funcionários, a partir da terceirização dos serviços de mão-de-obra da empresa. Houve um forte comprometimento dos mesmos, não só na elaboração dos planos operacionais, mas também para dar sugestões para formalizar a estratégia de ataque à obra e a análise de restrições iniciais. Outra alternativa a ser implementada junto aos sub-empregados e seus principais encarregados, é oferecer seminários na empresa ou cursos apresentando os principais conceitos e princípios do planejamento e controle da produção.

Quanto aos fornecedores de materiais, a empresa estudada tem um reduzido número de fornecedores, os quais, de maneira geral, atendem suas necessidades de forma satisfatória. Propõe-se neste trabalho uma integração dos principais fornecedores de materiais com os sub-empregados em seminários na empresa, no intuito de evidenciar as responsabilidades de cada uma das partes: especificação correta dos recursos e solicitação em tempo hábil pelos sub-empregados e o atendimento das solicitações na qualidade e no prazo requerido. Este tipo de iniciativa pode aumentar o comprometimento entre os fornecedores e destes perante a empresa.

Propõe-se também a implementação de indicadores de desempenho de fornecedores. Quanto aos sub-empregados, poderia ser aplicado o indicador PPC/S (Percentual de Planejamento Concluído por Sub-empregado) que relaciona o desempenho de cada sub-empregado na execução dos planos de curto prazo e sua evolução durante o desenvolvimento da obra. Em relação aos recursos materiais, propõe-se a formulação de dois indicadores: percentual de solicitações irregulares de recursos e percentual de entregas irregulares, propostas por Oliveira (1999). Assim, pode-se analisar, durante o desenvolvimento de uma obra, ou num período maior, a reincidência de responsabilidade dos fornecedores nas inconformidades da solicitação e da entrega de materiais.

#### **4.4.4 Preparar o processo de planejamento**

Para a implantação de um sistema de programação de recursos para obras de curto prazo, foram identificados no estudo empírico os seguintes quesitos no PCP como necessários:

- a) padronização do PCP: melhora o entendimento acerca do processo de PCP e diminui a variabilidade, fixando parâmetros para serem constantemente melhorados e facilita o processo de treinamento dos funcionários e sub-empregados;
- b) hierarquização do planejamento: estabelecimento de metas vinculadas com o horizonte de tempo e detalhamento apropriado dos planos com atribuição de responsabilidades, protegendo a produção contra os efeitos da incerteza e variabilidade;
- c) análise de fluxos físicos: a análise criteriosa dos fluxos de recursos que abastecem as obras aumenta a capacidade de visualização, havendo maior transparência à forma de execução das tarefas;

- d) análise de restrições: a análise de restrições possibilita o aumento da continuidade das atividades no canteiro de obras, tornando o planejamento mais eficaz. Deve ser realizada primeiramente quando da preparação do processo de PCP, e detalhadamente quando da elaboração dos pacotes de trabalho;
- e) formalização dos planos tático e operacional: a formalização do plano tático, com o seqüenciamento e precedência das tarefas, a análise de restrições e de fluxos físicos, bem como a programação de recursos classe C1, amparam a elaboração dos planos operacionais. Já os planos operacionais têm o caráter de comprometer o gerente de produção, mestre-de-obras e sub-empregados em reuniões periódicas com as tarefas planejadas, que são planilhadas de maneira clara e organizada, bem como programar os recursos classe C2.

#### **4.4.5 Desenvolver a programação de recursos financeiros**

A programação de recursos financeiros deve ser realizada por intermédio de um fluxo de caixa elaborado no nível de planejamento tático, sendo proposto o seguinte desenvolvimento na sua elaboração e controle:

- a) elaborar o fluxo de caixa da obra a partir do orçamento da obra, do cronograma físico-financeiro e da projeção de receitas;
- b) apurar periodicamente as receitas e despesas realizadas e certificar-se do comprometimento do cliente com as receitas futuras;
- c) realimentar o fluxo de caixa;
- d) acompanhar a relação custo estimado e realizado através de curvas de agregação de recursos;
- e) executar ações corretivas no fluxo de caixa (por exemplo, inadimplência do cliente ou custos adicionais não previstos no orçamento da obra);
- f) apurar o resultado final e confrontar as despesas estimadas e realizadas dos recursos materiais, humanos e impostos.

A elaboração do fluxo de caixa deve considerar, para sua elaboração, os prazos ideais de execução, as receitas e despesas programadas, as restrições técnicas impostas à obra e imposições de faturamento como, por exemplo, condições de pagamento dos fornecedores, previsão de compra de insumos com antecedência (esquadrias), previsão de contratação e pagamento de sub-empregados.

#### 4.4.6 Desenvolver a programação de recursos humanos

Dentre as principais diretrizes para o desenvolvimento da programação de recursos humanos, pode-se listar:

- a) padronização e formalização da sistemática de programação de recursos humanos através de um DFD, para facilitar o seu entendimento pelos clientes internos, garantir consistência nos níveis de planejamento tático e operacional e viabilizar a coleta e transmissão de informações;
- b) classificar os recursos humanos a partir do custo relativo, importância técnica, prazo de execução e início concomitante com a obra, para que sejam programados nos níveis de planejamento tático e operacional;
- c) a partir da classificação dos recursos, elaborar e divulgar planilha aos clientes internos incluindo o responsável pela programação de recursos humanos nos dois níveis hierárquicos, o prazo estimado para contratação e a data limite para a alocação do recurso na obra, dando transparência e responsabilidade no processo de programação de recursos;
- d) dimensionar e formalizar, nas reuniões para elaboração dos planos operacionais, as equipes de produção para que sejam suficientes para o cumprimento do plano elaborado e para que haja comprometimento dos sub-empregados envolvidos;
- e) utilizar o indicador PPC para analisar as causas da não execução das tarefas planejadas e execução de ações preventivas para que a execução dos próximos planos seja mais eficaz;
- f) verificar a necessidade de planejar buffers de tempo e pessoal quando elaborados os planos tático e operacional para minorar os efeitos da incerteza e variabilidade presentes no ambiente de trabalho;
- g) dar retorno sistemático dos dados originados no setor de produção quanto aos serviços que não possuem composição específica, com o objetivo de formular um banco de dados mais abrangente, necessário tanto para a formulação de orçamentos futuros, bem como para o dimensionamento das equipes de produção.

#### 4.4.7 Desenvolver a programação de recursos materiais

Dentre as principais diretrizes para o desenvolvimento da programação de recursos materiais, pode-se listar:

- a) padronização e formalização da sistemática de programação de recursos materiais através de um DFD para facilitar o seu entendimento pelos clientes internos, garantir consistência nos níveis de planejamento tático e operacional e viabilizar a coleta e transmissão de informações;
- b) classificar os recursos materiais a partir do seu custo relativo, ciclo de aquisição, repetitividade do ciclo de aquisição, disponibilidade no mercado, importância técnica e necessidade de aquisição imediata, para que sejam programados nos níveis de planejamento tático e operacional;
- c) a partir da classificação dos recursos, elaborar e divulgar planilha aos clientes internos incluindo o responsável pela programação de recursos materiais nos dois níveis hierárquicos, o prazo estimado para aquisição e a data limite para a entrega dos recursos na obra, dando transparência e responsabilidade no processo de programação de recursos;
- d) utilizar o indicador PPC para analisar as causas das falhas na programação e entrega de recursos materiais na obra, bem como detectar a sua solicitação emergencial, para a execução de ações preventivas;
- e) verificar a necessidade de planejar *buffers* de materiais quando da elaboração dos planos tático e operacional com o objetivo de proteger a produção da incerteza e variabilidade;
- f) elaborar um banco de dados com os insumos mais utilizados pela empresa com informações dos principais fornecedores, preços e descontos praticados, prazo e condições de entrega, para que tenha presteza e qualidade na aquisição e alocação dos recursos na obra.

## 5 CONCLUSÕES

Tendo como referencial os objetivos definidos no item 1.5, este capítulo tem por finalidade apresentar as conclusões do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

### 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de uma revisão bibliográfica e da realização de uma pesquisa-ação em uma empresa de construção, foram propostas diretrizes para o processo de programação de recursos em obras de curto prazo. As diretrizes são baseadas nas melhorias propostas durante a intervenção no processo de programação de recursos da empresa estudada.

Para a implementação de melhorias do sistema de programação de recursos da empresa, concluiu-se que, primeiramente, o seu processo de PCP deveria ser reformulado e, inserido a ele, o sub-processo de programação de recursos.

A partir disto, o processo de PCP foi adaptado tomando-se por base o modelo de PCP para micro e pequenas empresas apresentado por Bernardes (2001). Levou-se em conta, para este fim, a tipologia de obra mais freqüente na empresa (reformas com prazos de 30 a 45 dias) e sua relação com os principais fornecedores, entre os quais os sub-empregados, que fornecem a mão-de-obra terceirizada. Por fim, procurou-se formular um conjunto de diretrizes para aplicação em empresas similares.

Durante o trabalho, percebeu-se tanto no gerente de produção, autor deste trabalho, como nos sub-empregados, mestre-de-obras e funcionários da empresa, dificuldades quando da implantação de melhorias no processo de programação de recursos, devido ao fato de que sua forma de atuação é fortemente baseada na experiência e na intuição. Evidenciou-se assim, a necessidade de treinamento dos envolvidos em conceitos, princípios e técnicas de gestão da produção, por exemplo, através da realização de cursos e palestras, não só quando da implementação de melhorias na empresa, mas também através de treinamentos regulares que proporcionem uma análise crítica do modelo gerencial vigente.

Notou-se, também, no desenvolvimento do trabalho, que a implementação do sub-sistema de programação de recursos teve um reflexo positivo na mudança de postura dos clientes internos na área de produção, devido à satisfação de seus requisitos. Ao gerente de produção, foi proporcionado um sistema padronizado e formalizado para implementar o planejamento e controle da produção. Já ao mestre-de-obras, por participar da elaboração dos planos operacionais, foi proporcionada a possibilidade de estabelecer metas claras, que facilita a cobrança do cumprimento das tarefas planejadas. Com relação aos sub-empregados, que dependem da produção de seus funcionários, obteve-se mais empenho na execução das tarefas programadas em função das reuniões de comprometimento. Ao mesmo tempo, os mesmos podiam demandar sistematicamente da disponibilização dos recursos necessários quando da sua efetiva necessidade na obra.

A classificação dos recursos nos níveis tático e operacional, com os prazos de aquisição e datas limite para disponibilização no canteiro de obras, sintetizadas em planilhas, aumentou a transparência do processo para os clientes internos. Proporcionou também um maior cuidado na elaboração do plano tático quanto aos critérios de classificação dos recursos, facilitando o monitoramento dos prazos para a disponibilização dos recursos no canteiro de obras.

Uma barreira a ser destacada no desenvolvimento do trabalho foi o tempo despendido na sua preparação e implantação, pois tanto o gerente de produção como os empregados tinham outras obras em andamento. Como agravante pode-se citar o fato da implantação do sistema ser numa obra de curto prazo, na qual era intensa a velocidade de execução.

Em síntese, o modelo integrado construído ao longo deste estudo contribuiu para a criação de uma mentalidade e de uma sistemática no sistema de programação de recursos que agrega valor ao trabalho dos diversos clientes internos.

## 5.2 RECOMENDAÇÕES PARA NOVOS ESTUDOS

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

- a) estabelecimento de método e critérios para o dimensionamento de equipes de produção dos sub-empregados na preparação dos planos operacionais;



- b) desenvolvimento de ferramentas computacionais que auxiliem o estabelecimento de fluxo contínuo no trabalho das equipes em obras de curto prazo;
- c) avaliar o impacto da melhoria na programação de recursos humanos com o estudo detalhado dos fluxos físicos no canteiro de obras;
- d) propor métodos e alternativas de treinamento de empreiteiros na área de gestão da produção;
- e) estudar meios de aumentar a vinculação da gestão da produção com os setores administrativo, financeiro e suprimentos.

## REFERÊNCIAS

- ALARCÓN, L. F. The importance of research to develop lean construction. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE LEAN CONSTRUCTION, 2, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Engenharia de São Paulo / Logical Systems Outubro, 1997.
- ALVES, T.C.L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras**: proposta baseada em estudos de caso. 2000. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.
- BALLARD, G.; Lookahead. Planning: the missing link in production control. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 5, 1997, Gold Cost, Australia. **Proceedings...** Griffith University, Gold Cost, 1997.
- BALLARD, G. Improving work flow reliability. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR THE LEAN CONSTRUCTION, 7, 1999, Berkeley, CA, **Proceedings...** University of California, 1999.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding production: an essential step in production control. **Journal of construction engineering and management**, v. 124, n 1, p. 11-17, Jan-Feb, 1998.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing lean construction: stabilizing work flow. In: ALARCÓN, L. (Ed.). **Lean construction**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997, p. 101-110.
- BALLARD, G. **The last planner system of production control, 2000**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculty of Engineering of the University of Birmingham, Birmingham.
- BASTOS, R.M. **Sistemas de Planejamento das Necessidades de Materiais e dos Recursos de Manufaturas: MRP E MRP II**. Porto Alegre, 1988. 141 p. Dissertação (Mestrado em Administração). Programa de Pós-Graduação em administração da UFRGS.
- BERNARDES, M.M.S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento da produção para empresas de construção de micro e pequeno porte**, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- BERNARDES, M.M.S. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- BERNOLD, L. E.; TRESELER, J. F. Vendor Analysis for Best Buy in Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, ASCE, v. 117, n.4, p. 645-58, dec. 1991.
- BJORNSSON, H. C. Management of Construction. In: SYMPOSIUM ON ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION. **Proceediments**. V. II, p IV.60-73. Washington D. C.: CIB W65, may 1976.
- CARDOSO, F. F. Novos Enfoques sobre a Gestão da Produção: como melhorar o desempenho das empresas de construção civil. In: V ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais**, v.II,p.577-69. São Paulo: ANTACEPUSP, Nov. 1993.

CARVALHO, M. S. **Método de intervenção no processo de programação de recursos de empresas construtoras de pequeno porte através de seu sistema de informação**, 1998. Dissertação de Mestrado em Engenharia – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFRGS.

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

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

FORMOSO, C. T.; FRUET, G. M. Diagnóstico das Dificuldades Encontradas por Gerentes Técnicos de Empresas de Construção Civil de Pequeno Porte. In: II SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO VIVIL, Gestão e Tecnologia. **Anais**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, jun. 1993.

FORMOSO, C. T. et al. **Estimativa de Custos de Obras de Edificações**. Caderno de Engenharia E-09. Porto Alegre: NORIE/CPGEC/UFRGS, abr. 1986. 108 p.

HARMON, R. L. **Reinventado a Fábrica II** : conceitos modernos de produtividade na prática, p. 468. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

HEINECK, L. F. M. **Curvas de agregação de recursos no planejamento e controle da edificação – Aplicações a obras e a programas de construção**. Caderno de Engenharia CE-31/89. Porto Alegre: CPGEC/UFGRS, 1989.

HOPP, W. J.; SPERMAN, M. L. **Factory physics: foundations of manufacturing management**. Boston: Irwin McGraw-Hill, 1996.

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

KERN, A. P. et al. **A utilização de curvas de agregação de recursos como ferramenta de integração dos diferentes setores de uma empresa de construção civil na gestão de recursos** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO (ENEPEP), 22., 2002, Curitiba. Anais. Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo: ABEPRO, 2002.

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

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

LANTELME, E. M. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. Porto Alegre, 1994. Dissertação de Mestrado em Engenharia – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

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

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

LAUFER, A. Factors affecting construction – planning outcomes. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, 1990.

LIRA, J. C. **Diagnostico, avaliacion y mezaramiento de procesos de planificacion de proyectos en la construccion**. Santiago de Chile, 1996.

LÓPEZ VACA, O. **Um algoritmo evolutivo para a programação de projetos multi-modos com nivelamento de recursos limitados**. Florianópolis, 1995. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina.

LOWE, H.; LOWE, J. Cash Flow Management and Time /Cost Escalation. INTERNATIONAL SYMPOSIUM FOR THE ORGANIZATION AND CONSTRUCTION, Shaping Theory and Practice. **Proceedings**, v. II, p. 152-61 London: CIB W65, 1996.

MENDES JUNIOR, R.; HEINECK, L.F.M. Towards productions control on multi-story building construction sites. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7, Berkeley, CA. University of California, 1999.

OGLESBY, C. H.; PARKER, H. W.; HOWELL, G. A. **Productivity improvement in construction**. Boston: McGraw-Hill, 1989.

OLIVEIRA, K. **Desenvolvimento e Implementação de um Sistema de Indicadores no Processo de Planejamento e Controle da Produção: proposta baseada em estudo de caso**. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. Dissertação de Mestrado.

PALACIOS, V. H. **Análise do perfil estratégico de empresas de construção civil de pequeno porte**. In: SEMINÁRIO DE QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM PORTO ALEGRE: Programa de Qualidade e Produtividade da Construção Civil no Rio Grande do Sul. 1994.

POPESCU, C. M. Why it is Difficult to Implement a “Resource Scheduling Computer System” in a Construction Firm. In: SYMPOSIUM ON ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION. **Proceedings**, v. II, p. IV.196-280. Whashington D. C.: CIB W65, may 1976.

SANTOS, A.; POWELL.; FORMOSO, c.t. Evaluation of current use of production management principles in construction practice. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7, 1999, Berkeley. **Proceedings**. Berkeley: University of California, 1999.

SCARDOELLI, L.S.; Silva,M.F.S.; FORMOSO.C.T.; HEINECK,L.F.M. **Melhorias de Qualidade e Produtividade: Iniciativas das Empresas de Construção Civil**.Porto Alegre: Programa da Qualidade e Produtividade da Construção Civil no Rio Grande do Sul, 1994.

SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. 42 ed. São Paulo: Atlas, 1999. (Manuais de Legislação Atlas. 16).

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. **Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais**. v.2. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1987.

SERPELL, A.; ALARCÓN, L. F.; GHIO, V. A general framework for improvement of construction process. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 1996, Birmingham. **Proceedings...** Edgbaston, 1996.

SESI, Serviço Social da Indústria. **Diagnóstico da Mão-de-Obra do Setor da Construção Civil**. Brasília: SESI, 1991.211p.

SKINNER, W. The productivity paradox. **Havard Busines Review**, 1986.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

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

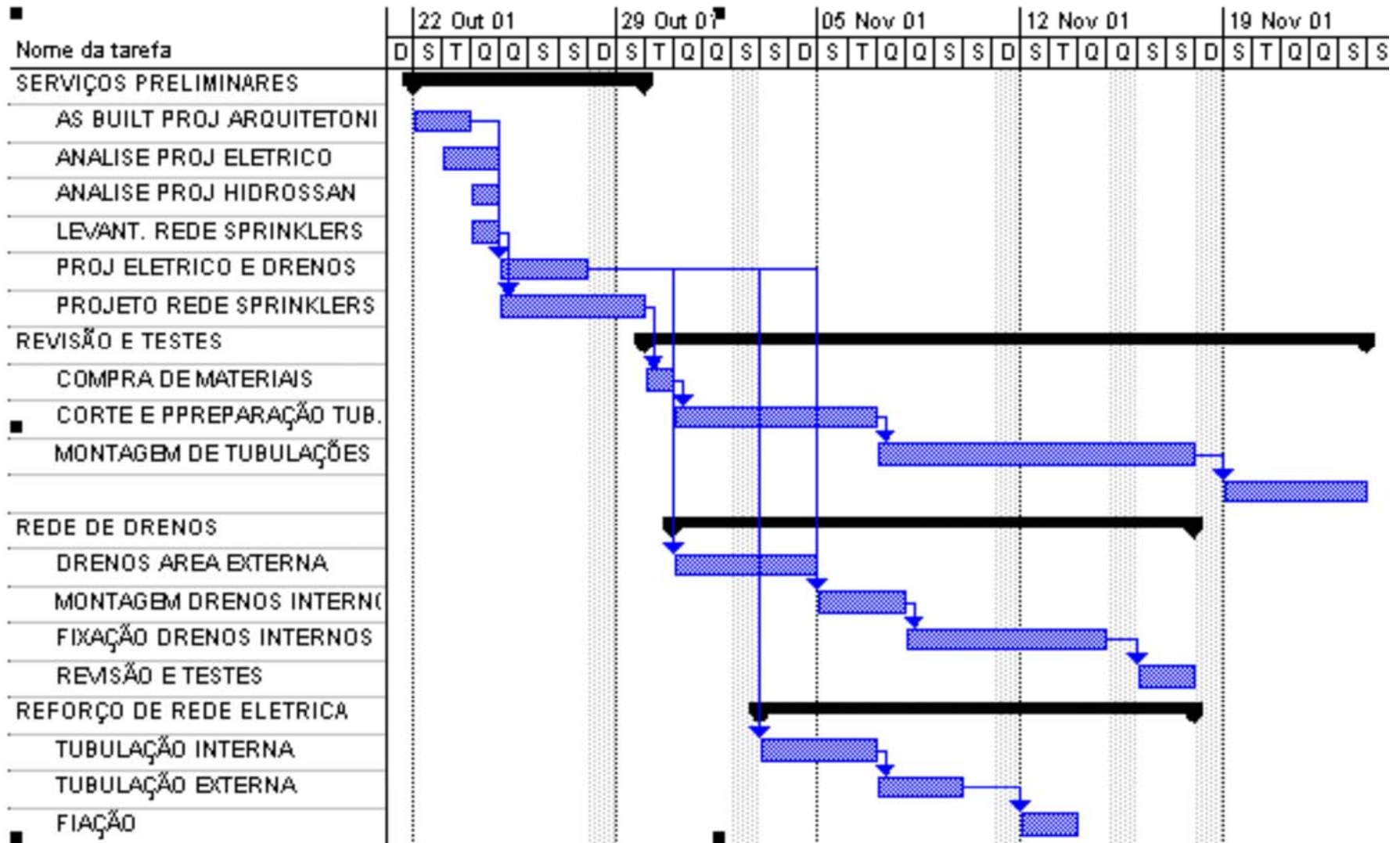
TOMMELEIN, I.D.; BALLARD, G. Lookahead planning: screening and pulling. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE LEAN CONSTRUCTION, 2, 1997, São Paulo: Instituto de Engenharia de São Paulo, 1997.

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

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

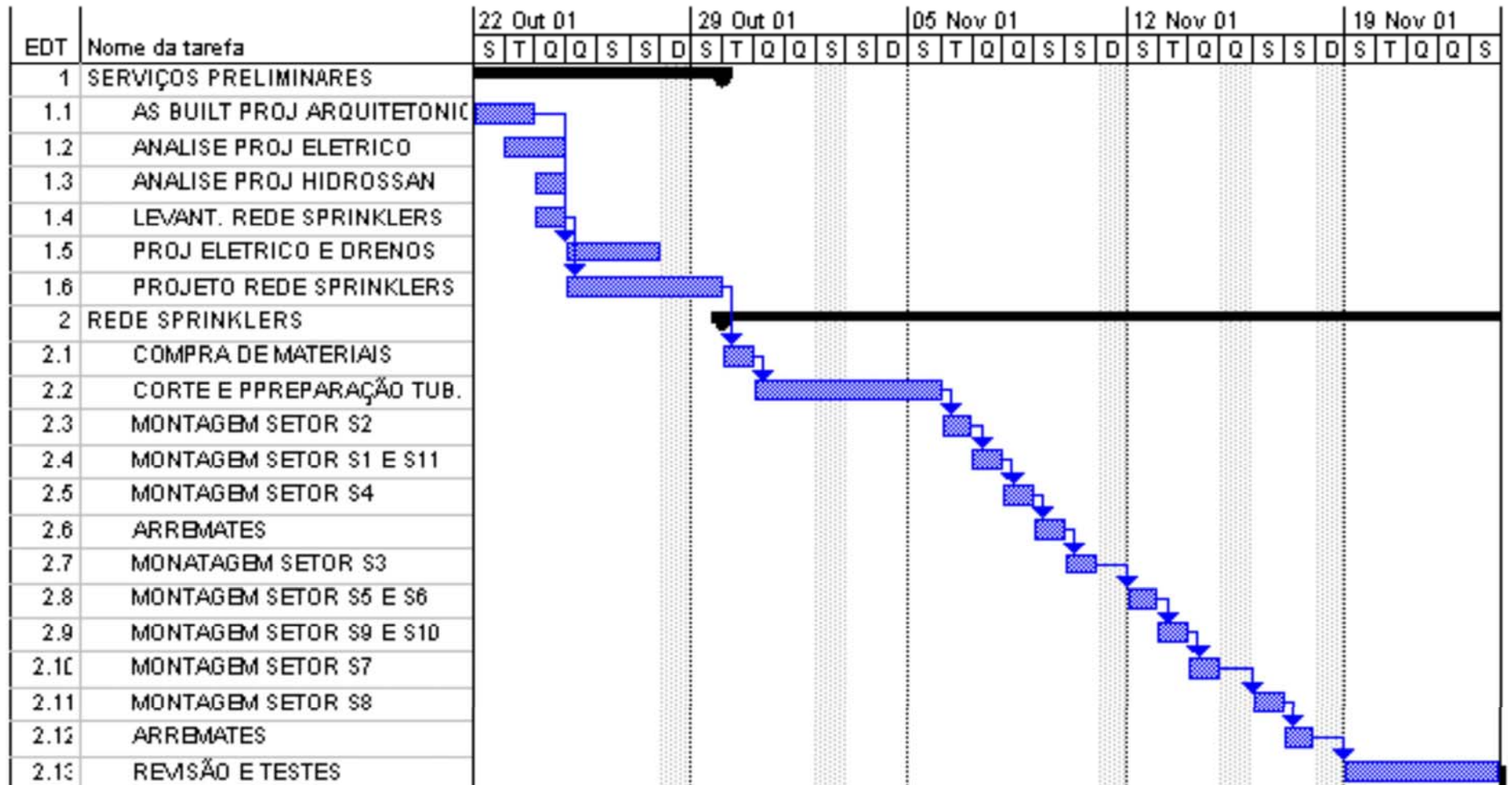
YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. California: SAGE Publications, 1994.

**ANEXO A - CRONOGRAMA INICIAL**

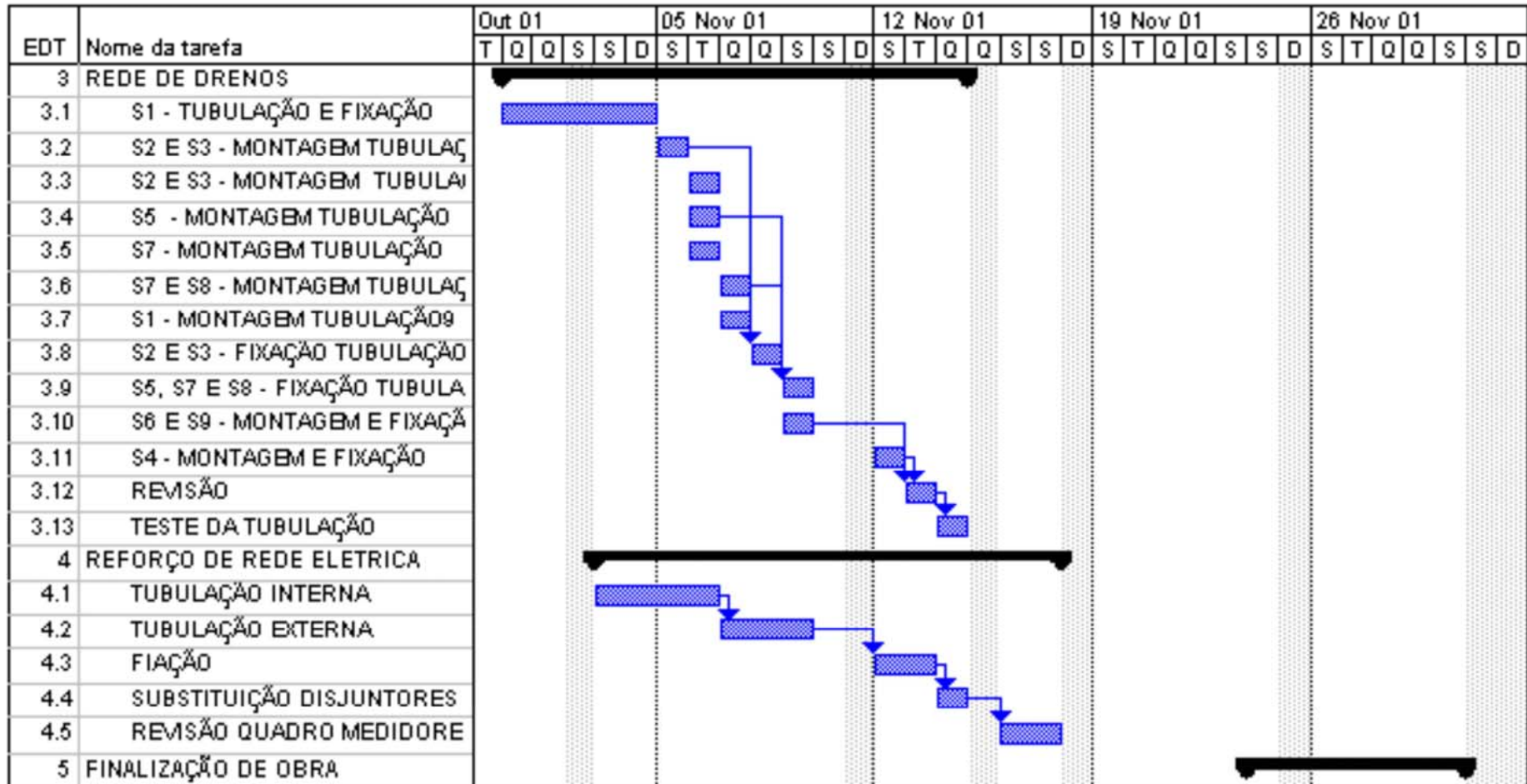


**ANEXO B – CRONOGRAMA DE LONGO PRAZO**





**ANEXO C – CONTINUAÇÃO CRONOGRAMA DE LONGO PRAZO**



**ANEXO D – PLANILHA DE PLANO SEMANAL DE 05/11 À 10/12/01**

EQUIPE		VISTO	PACOTE DE TRABALHO/LOCAL		S	T	Q	Q	S	S	D	% EXE	PROBLEMA	Cliente: DC NAVEGANTES Obra: PREDIO C Engenheiro: MARIO Mestre: ITAMAR		Semana de 05/11 à 10/12/01 PPC <sub>sem</sub> = $\frac{\sum \text{trabalho}_\text{exec}}{\sum \text{trabalho}_\text{total}} 100\%$ = 11 / 15 = 73 %		Semana 03
														Revisã				
SPRINKLERS			Finaliz. Corte e prepar. Tib. lações	P	X							100						
				E	X													
SPRINKLERS			Montagem setor S2	P		X						100						
				E		X												
SPRINKLERS			Montagem setor S1 e S11	P			X					50	Equipe Sublime instalada					
				E			X											
SPRINKLERS			Montagem S4 e S12	P				X				50	Equipe Sublime instalada					
				E				X										
SPRINKLERS			Arremates tib. Executadas	P					X			100						
				E					X									
SPRINKLERS			Montagem S3	P						X		100						
				E						X								
DRENOS			Montagem tib. S2 e S3	P	X							100						
				E	X													
DRENOS			Montagem tib. S2 e S3	P		X						100						
				E		X												
DRENOS			Montagem tib. S6 e S7	P		X						100						
				E		X												
DRENOS			Montagem tib. S7 e S8	P			X					100						
				E			X											
DRENOS			Fiação tib. S2 e S3	P				X				100						
				E				X										
DRENOS			Fiação tib. S5, S7 e S8	P					X			66	Equipe Sublime instalada					
				E					X									
TAREFAS RESERVA				VISTO ENGENHEIRO				VISTO MESTRE				Página 01/02						