

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

**MÉTODO DE INTERVENÇÃO NO PROCESSO DE PROGRAMAÇÃO
DE RECURSOS DE EMPRESAS CONSTRUTORAS DE PEQUENO
PORTE ATRAVÉS DO SEU SISTEMA DE INFORMAÇÃO:
PROPOSTA BASEADA EM ESTUDOS DE CASO**

MÁRCIO SANTANA DE CARVALHO

Dissertação para obtenção do título de
Mestre em Engenharia

Porto Alegre
Maio de 1998

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

**MÉTODO DE INTERVENÇÃO NO PROCESSO DE PROGRAMAÇÃO
DE RECURSOS DE EMPRESAS CONSTRUTORAS DE PEQUENO
PORTE ATRAVÉS DO SEU SISTEMA DE INFORMAÇÃO:
PROPOSTA BASEADA EM ESTUDOS DE CASO**

MÁRCIO SANTANA DE CARVALHO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia

Porto Alegre
Maio de 1998

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia e** aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Carlos Torres Formoso

Ph.D., University of Salford

Orientador

Banca Examinadora:

Maria Angélica Covelo Silva

Dra., Universidade de São Paulo

Prof. Carlos Ricardo Rossetto

Dr., Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Norberto Hoppen

Dr., Université des Sciences Sociales de Grenoble

Prof.^{ra} Denise Carpena Coitinho Dal Molin

Coord. do Curso de Pós-Graduação em Eng. Civil

Porto Alegre, maio de 1998.

Saudades...

Dessa estranha fauna que habita o NORIE:

ratos, cupins, baratas, moscas, focas, macacos, tigres e bambis.

Do mobiliário que tão bem me acomodava:

as lombalgias das cadeiras da sala de aula,

as noites frias de inverno no sofá amarelo e na poltrona importada da Bahia,

a sala de espera e como se esperava.

Da turma se reunindo durante a instituição “12: 00 às 14: 00 h”,

horário de almoço em que surgiam os mais absurdos temas e piadas.

Dos churrascos em que a maior diversão nunca foi a carne.

Das orgias que nunca existiram, mas bem que tentamos.

Da RUscaria, da RUzzaria, e do Le RU: “A bolsa já saiu?”

Das disputas de Tetris, Winbrick, JezzBall e Campo Minado.

Da pausa para o cafezinho da Lúcia – forte e muito forte

que nos esquentava as tardes de estudo.

Dos recados no quadro de avisos que nos trazia boas e não tão boas novidades:

a namorada, a família, o futebol, o churrasco, empresas, reuniões...

Das brigas pelos computadores e impressoras:

“Hei, alguém tem cartucho de tinta preta?”

Das peladas entre as várias turmas 95, 96, 97, ..., bolsistas, professores,

sobretudo NORIE, nosso melhor juiz de paz.

Do lugar em que conheci alguns de meus melhores amigos

eternos pelo que representam nossos sonhos,

presentes onde quer que estejamos...

É NORIE, você rendeu uma página cheia no livro da minha vida...

dedico aos meus e a quem pertenço,
aos que me amam e a quem sempre amarei,
meus pais e irmãos,

Gilberto e Nanci e Renato e Aline

AGRADECIMENTOS

Ao TCE/PE – Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco – e ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – pela oportunidade concedida para a realização desse mestrado.

Ao professor Carlos Torres Formoso, pela paciência, estímulo, dedicação e esforço pessoal proporcionados e pelas freqüentes contagens de tempos improdutivo.

Ao professor José Luís Duarte Ribeiro, pelo suporte fornecido no planejamento do experimento estatístico realizado no trabalho.

À empresa em que foi realizado o estudo de caso retratado, seus diretores e funcionários, a quem, como interventor, me atrevo a chamar de amigos e companheiros de trabalho. Sem sua colaboração, esse trabalho não passaria de um puro jogo intelectual.

Às meninas da secretaria, Liliane, Carmem, Rita, Elódia, “Dona” Neuza e Bernadete pela prontidão e diligência com que sempre me receberam.

Aos amigos norianos, que promoveram momentos de profunda alegria e descontração ao longo curso: João Oliveira e Adriano Costa e Aguinaldo dos Santos e Elvira Lantelme e Márcia Cavalcante e Cassandra Raimann & Elisabeth Pessoa e Diego Carrillo e Tarcísio Saurin e Aguida Abreu e Margaret Jobim e Geísa Gaiger e Juliano Gimenez e Marcelo Kipper e Márcia Sperb e Lúcia Medeiros e Márcio Barata e André Reichmann e Patrícia Tzoropoulos e Eduardo Isatto e Barros Neto & Andréa e Rogério & Fernanda e Rômulo & Marlova e Antônio César.

Ao amigo Maurício Bernardes, pela amizade incondicional e pelas discussões científicas, profissionais ou não, mas sempre produtivas.

Ao amigo Paulo Ruaro, companheiro de estudos (práticos e teóricos) de filosofia e de recordes históricos durante as vigílias a que nos submetemos.

À minha família, de quem nunca senti tanta falta como nesses dois anos de distanciamento.

À Sílvia Santos – Vinha – pelo amor e partilha de nossos muitos momentos, bons ou melhores, e também à sua família, que com tanto carinho me acolheu.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho, o meu reconhecimento.

A Deus, que sempre esteve comigo, mesmo quando, por muitas vezes, me esquecia disso.

Amém.

“A experiência sem a teoria é cega e a teoria sem a experiência é um puro jogo intelectual.”

Kant

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	TEMA E JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	1
1.2	CONTEXTO	4
1.3	OBJETIVOS E HIPÓTESES DO ESTUDO	4
1.3.1	OBJETIVO GERAL	4
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3.3	HIPÓTESES DE TRABALHO	5
1.4	MÉTODO DE PESQUISA	6
1.4.1	LINHAS GERAIS DO MÉTODO DE INTERVENÇÃO	7
1.4.1.1	Diagnóstico	
1.4.1.2	Elaboração das Medidas de Intervenção e do Plano de Ação	
1.4.1.3	Intervenção	
1.5	DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	8
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	9
2	A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS	10
2.1	PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS: SUBPROCESSO DO PCP	10
2.1.1	O PROCESSO DE PCP	10
2.1.1.1	O Ciclo do Processo de PCP	
2.1.1.2	Os Níveis de Planejamento	
2.1.2	A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS	13
2.2	A DISPONIBILIZAÇÃO DOS RECURSOS	16
2.2.1	CATEGORIAS DE RECURSOS	16
2.2.2	RECURSOS FINANCEIROS	18
2.2.3	RECURSOS DE PRODUÇÃO	19
2.2.3.1	Recursos Humanos	
2.2.4	SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE MATERIAIS	25
2.3	A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS E A NOVA FILOSOFIA DE PRODUÇÃO	29
2.3.1	A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS E AS ATIVIDADES DE FLUXO	30
2.3.2	TÉCNICAS DE PCP: INFLUÊNCIAS NA PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS	33
2.4	IMPACTO DA PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO	35

3	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO PARA A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS	39
3.1	MODELAGEM DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO (SI)	39
3.2	MODELO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO (SI) PARA A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS	40
3.2.1	ENTIDADES PARTICIPANTES E FUNÇÕES	43
3.2.2	APRESENTAÇÃO DO MODELO	44
3.2.3	REQUISITOS DA INFORMAÇÃO	49
3.3	A UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS	54
4	MÉTODO DE INTERVENÇÃO	57
4.1	DIAGNÓSTICO	59
4.1.1	INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR	60
4.1.1.1	Entrevistas	
4.1.1.2	Análise de Documentos	
4.1.1.3	Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) e Dicionário de Dados	
4.1.2	ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÃO	65
4.1.2.1	Método	
4.1.2.2	Período de Aplicação	
4.1.2.3	Quantificação das Informações Registradas	
4.1.2.4	Abstinência	
4.1.3	OBSERVAÇÃO	74
4.1.3.1	Método e Amostragem da Observação	
4.1.4	ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO (SI)	76
4.1.4.1	Apresentação das Conclusões do Diagnóstico	
4.2	ELABORAÇÃO DAS MEDIDAS DE INTERVENÇÃO E DO PLANO DE AÇÃO	78
4.2.1	AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS	79
4.2.1.1	Divergência da Programação (DP)	
4.2.1.2	Divergência de Homens-Hora (DH)	
4.2.1.3	Solicitação Emergencial de Recursos	
4.2.2	TREINAMENTO DO SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO PROPOSTO	84
4.2.2.1	Montagem do Jogo de Treinamento	
4.3	INTERVENÇÃO	88
4.3.1	ENTRAVES À IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS	88
4.3.2	AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO	90
5	ESTUDO DE CASO	92
5.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA	92
5.2	DIAGNÓSTICO	93
5.2.1	INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR	93
5.2.1.1	Descrição dos Processos de PCP e Programação de Recursos	
5.2.1.2	Diagrama de Fluxo de Dados (DFD)	

5.2.2	ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÃO	98
5.2.2.1	Quantificação das Informações Registradas	
5.2.2.2	Abstinência	
5.2.3	OBSERVAÇÕES	103
5.2.4	ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO (SI)	104
5.2.4.1	Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) dos Processos de PCP e Programação de Recursos	
5.2.4.2	Apresentação das Conclusões do Diagnóstico	
5.3	ELABORAÇÃO DAS MEDIDAS DE INTERVENÇÃO E DO PLANO DE AÇÃO	109
5.3.1	TREINAMENTO DO SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO PROPOSTO	115
5.4	INTERVENÇÃO	116
5.5	AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO E CONCLUSÕES DO ESTUDO DE CASO	122
5.5.1	A EFICÁCIA DA TRANSIÇÃO	122
5.5.2	A EFICIÊNCIA DO SISTEMA IMPLEMENTADO	123
5.5.2.1	Evolução dos Indicadores	
5.5.2.2	Análise Qualitativa	
6	CONCLUSÕES	130
6.1	CONCLUSÕES SOBRE O MÉTODO DE INTERVENÇÃO E SUA APLICAÇÃO	130
6.1.1	APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS	131
6.1.2	CARACTERIZAÇÃO DO FLUXO DE INFORMAÇÃO DO PROCESSO DE PCP	132
6.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	135
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
	ANEXOS	144
	ANEXO 1 – EXEMPLO DE PREENCHIMENTO DE PLANILHAS	145
	ANEXO 2 – CÁLCULO DOS ÍNDICES DE ABSTINÊNCIA, ABSTINÊNCIA PERCEBIDA E FATOR DE INFLUÊNCIA DA PRESENÇA DO PESQUISADOR NO REGISTRO DAS INFORMAÇÕES	146
	ANEXO 3 – TABULAÇÃO DAS INFORMAÇÕES COLETADAS ATRAVÉS DE PLANILHAS	147
	ANEXO 4 – CALENDÁRIO DE COMPROMISSOS	148

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 – Método de pesquisa</i>	6
<i>Figura 2.1 – Fases do ciclo de PCP (Fonte: LAUFER & TUCKER, 1987)</i>	11
<i>Figura 2.2 – Fontes de incerteza quanto à disponibilidade de recursos para um novo empreendimento (Fonte: AHUJA & ARUNACHALAM, 1984)</i>	20
<i>Figura 2.3 – Funções de custo no processo de aquisição (Fonte: adaptado de BJÖRNSSON, 1976)</i>	26
<i>Figura 3.1 – Ciclo para construção de um modelo (Fonte: SALDANHA, 1991)</i>	40
<i>Figura 3.2 – Modelo do processo de PCP</i>	42
<i>Figura 3.3 – Relação entre o custo e o benefício das informações (Fonte: KLIEMANN Neto, 1995)</i>	51
<i>Figura 4.1 – Ciclo de desenvolvimento de sistemas (Fonte: WETHERBE, 1987)</i>	57
<i>Figura 4.2 – Alterações realizadas no método de diagnóstico desenvolvido por BERNARDES (1996)</i>	60
<i>Figura 4.3 – Convenções utilizadas para o traçado do DFD (Fonte: KENDALL & KENDALL, 1991)</i>	63
<i>Figura 4.4 – Desenvolvimento de diagramas de fluxo de dados (Fonte: KENDALL & KENDALL, 1991)</i>	65
<i>Figura 4.5 – Planilha para coleta de dados do fluxo de informação (Fonte: BERNARDES, 1996)</i>	67
<i>Figura 5.1 – Organograma da empresa</i>	93
<i>Figura 5.2 – Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) preliminar dos processos de PCP e programação de recursos</i>	97
<i>Figura 5.3 – Planilha para coleta de dados utilizada na empresa</i>	99
<i>Figura 5.4 – Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) definitivo dos processos de PCP e programação de recursos</i>	105
<i>Figura 5.5 – DFD do modelo proposto à empresa para os processos de PCP e programação de recursos</i>	112
<i>Figura 5.6 – DFD resultante das adequações realizadas na etapa de proposição do modelo</i>	113
<i>Figura 5.7 – DFD resultante das adequações realizadas na etapa de implementação do modelo</i>	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Problemas potenciais e ações corretivas (Fonte: adaptado de BHANDARI, 1978)	41
Quadro 4.1 – Lista de verificação das informações a serem solicitadas durante a entrevista	62
Quadro 4.2 – Fórmulas para o cálculo dos índices de abstinência e abstinência percebida e do fator de influência da presença do pesquisador	72
Quadro 4.3 – Vantagens e desvantagens dos tipos de amostragem para a realização de observações (Fonte: KENDALL & KENDALL, 1991)	75
Quadro 4.4 – Planilha para cálculo da divergência da programação (DP) e da divergência de homens-hora (DH)	82
Quadro 4.5 – Fatores intervenientes na implementação de um sistema de programação de recursos (Fonte: adaptado de POPESCU, 1976)	89
Quadro 5.1 – Classificação das informações utilizada para a codificação	101
Quadro 5.2 – Programação das observações para o cálculo da abstinência	102
Quadro 5.3 – Frequência de grupos de informações trocadas pelos engenheiros e mestres-de-obras	107
Quadro 5.4 – Deficiências, conseqüências, causas e ações de melhoria propostas aos processos de PCP e programação de recursos	110
Quadro 5.5 – Descrição das informações a serem trocadas pelas entidades de acordo com o modelo proposto	114
Quadro 5.6 – Evolução do indicador percentual de cumprimento das atividades planejadas	125
Quadro 5.7 – Deficiências iniciais e situação atual dos processos de PCP e programação de recursos	128

ABREVIATURAS

5W1H = ferramenta de análise centrada na identificação dos vários fatores que caracterizam um determinado processo. Sua sigla provém das palavras inglesas *what* (o que), *who* (quem), *where* (onde), *when* (quando), *why* (por que) e *how* (como)

5W2H = ferramenta 5W1H acrescida do aspecto recursos envolvidos (*how much*)

CPM = *Critical Path Method* (Método do Caminho Crítico)

DFD = *Data Flow Diagram* (Diagrama de Fluxo de Dados)

PCP = Planejamento e Controle da Produção

PERT = *Program Evaluation and Review Technique* (Técnica de Avaliação e Revisão de Programas)

SI = Sistema de Informação

RESUMO

O processo de programação de recursos é parte do planejamento e controle da produção e possui grande importância para o desempenho de empreendimentos de construção. Constitui-se numa atividade multifuncional, envolvendo a direção da empresa e seus departamentos de marketing, finanças, recursos humanos e suprimentos. Sua ineficácia tem sido identificada como responsável por muitos dos problemas relacionados à dilatação do prazo de execução do empreendimento, ao desperdício de recursos e à baixa produtividade da mão-de-obra.

Considerando que o desempenho da programação de recursos está fortemente relacionado à quantidade e qualidade das informações que a suportam, o presente trabalho tem como objetivo a proposição de um método de intervenção direcionado ao sistema de informação deste processo. O método proposto divide-se em duas etapas: o diagnóstico inicial do sistema de informações e, posteriormente, o planejamento e implantação de ações de melhoria.

O método foi aplicado em estudos de caso realizados em empresas de pequeno porte, nas quais foi implementada a programação formal de recursos, sendo constatada a mudança de atitude dos funcionários frente aos processos de planejamento da produção e programação de recursos.

ABSTRACT

Resource scheduling is part of the production planning and control process, and plays an important role for improving the performance of construction projects. It is a multifunctional task, involving the top management as well as different sectors of construction companies, such as marketing, finance, human resource management, and material supply. The lack of effectiveness of this task has been blamed as one of the main causes of production delays, waste of materials and low labour productivity.

Considering that the performance of this task is strongly related to the quantity and quality of information available, this work proposes an intervention method focused on the information system concerned with resource scheduling. The proposed method is divided in two phases: an evaluation of the existent information system, and the planning and implementation of improvement actions.

The method was applied in a number of case studies, carried out in small sized building firms, in which formal resource scheduling was implemented. As a result a change in the employees' attitude towards both the production planning and resource scheduling processes was observed.

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA E JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Com a nova realidade de aumento de oferta de bens e serviços, aumento das dificuldades de financiamento e conseqüente acirramento da competição, o planejamento e controle da produção (PCP), que era uma tarefa de engenharia concentrada na minimização dos tempos necessários à produção, passa a ganhar importância à medida que se torna uma atividade multifuncional integrante do processo de concepção e viabilização do empreendimento (NEVES & GUEDERT, 1993).

Envolvendo a direção da empresa e seus setores de marketing, finanças, recursos humanos e suprimentos, o PCP é fator de êxito na coordenação entre as várias entidades participantes de um empreendimento e é considerado como uma função gerencial básica (LAUFER & TUCKER, 1987). Quando mal desempenhado, tem sido identificado como responsável por muitos dos problemas relacionados à dilatação do prazo de execução do empreendimento, à perda de materiais e à baixa produtividade da mão-de-obra (OLSON, 1982).

Deficiências dos setores de suprimentos e de planejamento, como a falta de uma programação de compras, pouca ou nenhuma sistematização e documentação de tarefas e pulverização de responsabilidades pelas atividades de controle do recebimento de materiais, de produção e recebimento de serviços, têm sido relacionadas a problemas dos sistemas de comunicação da empresa (FORMOSO & FRUET, 1993; FORMOSO et al, 1993; HEINECK et al, 1995; PALACIOS, 1994).

A literatura aponta a importância da quantidade e qualidade das informações que suportam o processo decisório relacionado com o processo de planejamento. Uma pesquisa realizada com gerentes de produção de empresas de construção de pequeno porte – os quais, na grande maioria dos casos, são os responsáveis pelo planejamento operacional das obras, acumulando freqüentemente funções na direção e nos setores de projeto, produção e compras – aponta a comunicação entre a administração e o canteiro como um dos principais problemas enfrentados pelos mesmos na operação da empresa (FORMOSO & FRUET, 1993).

Para que o responsável pelo planejamento tenha sucesso em sua missão, devem ser observados quatro fatores (LAUFER & TUCKER, 1988): a) a facilidade de acesso às informações, b) o tempo disponível para a realização do planejamento, c) o conhecimento de técnicas e a experiência prática no processo de tomada de decisão e d) a autoridade e a responsabilidade pela implementação

dos planos. LAUFER & TUCKER (1987) apontam a integração entre os níveis hierárquicos do planejamento – estratégico, tático e operacional – como uma das maiores dificuldades do processo, justificada pelas próprias características dos empreendimentos de construção, cujas programações requerem freqüentes modificações, e agravada pela distância entre o escritório central e o canteiro de obras.

Somadas a esses problemas, a tendência à subcontratação de atividades especializadas associada aos avanços tecnológicos e a rápida evolução que têm experimentado tanto os materiais como os métodos e processos construtivos (FARAH, 1988) geram uma organização de obras cada dia mais complexa (MESEGUER, 1991) que traz consigo a necessidade de uma programação das atividades em canteiro melhor desenvolvida.

A presente dissertação tem como tema específico a programação de recursos. Realizada a partir do planejamento e controle da produção e dele componente, a programação de recursos pode ser observada durante qualquer etapa de execução em que se encontre a obra, visto que é função não apenas do planejamento inicial, mas também das atividades contínuas de acompanhamento e correção do mesmo (replanejamentos ou planejamentos parciais). Segundo SANTOS (1995), “a implementação de melhorias tende a ser mais fácil e tem um maior impacto nos ciclos ou trabalhos repetitivos”.

Quanto mais eficientes a programação e o abastecimento das obras, menor é a necessidade de improvisação no campo das compras (DRESSEL¹ apud PALACIOS, 1994) e na execução da obra, aumentando a qualidade do produto final. A não consideração dos recursos a serem disponibilizados para a produção traz como conseqüência direta a paralisação da obra pela falta de recursos e, indiretamente – devido à urgência com que o setor de suprimentos é requisitado – impossibilita o correto desempenho das funções de recrutamento, seleção, contratação e treinamento dos recursos.

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 individual de melhoria da qualidade das empresas em geral e de construção civil em particular (HARMON, 1993; PICCHI, 1993). Estudos realizados em empresas de construção americanas demonstraram que a pronta disponibilidade dos materiais e equipamentos no canteiro de obras pode representar um aumento de 6 % na produtividade da mão-de-obra. Economias de 10 a 12 % do custo total da construção podem ser alcançadas caso sejam empregados sistemas computadorizados (BELL & STUKHART, 1986).

¹ DRESSEL, G.. **Organización de la Empresa Constructora**. Tomo I. Barcelona: Editores Técnicos Asociados S.A., 1976. 263 p..

A melhoria da programação de recursos, assim como o melhor desempenho de outras funções de gestão da produção, pode ser possibilitada por uma melhoria no sistema de informação a ela associado, através do desenvolvimento de uma melhor integração entre os atores envolvidos (CARDOSO, 1993).

Em estudo de caso realizado por BERNARDES (1996), acerca do sistema de informação que dava suporte ao processo de PCP de uma empresa construtora de médio porte foram constatadas deficiências referentes ao processo de alocação e programação de recursos. Tendo sido verificadas solicitações de recursos feitas pela produção em caráter emergencial, constatou-se que o departamento de planejamento da empresa não realizava uma programação da alocação de recursos – mão-de-obra, materiais, componentes e equipamentos – mantendo-se isolada dos departamentos de compras, recursos humanos, depósito e produção, seja para a coleta de informações necessárias à elaboração da programação, seja para a divulgação de planos.

A identificação e a conscientização da empresa da necessidade de melhorias no seu sistema de comunicação apresenta dificuldades associadas, implicitamente, ao alto custo de implantação de recursos informáticos e ao longo prazo para a obtenção de benefícios, muitas vezes intangíveis (LAUDON & LAUDON, 1993). Considerados tais obstáculos, o estudo objetiva possibilitar a proposição de medidas interventivas de curto prazo e baixo custo na estrutura funcional do processo de PCP.

Atualmente, muitas ferramentas computacionais dirigidas às atividades de planejamento e programação estão disponíveis no mercado. Sendo a sua utilização grandemente difundida (FORMOSO & FRUET, 1993) em função do aumento da potencialidade e queda substancial dos custos dos computadores e da maior disponibilidade de mão-de-obra qualificada para a sua operação, as referidas ferramentas possibilitam, em geral, uma maior velocidade na execução dos cálculos realizados quando da etapa de preparação dos planos.

Não permitem, no entanto, a interpretação das informações qualitativas e subjetivas predominantes no processo de construção e que compõem o processo de planejamento, desempenhando de forma intuitiva e não estruturada, fortemente baseada na experiência do gerente (HENDRICKSON et al, 1987; MOSELHI & NICHOLAS, 1990).

A utilização bem sucedida de recursos computacionais está fortemente condicionada à eficiência do projeto do sistema de informação da empresa (BERNARDES, 1996), cuja obtenção é um dos objetivos do método proposto pelo estudo.

1.2 CONTEXTO

Sendo uma seqüência natural do trabalho realizado por BERNARDES (1996), esta dissertação pretende contribuir para a melhoria do desempenho do processo de programação de recursos, a partir da identificação de suas deficiências e posterior proposição de melhorias. BERNARDES (1996) desenvolveu e aplicou um método de análise do processo de planejamento e controle da produção com base na avaliação do seu fluxo de informação. Neste método, o fluxo de informação era quantificado e analisado com o auxílio de uma ferramenta de coleta de dados baseada no registro – em planilhas – das informações trocadas pelos envolvidos no processo de planejamento e controle da produção.

Esta dissertação foi desenvolvida paralelamente à execução do Subprojeto Proposta de Intervenção no Processo de Planejamento da Produção de Empresas Construtoras, integrante do Projeto Gestão da Qualidade na Construção Civil proposto pelo NORIE (Núcleo Orientado pela Inovação da Edificação) da UFRGS e financiado pela FINEP através do Programa Habitare. Este subprojeto, com prazo de realização previsto para dois anos, visa à melhoria do desempenho do processo de PCP em empresas de construção, através da identificação das principais deficiências do processo e da implementação de um sistema de PCP adequado a cada empresa.

O subprojeto está estruturado em cinco etapas: diagnóstico do processo de PCP; intervenção parcial com ênfase na programação de recursos; avaliação da intervenção parcial; intervenção global no processo de PCP e avaliação da intervenção global. A presente dissertação foi desenvolvida durante a realização das 3 primeiras etapas do subprojeto.

1.3 OBJETIVOS E HIPÓTESES DO ESTUDO

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta dissertação é desenvolver, com base em estudos de caso, um método de intervenção dirigido ao processo de programação de recursos de empresas construtoras de pequeno porte a partir do diagnóstico e da proposição de melhorias do sistema de informação (SI) a ele associado.

O direcionamento do estudo a empresas construtoras de pequeno porte é sustentado:

- Por sua grande participação no setor – mais de 90 % das empresas no Brasil são de pequeno porte (SEBRAE, 1992);

- Por sua baixa capacidade de investimento em tecnologia (MOSELHI & NICHOLAS, 1990);
- Por elas apresentarem uma estrutura organizacional diferenciada, na qual não há um a clara definição das funções exercidas pelos funcionários (SALDANHA, 1991; FORMOSO & FRUET, 1993), fator dificultante para a realização de um melhor PCP; e
- Por elas não costumarem realizar o planejamento do abastecimento das obras, cuja inexistência ou má qualidade apresenta-se como a causa da maioria dos problemas apresentados em obra, entre eles o não cumprimento da programação da produção (PALACIOS, 1994).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Contribuir para a caracterização do fluxo de informação que respalda os processos de PCP e de programação de recursos de empresas construtoras de pequeno porte;
- Propor um modelo de SI que suporte o processo de programação de recursos; e
- Desenvolver método para o cálculo da abstinência no registro dos dados pela ferramenta de coleta de dados baseada na aplicação de planilhas desenvolvida por BERNARDES (1996) e, paralelamente, verificar o efeito da presença do pesquisador na quantidade de informações coletadas.

1.3.3 Hipóteses de trabalho

O presente trabalho tem as seguintes hipóteses de trabalho:

- a) Hipótese geral: um método de intervenção direcionado ao SI do processo de programação de recursos, com propostas de curto prazo e baixo custo, resulta na melhoria da eficiência do processo de PCP.
- b) Hipóteses específicas:
 - A ferramenta de coleta de dados baseada na aplicação de planilhas desenvolvida por BERNARDES (1996) para o diagnóstico do processo de PCP é aplicável a empresas de pequeno porte;

- O método de intervenção possibilita uma mais eficaz disponibilização dos recursos para a obra, a ser indicada pela redução do número de solicitações emergenciais de recursos – solicitações em que o prazo mínimo necessário à disponibilização dos recursos não foi atendido; e
- A presença do pesquisador influencia significativamente a quantidade de informações coletadas pela ferramenta de coleta de dados baseada na aplicação de planilhas (BERNARDES, 1996).

1.4 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa encontra-se esquematizado na Figura 1.1. Inicialmente, numa fase de aquisição de conhecimento, foi realizada revisão bibliográfica dirigida aos temas análise de sistemas, sistemas de informação e programação de recursos. A partir dos fundamentos adquiridos na etapa de revisão, foi proposto um modelo do SI do processo de programação de recursos e definida a sua forma de implementação, os quais, coligidos na fase de formulação do método, compuseram o método de intervenção proposto.

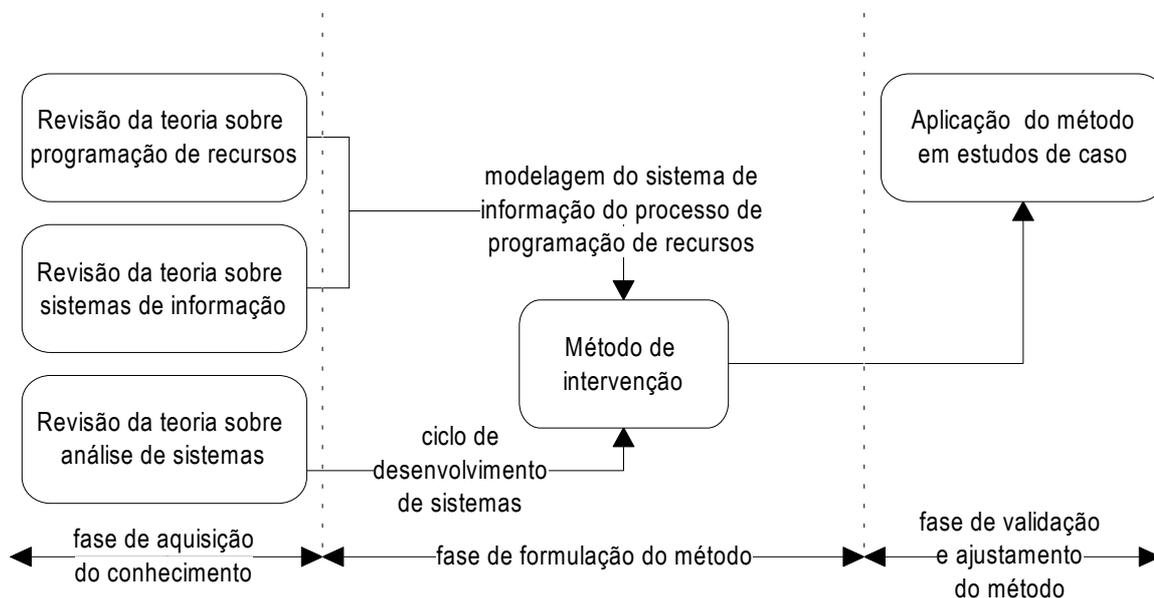


Figura 1.1 – Método de pesquisa

O desenvolvimento do método de intervenção trouxe consigo a necessidade de uma fase de validação e ajustamento, realizada através da aplicação do mesmo em empresas construtoras através de estudos de caso. Deve-se salientar que não houve uma separação rígida entre as fases do trabalho, tendo ocorrido, em determinados momentos, a sobreposição de atividades entre as fases.

O método foi aplicado em 8 (oito) empresas gaúchas – 2 (duas) de Porto Alegre/RS e 6 (seis) de Santa Maria/RS – conveniadas ao NORIE (Núcleo Orientado pela Inovação da Edificação) da UFRGS, as quais participavam da execução do Subprojeto Proposta de Intervenção no Processo de Planejamento da Produção de Empresas Construtoras.

Visando à validação e ao ajuste do método, sua aplicação foi realizada inicialmente em uma única empresa (de Porto Alegre) no intuito de gerar informações que pudessem refinar a linha de ação a ser aplicada nas demais empresas ao longo do subprojeto. As alterações realizadas no método foram estendidas às empresas subseqüentes, as quais iniciaram paralelamente a aplicação do método 4 meses após o início do primeiro estudo de caso.

Nesse trabalho, será dada ênfase na descrição do estudo de caso inicial, sendo retratados os principais aspectos da aplicação do método. Alterações à parte, foram mantidas nos estudos de caso que se seguiram as linhas gerais do método em desenvolvimento, incluindo a realização da intervenção em três etapas bem definidas – diagnóstico, elaboração de plano de ação e intervenção – as quais são descritas mais adiante.

1.4.1 Grandes Etapas do Método de Intervenção

1.4.1.1 Diagnóstico

O diagnóstico abrangeu o processo de PCP como um todo, tendo sido dada ênfase, porém, na programação de recursos. A sua realização, visando à identificação da necessidade de mudanças, é essencial para a execução de uma proposta de intervenção.

Os dados para a realização do diagnóstico foram coletados através de três ferramentas: a entrevista, utilizada para o primeiro reconhecimento do funcionamento do processo a ser estudado e também na coleta de informações sobre questões pendentes (DAVIS & OLSON, 1987); a aplicação de planilhas proposta por BERNARDES (1996), utilizadas para a análise do fluxo de informação do processo de PCP, e a observação, para a coleta de informações não identificadas pelas duas primeiras ferramentas.

Esta etapa está relacionada aos objetivos específicos e aos testes das hipóteses específicas referentes à ferramenta de coleta de dados e à caracterização do fluxo de informação.

1.4.1.2 Elaboração das Medidas de Intervenção e do Plano de Ação

Após a realização do diagnóstico e a partir de um elenco de medidas interventivas baseadas na literatura, foram apresentadas propostas alternativas de modificação do processo à empresa, as quais foram avaliadas pelos funcionários envolvidos no estudo. Posteriormente, e também de forma participativa, foram definidas as diretrizes de mudança e o plano de ação para a implementação e avaliação do novo sistema.

1.4.1.3 Intervenção

Na etapa de intervenção foi implementado o conjunto de medidas adotadas pela empresa conforme o plano de ação definido. Nessa etapa, foram levantados os dados necessários à avaliação da intervenção, visando à realização do objetivo geral e do teste da hipótese principal do trabalho, ambos referentes aos desempenhos do SI e do processo de programação.

1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

O estudo limita-se ao projeto do SI da empresa que suporta os processos de planejamento e programação de recursos. A utilização de ferramentas de programação, táticas ou operacionais, tais como, linha-de-balanço, curvas de agregação de recursos, rede PERT/CPM, ou gráfico de Gantt, não é aprofundada pela dissertação.

O método de intervenção foi desenvolvido e proposto com o intuito de possibilitar sua aplicação em qualquer empresa de pequeno porte. No entanto, não se pretende tratá-lo como um conjunto de procedimentos estanque às particularidades existentes em todas as empresas (SANTOS, 1995). O método traz em seu bojo a eventual necessidade de ajustes, buscando o direcionamento aos resultados pretendidos e às condições impostas pela empresa, quando de sua aplicação.

A realização de uma intervenção sobre a programação de recursos, objeto do estudo, tem como requisito a realização dos planejamentos tático e operacional pela empresa, processos responsáveis pela alocação de recursos e definição das suas limitações.

Os benefícios pretendidos pela aplicação do método proposto também estão limitados pela política de seleção e avaliação dos fornecedores, sendo observadas sua capacidade de atendimento (prazo mínimo de entrega, qualidade do insumo, estoque para pronto fornecimento, preço, transporte, etc.) e, principalmente, seu desempenho (cumprimento das condições de contrato).

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

A dissertação está estruturada nos seguintes capítulos:

- Capítulo 2 – exposição de aspectos teóricos e práticos do processo de programação de recursos;
- Capítulo 3 – exposição de aspectos teóricos e práticos do SI associado ao processo de programação de recursos;
- Capítulo 4 – apresentação do método de intervenção proposto, seu seqüenciamento e nuanças;
- Capítulo 5 – descrição do estudo de caso inicial, objeto da aplicação do método apresentado no capítulo 4; e
- Capítulo 6 – exposição das conclusões a respeito da concretização e confirmação dos objetivos e hipóteses definidos no início do trabalho. São também apresentadas sugestões para o desenvolvimento de futuros trabalhos.

2 A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS

Este capítulo apresenta aspectos teóricos e práticos do processo de programação de recursos. Após situar a programação de recursos dentro do processo de PCP, são apresentados aspectos da disponibilização dos recursos de produção – recursos humanos e equipamentos – e dos materiais. Apesar de trazerem implícitas considerações semelhantes quanto à satisfação de suas demandas na produção, recursos de produção e materiais serão apresentados separadamente. A distinção é motivada pela diferenciação em suas lógicas de gestão e processo de disponibilização (*procurement*).

2.1 PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS: SUBPROCESSO DO PCP

2.1.1 O Processo de PCP

LAUFER & COHENCA-ZALL (1990) definiram o planejamento como o processo de tomada de decisão que visa à determinação, antes do início da construção, do que deve ser feito, da prescrição de como cada tarefa deve ser desenvolvida, da seqüência e tempo de execução, da definição dos recursos requeridos e de seu custo para a empresa. Assim, enquanto processo fundamental no gerenciamento da construção, o planejamento torna-se uma atividade de grande importância para o desempenho das empresas construtoras (LAUFER & COHENCA-ZALL, 1990; LAUFER & TUCKER, 1987).

O planejamento deve gerar respostas às seguintes questões (LAUFER & TUCKER, 1987):

- O que deve ser feito (atividades);
- Como as atividades devem ser desempenhadas (métodos);
- Quem deve realizar as atividades e com que meios (recursos); e
- Quando devem as atividades ser desempenhadas (seqüência e momento).

Segundo LAUFER & TUCKER (1987), o planejamento tem como objetivo auxiliar o gerente a realizar suas funções fundamentais: a) orientar a ação, ou seja, direcionar antecipadamente as partes envolvidas na produção para o alcance da implementação das etapas de um empreendimento; b) coordenar e harmonizar as várias entidades envolvidas na construção do empreendimento, reduzindo conflitos gerados pela divisão de espaços e tempo; c) controlar a produção, ou seja, avaliar o

desempenho do planejamento realizado e corrigi-lo em caso de desvios, através dos padrões de desempenho fixados pelo planejamento e contra os quais o progresso do empreendimento pode ser mensurado e analisado; e d) realizar previsões acerca do desempenho do empreendimento (prazo, preço, fluxo de caixa, etc.), através da análise de informações coletadas em experiências passadas, que possam ser utilizadas como instrumento de tomada de decisão.

2.1.1.1 O Ciclo do Processo de PCP

Segundo LAUFER & TUCKER (1987), o ciclo do processo de PCP envolve cinco fases (Figura 2.1): o planejamento do processo de planejamento; a coleta de informações; a preparação de planos; a difusão das informações e a avaliação do processo de planejamento.

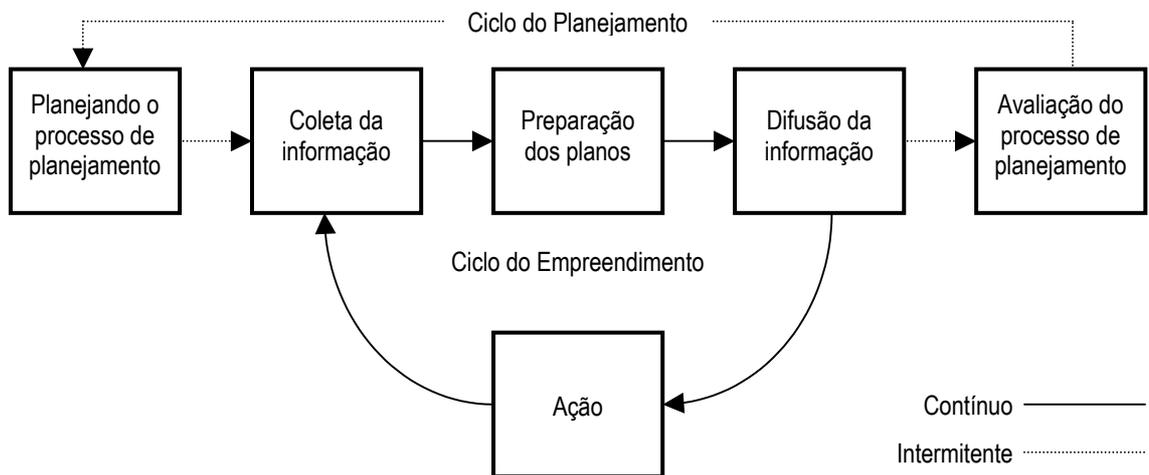


Figura 2.1 – Fases do ciclo de PCP (Fonte: LAUFER & TUCKER, 1987)

A primeira e a última fase do ciclo têm um caráter intermitente, ocorrendo em períodos específicos na empresa construtora, quando do início e término do ciclo de um empreendimento, respectivamente. As fases intermediárias, no entanto, são realizadas contínua e repetidamente ao longo de toda a construção, existindo porém um maior esforço no primeiro ciclo, referente à formulação do plano inicial da obra.

Na primeira fase, são tomadas decisões relativas ao planejamento que será efetuado: seu horizonte, nível de detalhamento, freqüência de replanejamento e grau de controle a ser efetuado.

Na segunda fase, ocorre a coleta das informações necessárias à elaboração dos planos. No caso do plano inicial, são coletadas informações que caracterizarão todo o processo de produção do

empreendimento. Iniciada a construção, a fase de coleta de informações passa a enfatizar os recursos consumidos e metas alcançadas.

Na fase de preparação dos planos são tomadas decisões baseadas na avaliação das informações coletadas na fase anterior, em geral auxiliadas pela utilização de técnicas de planejamento e programação de recursos, como diagrama de Gantt, técnicas de rede, linha de balanço, entre outras. No momento da decisão, o planejamento tem embutida a incerteza do resultado de sua concretização, sendo possível unicamente a análise dos riscos contidos na decisão.

A fase de difusão das informações é a responsável pela comunicação dos planos, com formato e conteúdo definidos de acordo com o usuário a que se destinam.

A fase de ação corresponde à implementação dos planos. O controle do progresso da implementação dos planos gera as informações que são utilizadas para atualizar os planos e preparar relatórios sobre o desempenho da produção (LAUFER & TUCKER, 1987; FORMOSO, 1991).

Na fase de coletas de dados, uma vez iniciada a fase de execução, são reunidas informações que possibilitam a identificação de desvios na realização dos planos iniciais ocorridos na etapa de ação. Esses desvios podem se relacionar a três tipos de riscos a que o planejamento está sujeito (LAUFER & TUCKER, 1987):

- a) Risco conceitual – resultante de uma formulação imperfeita do problema, assumindo hipóteses falsas ou escolhendo alternativas com base em critérios de decisão incorretos;
- b) Risco administrativo – resultante de falhas gerenciais na implementação do plano realizado; e
- c) Risco ambiental – resultante de mudanças ambientais não previstas, as quais podem invalidar mesmo aqueles planos bem concebidos e implementados.

A incerteza sobre o futuro é uma característica comum à maioria dos problemas envolvendo planejamento, já que grande parte do conhecimento dos seres humanos usado por antecipação é qualitativo, incerto e parcial (FIKSEL & HAYES-ROTH apud FORMOSO, 1991). A avaliação dos desvios ocorridos na implementação dos planos passados, durante a elaboração dos planos atuais, permite a redução da incerteza associada à construção do empreendimento, através de uma melhor consideração dos riscos conceituais, administrativos e ambientais a que o planejamento da produção e a programação de recursos estão submetidos. Permite-se, assim, a realização de planos mais confiáveis, cuja implementação deve ser monitorada em regime contínuo.

O ciclo de replanejamento e controle segue indefinidamente até o término da execução, após o que se realiza a última fase do ciclo de planejamento, correspondente à avaliação do desempenho do processo como um todo, a qual serve de base para o desenvolvimento do planejamento dos empreendimentos seguintes.

2.1.1.2 Os Níveis de Planejamento

O ciclo de desenvolvimento do planejamento exposto no item 2.1.1.1 ocorre em três níveis, estratégico, tático e operacional, cada qual responsável por uma diferente parcela do planejamento (LAUFER & TUCKER, 1987; SHAPIRA & LAUFER, 1993; DAVIS & OLSON, 1987).

No nível estratégico, o planejamento da produção envolve a definição do escopo e das metas a serem alcançadas pelo empreendimento quanto a fatores como qualidade, custo e tempo. É geralmente desempenhado pelo proprietário da empresa, auxiliado ou não pela alta gerência.

O planejamento no nível tático é responsável pela seleção e definição de quais e quantos recursos devem ser usados para alcançar as metas definidas pelo planejamento estratégico, assim como a sua forma de aquisição e organização (seqüência e momento de aplicação) para a estruturação do trabalho. A média e alta gerências são, geralmente, as responsáveis por essa função.

O nível operacional é responsável pela seleção, no curto prazo, do curso das operações de produção necessárias ao alcance das metas. Essa atividade é realizada, em geral, pela média gerência com o auxílio da gerência operacional.

LAUFER & TUCKER (1987) citam a consistência entre as decisões tomadas nesses três níveis como uma das principais dificuldades do planejamento, agravada pela grande freqüência com que os planos precisam ser atualizados na construção e pela distância que separa o escritório da obra.

2.1.2 A Programação de Recursos

Existe muita confusão quanto ao significado do termo planejamento. O planejamento da obra é freqüentemente confundido pelos gerentes com a sua programação – determinação dos marcos temporais para a realização de ações definidas pelo planejamento – ou, ainda, com a aplicação pura das técnicas de programação. Quando se fala de planejamento, a atenção está centrada, principalmente, nessa ordem, nas previsões de custo e de tempo associados à conclusão dos serviços, além da alocação de recursos (LAUFER & TUCKER, 1987; SYAL et al, 1992).

A alocação de recursos – maneira como os recursos de produção são distribuídos e utilizados – é definida a partir da utilização de técnicas de programação. Ressalte-se que o problema de pesquisa abordado por esse trabalho envolve não a alocação de recursos, mas a programação da disponibilização dos recursos alocados quando da sua efetiva necessidade na linha de produção.

Dentre as três mais importantes metas propostas a um empreendimento – custo, tempo de conclusão e qualidade, o tempo é aquela percebida como mais influenciável pela habilidade do gerente. A ênfase dada às técnicas de programação deve-se, além da formação característica dos engenheiros civis, à sua associação com computadores (LAUFER & TUCKER, 1987).

MASON², citado por LAUFER & TUCKER (1987), lembra que a introdução de técnicas de programação oferecidas em pacotes computacionais acentua ainda mais esse enfoque. Isto se deve à falsa impressão de que as técnicas de programação evoluíram paralelamente à evolução da informática. Segundo OLIVEIRA (1994), os diversos pacotes computacionais destinados a auxiliar o PCP apenas visam facilitar a utilização de técnicas tradicionais de planejamento, como redes, manipulando as informações como precedências e durações que resultam do planejamento.

A problemática envolvendo a priorização dada à alocação dos recursos de produção em prejuízo da sua programação é bem explicada por RIGGS (1987): “Na maioria dos modelos de planejamento, uma vez que a previsão dos recursos é aceita como razoavelmente precisa, demandas previstas são tratadas como certezas”.

Essa assertiva é válida para o planejamento de atividades através da técnica CPM (*Critical Path Method* – Método do Caminho Crítico). A criação desta técnica foi direcionada para projetos em que normalmente há um controle central sobre os recursos a serem alocados. Tal característica, no entanto, não existe nos empreendimentos de construção, especialmente se considerado o aumento do papel dos subcontratados na indústria (FORMOSO, 1991).

CPM considera primordialmente limitações relacionadas à tecnologia, segurança e espaço de trabalho, não enfatizado os recursos requeridos pelas atividades (LAUFER & TUCKER, 1987). A pouca importância dada à disponibilidade futura dos recursos em geral resulta na criação de planos inviáveis, já que os recursos necessários à sua implementação podem exceder os recursos disponíveis e/ou podem não estar distribuídos uniformemente ao longo da obra. Dessas possibilidades decorre a necessidade da programação dos recursos – manutenção das necessidades de recursos dentro dos

² MASON, D.. **The CPM Technique in Construction**: a critique. In: Transactions of the American Association of Cost Engineers, p. E.2.1-E.2.10. Montreal: 1984.

limites disponíveis, na impossibilidade do oportuno aumento destes limites – e do nivelamento dos recursos – uniformização das necessidades de recursos ao longo da obra (BRAND, MEYER & SHAFFER, 1964).

BAKER & SHAFFER (1965) dividem a aplicação da técnica CPM em duas etapas independentes, denominadas planejamento e programação das atividades. À primeira etapa corresponde a estrutura lógica de construção da rede, ou seja, a seqüência e relacionamento entre as atividades, não sendo abordadas decisões quantitativas. Na segunda etapa, são realizados os cálculos referentes à implementação da rede, sendo trabalhados apenas os aspectos quantitativos.

O problema de nivelamento dos recursos está diretamente ligado à programação das atividades. A determinação dos momentos de início e fim das atividades – através da consideração das folgas e tempo disponível de execução para as atividades que não estão no caminho crítico, em função das atividades críticas – permite a execução seqüencial, e não paralela, de atividades que requerem recursos semelhantes, reduzindo, assim, picos de consumo desses recursos (BAKER & SHAFFER, 1965).

O problema de programação de recursos, por outro lado, está relacionado à etapa de planejamento das atividades. A formulação da estrutura lógica da rede deve considerar e satisfazer diretamente a disponibilidade dos recursos. Uma atividade não pode ser iniciada até que todos os seus recursos estejam disponíveis no momento de utilização. Tal disponibilidade influencia fortemente a duração, o custo e a continuidade do progresso de qualquer empreendimento. Decisões de seqüenciamento limitadas pela disponibilidade de recursos requerem uma equipe de planejamento experiente e conhecedora das políticas de suprimentos da empresa (POPESCU, 1976).

A programação dos recursos materiais não é, em geral, desempenhada em conjunto com a programação dos recursos de produção – recursos humanos e equipamentos. Dado o seu aspecto tático de definição da capacidade produtiva da empresa, a disponibilização dos recursos de produção é considerada quando da realização do planejamento no nível tático.

A programação dos recursos materiais é, salvo exceções de caráter estratégico, realizada em função do planejamento operacional (PALACIOS, 1994). O sistema que o suporta é denominado sistema de gerenciamento de materiais (*Materials Management System* – MMS), sendo definido como o sistema para planejamento e controle de todos os esforços necessários para garantir que a quantidade e qualidade corretas de materiais sejam adequadamente especificadas, obtidas ao menor custo total (diretos e indiretos) e disponíveis quando necessários (BERNOLD & TRESELER, 1991).

2.2 A DISPONIBILIZAÇÃO DOS RECURSOS

2.2.1 Categorias de Recursos

Segundo LÓPEZ, BARCIA & GAUTHIER (1996), os recursos podem ser divididos com base em quatro critérios de classificação: natureza, função, nível de disponibilidade e importância de cada recurso. De acordo com sua natureza, os recursos podem ser financeiros, humanos, equipamentos e materiais. Esta categoria pode, por sua vez, ser subdividida de acordo com a função desenvolvida. Por exemplo, dentro da categoria equipamentos, pode-se ter equipamentos de transporte vertical, transporte horizontal, segurança, etc..

LÓPEZ, BARCIA & GAUTHIER (1996) citam que os recursos podem ser limitados de quatro formas: pela oferta de mercado, por restrições técnicas, por restrições espaciais e pelo custo. A limitação imposta pela oferta é percebida nos recursos escassos e de difícil obtenção no mercado. As limitações de ordem técnica estão relacionadas a questões tecnológicas de capacidade produtiva, *modus operandi*, etc..

As restrições espaciais dizem respeito à disponibilidade de espaço físico para o estoque, transporte e manuseio de um recurso, seja humano, equipamento ou material.

Canteiros de obra em que a construção ocupa completamente o terreno ou uma alta porcentagem deste, possuindo acessos restritos, são os mais freqüentes nas áreas urbanas das cidades, especialmente nas áreas centrais (ILLINGWORTH, 1993). Quando o *layout* do canteiro estabelece restrições para as decisões sobre os sistemas de movimentação e armazenamento dos recursos – constituindo-se em um dos principais determinantes da eficiência desses sistemas – sua determinação deve considerar quais recursos serão utilizados e, principalmente, em que ordem, avaliando a sua entrada e tempo de armazenamento na obra (SCHROEDER, 1993).

Assim, sendo a programação das atividades base para o *layout* da construção, TOMMELEIN (1995) aponta que a ineficiência da logística do canteiro é causada por vários fatores, entre eles a incerteza, durante o planejamento, acerca de quando e em que quantidade serão utilizados os recursos, assim como, no caso dos materiais, com qual tipo de embalagem e quais serão os meios de transporte empregados.

O quarto tipo de limitação, a limitação por custo, merece um destaque especial. O custo total de um empreendimento é composto pela soma de seus custos diretos – relacionados à aplicação dos recursos humanos, equipamentos e materiais – e indiretos – referentes às despesas gerais de

manutenção da estrutura de suporte à produção, entre as quais o tempo absorvido pela manutenção de recursos humanos e equipamentos na obra, além da manutenção de estoque. Por ser um recurso de suporte, o recurso financeiro condiciona a utilização das demais categorias de recursos: mão-de-obra, equipamentos e materiais.

O gerenciamento dos recursos financeiros é igualmente 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 (LOWE & LOWE, 1996). O sistema de pagamentos em que os recursos financeiros são liberados de acordo com o andamento da obra, usual na construção civil, torna a programação de pagamentos imprecisa, seja para o construtor, seja para o cliente. Desta forma, a previsão de disponibilidade de recursos financeiros ao longo da obra, ou seu fluxo de caixa, é geralmente deficiente.

Pacotes computacionais orientados para esta função geralmente focam as necessidades do construtor, avaliando seu desembolso a partir da programação das atividades e respectiva atribuição de custos. As informações referentes à entrada de recursos financeiros oriundos do cliente, apesar de necessárias, normalmente não estão disponíveis (LOWE & LOWE, 1996).

Uma categoria de recurso não considerada por LÓPEZ, BARCIA & GAUTHIER (1996) é o recurso tempo. Apesar de não referido como recurso ao longo da bibliografia consultada, desde que a maior ou menor duração de um empreendimento influencia no consumo de recursos financeiros, a relação do recurso tempo com os recursos financeiros passa a ter grande relevância, principalmente levando em conta as altas taxas de juros praticadas no país. Em geral, à medida que se reduz o tempo de duração de uma atividade ou de uma obra como um todo, tende a aumentar a proporção dos custos diretos – pelo incremento no patamar tecnológico necessário ao aumento da produtividade – em contraposição à diminuição dos custos indiretos.

Quando da realização de um primeiro orçamento e estudo de viabilidade do empreendimento, o construtor, através da consideração das funções custo direto e indireto da obra, procura determinar a relação custos *versus* tempo de execução que melhor se ajuste às limitações de custo e tempo impostas pelo empreendimento (LAPTALI, WILD & BOUCLAGHEM, 1996; LOWE & LOWE, 1996).

A relação do recurso tempo com os recursos financeiros não refere-se apenas ao custo de produção, estando também ligada à entrada de recursos financeiros no caixa da obra, já que as condições de oferta e procura apresentadas pelo mercado possuem uma característica sazonal. Dessa forma, é necessária a consideração de qual o momento adequado para o lançamento do

empreendimento no mercado para a captação de recursos, assim como do prazo de entrega – conseqüentemente, da duração da execução da obra – pretendido pelo cliente.

Apesar da importância apresentada pelos recursos financeiros e pelo tempo, suas características e relações com os demais recursos não serão aprofundadas ao longo do trabalho, sendo sua disponibilização entendida como condição básica ao desempenho da produção.

Na literatura que trata da resolução de problemas de alocação de recursos (BAKER & SHAFFER, 1965; PERERA, 1983; AHUJA & ARUNACHALAM, 1984) o termo recurso remete, em geral e implicitamente, às categorias equipamentos e mão-de-obra, freqüentemente denominados recursos de produção.

Os recursos de produção diferenciam-se dos recursos materiais – doravante denominados apenas materiais – por fazerem parte da estrutura produtiva da empresa, responsável pelos processos de transformação dos materiais e agregação de valor ao produto final. Por estarem os recursos humanos, equipamentos e materiais diretamente relacionados à atividade produtiva e pela racionalidade em sua aplicação ser responsável pelos níveis de produtividade da empresa, BASTOS (1988) atribui a essas três categorias de recursos a relevância de recursos produtivos críticos. Associada à gestão eficiente dos recursos de suporte, recursos financeiros e tempo, a eficiência na aplicação dos recursos produtivos críticos possibilita o sucesso da empresa situada em um mercado competitivo.

2.2.2 Recursos Financeiros

Considerando-se 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 (LOWE & LOWE, 1996), tais como:

- a) A forma de contrato que, estipulada pelo cliente ou pelo construtor, pode gerar impactos no fluxo de caixa, como, por exemplo, adiantamentos de pagamento para fins de mobilização, percentuais do pagamento retidos pelo cliente como forma de garantia de um desempenho satisfatório do cliente, mecanismos de reajuste para compensação da inflação, etc.. Este é o fator que mais influencia o perfil de disponibilidade dos recursos financeiros, sendo facilmente identificado e modelado pelo construtor;
- b) A programação das atividades, cujo seqüenciamento e velocidade de execução exercem claro efeito sobre o fluxo de caixa. Em algumas formas de contrato, as atividades são as geradoras dos

desembolsos e promotoras do mecanismo de pagamento. A sua influência é tão mais facilmente identificável quanto mais adiantada estiver a execução do empreendimento, visto que a programação das atividades sofre freqüentes mudanças no decorrer da obra;

- c) A formação de preços, ou seja, a forma como o construtor estrutura os preços dos serviços em uma proposta de execução. Esta modificação proposital na composição dos custos de serviços que fazem parte de uma proposta ocorre devido a fatores de custos próprios da empresa. Através de manipulação dos valores, a empresa consegue gerar um maior desembolso relativo por parte do cliente em determinados períodos da obra. Tal influência é difícil de ser prevista;
- d) A avaliação do nível de execução dos serviços, negociada entre os fiscais do construtor e do cliente. Este fator tem pouca influência sobre o perfil do fluxo de caixa e também é de difícil consideração;
- e) As flutuações nos preços dos recursos, as quais podem ser estimadas, porém com baixo nível de precisão; e
- f) Acréscimos de tempo e/ou custo de execução, causados por alterações de projeto, problemas no canteiro, adversidade do clima, falhas de construção, etc.. Estas ocorrências são de difícil previsão, mas em alguns dos casos, são controladas pelos construtores e clientes.

No caso das obras incorporadas com recursos próprios, ou seja, em que o responsável pela execução do empreendimento é também o seu promotor, fatores que determinam a inserção de recursos, tais como os itens a), c) e d) acima, podem ser desconsiderados. O perfil de disponibilidade financeira da obra passa a sofrer influência do eventual redirecionamento de investimentos internos – motivado, por exemplo, pela coordenação da execução físico-financeira entre outros empreendimentos – e da entrada de recursos financeiros promovida pela venda do empreendimento.

2.2.3 Recursos de Produção

Os métodos heurísticos de alocação de recursos e aqueles baseados em procedimentos de otimização como a programação linear baseiam-se no princípio da disponibilidade futura dos recursos. AHUJA & ARUNACHALAM (1984), em artigo que levanta a consideração dos riscos associados à alocação de recursos, 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 arrolaram os fatores que podem trazer a incerteza à disponibilidade dos recursos (Figura 2.2):

- a) Incerteza quanto à liberação de recursos em utilização – os recursos próprios da empresa normalmente encontram-se em utilização 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 falhas na previsão das taxas de produtividade da mão-de-obra cujo conhecimento, segundo HERBSMAN & ELLIS (1990), tem seu mais importante campo de aplicação na alocação e programação de recursos;

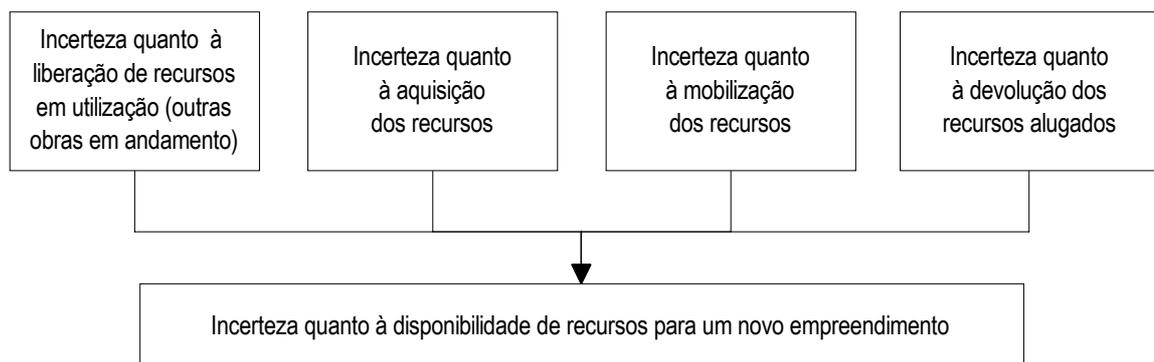


Figura 2.2 – Fontes de incerteza quanto à disponibilidade de recursos para um novo empreendimento (Fonte: AHUJA & ARUNACHALAM, 1984).

- b) Incerteza quanto à aquisição dos recursos – a entrega de materiais ou equipamentos pelo fornecedor ou fabricante no prazo combinado pode ser incerta, assim como a própria disponibilidade do item no mercado. Caso o recurso necessitado seja mão-de-obra, também é incerta a sua data de ingresso na empresa, por ser submetida a um processo de recrutamento, seleção e contratação;
- c) Incerteza quanto à mobilização dos recursos – estando já adquiridos ou contratados os recursos e estando eles desvinculados de outros empreendimentos, há ainda o risco de sua mobilização não ser feita na data planejada; e
- d) Incerteza quanto à devolução dos recursos alugados – no caso da empresa possuir recursos próprios alugados ou temporariamente cedidos a terceiros, há ainda a incerteza da sua devolução no prazo inicialmente previsto.

A consideração da disponibilidade dos recursos durante a fase de programação pode ser resumida basicamente na resposta a duas perguntas: quando e quantos recursos estão disponíveis. AHUJA & ARUNACHALAM (1984) 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 (PENNONI, 1989), dentro dos parâmetros de tempo e custo inicialmente definidos.

A incerteza associada à disponibilidade dos recursos pode ser nivelada de acordo com o grau de comprometimento da fonte do recurso (AHUJA & ARUNACHALAM, 1984), seja ele um outro serviço, uma outra obra da empresa ou ainda um fornecedor externo.

Um tipo de recurso pode ter a maior ou 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.

AHUJA & ARUNACHALAM (1984) propuseram um modelo de alocação de recursos que envolve a consideração sobre o nível de certeza da disponibilidade do recurso e do custo em que esta certeza pode implicar. Considerando-se que a maioria dos construtores costuma empregar equipamentos próprios e arrendados e que a alocação de recursos tem como uma de suas metas a minimização do custo do empreendimento, há o interesse em que sejam utilizados, preferencialmente, os recursos próprios da empresa ao invés de recursos alugados externamente (KARAA & NASR, 1986). Para formulação do modelo foi considerado que os recursos adquiridos ou contratados externamente são mais caros que os recursos internos, mas que, em contrapartida, oferecem uma maior garantia na sua disponibilidade.

Apesar de não abordadas por AHUJA & ARUNACHALAM (1984), considerações sobre a viabilidade da aquisição de recursos – aumentando a capacidade da estrutura produtiva da empresa – também devem ser elaboradas a fim de diminuir a carga de recursos alugados (KARAA & NASR, 1986). Apesar de desenvolvido considerando a alocação de recursos para um empreendimento ainda não iniciado, o modelo também pode ser utilizado como uma ferramenta para a oportuna tomada de ações corretivas em empreendimentos em andamento.

O nível de certeza da disponibilidade de recursos requeridos pode ser melhorado de duas formas: atrasando o início da obra ou da etapa a ser cumprida ou substituindo recursos próprios por recursos externos. O atraso da etapa de execução referente ao curso em estudo pode permitir, entretanto, um atraso na conclusão do empreendimento. Caso esse atraso possa infligir severas penalidades à empresa, deve-se considerar a opção de contratar recursos externos em substituição ou acréscimo aos recursos da empresa, até que estes atinjam um nível adequado de certeza em sua

disponibilidade. Havendo disponibilidade financeira, a decisão de internalizar recursos deve ser balizada por uma análise econômica, avaliados os custos dela decorrentes – entre eles, os custos do recurso, de sua mobilização e manutenção/estoque, sobretaxas e penalidades – e as taxas de atratividade possibilitadas pela aplicação do recurso financeiro em outros investimentos no mercado.

2.2.3.1 Recursos Humanos

A Indústria da Construção enfrenta uma severa deficiência de mão-de-obra qualificada em vários países, causada principalmente pelas condições de trabalho inferiores da Indústria da Construção em relação a outros setores industriais (KOSKELA, 1992). Somado a esta deficiência, o aumento crescente dos custos dos recursos humanos torna imperativo que as empresas sejam mais eficientes no uso desses recursos.

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 estáveis as equipes de produção. Isso evita a ociosidade dos operários, assim como a rotatividade devido à demissão e contratação de funcionários no decorrer da execução da obra. Mesmo a transferência de recursos humanos entre obras – prática comum no equacionamento do problema de oferta e demanda de mão-de-obra entre os empreendimentos da empresa – deve ser avaliada considerando a perda de tempo e produtividade inerente à integração do operário com o ambiente da obra.

A existência de um departamento pessoal ou, de forma mais abrangente, de um departamento de recursos humanos que realize atividades ligadas ao gerenciamento do quadro de pessoal como o planejamento das necessidades de recursos humanos, recrutamento, seleção, treinamento, avaliação, promoção, deslocamento e demissão dos empregados, é fortemente dependente do tamanho da empresa e de seu volume de vendas (ALBANESE, FERRIS & RUSS, 1991).

Dessa maneira, quando executadas, o desempenho de tais atividades em empresas de pequeno porte é geralmente distribuído entre pessoas responsáveis por outras funções. Na maioria dos casos, o responsável pelos recursos humanos reporta-se à alta gerência: o proprietário da empresa ou o diretor administrativo (ALBANESE, FERRIS & RUSS, 1991). PICCHI (1993) cita que a maior participação dos responsáveis pelos recursos humanos, pelo apoio aos setores de linha (em especial às obras) em todas as etapas do processo, pode trazer melhorias para o processo de suprimentos.

A urgência com que é realizada a solicitação dos recursos humanos 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 absenteísmo do setor (GRANDI³ apud PICCHI, 1993; SESI, 1991). A alta rotatividade traz 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 correções de trabalhos mal executados, atrasos de cronograma, perdas de materiais e outros (SILVA, 1986; SESI, 1991). Além disso, há um aumento na dificuldade do estabelecimento de padrões de produtividade a serem considerados para futuras programações de recursos.

Os trabalhadores da Construção Civil caracterizam-se por deter baixo grau de instrução formal e restrita qualificação profissional (SESI, 1991). O recrutamento de operários mais qualificados em um ambiente de oferta escassa, antes abundante, exige das empresas uma maior preocupação com o processo de recrutamento, utilizando meios mais modernos e dinâmicos para a divulgação de suas vagas. Por sua vez, a maior demanda pode tornar menos exigente o processo de seleção. De forma geral, a adequação do operário ao processo produtivo e a sua capacidade de trabalho só são avaliadas após sua inserção na produção, facilitando, assim, uma mais fácil frustração das expectativas da empresa acerca do seu desempenho e a sua conseqüente demissão (SCARDOELLI et al, 1994).

Em uma situação de demanda emergencial, caso se privilegie a realização em moldes satisfatórios das etapas de recrutamento, seleção e integração, invariavelmente o cronograma da obra cairá em atraso.

Uma forma de superar o problema de demanda dos recursos humanos sem contratar mão-de-obra adicional é a realização de horas extras. Um levantamento realizado em empresas paulistas pelo SINDUSCON/SP (SINDUSCON/SP⁴ apud PICCHI, 1993) revelou que o número médio de horas extras semanais é de 9,5 h, chegando a 12,8 h em empresas de maior porte e ocupações menos qualificadas. Cabe a observação de que a constância na utilização de horas extras denota a ausência de uma programação de recursos eficiente, pois seu alto custo justifica a contratação de novos operários.

³ GRANDI, S. L.. Fases do Desenvolvimento da Indústria da Construção no Brasil e as Transformações na Composição da Mão-de-obra. In: 9º ENCONTRO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO. **Anais**, p. 386-91. São Paulo: Instituto de Engenharia, 1988.

⁴ SINDUSCON/SP, Sindicato da Indústria da Construção Civil de Grandes Estruturas no Estado de São Paulo. **Perfil da Construção Civil, Diagnósticos e perspectivas das Empresas do SINDUSCON no Estado de São Paulo**: principais aspectos e resultados. São Paulo: SINDUSCON/SP, 1991.

Outra maneira de suprir a demanda de recursos e ao mesmo tempo evitar sua ociosidade, é o nivelamento da necessidade de recursos da produção pela formação de operários polivalentes (SESI, 1991).

Os recursos humanos demandados também podem ser supridos através de subcontratação e sua opção pode ser justificada por vários motivos. A manutenção no quadro da empresa de mão-de-obra necessária à execução de todas as etapas do empreendimento traz, invariavelmente, a ociosidade destes operários e de seus equipamentos associados (ASHFORD apud VILLACRESES, 1994), gerando um alto custo operacional.

A administração de um quadro de subcontratados que atuem em várias especialidades aumenta a flexibilidade estratégica da empresa, capacitando-a a adaptar-se com êxito a mudanças que possam ocorrer no mercado de trabalho. Entre os critérios de desenvolvimento dessa política está a subcontratação de empresas competitivas que satisfaçam às necessidades da empresa em processos construtivos ainda não desenvolvidos internamente de forma adequada (KRIPAEHNE et al apud VILLACRESES, 1994).

Deve se considerar que a atualização de subcontratados pode resultar na redução da qualidade da mão-de-obra e dificultar o controle sobre o processo de produção (FARAH, 1993). Além disso, o reduzido preço proposto pelas empresas que ofertam a mão-de-obra para atividades não especializadas – tipicamente microempresas ou autônomos, em sua grande maioria – é, muitas vezes, conseguido através da inobservância da legislação trabalhista e da sonegação dos encargos sociais, não sendo necessariamente, reflexo de sua eficiência produtiva (SESI, 1991).

VILLACRESES (1994) indica a integração ao quadro da empresa da mão-de-obra utilizada nas atividades básicas – responsáveis por grande parcela dos recursos humanos que a obra requisita – como opção para a melhor coordenação e controle de atividades. Apenas atividades especiais e pontuais devem ser direcionadas à mão-de-obra subcontratada. Exceções à regra, algumas empresas subcontratadas têm desenvolvido boas relações de parceria com seus contratantes, oferecendo trabalhos de melhor qualidade através de equipes racionalizadas alocadas permanentemente na empresa com garantia de condições de contrato especiais para a empresa (SESI, 1991).

2.2.4 Sistema de Gerenciamento de Materiais

Sendo geralmente negligenciado (OGLESBY, PARKER & HOWELL⁵ apud KOSKELA, 1992), 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 (BJÖRNSSON, 1976; BERNOLD & TRESELER, 1991).

Entre suas funções encontra-se a determinação das previsões de necessidades de cada um dos itens componentes do empreendimento, determinado a quantidade 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; BERNOLD & TRESELER, 1991). Algumas atividades do sistema de gerenciamento de materiais podem ser compartilhadas com outros setores, tais como a determinação do que fabricar ou comprar, o controle de estoques, a especificação dos materiais, etc. (DIAS, 1991; MESSIAS, 1983).

A questão mais complexa da programação de recursos é o planejamento de quando colocar os recursos à disposição ou em estoque, ou seja, quando o processo de compra deve ser iniciado e quando as entregas devem ser feitas de tal forma que o somatório dos custos do recurso financeiro investido, da aquisição e do estoque seja minimizado (BJÖRNSSON, 1976; BASTOS, 1988). Definidos os recursos a serem disponibilizados, a sua quantidade e momento de compra, só então é realizada a atividade de compra.

Segundo BJÖRNSSON (1976), poucos dos processos de tomada de decisão de uma empresa construtora possuem um alto grau de incerteza 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, etc..

BJÖRNSSON (1976) propõe um modelo de custos a ser aplicado ao processo de compras no intuito de reduzir sua incerteza e apontar estratégias preferenciais para sua realização. Não tendo sido apresentados resultados conclusivos, o modelo considera inúmeros fatores como:

- Custo de estoque: a estocagem em um canteiro de obras é uma função raramente linear. Em geral, para pequenas quantidades de material, uma boa superfície de madeira pode ser o suficiente. Já

⁵ OGLESBY, C. H.; PARKER, H. W.; HOWELL, G. A.. **Productivity Improvement in Construction**. New York: McGraw-Hill, 1989. 588 p..

para estocar grandes quantidades são necessários arranjos especiais na maioria das vezes. Assim, a função custo de estoque assemelha-se ao gráfico da Figura 2.3a;

- Custo de aquisição: também é uma função não contínua (Figura 2.3b), devido ao fato de que a possibilidade de obtenção de descontos varia com a quantidade que se está adquirindo; e
- Custo do recurso financeiro: refere-se ao recurso financeiro comprometido com o estoque. É uma função linear (Figura 2.3c).

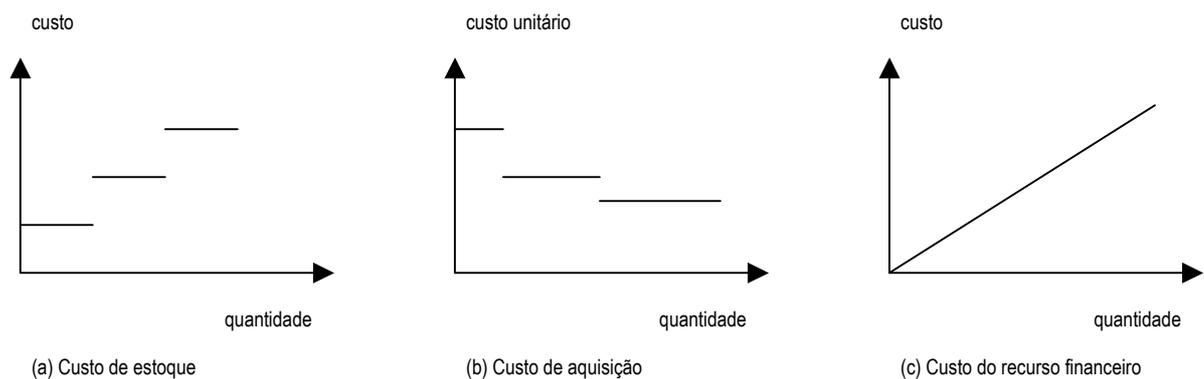


Figura 2.3 – Funções de custo no processo de aquisição (Fonte: adaptado de BJÖRNSSON, 1976)

BJÖRNSSON (1976) também expõe que a experiência e intuição são importantes para a decisão final da compra. Uma questão obscura no processo de decisão da compra é aquela relativa à tendência de preços futuros, visto que a maioria dos materiais está sujeita a flutuações de preço.

As técnicas de controle de estoques tradicionais privilegiam os aspectos do que e quanto comprar, não auxiliando, no entanto, no processo de decisão de quando comprar (BASTOS, 1988). As questões do que e quanto comprar têm pouca relevância para a construção; outras questões como tempo de entrega, confiabilidade, qualidade e preço são de suma importância e também devem ser consideradas na identificação da melhor oportunidade de compra (BERNOLD & TRESELER, 1991).

BJÖRNSSON (1976) coloca 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. A eficiência de um sistema de gestão de materiais pode ser mantida pelo desempenho relativo à sua capacidade de ajustamento às alterações do planejamento da produção, de modo a minimizar a imobilização de recurso financeiro em estoques, reduzindo o custo financeiro e evitando a falta de suprimentos adequados às necessidades do setor produtivo (BASTOS, 1988).

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, que controla os custos e o recurso financeiro investido (BASTOS, 1988). A produção e o estoque devem ser controlados em tempo real, a fim de garantir decisões adequadas, pela consideração do planejamento das metas da produção, quantidades econômicas de material em estoque, flutuação de preços de materiais e limitações financeiras da empresa (BERNOLD & TRESELER, 1991).

Na tentativa de suprir as deficiências dos sistemas de gerenciamento de materiais tradicionais surge o conceito de sistemas MRP (*Materials Requirements Planning*, Planejamento dos Requisitos de Materiais). Embora neste trabalho não seja apresentada uma análise profunda dos sistemas MRP, pode-se dizer que sua grande contribuição à gestão dos materiais é permitir a geração de ordens de fabricação ou compra em um horizonte de planejamento predefinido, corrigindo ou atualizando as solicitações de materiais de acordo com as oscilações da demanda impostas pelo processo produtivo (DIAS, 1991).

Isto é conseguido através da aplicação do conceito de demanda dependente vinculada à análise do aspecto tempo. A demanda de materiais na construção civil apresenta uma natureza dependente, isto é, existe uma relação de dependência entre a demanda dos vários itens de materiais que compõem o produto final ou intermediário do processo construtivo (BASTOS, 1988). Como exemplo, a demanda por areia é dependente da demanda por argamassa de assentamento que é dependente da demanda pelo produto alvenaria. O planejamento das compras é realizado através do escalonamento, no tempo, das demandas de materiais previstas no planejamento da produção.

O sistema MRP é composto de quatro subsistemas: a) o plano mestre de produção, que define as metas físicas e temporais da produção; b) a lista de materiais, que organiza a diversidade dos itens componentes do produto (final ou intermediário); c) o subsistema de estoque e d) o subsistema de planejamento das necessidades de recursos, núcleo do sistema MRP responsável pelo seu desempenho. Resulta da aplicação do sistema MRP a identificação do material (componente do item final), sua quantidade requerida, data de realização do pedido e data de sua disponibilização para a produção (BASTOS, 1988).

Os sistemas de gerenciamento de materiais devem também apresentar uma preocupação quanto aos fornecedores da empresa. FORMOSO & FRUET (1993) apontam que o atraso na entrega é visto pelos gerentes técnicos como o principal problema da etapa de compra de materiais, sendo, no entanto, um problema externo. O planejamento dos recursos e, por ascendência, das atividades, deve

adequar-se ao desempenho dos fornecedores. A falta de uma política de seleção e avaliação do mercado fornecedor adequado à sua demanda produtiva pode resultar no aumento da incidência de entregas fora do prazo previsto ou de entregas de materiais defeituosos ou em quantidades indevidas.

Situação corrente, as empresas de construção definem seus fornecedores com base no menor preço, ao invés de considerar o custo total relativo às opções de fornecimento que engloba os custos relativos a atrasos ou falhas no fornecimento, os quais podem superar, demasiadamente, o simples custo de aquisição (CAMPOS, 1992; JURAN & GRZYNA, 1991; PALACIOS, 1994; BERNOLD & TRESELER, 1991). O controle dos preços de materiais realizado durante a tomada de preços, apesar de importante (FORMOSO et al, 1986), deve ser realizado levando-se em conta o atendimento das necessidades daqueles que os utilizarão na etapa de produção (LUBBEN⁶ apud PICCHI, 1993; PALACIOS, 1994).

Apontando como uma estratégia que pode permitir a obtenção de vantagem competitiva, o desenvolvimento de fornecedores tem sido visto como uma forma oportuna de melhorar a relação custo *versus* benefício dos processos de obtenção de serviços de construção e projetos.

A relação de parceria entre o fornecedor e o cliente implica um contrato racional com relação à qualidade, quantidade, preço, termos de entrega e condições de pagamento. Essa relação permite a obtenção de vantagens por ambas as partes. Para o construtor, a parceria pode diminuir a necessidade de recursos e seus custos de aquisição e estoque, além de permitir acordos quanto a prazos de entrega, a homogeneidade na produção e a melhoria na qualidade do produto final; para o fornecedor, a parceria pode oferecer um aumento nas vendas, assim como a relação mais estável com o mercado (COOK & HANCHER, 1990; CAMPOS, 1992; PICCHI, 1993).

A estratégia de redução do número de fornecedores apresenta vantagens como a redução da complexidade da gestão da empresa e a diminuição dos custos de administração dos responsáveis pelos suprimentos, entre aquelas já citadas (CAMPOS, 1992; PICCHI, 1993).

Os casos de exclusividade no fornecimento de recursos podem ser divididos em: a) quando o fornecedor é o único do mercado capaz de atender aos requisitos técnicos de um material ou b) quando um fornecedor, sendo o único responsável pelo fornecimento de determinado recurso na empresa, pode, no entanto, ser substituído (HALL⁷ apud PICCHI, 1993). Mesmo que o aumento da

⁶ LUBBEN, R. T.. **Just-in-Time**: uma estratégia avançada de produção. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

⁷ HALL, R. W.. **Excelência na Manufatura**: just-in-time, qualidade total, envolvimento total das pessoas. Série Qualidade e Produtividade. São Paulo: IMAN, 1988.

confiabilidade no suprimento gerado pela atualização de um único fornecedor seja benéfico à produção, a empresa deve possuir fornecedores alternativos no intuito de se garantir contra interrupções imprevistas no fornecimento (CAMPOS, 1992).

2.3 A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS E A NOVA FILOSOFIA DE PRODUÇÃO

A indústria manufatureira tem sido referência inicial para a criação de inovações tecnológicas na Indústria da Construção como, por exemplo, a industrialização, a integração por computador e a automação. Atualmente, há uma nova tendência em desenvolvimento na manufatura cujo impacto aparenta ser bem maior que o das primeiras iniciativas citadas, estando antes relacionada com uma nova filosofia da produção que com novas tecnologias (KOSKELA, 1992).

Sendo relativamente jovem e carente de estudos, o modelo conceitual da nova filosofia da produção não está ainda bem consolidado. KOSKELA (1992) abordou essa nova filosofia, a partir de sua relação com o JIT (*Just-in-Time*) e com o TQM (*Total Quality Management*), apresentando os conceitos que lhes foram herdados. Dadas a sua importância conceitual e influência no processo de produção, neste item faz-se uma breve exposição das implicações que a nova filosofia da produção traz ao processo de programação de recursos.

A filosofia de produção tradicional aborda o processo de produção como um processo de conversão, divisível ou não em outros tantos, em que são consideradas apenas as transformações pelas quais os insumos entrada do processo, materiais ou informação, passam, resultando em um produto.

Esse modelo não considera as chamadas atividades de fluxo – transporte, espera e inspeção – ocorridas entre as conversões. A filosofia de produção tradicional põe as atividades de fluxo de lado, por considerar o controle da produção e a melhoria do desempenho das atividades de conversão como as únicas formas de minimização dos custos da produção, visto que as atividades de conversão são agregadoras de valor ao produto, do ponto de vista do consumidor final (KOSKELA, 1992).

A concepção do sistema de produção como estabelecido pelo modelo de conversão não apenas negligencia, mas também deteriora a eficiência global das atividades de fluxo e, conseqüentemente, do sistema de produção como um todo. Apesar de geralmente não adicionarem valor ao produto final, as atividades de fluxo, assim como as de conversão, também consomem tempo, espaço e recursos. A nova filosofia da produção apresenta como principal diferenciação a consideração

conjunta das atividades de conversão e de fluxo no projeto, controle e melhoria dos sistemas de produção (KOSKELA, 1992).

2.3.1 A Programação de Recursos e as Atividades de Fluxo

Segundo KOSKELA (1992), a eficiência global do processo de produção é atribuível à eficiência das atividades de conversão e à quantidade e eficiência das atividades de fluxo. As atividades de conversão têm sua eficiência aumentada através da incorporação de novas tecnologias ao processo produtivo, aumento da capacidade produtiva, etc., ocorrendo freqüentemente de forma inovadora. A melhoria da eficiência das atividades de fluxo, no entanto, reside basicamente na sua redução ou eliminação, obtida usualmente de forma contínua e incremental.

O JIT, com sua idéia central de redução de estoques, levou à adoção de técnicas como a cooperação com fornecedores, incentivando o surgimento de estudos na área da programação de recursos tais como o MRP e MRP II – *Materials Requirements Planning* e *Manufacturing Resources Planning*, respectivamente (KOSKELA, 1992; BASTOS, 1988). Outras idéias fundamentais do JIT são a conceituação das perdas geradas por sua produção, espera, transporte, retrabalhos e estoque entre outras, e a sua possibilidade de eliminação através da melhoria contínua das operações, equipamentos e processos.

Situando a busca da eficiência da programação de recursos no campo da melhoria contínua, são discutidos a seguir os princípios levantados por KOSKELA (1992) para o projeto e melhoria do desempenho das atividades de fluxo que mais diretamente podem ser relacionadas ao processo de programação de recursos.

- Redução da parcela de atividades não agregadoras de valor

Apesar de não ser uma atividade agregadora de valor ao consumidor final, a programação de recursos adiciona valor aos clientes internos. A sua supressão ou mesmo a diminuição do seu nível de desempenho pode ser diretamente responsável pelo aumento na quantidade de atividades não agregadoras de valor (KOSKELA, 1992).

O desequilíbrio na disponibilidade dos recursos produtivos – sejam eles materiais, equipamentos ou mão-de-obra – previsto pela alocação de recursos não é benéfico ao processo produtivo. Recursos excedentes estarão, em geral, ociosos ou subempregados, caso não sejam realocados para outras tarefas, o que nem sempre é possível devido a restrições no seqüenciamento das atividades ou mesmo pela ausência de recursos complementares para tal. O mesmo acontece

quando se verifica a falta de recursos provocando a ociosidade dos recursos restantes, com a agravante da queda de produtividade e possibilidade de acréscimos no tempo de execução previstos para a obra.

A ociosidade dos recursos por si só representa uma espera, incorrendo em custos indiretos de estoque e/ou manutenção da estrutura produtiva. Outras atividades de fluxo podem ocorrer, tais como a remobilização dos recursos para outras atividades, novas solicitações de recursos, replanejamento das atividades, etc..

Disto se depreende a importância do estabelecimento de um melhor equilíbrio quantitativo dos recursos produtivos críticos – alocação de recursos – além de sua disponibilização quando requisitados pela linha de produção – programação de recursos.

- Aumento do valor do produto através do cumprimento dos requisitos dos clientes

Para a compreensão deste princípio, vale lembrar que a cada atividade correspondem dois tipos de clientes: os externos, representados pelos consumidores finais, e os internos, representados pelas próximas atividades na seqüência de execução (KOSKELA, 1992).

Em oposição à filosofia de produção tradicional, a nova filosofia da produção propõe a clara identificação dos clientes em cada etapa do processo produtivo e das suas necessidades. Tendo o processo de programação de recursos e o conceito de demanda dependente em mente, percebe-se a necessidade da identificação dos recursos (requisitos) necessários ao desempenho das atividades e sua pronta disponibilização.

- Redução da variabilidade

A variabilidade, em especial a variabilidade da duração das atividades, aumenta o volume das atividades não agregadoras de valor. A forma mais utilizada de redução da variabilidade, tanto de atividades de conversão como das atividades de fluxo, é a padronização de procedimentos e seu controle estatístico (KOSKELA, 1992).

A programação de recursos é, intrinsecamente, um fator de inibição da ocorrência de alterações nas durações das atividades ao longo do processo produtivo. Some-se a possibilidade de aplicação da redução da variabilidade diretamente ao processo de programação de recursos, através de uma política de seleção e controle de fornecedores e empreiteiros que se adaptem aos requisitos impostos pelo enfoque produtivo – custo, prazo, qualidade – da empresa.

- Simplificação pela minimização do número de etapas em um processo

Quanto maior a complexidade de um processo, mais sujeito a falhas ele está, em função do maior número de interações entre as etapas intermediárias componentes do processo e à própria limitação humana para lidar habilmente com a complexidade (KOSKELA, 1992).

Podendo ser entendida como a redução do número de etapas no fluxo de materiais (KOSKELA, 1992), a simplificação do processo pode ser alcançada pela priorização dos fornecedores que possuam uma maior agilidade na entrega de materiais, permitindo que estes sejam entregues diretamente no local e momento de aplicação, evitando, dessa maneira, atividades de fluxo como duplo carregamento e descarregamento, transporte e espera em estoque. A minimização das atividades de inspeção no recebimento do material também pode ser obtida através da transferência do controle da qualidade para o fornecedor.

- Controle focado em todo o processo

A distribuição de um determinado fluxo (materiais ou informação) entre vários departamentos ou pessoas de uma empresa – gerada pela sua estrutura hierárquica – ou externas a ela, propicia a segmentação de seu controle (KOSKELA, 1992). O controle segmentado dos processos de fluxo, princípio gerencial tradicional, caracteriza-se pelo acúmulo de atividades em andamento e pelas interrupções causadas por insuficiência de recursos e informações, trazendo consigo o risco de subotimização do processo.

KOSKELA (1992) aponta dois requisitos para que haja o foco no processo com um todo: a) o processo deve ser avaliado completamente e b) para tal, deve existir alguém que possua autoridade de controle sobre todo o processo. Essa função pode ser delegada a uma pessoa ou, de outra forma, as equipes podem controlar seus próprios processos.

OGLESBY, PARKER & HOWELL⁸, citados por KOSKELA (1992), salientam que o gerenciamento de suprimentos é um caso típico de controle segmentado em que o planejamento e o desempenho do fluxo de materiais envolve várias entidades – fornecedores, empreiteiros, produção, orçamento, suprimentos – que geralmente trabalham de forma isolada e com objetivos divergentes daqueles da empresa. A falta de sintonia entre os objetivos e necessidades dos vários partícipes pode

⁸ OGLESBY, C. H.; PARKER, H. W.; HOWELL, G. A.. **Productivity Improvement in Construction**. New York: McGraw-Hill, 1989. 588 p..

ocasionar perdas no processo, tais como estoques, atrasos, deterioração dos trabalhos em andamento devido a elementos naturais, vandalismo, roubo, múltiplo manuseio, atraso na correção de falhas, etc..

Por exemplo, o departamento responsável pela aquisição dos recursos tem normalmente como objetivo a compra de recursos ao menor custo de aquisição e transporte. Esta diretriz de aquisição contrasta com o objetivo dos responsáveis pela produção que é garantir o fluxo das operações para o alcance das metas de produção estabelecidas. Compras agregadas, realizadas de forma a obter descontos, podem dificultar a logística da obra pelo aumento do volume de estoque em obra e a contratação de fornecedores com a melhor oferta em termos de preço pode não satisfazer o prazo de entrega requisitado pela produção, desacelerando-a ou interrompendo-a.

A solução básica para o controle segmentado é centrar o foco do controle nos fluxos e não nas funções hierárquicas da empresa. Por exemplo, o fornecedor de um material deve ser, sempre que possível, responsável por todos os processos que envolvem o recurso fornecido: venda, estoque, entrega e instalação. Quando há um processo interorganizacional, contratos de cooperação de longo prazo com fornecedores e equipes de execução podem gerar benefícios mútuos a partir de um fluxo total otimizado. KOSKELA (1992) aponta, no entanto, que soluções para os problemas de controle segmentado ainda são experimentais, necessitando de desenvolvimento. Melhorias que requerem a cooperação de vários departamentos e pessoas da empresa ou de fora dela são de difícil realização.

Tentativas de mudança no enfoque do planejamento e do gerenciamento de materiais – partindo da consideração das atividades de forma isolada para a consideração do fluxo das atividades como um todo – têm sido realizadas. Segundo KOSKELA (1992), alguns trabalhos recentes têm tentado integrar o planejamento de fluxo com métodos de rede, gerando campo para pesquisas futuras, especialmente aquelas relacionadas com ferramentas computacionais para acompanhar o planejamento do fluxo.

2.3.2 Técnicas de PCP: Influências na Programação de Recursos

KOSKELA (1992) estabelece que quatro princípios gerenciais tradicionais são responsáveis pela proliferação de problemas relativos às atividades de fluxo na construção civil: a) a abordagem seqüencial entre o projeto e a execução do empreendimento; b) a desconsideração das questões de qualidade; c) o controle segmentado; e d) as técnicas de PCP baseadas em redes. Por trazerem implicações diretas ao processo de programação de recursos, são abordadas, a seguir, as características e restrições a ele impostas pelas técnicas de PCP baseadas em redes.

As técnicas de PCP baseadas em redes estão estruturadas na divisão do processo executivo em atividades específicas, organizadas seqüencialmente de forma a permitir a menor duração do empreendimento. KOSKELA (1992) conceitua uma atividade como a parte ou a totalidade do fluxo de trabalho de uma equipe.

Freqüentemente as atividades são alimentadas por um fluxo de materiais. Por não equacionarem aspectos da continuidade das atividades dentro de um fluxo de trabalho, desconsiderando pontos como a mobilização, manutenção, produtividade e controle dos recursos, as técnicas de redes não propiciam um gerenciamento consistente dos fluxos de equipes e materiais (BIRREL, 1980). Apenas determinando o seqüenciamento e momento de início de cada atividade, tais métodos não consideram os seus fluxos internos, permitindo freqüentes interrupções no fluxo de trabalho.

LEVITT, KARTAM & KUNZ (1988) sugerem que as ferramentas tradicionais de PCP baseadas em redes não sejam utilizadas para produzir planos operacionais detalhados. Quando um empreendimento entra em fase de construção, o planejamento detalhado é delegado aos gerentes de obra, detentores do conhecimento necessário à elaboração de listas de atividades, seqüenciamento, duração e requisições de recursos. Em geral, os *softwares* de planejamento de rede apenas processam os dados fornecidos pelos gerentes, não avaliando ou considerando incertezas relativas a condições de campo, clima, contratação de material, disponibilidade de equipamentos e escassez de mão-de-obra. Para que essas variáveis sejam incluídas, faz-se necessária a utilização de métodos heurísticos.

Os gerentes precisam gerar planos que satisfaçam às limitações operacionais, as quais são, com freqüência, limitações de recursos, e não às limitações técnicas consideradas na elaboração dos planos globais auxiliada pelas ferramentas PERT/CPM (*Program Evaluation and Review Technique / Critical Path Method*, Técnica de Avaliação e Revisão de Programas e Método do Caminho Crítico). Assim, quando da elaboração de planos de trabalho detalhados, os gerentes abandonam as técnicas PERT/CPM em favor dos gráficos de Gantt ou listas de atividades (LEVITT, KARTAM & KUNZ, 1988).

A realização de uma tarefa é dependente de limitações técnicas e da disponibilidade dos recursos alocados pelo construtor. Quando a realização de uma tarefa possui uma lógica de execução flexível, podendo sua realização ser avaliada de forma preferencial, o problema do planejamento passa a localizar-se na escolha do modelo a ser adotado para tal, o qual deve preencher os requisitos e características do empreendimento em questão (COLE, 1991).

Segundo COLE (1991), no entanto, a lógica de seqüenciamento das tarefas adotada pelos construtores é, em geral, diferenciada e determinada por experiências positivas realizadas pela

empresa. Possibilidades de mudanças na seqüência são consideradas apenas quando melhorias no desempenho podem ser garantidas. Os construtores admitem a potencialidade das técnicas de rede, porém atestam que elas são problemáticas e que não são utilizadas voluntariamente.

A realização do PCP pelos construtores é geralmente limitada a alguns aspectos particulares, tais como o direcionamento global do empreendimento, a análise sistemática de partes específicas do projeto e a criação de oportunidades de melhoria do contrato com os envolvidos na produção. Apesar das técnicas de rede permitirem um maior nível de detalhamento assim como sua ligação a sistemas que controlam os recursos e as finanças, os construtores raramente utilizam este potencial (COLE, 1991).

2.4 IMPACTO DA PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO

A inexistência ou ineficiência da alocação e programação dos recursos pode gerar atrasos na conclusão de atividades e, conseqüentemente, a dilatação do prazo da obra, incorrendo em custos adicionais de administração, relevante parcela do custo total da obra. A preocupação dos gerentes, no entanto, não está focada na distribuição, coordenação e disponibilização dos recursos que serão utilizados. A ênfase é dada à determinação de quais recursos serão empregados, a qual, a despeito do alto custo dos recursos, não possui um grande potencial de ganho sobre o custo total da obra (LAUFER & TUCKER, 1987).

De forma paradoxal, a especificação de recursos de menor valor – e conseqüente menor qualidade – pode resultar em custos adicionais de execução e manutenção do empreendimento gerados, entre outros, por perdas de materiais, retrabalhos, manutenção de equipamentos, assistência técnica, etc..

Os programas formais de gerenciamento de materiais possuem, em geral, recursos de suporte e pessoal exclusivo para seu desempenho. Grandes empresas industriais e comerciais fazem uso de tais programas, independentemente de seu custo, como condição para a realização de negócios. No entanto, pequenas e médias empresas, que tipicamente dispõem de poucos gerentes de campo, não podem justificar facilmente o recurso financeiro investido em tais programas.

Benefícios gerados por programas de gerenciamento de materiais como aqueles indicados por BELL & STUKHART (1986) – aumento de 6 % na produtividade da mão-de-obra – não parecem, dessa maneira, direcionados aos pequenos e médios empresários, que não aceitam realmente a idéia de que

sua lucratividade pode ser substancialmente aumentada por um melhor gerenciamento de materiais (THOMAS, SANVIDO & SANDERS, 1989).

THOMAS, SANVIDO & SANDERS (1989) realizaram um estudo visando quantificar os benefícios trazidos pela aplicação de práticas de gerenciamento de materiais em empreendimentos de construção. Neste estudo, a eficiência do gerenciamento de materiais foi medida através da produtividade operária, por ela afetada diretamente.

A influência do gerenciamento de materiais sobre a produção foi analisada através da verificação da ocorrência de condições ou eventos adversos relacionados ao gerenciamento de materiais que têm sido identificados em empreendimentos de construção (THOMAS, SANVIDO & SANDERS, 1989):

- a) Organização de áreas de estoque: múltiplo manuseio de materiais; materiais classificados ou identificados inadequadamente;
- b) Manutenção da obra: lixo e entulho obstruindo o acesso e movimentação dos materiais;
- c) Planejamento de entrega de materiais: expedição de material não coordenada com a seqüência de execução; desmobilização e mobilização dos recursos humanos e equipamentos devido a uma longa interrupção no fornecimento de materiais;
- d) Disponibilidade de materiais: inexistência de materiais; redução da velocidade das equipes pela antecipação das faltas de materiais; retrabalhos quando os materiais chegam; e
- e) Manuseio e distribuição de materiais: materiais mal preparados; métodos ineficientes e não usuais necessários à distribuição de materiais.

As condições adversas citadas acima ocorrem freqüentemente e, invariavelmente, mantém-se durante a maior parte do tempo. THOMAS, SANVIDO & SANDERS (1989) calcularam a perda de homens-hora gerada pela ocorrência de condições adversas através da comparação entre os valores das produtividades das equipes nos dias em que elas ocorreram e a produtividade nos dias em que não ocorreram. Foi identificado um acréscimo de 18 % na quantidade de homens-hora trabalhados e de 19 % no tempo de execução. Nos dias em que houve problemas causados pelo mau gerenciamento de materiais, 58 % dos homens-hora disponíveis foram ineficientemente utilizados.

Para o cálculo da relação custo *versus* benefício de um adequado gerenciamento de materiais, são calculados o custo gerado pela sua ineficiência – medido em termos dos custos diretos de mão-de-

obra e equipamentos e dos custos indiretos associados com o aumento do período de execução – e o custo de sua implementação – relacionado com os recursos humanos e computacionais utilizados, além dos custos relacionados à realização de planos de entrega dos materiais. THOMAS, SANVIDO & SANDERS (1989) encontraram para o seu estudo de caso uma relação custo versus benefício de 0,18, que revela a clara vantagem do investimento em gerenciamento de materiais.

THOMAS, SANVIDO & SANDERS (1989) dão algumas sugestões de boas práticas – informais – de gerenciamento de materiais como a entrega planejada dos materiais no canteiro no início de cada turno de trabalho, a qual permite que o material seja descarregado diretamente para o local de aplicação (menor manuseio dos materiais) e que a organização do estoque seja feita de forma mais adequada, visto que quanto menos for necessário estocar, mais fácil será estocá-lo de forma correta. Para tal, é necessário investir em treinamento dos funcionários responsáveis pelo estoque, adicionar pessoal de suporte para o planejamento das entregas, pagar custos adicionais para que o fornecedor realize as entregas no tempo e seqüência solicitados, além de custos adicionais de frete.

SCARDOELLI et al (1994) cita que as empresas de construção civil no Brasil têm implementado práticas de melhoria no planejamento de suprimentos, tais como:

- A elaboração do planejamento de suprimentos a partir do planejamento da produção e dos prazos de entrega usuais praticados pelos fornecedores;
- Controle seletivo dos recursos, priorizando um pequeno grupo de materiais que têm grande importância na curva ABC da obra;
- Padronização do processo de suprimentos, definindo os procedimentos adotados para diferentes categorias de compras;
- Delegação das decisões de compra, particularmente no que se refere à compra de materiais de pequena importância relativa em termos de custo e cuja indisponibilidade pode refletir no andamento da produção;
- Eliminação de controles em papel no processo de suprimentos, através da instalação de redes computacionais que integram diferentes setores;
- Padronização e detalhamento adequado das especificações de materiais;
- Definição clara e documentada de critérios para recebimento dos vários materiais e componentes;

- Estabelecimento de prazos máximos para emissão de pedidos;
- Planejamento das entregas de materiais de forma a evitar períodos com excesso de entregas;
- Definição de critérios para atendimento dos prazos de entrega dos materiais;
- Definição de critérios para a tomada de providências quando da ocorrência de atrasos na entrega de materiais;
- Estabelecimento de rotinas para controle de estoques; e
- Estabelecimento de critérios para controle de desperdícios.

Várias dessas práticas estão relacionadas à forma de documentação e à transmissão de informações relacionadas ao consumo, momento de utilização, forma de aquisição e disponibilização dos recursos. Tais informações devem estar estruturadas e serem oferecidas adequadamente àqueles que delas necessitam para o desempenho de suas funções, decisoras ou executoras. No capítulo seguinte, são explanados aspectos teóricos e práticos do SI associado ao processo de programação de recursos, visando à sua melhor compreensão e conseqüentemente à proposição de melhorias melhor fundamentada.

3 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO PARA A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS

Toda decisão envolve conhecimento – acumulado pela própria organização ou pelos indivíduos decisores – obtido através da realização de tarefas semelhantes no passado ou da simulação da execução da tarefa e do cenário em que ela está se desenvolvendo. A qualidade da decisão tomada é tão maior quanto mais informações forem obtidas sobre as probabilidades de sucesso na conclusão da tarefa, enquanto dependente das alternativas possíveis de escolha (LIMA Jr., 1990).

A realização do processo de planejamento – entendido como um processo de tomada de decisão (LAUFER & TUCKER, 1987; HOC, 1988) – é alvo do descaso das empresas construtoras. Informações adequadas e em tempo hábil não são disponibilizadas às pessoas responsáveis pela elaboração dos planos, assim como falta a elas a visão sistêmica do processo, fatores que dificultam a tomada de decisões e que tornam o planejamento um exercício de empirismo (SCOMAZZON, 1987).

O SI de uma empresa pode ser conceituado como “o conjunto interdependente das pessoas, da estrutura da organização, da tecnologia de informação (TI) – *hardware e software*, e dos procedimentos e métodos que permitem à empresa dispor, no tempo desejado, das informações que necessita para seu funcionamento e para a sua evolução” (LESCA apud FREITAS, 1993). Dessa forma, o sistema de informação que apóia o processo de planejamento deve ser projetado de forma a atender às necessidades de informação das entidades envolvidas na tomada de decisões.

3.1 MODELAGEM DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO (SI)

Sistemas de planejamento de diferentes empresas que realizam empreendimentos repetitivos e de características semelhantes não são, necessariamente, estruturados de forma idêntica. Como cada empresa possui um sistema de decisão diferenciado, os sistemas de informação também devem ser particularizados (LIMA Jr., 1990).

Conceituando-se modelo como uma representação simplificada de alguns aspectos do mundo real (MAIDMENT apud SALDANHA, 1991), este trabalho propõe um modelo referencial de SI que suporte o processo de programação de recursos de forma adequada, evidenciando os requisitos de informação dos envolvidos no processo além de aspectos relacionados à coleta, processamento e transmissão dessas informações.

Modelos podem ser estruturados a partir de uma base teórica e não se transformam, obrigatoriamente, em aplicações reais (SALDANHA, 1991). Dessa maneira, um modelo intencionado

geral não necessita estar fundamentado em algum sistema real, mas pode servir de base referencial para sistemas particulares, os quais devem sofrer adequações.

A escolha de um modelo final parte do estudo e aperfeiçoamento contínuo de vários modelos, em que são analisados os comportamentos de suas variáveis e, com base no referencial teórico, alterados os aspectos não satisfatórios. O desenvolvimento do conhecimento sobre o sistema objeto da modelagem origina-se do contínuo estudo e validação do modelo para ele proposto (Figura 3.1).

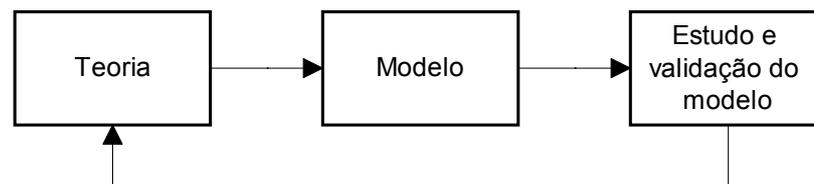


Figura 3.1 – Ciclo para construção de um modelo (Fonte: SALDANHA, 1991)

É válido ressaltar que para a construção de um modelo – conceitualmente concebido de uma forma simplificada que permita a melhor percepção dos aspectos a serem enfatizados – é admissível, e até necessária, a omissão de determinados detalhes que não são o foco principal da análise a que se propõe o modelo.

3.2 MODELO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO (SI) PARA A PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS

BHANDARI (1978), em artigo que versa sobre a utilização de um SI para o gerenciamento de empreendimentos, cita que ele deve permitir que a tomada de decisão seja realizada a tempo de possibilitar o alcance dos objetivos do empreendimento. Especificamente quanto à programação de recursos, o sistema pressupõe a coleta e processamento de informações referentes à disponibilização dos mesmos, tais como o seu custo, condições de entrega e estoque, demanda e consumo de recursos pelos empreendimentos. Tais informações devem possibilitar a emissão de relatórios que permitam a identificação de problemas – conceituados como situações que exigem uma tomada de decisão – e a sua ação corretiva.

BHANDARI (1978) cita exemplos de problemas que podem ser destacados pelo SI e propõe ações corretivas, apresentadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Problemas potenciais e ações corretivas (Fonte: adaptado de BHANDARI, 1978)

Problema	Ação corretiva
Falta de recursos humanos e equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> – empregar ou contratar recursos adicionais; – reavaliar prioridades para disponibilizar recursos; e – autorizar a utilização de horas extras
Falta de materiais	<ul style="list-style-type: none"> – expedir entregas; e – reprogramar as atividades de acordo com as deficiências.

Inserindo a programação de recursos como um subprocesso do processo de PCP e entendendo que o SI que a suporta faz parte do SI do planejamento, propõe-se, na Figura 3.2, um modelo de SI do processo de PCP em que estão representadas as principais funções, internas ou externas à empresa, envolvidas no processo de programação de recursos. Este modelo foi desenvolvido com base na bibliografia acessada (OLSON, 1982; LAUFER & TUCKER, 1987; BASTOS, 1988; CABRAL, 1988; SCHAFFER, 1988; BERNOLD & TRESELER, 1991; SYAL et al, 1992; SHAPIRA & LAUFER, 1993; PALACIOS, 1994; LOWE & LOWE, 1996) e também nas observações feitas ao longo da realização dos estudos de caso.

As funções são representadas no modelo por quadrículas. Tendo em vista a influência da estrutura da organização sobre as relações de responsabilidade pelo desempenho das tarefas ligadas ao gerenciamento (SALDANHA, 1991), é importante salientar que, na estrutura organizacional de uma empresa particular, as quadrículas não representam, necessariamente, um profissional ou departamento específicos. A função suprimentos não está diretamente associada à existência de um comprador ou de um departamento de compras, podendo ser desempenhada, por exemplo, pelo gerente de produção e/ou pelo engenheiro de obra.

Nas empresas de maior porte, com um maior número de níveis hierárquicos, as responsabilidades tendem a ser mais claramente definidas que nas empresas de pequeno porte. Nestas últimas, o gerenciamento tende a ser exercido em apenas dois níveis: no nível da empresa, exercido na maioria dos casos pelo proprietário, o qual geralmente possui formação em engenharia, e no nível operacional, exercido pelo mestre-de-obras ou pelo engenheiro que pode também ser o proprietário da empresa (SALDANHA, 1991).

É importante que, seja quem for o responsável por determinada função dentro do modelo, as atividades sejam desempenhadas com base em informações adequadamente processadas e difundidas.

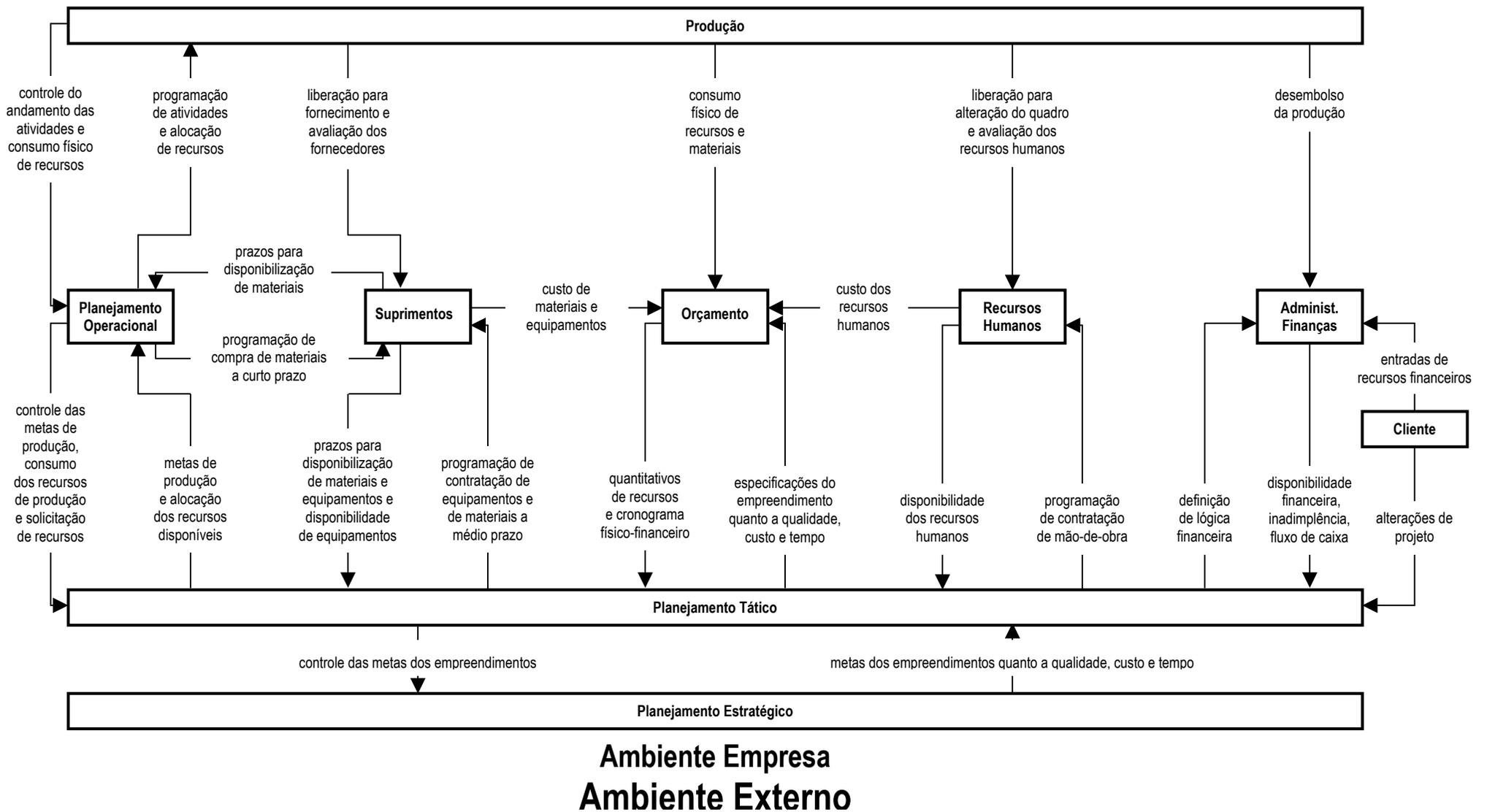


Figura 3.2 – Modelo do processo de PCP

3.2.1 Entidades Participantes e Funções

A seguir, apresenta-se uma síntese das atividades pelas quais cada uma das funções do PCP é responsável, a fim de melhor identificá-las dentro da estrutura organizacional da empresa.

- Planejamento estratégico do empreendimento – define o escopo e as metas a serem alcançadas pelo empreendimento quanto a fatores como qualidade, custo e tempo, refletindo as diretrizes da estratégia competitiva adotada pela empresa. É geralmente desempenhado pelo proprietário da empresa, auxiliado ou não pela alta gerência (LAUFER & TUCKER, 1987; SHAPIRA & LAUFER, 1993);
- Planejamento tático – seleciona e define quais e quantos recursos devem ser usados para alcançar as metas definidas pelo planejamento estratégico, assim como a sua forma de aquisição e à organização para a estruturação do trabalho. A média e alta gerências são, geralmente, as responsáveis por essa função (SHAPIRA & LAUFER, 1993; DAVIS & OLSON, 1987; LAUFER & TUCKER, 1987). Vale salientar que o modelo refere-se aos recursos de produção como aqueles que fazem parte da estrutura produtiva da empresa, ou sejam, recursos humanos e equipamentos;
- Planejamento operacional – seleciona, no curto prazo, o curso das operações de produção necessário ao alcance das metas (EILON⁹ apud LAUFER & TUCKER, 1987). Essa atividade é realizada, em geral, pela média gerência com o auxílio da gerência operacional (LAUFER & TUCKER, 1987);
- Orçamento – responsável pela prévia quantificação e distribuição dos recursos físicos e monetários ao longo da realização do empreendimento (CABRAL, 1988). THOMPSON¹⁰ apud CABRAL (1988) cita que dentro da etapa de planejamento são realizadas duas atividades de previsão: a previsão de tempo, representada pela programação, e a previsão de custos, representada pelo orçamento;
- Suprimentos – deve garantir o contínuo abastecimento dos materiais necessários para os serviços executados pela empresa, de maneira que todos estejam disponíveis na quantidade, qualidade e período desejados, além de adquiridos pelo custo total mais favorável possível (DIAS, 1991; MESSIAS, 1983). Para tal, a função suprimentos deve realizar atividades como o controle de estoque, compras, almoxarifado, distribuição, recebimento, armazenagem e relacionamento com os fornecedores. Para este modelo, foi definido que a função suprimentos tem como objeto das

⁹ EILON, S.. **Management Control**. London: Macmillan, 1971.

¹⁰ THOMPSON, P.. **Organization and Economics of Construction**. London: McGraw-Hill, 1981. 146 p..

suas atividades não apenas os materiais necessários à produção, mas também os equipamentos componentes da estrutura produtiva da empresa, solicitados pela função planejamento tático;

- Recursos humanos – responsável pelas funções de disponibilização, alocação, manutenção, desenvolvimento e controle da mão-de-obra, as quais envolvem, entre outras, atividades de recrutamento, seleção, contratação, análise, definição e descrição de cargos e salários, segurança no trabalho, treinamento, avaliação e administração de banco de dados a respeito dos recursos humanos (CHIAVENATO, 1985);
- Finanças – segundo BALARINE (1990), o responsável pela função finanças desenvolve atividades relacionadas à tesouraria – obtenção de fundos, utilização do dinheiro e contato com o público, bancos e clientes – e à contabilidade – identificação da forma de aplicação dos recursos obtidos e cumprimento das obrigações de ordem fiscal e tributária; e
- Produção – responsável pelas atividades de fluxo e processamento dos materiais visando à realização do produto final (KOSKELA, 1992).

3.2.2 Apresentação do Modelo

O modelo do processo de PCP apresentado na Figura 3.2 desenvolve-se da seguinte maneira:

- a) Segundo SALDANHA (1991), as funções do gerente da empresa são, em sua maioria, desempenhadas de forma pouco estruturada, sem procedimentos definidos, o que dificulta sua modelagem.

Para a realização do planejamento estratégico eles precisam de informações resumidas, apresentadas na forma de quadros, tabelas ou gráficos. Como estes gerentes tomam decisões mais abrangentes, o desempenho de suas funções requer o conhecimento do contexto em que a organização está inserida, sendo necessárias informações provenientes do meio ambiente. Estas informações não precisam ser muito exatas e atuais, pois a sua utilização é esporádica. Na realidade, eles necessitam primordialmente de informações de natureza preditiva para que possam planejar e decidir sobre as características da estrutura produtiva disponibilizada pela empresa para a obtenção das metas dos empreendimentos.

- b) Consideradas as metas definidas pelo planejamento estratégico, o responsável pelo planejamento tático tem, entre suas funções, assegurar o fornecimento dos recursos de produção mais importantes em relação a prazos e custos. Está envolvido, também, com o acompanhamento da

execução – realizando os ajustes necessários para o seu perfeito funcionamento – e com o relacionamento com os clientes. SALDANHA (1991) ressalta a sua função de avaliador das condições impostas pelos clientes, fornecedores e subempreiteiros, definindo as políticas que deverão regular o planejamento do empreendimento.

- c) Definidos os projetos, o responsável pelo orçamento realiza a quantificação e estimativa de custos dos insumos e recursos necessários à realização do empreendimento, permitindo a sua distribuição em um cronograma físico-financeiro, o qual serve de base para as decisões do planejador tático.

ALBUQUERQUE, NUNES & ELIAS (1995) levantam a necessidade de uma estrutura de controle mais ágil e que disponibilize as informações necessárias à realização do planejamento tático inicial da obra. LAUFER & TUCKER (1987) argumentam que a falta de planejamento formal de longo prazo na construção trabalha contra a eficiência da indústria como um todo por várias razões, como a impossibilidade de entrega antecipada de recursos que requerem um longo prazo para sua disponibilização e a dificuldade de integração dos diferentes empreendimentos.

CABRAL (1988) salienta a forte interação entre as funções planejamento e orçamento, sendo o orçamento da obra o ponto de partida para a programação e controle. Conforme CABRAL (1988), o orçamento é uma estimativa quantitativa de recursos, expressa física e/ou monetariamente, que visa a embasar a tomada de decisões e criar padrões de desempenho para o controle da execução. O orçamento, dessa forma, é figura imprescindível à programação de recursos, tanto pela previsão dos recursos a serem utilizados, como pela estimativa de seus custos e posterior verificação da disponibilidade financeira para supri-los.

É prática comum em empresas construtoras a adoção de índices de consumo de recursos retirados de tabelas especializadas para a composição do orçamento da obra. ALBUQUERQUE, NUNES & ELIAS (1995) citam como um dos fatores responsáveis por esse fato, a falta de um retorno sistemático dos dados originados no setor de produção da empresa, o que impede a formação de um banco de dados da empresa. O mesmo problema ocorre com o processo de coleta de preços que possuem informações de contorno – condições de pagamento, frete, descontos, etc. – não consideradas no orçamento e que poderiam ser fornecidas pelo setor de compras.

FORMOSO et al (1984) citam que, a fim de beneficiar o gerenciamento das compras, deve-se realizar um orçamento dito operacional, isto é, baseado nas operações de produção – distinto do orçamento convencional, baseado em serviços – que permita identificar quando e em que quantidade cada recurso será utilizado pela produção. Entre as desvantagens de um orçamento operacional quando comparado a um convencional, está o maior esforço despendido na sua elaboração. A simples

consideração das operações, no entanto, já pode trazer melhores resultados. Em um orçamento convencional, devido à agregação de várias operações de naturezas substancialmente distintas sobre a alcinha de um serviço, ao constante deslocamento de mão-de-obra entre serviços e ao não cumprimento do método executivo determinado pelo serviço, as constantes de consumo de recursos para serviços sofrem grande variabilidade (CABRAL, 1988).

O orçamento operacional é basicamente executado pela desagregação dos serviços em operações. Quando a realização do orçamento operacional está vinculada ao uso da técnica PERT/CPM, a chegada de recursos às obras é considerada no seqüenciamento e interdependência das operações, subsidiando a programação da sua disponibilização pelos departamentos responsáveis pelo seu suprimento (CABRAL, 1988).

A elaboração dos cronogramas físico e físico-financeiro, em que são considerados os prazos ideais de execução, deve estar fundamentada em informações referentes às necessidades de faturamento da empresa, às restrições técnicas impostas pela obra e aos fatores geradores dos custos associados à obra como, por exemplo: condições de pagamento dos fornecedores; previsão de compra e de insumos, especialmente aqueles de maior vulto, como, por exemplo, elevadores e esquadrias; previsão de contratação de subempreiteiros e previsão e dimensionamento de mão-de-obra necessária à execução dos serviços (LAUFER & TUCKER, 1987; ALBUQUERQUE, NUNES & ELIAS, 1995).

A utilização de um orçamento operacional também permite que os custos possam ser mais bem distribuídos ao longo da execução da obra, gerando uma programação de desembolso mais confiável (CABRAL, 1988).

d) De forma a possibilitar o cumprimento das metas estabelecidas pelo planejamento estratégico, o responsável pelo planejamento tático define e organiza a estrutura produtiva da empresa. Para tal, deve ele estar ciente das seguintes informações:

- Situação em que se encontra a execução das obras;
- Eventuais alterações de projeto solicitadas pelos clientes. A participação dos clientes no processo produtivo tende a ser incoerente e desorganizada, freqüentemente iniciada quando da exposição de soluções de projeto detalhadas.

Como a interferência dos clientes nas últimas fases do empreendimento interrompe o fluxo regular das atividades, traduzindo-se na alteração dos insumos a serem utilizados e/ou – qualitativa e/ou quantitativa – na estrutura produtiva, torna-se necessário o gerenciamento da formulação das

necessidades dos clientes. A investigação sistemática dos requisitos e o envolvimento do cliente no processo conceitual podem produzir uma lista antecipada de seus requisitos que facilitará o progresso nas fases posteriores (KOSKELA, 1992). As alterações solicitadas pelos clientes devem ser consideradas pelo orçamento e repassadas à produção através do planejamento operacional.

- Cronograma físico-financeiro das obras gerado pelo orçamentista, assim como o consumo dos recursos associados. Segundo THOMPSON¹¹ apud CABRAL (1988), é fundamental que a função orçamento tenha disponibilizadas informações referentes aos custos incorridos ao longo do processo produtivo. O controle dos custos – através da comparação com os valores previamente definidos pelo orçamento – deve permitir a tomada de ações corretivas quanto ao processo construtivo ou à precisão do orçamento. Dessa forma, o orçamento necessita de informações oriundas daqueles responsáveis pela aquisição e contratação de insumos e recursos;
 - Disponibilidade dos recursos produtivos da empresa (equipamentos e mão-de-obra). A necessidade de inclusão ou exclusão de recursos deve ser comunicada – em tempo hábil – aos responsáveis pelas funções suprimentos e recursos humanos; e
 - Disponibilidade financeira atual e prevista – a ser informada pelo responsável pelas finanças da empresa com base nas vendas, pagamentos efetuados pelos clientes e desembolsos gerados pela produção.
- e) Consideradas as informações indicadas acima, o planejamento tático deve definir metas de produção para o responsável pelo planejamento operacional, que planeja a execução no nível operacional, define e controla o ritmo de trabalho, o pessoal envolvido na produção – quantidade e forma de contratação, o abastecimento de materiais, o uso de equipamentos, etc. (SALDANHA, 1991).

Em empresas de pequeno porte, o desempenho da função planejamento operacional é geralmente de responsabilidade do gerente operacional – engenheiro ou mestre-de-obras – cujas atividades são diretamente relacionadas com a execução física da obra. Quando o mestre-de-obras é responsável pela gerência operacional, agregam-se as funções de organização das frentes de produção – minimizando atrasos devidos a atividades que não agregam valor, fluxo inadequado de materiais e ociosidade da mão-de-obra devido à má distribuição das equipes de trabalho – e do seu controle, mantendo as diretrizes do planejamento operacional (SALDANHA, 1991).

¹¹ THOMPSON, P.. **Organization and Economics of Construction**. London: McGraw-Hill, 1981. 146 p..

Em artigo que explora a aplicação do conceito de perdas na construção civil, BAETZ, PAS & VESILIND (1991) citam que a possibilidade de redução das perdas associadas às práticas operacionais – como, por exemplo, o descarte de recursos devido a sua solicitação demasiada – está diretamente associada à educação e motivação dos indivíduos envolvidos com a produção, de quem parte a solicitação a curto prazo dos recursos.

O responsável pelo planejamento operacional deve estar ciente de informações tais como:

- Disponibilidade dos recursos produtivos (equipamentos e mão-de-obra) para cada obra;
- Consumo dos insumos e recursos necessários, obtidos através do controle do andamento das atividades: de forma geral, as informações sobre o consumo dos recursos – em especial, humanos – utilizadas pelas funções planejamento tático e operacional e orçamento não consideram adequadamente a variabilidade.

Uma das principais razões para isso parece ser a escassez de dados sobre a variabilidade de seu desempenho. LAUFER & TUCKER (1987) registram que, ao lado da escassez de informações, a maioria dos pesquisadores faz muito pouco esforço para conseguir informações adicionais na direção do uso de modelos estocásticos de planejamento. Na prática, o planejamento é freqüentemente realizado considerando que a variabilidade é uma leve intrusão numa seqüência previsível de operações, apesar de ser um fato aceito que a variabilidade é a regra e não a exceção no processo de construção (HEINECK, 1983). Especificamente quanto ao planejamento de homens-hora, SCHAFFER (1988) afirma que deve haver uma consideração realística e precisa de sua produtividade. Segundo ele, a realização de um contrato moral através de uma reunião com todos os participantes do processo construtivo a respeito de suas possibilidades e limitações, pode, em muito, auxiliar o cumprimento das metas por eles próprios estabelecidas.

- Prazos para disponibilização dos insumos a serem consumidos: o adequado abastecimento de matéria-prima à estrutura produtiva é objetivo da função suprimentos. Para tal, o seu responsável deve ter conhecimento dos insumos solicitados pela produção através de uma programação de compras e das condições oferecidas e praticadas pelos fornecedores da empresa, celebrando com eles contratos plausíveis sobre a qualidade, preço, cronograma de envio, condição de pagamento e início das atividades comerciais. A função suprimentos é responsável por informar ao fornecedor

todos os requisitos ou especificações necessárias do material a ser adquirido, de forma que seja claramente compreendido o que deve produzir e fornecer (ISHIKAWA¹² apud PICCHI, 1993).

Buscando não comprometer o objetivo do modelo, qual seja permitir o melhor entendimento do processo, não foi considerada toda a gama de informações corrente no ambiente empresarial, mas apenas aquelas consideradas mais relevantes ao desenvolvimento das atividades. O modelo explicita apenas os fluxos formais de informação. A difusão, em caráter informal, de informações internas à empresa está declarada no modelo através da indicação “ambiente empresa”. Esse fluxo identifica-se, muitas vezes, com a cultura da empresa, criando parâmetros que serão seguidos pelos tomadores de decisão. É importante lembrar que, externamente ao modelo, existem informações de contexto geradas pelo ambiente onde está inserida a empresa construtora, como elementos de competitividade, políticas habitacionais e de financiamento, surgimento de novas tecnologias e materiais, etc., as quais podem influenciar os tomadores de decisão. Essas informações estão representadas no modelo pela indicação “ambiente externo”.

3.2.3 Requisitos da Informação

As informações fornecidas por um sistema devem atender a alguns requisitos, de forma a serem eficazes no momento da tomada de decisão. Quando estes requisitos não são observados, a própria eficiência do sistema passa a ser questionada. A seguir, são detalhados alguns desses atributos.

- **Momento de transmissão**

O aspecto do momento de transmissão traduz-se na transmissão da informação com a antecedência necessária ao seu adequado processamento e tomada de decisão. Segundo BRONNER¹³, citado por KENNY & McQUADE (1987), tomadas de decisão sobre a pressão do tempo são caracterizadas como situações em que não é suficiente apenas encontrar uma solução ou o resultado mais eficiente, mas antes disso, a solução deve ser encontrada num tempo limitado. BRONNER afirma que a limitação do tempo é um dos mais sérios problemas na tomada de decisões gerenciais. As decisões intrínsecas ao desempenho dos processos de planejamento e programação devem ser tomadas a tempo, sob a pena de ocorrerem dificuldades no desempenho da produção.

¹² ISHIKAWA, K.. **TQC, Total Quality Control**: estratégia e administração da qualidade. São Paulo: IMC, 1986.

¹³ BRONNER, R.. **Decision Making under Time Pressure**. Boston: D. C. Heat and Company, 1982.

A pressão do tempo causada pela transmissão extemporânea das informações limita a interação coordenada entre os tomadores de decisão e sua necessidade por informações, permitindo a utilização de informações estereotipadas ao invés daquelas disponíveis e reduzindo a resistência a conclusões prematuras (BERZINS & DHAVALA, 1988; KENNY & McQUADE, 1987).

KENNY & McQUADE (1987) sugerem algumas formas de diminuir a pressão do tempo:

- a) Antecipar a necessidade por uma decisão antes que ela torne-se emergencial. Para tal, o decisor deve estar atento às oportunidades e ameaças que podem estar se configurando, prevendo o futuro;
- b) Avaliar decisões prioritárias e, sempre que possível, realizá-las de imediato. O adiamento gera um acúmulo de decisões, aumentando a pressão do tempo que, por sua vez, diminui a eficiência do processo de decisão pela impossibilidade de explorar soluções alternativas;
- c) Não esperar ou crer que problemas possam se solucionar sem a necessidade de uma ação corretiva, apesar de que isto possa acontecer. Por exemplo, a deficiência de um recurso na obra pode ser aliviada caso o planejamento da produção seja alterado por outros fatores, mas não sem antes lhe causar um atraso. Assim, paradoxalmente, atrasos na realização de algumas atividades podem diminuir a pressão por uma decisão relativa a outras atividades; e
- d) Não gerar pressões de tempo sobre a decisão de seus subordinados, através da consideração de sua função como requisito para o desempenho da função dos demais.

Dessa forma, quando da formulação do modelo também se deve considerar a dimensão do tempo para a coleta, processamento e transmissão das informações, de forma a evitar, ou a diminuir, a pressão do tempo por uma decisão.

- **Nível de Detalhamento: Relação entre Custo e Benefício das Informações**

Cada nível de gerenciamento ou função requer planos de construção a um nível de detalhe conveniente. Uma excessiva quantidade de informação, organizada num formato inapropriado, pode ser tão maléfica quanto a escassez de informações (LAUFER & TUCKER, 1987). Informações de planejamento extremamente detalhadas consomem muito tempo para serem elaboradas, atualizadas e formalizadas, o que dificulta a tomada de decisões em tempo hábil, acabando por tornar o planejamento uma atividade inefetiva quando estão envolvidas decisões de curto prazo que demandam uma ação imediata (LAUFER & TUCKER, 1987; PENNONI, 1989; FORMOSO, 1991).

O nível de detalhe de um plano também deve ser considerado a partir de sua possibilidade de controle. Informações de planejamento muito detalhadas, cujo controle não possa ser realizado adequadamente, inviabilizam a retroalimentação do processo de planejamento (LAUFER & TUCKER, 1987). Por outro lado, o detalhamento deficiente do planejamento das atividades também pode inabilitar a sua execução, coordenação e controle, devido ao desconhecimento das relações entre atividades e à impossibilidade de controlar desvios no curso da execução do empreendimento (FORMOSO, 1991).

Toda informação possui um custo, que deve ser avaliado pelos responsáveis pelo SI e por seus usuários quando da proposição de um sistema. Os custos de obtenção da informação devem ser confrontados com os benefícios, em geral intangíveis, representados por uma decisão tomada com base em informações mais qualificadas. Configura-se, assim, o gráfico proposto por KLIEMANN Neto (1995) – Figura 3.3 – em que são apresentadas as funções custo e benefício trazido pelas informações em relação à sua quantidade coletada. As linhas tracejadas limitam o intervalo em que a quantidade de informações apresenta uma relação custo *versus* benefício satisfatória para a empresa, fornecendo a quantidade mínima de informações necessária à adequada tomada de decisão.

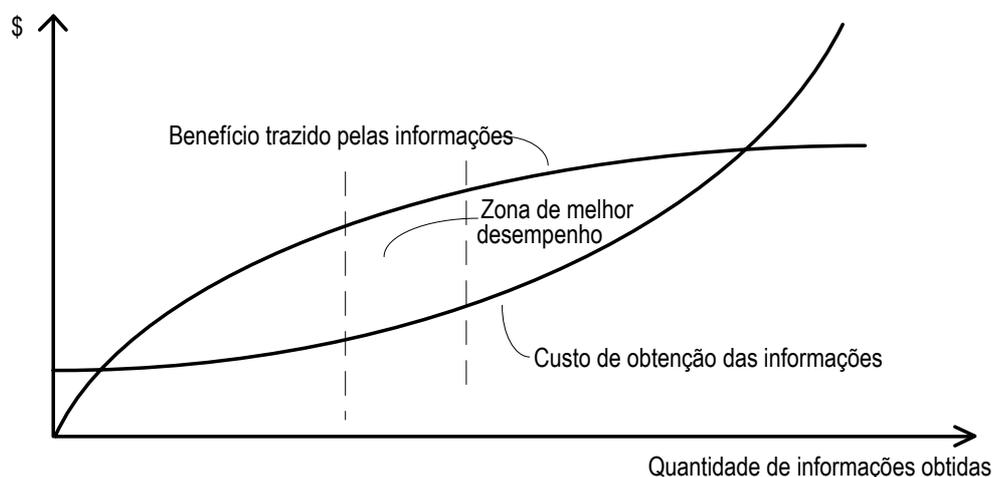


Figura 3.3 – Relação entre o custo e o benefício das informações (Fonte: KLIEMANN Neto, 1995)

- Formato das informações

O formato das informações prevista no modelo deve ser adequado às necessidades e características de quem as irá utilizar. Considerando que o ser humano comunica-se por meio dos cinco sentidos e que suas atividades dentro da organização necessitam principalmente da audição e da

visão – nas conversas ou leitura de relatórios, gráficos ou telas – a forma como os sistemas de informação recebem ou fornecem comunicações é muito importante para a realização dos seus objetivos (KLADIS, 1994).

A informalidade ou a formalidade das informações – registro das informações de maneira que elas possam ser recuperadas mais tarde – deve ser estudada a fim de que se averigüe a sua relevância dentro da organização. Geralmente, as empresas que apresentam um bom acervo de documentos tendem a ser mais rígidas que aquelas que operam com um mínimo de documentação, haja vista que a documentação facilita o desenvolvimento de um sistema de controle (KENDALL & KENDALL, 1991).

O envolvimento dos funcionários na elaboração dos planos também deve ser considerado. A falta de participação de cada um dos envolvidos na formalização dos planos pode gerar o seu insucesso causado pela falta de credibilidade (PENNONI, 1989). Neste caso, se o plano não for seguido, é preferível que não se realize o planejamento, empregando os recursos gastos na sua elaboração de uma melhor forma. Por outro lado, quando muitas pessoas estão envolvidas na elaboração de um plano, elas tendem a incluir idéias e desejos particulares que tornam o processo de planejamento maçante e demorado, atribuindo-lhe objetivos desnecessários e inatingíveis, ao invés de produzirem um documento conciso e com poucos objetivos alcançáveis e mensuráveis (PENNONI, 1989).

Como o ambiente externo é sujeito à variação de inúmeros fatores, o planejamento é objeto de freqüentes revisões. Quando existe um plano formal, há normalmente a tendência de atrasar a ação quando uma alteração é necessária, até que todos os funcionários responsáveis pelo planejamento possam reunir-se para discutir a mudança e revisar o plano (PENNONI, 1989). Como os ciclos que envolvem a coleta e processamento das informações e a difusão e implementação dos planos formais é freqüentemente lento, o momento desta reunião poderá ser tarde demais, restringindo o papel pretendido pelo planejamento formal – regular as operações enquanto em progresso – e resultando em oportunidades perdidas (LAUFER & TUCKER, 1987; LAUFER & TUCKER, 1988).

Conseqüentemente, a atualização de planos formais poderá ser um processo de guardar registros antes de ser um processo de replanejamento (LEVITT & KUNZ apud FORMOSO, 1991). De outra forma, um plano desenvolvido em um curto espaço de tempo, por uma ou mais pessoas e não formalizado de forma escrita pode resultar tão eficiente como um plano documentado formalmente, possibilitando a ação imediata quando as oportunidades se apresentam (PENNONI, 1989).

Outros aspectos importantes envolvidos com o formato da informação são a quantidade e a complexidade das informações que um determinado documento ou comunicação deve possuir. HOC (1988) discute a necessidade de esquematização das informações referentes ao planejamento de tarefas como a forma de lidar com a limitada capacidade de trabalho da memória humana e com a incerteza envolvida na antecipação. A representação esquemática torna viável a confecção de planos gerados em um ambiente de grande incerteza, mantendo-os aceitáveis a partir do momento em que eles permitam abarcar soluções alternativas e aumenta o nível de controle que o indivíduo tem sobre uma atividade, em função da expansão da sua capacidade de entendimento de situações complexas.

O nível de esquematização deverá ser baixo o suficiente para habilitar o direcionamento de atividades e alto o bastante para ser dominado pela capacidade de trabalho da memória dos indivíduos (HOC, 1988). Dessa forma, planos referentes a tarefas simples devem ser detalhados em um nível próximo do fechamento de atividades e, no caso de questões complexas e pouco definidas, os planos devem considerar apenas informações estratégicas.

Além desses três requisitos já expostos, MURDICK & MUNSON, citados por KLADIS (1994) e DAVIS & OLSON (1987) citam vários outros, relacionados ou não aos primeiros, entre os quais destacam-se os seguintes:

- Finalidade – a informação transmitida em um SI para uma pessoa ou entidade necessita ter uma finalidade, ou seja, precisa ser um requisito para a realização de um determinado processo, caso contrário, ela deixa de ser informação e passa a ser apenas um ruído;
- Velocidade – a velocidade de recepção, processamento ou transmissão da informação é o tempo gasto para resolver um determinado problema. Os computadores vêm aumentando esta velocidade que para o homem, em alguns casos, é restrita;
- Freqüência – quanto maior a freqüência de transferência da informação, maior sua importância. No entanto, freqüências muito elevadas têm o risco de interferir com a atividade do receptor;
- Redundância e eficiência – a redundância no envio de dados é inversamente proporcional à eficiência da linguagem utilizada na informação, avaliada pelas falhas ocorridas na transmissão e pela adequação de seu formato às necessidades de quem a irá utilizar. A retransmissão das mensagens é uma forma de garantia contra tais problemas, minorando a sua ocorrência;
- Representatividade, confiabilidade e precisão – o valor real de um parâmetro é estimado estatisticamente dentro de um determinado período. A diminuição desse período acarreta um

aumento na precisão e uma queda na confiabilidade. Caso contrário, diminui-se a precisão e aumenta-se a confiabilidade;

- Exatidão – mede a proximidade do valor de uma informação numérica com o valor real;
- Atualidade – designa a atualidade da informação; e
- Densidade – indica o volume de informação presente em um relatório ou tela, etc..

Além destes tributos, é ainda necessário que a informação seja relevante para a situação. De nada adianta que a informação possua todos os atributos citados se não é pertinente à situação que o decisor está enfrentando.

3.3 A UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS

Tomadas de decisão desempenhadas durante os processos de planejamento e programação de obras envolvem uma grande quantidade de informações, as quais devem circular entre o escritório e o canteiro de obras de forma clara e rápida. As atividades de coleta, processamento, armazenamento e difusão dessas informações, no entanto, consomem muito tempo e recursos, principalmente quando considerado o dinamismo do ambiente da Construção Civil (BARNES, 1993), dificultando o adequado desempenho dos processos de planejamento e programação de obras caso sejam realizadas manualmente. Some-se a isso, o fato de que a complexidade intrínseca às decisões tomadas contrasta com a limitada capacidade humana para a resolução de problemas.

A indústria da construção tem investido na utilização de recursos computacionais com o objetivo de facilitar o manuseio das informações (CHEETHAM, CARTER & ELLE, 1991). O uso de computadores em firmas de construção foi inicialmente direcionado a atividades como contabilidade e procedimentos de pagamento tais como folha de pagamento de pessoal, emissão de faturas, recibos, etc. (KÄHKÖNEN & KOSKELA, 1990). Com a extensão da utilização de recursos computacionais a outras atividades que não aquelas ligadas à contabilidade e à administração das empresas, a programação de obras foi o primeiro campo em que foram desenvolvidos *softwares* computacionais específicos, foco motivado pela sua importância central no planejamento e manutenção do controle da execução (BARNES, 1993).

As técnicas de planejamento baseadas em redes têm sido muito empregadas no planejamento e programação de empreendimentos de construção, especialmente depois de terem sido

computadorizadas. A tecnologia da computação existente tem facilitado enormemente a utilização de tais técnicas, gerando suporte à programação pelo desempenho do processamento de datas, recursos e custos das atividades previstas nas redes, além da emissão de relatórios dos sistemas de banco de dados existentes (LEVITT, KARTAM & KUNZ, 1988).

Apesar de sua natureza sedutora, a associação de computadores à programação de obras apresenta algumas deficiências ou mesmo problemas em sua forma de aplicação. Avanços conseguidos na área de tecnologia da informação têm gerado a falsa impressão de que as técnicas de programação evoluíram paralelamente (BARNES, 1993). No entanto, as ferramentas de planejamento existentes são ferramentas de análise pobres em conhecimento, o que faz com que a utilização de computadores tenha pouco impacto na longa tarefa de criação ou atualização de uma rede CPM para empreendimentos complexos.

Pacotes de *software* baseados nos conceitos PERT/CPM amplamente utilizados pelas empresas apenas realizam o processamento dos dados gerados pelos planejadores. O conhecimento usado para gerar as listas de atividades, sua seqüência, além das durações e recursos requeridos pelas mesmas ainda deve ser disponibilizado pelos responsáveis pelo planejamento (LEVITT, KARTAM & KUNZ, 1988; FORMOSO, 1991), os quais são incumbidos das tarefas de analisar o empreendimento para gerar os dados de entrada e de interpretar a relevância dos dados de saída.

Além disso, o uso de computadores freqüentemente induz à geração de informações excessivamente detalhadas, desnecessárias ou mesmo irrelevantes (LAUFER & TUCKER, 1987; MASON¹⁴ apud FORMOSO, 1991), materializadas em extensos relatórios enviados aos gerentes em um formato inadequado e trazendo apenas parte das informações realmente úteis para a fundamentação das decisões a serem tomadas. Dessa forma, as ferramentas de planejamento baseadas em redes tendem a ser usadas apenas nas análises iniciais do planejamento do empreendimento, não sendo rotineiramente utilizadas para o controle de empreendimentos em andamento nem para o planejamento detalhado de operações (LEVITT, KARTAM & KUNZ, 1988).

Quando da elaboração de planos operacionais, existe um conjunto de restrições que devem ser satisfeitas pelos gerentes da obra, as quais são relacionadas, em geral, a limitações de disponibilidade de recursos ao invés de limitações de ordem temporal ou física, estas últimas freqüentemente consideradas quando da geração dos planos globais do empreendimento. As

¹⁴ MASON, D.. **The CPM Technique in Construction**: a critique. In: Transactions of the American Association of Cost Engineers, p. E.2.1-E.2.10. Montreal: 1984.

ferramentas computacionais de planejamento, via de regra, não dão o suporte adequado para este tipo de análise.

LAUFER & TUCKER (1987) citam que em algumas empresas computadorizadas, os atrasos na atualização têm se tornado tão extremos que a formalização de planos de trabalho detalhados é feita manualmente ao longo da construção. Os gerentes de campo freqüentemente abandonam o uso de ferramentas PERT/CPM em favor de ferramentas mais simples como gráficos de Gantt ou listas de atividades. Outro problema diretamente relacionado ao uso de computadores refere-se à mão-de-obra que irá lidar com eles. Nem sempre aqueles que irão trabalhar com os programas têm o conhecimento e experiência necessários à sua operação. Os gerentes mais antigos tendem a evitar o uso destas máquinas, sendo requeridos treinamentos e atualizações regulares com o objetivo de dar aos mesmos o entendimento e a habilidade necessários à solução de problemas relacionados à operacionalização dos programas (BARNES, 1993).

A integração de atividades atualmente desempenhadas em empresas construtoras com a utilização de recursos computacionais tais como o PCP, atividades administrativas, sistemas de contabilidade, controle de estoque e sistemas CAD (*Computer Aided Design*) ainda não é uma realidade (TAN, 1996; SCHMITT, PRAZERES & DONDE, 1995; CHEETHAM, CARTER & ELLE, 1991), apesar disso ser possibilitado pelo uso de computadores (PARFITT et al, 1993).

A informatização das comunicações realizadas entre o canteiro de obras e as demais entidades envolvidas na gestão da produção, integrando-as, pode auxiliar o melhor desempenho de seus processos, além de criar novas possibilidades de relacionamento entre elas (CARDOSO, 1993). O uso de terminais no canteiro pode contribuir para a eficiência dos processos produtivos a partir de um controle da produção mais eficaz. Benefícios como o reconhecimento dos estoques existentes, medição do desperdício contábil, controle da programação físico-financeira, projeções de consumo de recursos, comunicação de compras já efetuadas e execução de pedidos corretamente especificados, podem justificar a implantação de computadores no canteiro (BARNES, 1993; SANTOS, 1995).

Todas as considerações a respeito da adequabilidade e viabilidade de qualquer modificação ou melhoria em um SI direcionado à gestão da produção, tal como a implantação de computadores ou de *softwares* de PCP, devem ser realizadas com base na análise das atuais deficiências, requisitos e características do desempenho desses processos dentro da empresa. No capítulo seguinte, é apresentado um método de intervenção que, a partir da realização de um diagnóstico inicial do SI que suporta o processo objeto de estudo, possibilita uma mais eficaz e eficiente implementação de novos sistemas de informação ou realização de alterações no SI vigente.

4 MÉTODO DE INTERVENÇÃO

O método de intervenção no processo de PCP foi elaborado com base no ciclo de desenvolvimento de sistemas. Apesar de abordado de diferentes formas na literatura, a estrutura lógica de suas etapas de realização é coincidente (LAUDON & LAUDON, 1993; WETHERBE, 1987). Na Figura 4.1 é apresentada a estrutura das etapas do ciclo de desenvolvimento proposta por WETHERBE (1987).

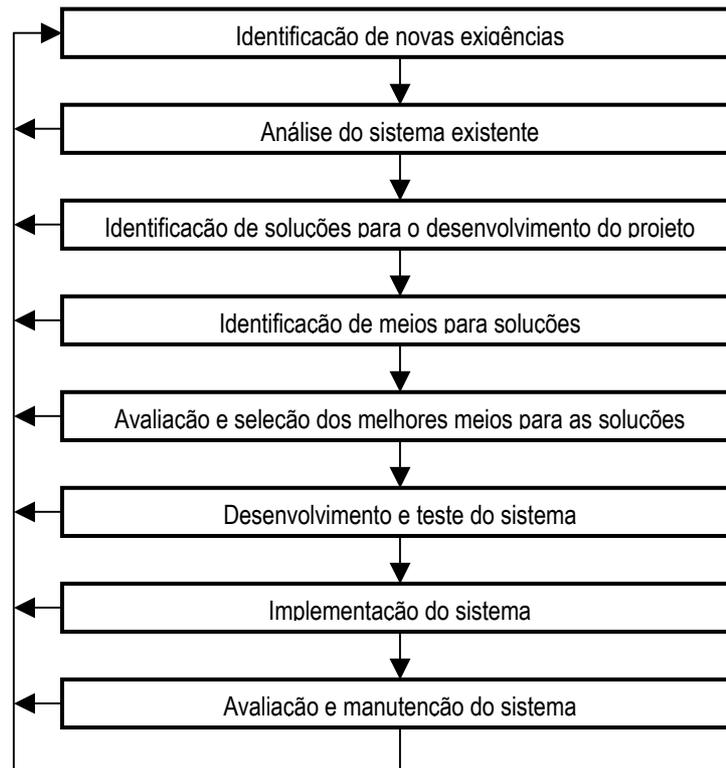


Figura 4.1 – Ciclo de desenvolvimento de sistemas (Fonte: WETHERBE, 1987)

O ciclo é iniciado com a identificação da necessidade de montagem de um novo SI ou de modificações no atual, devido ao surgimento de novos requisitos ou não cumprimento daquelas já estabelecidos.

Parte-se então para a análise do sistema existente, identificando suas deficiências. Com base nas informações obtidas pela análise do sistema, são definidas as metas a serem atingidas pelo novo sistema e proposto um modelo lógico que permita o seu desenvolvimento (KENDALL & KENDALL, 1991). Segundo WETHERBE (1987), o modelo sugerido deve proporcionar a melhoria do fluxo de trabalho e/ou da tomada de decisão.

Determinado o modelo a ser utilizado para o novo sistema, deve ser estudada a sua especificação, levantando-se os recursos físicos necessários à implementação do sistema assim como a estrutura lógica de suporte (AUDY¹⁵ apud BERNARDES, 1996; LAUDON & LAUDON, 1993). A viabilidade das possíveis alternativas disponíveis deve ser avaliada, sendo selecionada aquela que possuir uma melhor relação custo *versus* benefício.

Definidos os meios a serem utilizados, o sistema deve ser testado, procedendo-se à correção de eventuais deficiências do modelo ou dos meios utilizados (KENDALL & KENDALL, 1991). Após ser realizado o treinamento dos funcionários, o processo de implementação do sistema é iniciado, sendo considerado concluído quando da correta operacionalização do sistema.

Implementado o sistema, deve-se avaliar o resultado de seu funcionamento. Deve-se estar atento ao surgimento de novos requisitos a serem desempenhados pelo sistema, a fim de mantê-lo atualizado. Essa manutenção do sistema é realizada através de um novo ciclo de desenvolvimento de sistemas. O ciclo também pode ser reiniciado a qualquer momento, sendo retomado a partir daquelas etapas que não foram satisfatoriamente cumpridas.

De acordo com suas linhas gerais expostas no capítulo 1, o método de intervenção está estruturado em três etapas. À primeira etapa – diagnóstico dos processos de PCP e programação de recursos – correspondem os dois primeiros passos estabelecidos por WETHERBE em seu ciclo (Figura 4.1). A etapa seguinte – proposição de medidas interventivas e do plano de ação – envolve desde a identificação de soluções até o desenvolvimento e teste do sistema. A última etapa – intervenção propriamente dita – diz respeito aos dois últimos passos do ciclo de WETHERBE. O capítulo traz à discussão os aspectos associados ao bom desenvolvimento de cada uma dessas etapas, estando dessa forma apresentado.

Cabe ressaltar que, da forma como está estruturada, a intervenção pretendida não possui um caráter formal que impeça alterações no seu desenvolvimento. Sendo uma intervenção que envolve e promove a mudança organizacional da empresa, esta deve permitir ajustes derivados da adaptação do método às características da empresa e de sua cultura organizacional.

¹⁵ AUDY, J.. **Análise das Metodologias de Análise e Projeto para Desenvolvimento e Implantação de Sistemas MRP II**. Porto Alegre, 1991. Dissertação (Mestrado em Administração). Programa de Pós-Graduação em Administração da UFRGS.

4.1 DIAGNÓSTICO

A etapa de diagnóstico está fundamentada na análise da situação em que se encontra o funcionamento do processo objeto do estudo, a fim de justificar, junto à gerência, a necessidade de uma intervenção (LOTT, 1971). O diagnóstico é desenvolvido através da atualização de ferramentas de coleta de dados – entrevistas, planilhas e observações – as quais são apresentadas nos próximos itens. Os dados coletados também fornecem o conhecimento necessário à elaboração das medidas de intervenção e do plano de ação, etapa seguinte da intervenção.

Segundo LOTT (1971), a realização de um diagnóstico é justificada pela diminuição do nível de resistência e conseqüente interesse pela implementação de um novo sistema, resultado direto do trabalho conjunto com os funcionários. A realização do diagnóstico também é justificada pelo estudo de soluções para o sistema como um todo em vez de soluções para problemas isolados (SCHOLTES¹⁶ apud SANTOS, 1995).

O método para realização do diagnóstico tem como referência básica aquele proposto por BERNARDES (1996). O método consiste basicamente da realização prévia de uma investigação preliminar em que os funcionários envolvidos com os processos de PCP e programação de recursos são entrevistados. Numa segunda etapa, são aplicadas planilhas em que são registrados dados referentes ao fluxo de informação associados aos processos.

Foram realizadas algumas alterações no método, explicitadas na Figura 4.2, em virtude de aspectos levantados quando da sua aplicação no estudo de caso inicial, retratado no capítulo 5.

As alterações consistem basicamente na redução do esforço despendido na coleta de dados através de planilhas e no estabelecimento da observação – realizada através do acompanhamento efetivo dos envolvidos no desempenho de suas funções – como ferramenta adicional para a compreensão do funcionamento do processo.

¹⁶ SCHOLTES, P. R.. **Times da Qualidade**: como usar equipes para melhorar a qualidade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992. 303 p..

Dessa forma, deve-se contatar o gerente de produção da empresa no início do estudo, com o fim de obtenção de informações referentes ao funcionamento dos processos de PCP e de programação de recursos, os funcionários envolvidos – direta ou indiretamente – no seu desempenho e o seu relacionamento com os outros sistemas gerenciais existentes.

Para fins de conceituação, o gerente de produção é definido como um profissional especializado, responsável pelas obras e elo de ligação entre a obra e a empresa, possuindo ou não engenheiros sob sua supervisão. O gerente de produção será referido ao longo da dissertação como diretor técnico, o que é motivado e justificado pelo fato dos gerentes de produção em pequenas e micro empresas acumularem freqüentemente funções de direção na empresa (FORMOSO & FRUET, 1993).

A partir do contato inicial realizado com o diretor técnico, devem ser agendadas entrevistas individuais com os envolvidos no processo em estudo. Essas entrevistas visam a um maior detalhamento do funcionamento do processo já exposto pelo diretor, que também deverá ser entrevistado. No início da entrevista – se possível, realizada em ambiente privativo – devem ser informados a função do pesquisador e os objetivos da entrevista, além da importância das informações cedidas. A entrevista, apesar de não estruturada, pode ser guiada por uma lista de verificação das informações que se pretende obter. Com base em LOTT (1971), sugere-se, no Quadro 4.1, uma listagem de informações a serem solicitadas ao funcionário entrevistado, não devendo ser excluídos, entretanto, aspectos não considerados e que podem surgir no decorrer da entrevista.

Durante a entrevista, deve-se avaliar o domínio do entrevistado sobre as questões que lhe estão sendo feitas, possibilitando o melhor aproveitamento das suas respostas (DANIELS & YEATES, 1971). Sugere-se que as respostas sejam imediatamente registradas, evitando a sua memorização para posterior análise e conseqüente possibilidade de perda das informações coletadas. Também durante a realização das entrevistas, o pesquisador deve estar atento à ocorrência de conflitos entre as informações fornecidas pelos entrevistados. Para tal, é interessante que ele disponha, durante a entrevista, das informações prestadas pelos funcionários já entrevistados. Identificada uma informação contrastante, ela deve ser apontada e questionada, individualmente, aos entrevistados que as emitiram, evitando o constrangimento de revelar a origem do conflito. Ainda assim, caso seja mantido o conflito, ele deve ser anotado para que seja procedida a sua dissolução ao longo do restante do diagnóstico.

Segundo DAVIS (1987), a entrevista é o meio mais produtivo para a obtenção de informações durante a coleta de dados, sendo muito utilizada no esclarecimento de questões pendentes. Dessa forma, surgindo novos aspectos ao longo do diagnóstico ou persistindo a dúvida acerca de pontos ainda não suficientemente claros, deve-se recorrer à aplicação de entrevistas adicionais.

Quadro 4.1 – Lista de verificação das informações a serem solicitadas durante a entrevista

Entrevista
<ol style="list-style-type: none"> 1. Função do entrevistado na empresa. Ligação do entrevistado com os processos de planejamento da produção e programação de recursos. 2. Entidades - funcionários do staff, departamentos, profissionais externos à empresa, etc - a quem o entrevistado ou seu departamento está ligado funcionalmente. Relação existente. Com referência a cada uma das entidades informadas, questionar: <ul style="list-style-type: none"> • Informações recebidas e enviadas pelo entrevistado. • Formato das informações recebidas e enviadas: verbal (por telefone ou pessoalmente), escrito (documentos, gráficos, planilhas, etc...), etc. • Periodicidade de recebimento e envio das informações. • Atividades realizadas ou decisões tomadas pelo entrevistado com base nas informações recebidas. • Informações processadas e armazenadas para utilização futura: meio de armazenamento, a quem se destinam, utilização, efetividade da utilização. • Percepção de deficiências e/ou pontos positivos quanto às informações necessárias ao desempenho dessas atividades e tomadas de decisão: inexistência, formato, periodicidade, regularidade, etc. Sugestões de melhoria. 3. Utilização de ferramentas computacionais para o desempenho dessas atividades. Percepção e sugestões do entrevistado acerca do uso dessas ferramentas. 4. Grau de satisfação com o sistema atual. 5. Informações que o entrevistado gostaria de acrescentar.

A realização de entrevistas, no entanto, apresenta algumas desvantagens a que se deve estar atento. Há tendência natural, por parte do entrevistado, de não refletir o real cotidiano da empresa, guiando suas respostas pelos padrões normativos a que está submetido (KENDALL & KENDALL, 1991). Para amenizar este problema, deve-se lembrá-lo que as informações dadas por ele não possuem caráter de controle, mas que serão utilizadas apenas pelo pesquisador e para a compreensão do processo em estudo. Outro aspecto negativo é que, por limitações de memória, o entrevistado pode responder às questões baseado apenas nas informações que ele manipula mais correntemente, generalizando-as.

4.1.1.2 Análise de Documentos

Durante a realização das entrevistas, deve-se solicitar ao funcionário cópias dos documentos que são utilizados na transmissão das informações e armazenamento de dados. A sua análise permite

que sejam feitas considerações quanto às informações que servem de base para a tomada de decisão e, num segundo momento, fundamentam sugestões de melhoria relativas à inclusão ou exclusão de informações e mudança no seu formato de apresentação (DANIELS & YEATES, 1971).

4.1.1.3 Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) e Dicionário de Dados

Com base nas informações coletadas através das entrevistas, o pesquisador deve elaborar um primeiro modelo do fluxo de informação da empresa. A modelagem deve ser realizada através de uma técnica de diagramação que permita, por seu formato gráfico, uma melhor visualização do sistema analisado. BERNARDES (1996) adotou a técnica do diagrama de fluxo de dados (“*Data Flow Diagram – DFD*”), que, além de adequada à representação do funcionamento de um SI, permite a análise lógica do processo envolvido. Nesse estágio, a intenção de montagem do DFD é apenas dar uma referência inicial ao pesquisador, facilitando a compreensão e orientação dos trabalhos ao longo da etapa de diagnóstico.

O DFD modelado da empresa deve ser estruturado a partir do DFD de cada funcionário ou departamento entrevistado. Cada DFD pode ser montado pelo pesquisador durante a realização da entrevista e ao fim da qual deve ser avaliado pelo entrevistado para que sejam realizados os ajustes necessários. Somados e analisados os DFD’s de todos os entrevistados, torna-se possível a elaboração de um DFD do sistema de PCP da empresa, no qual está inserido o processo de programação de recursos.

Para a montagem de um DFD são utilizados apenas quatro símbolos, discutidos a seguir e apresentados na Figura 4.3 (KENDALL & KENDALL, 1991).

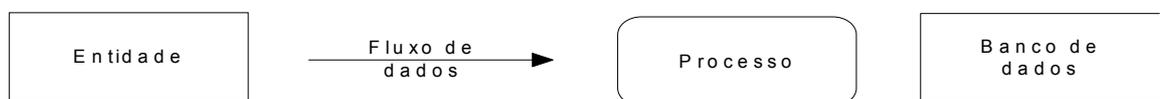


Figura 4.3 – Convenções utilizadas para o traçado do DFD (Fonte: KENDALL & KENDALL, 1991)

O retângulo representa uma entidade (empresa, departamento ou pessoa) que interage com o sistema, fornecendo-lhe ou alimentando-se de seus dados. A flecha indica a transferência de dados entre entidades, processos ou bancos de dados, sendo o destino indicado pela ponta da flecha. O retângulo de cantos arredondados indica a realização de um processo de transformação de dados. As informações por ele geradas são sempre diferentes daquelas que o alimentam. O retângulo aberto em

seu lado direito indica um banco de dados, incrementável e acessível. As entidades, dados transferidos, processos e bancos de dados devem ser adequadamente nomeados, a fim de permitir a sua fácil identificação no modelo.

A representação gráfica do DFD não considera os meios físicos que dão suporte ao sistema, mas apenas seus envolvidos, a entrada, saída e armazenamento de dados e os processos desempenhados. Esta característica permite uma certa flexibilidade ao analista que, estudando a lógica do modelo, não necessita preocupar-se com as especificações necessárias à sua implementação (KENDALL & KENDALL, 1991).

As entidades a serem representadas no DFD variam de acordo com a estrutura organizacional da empresa e com a importância que têm no desenvolvimento do processo de PCP. Geralmente, as empresas de pequeno porte não possuem sua estrutura organizada em departamentos, estando seus funcionários, por vezes, responsáveis por atividades normalmente dissociadas, tais como planejamento operacional das obras, projeto, produção e compras (FORMOSO & FRUET, 1993). Dessa forma, sugere-se que as entidades explicitadas no DFD representem as categorias funcionais existentes na empresa. Recomenda-se, também, a não representação de mais de 10 entidades, a fim de não desvirtuar o sentido do DFD, que é facilitar a visualização do processo como um todo. A título de exemplo, pode-se observar o DFD sugerido na Figura 3.2, modelo básico onde as entidades estão definidas pelas funções necessárias ao desempenho do PCP e programação de recursos.

Para a montagem do DFD, tanto dos entrevistados, como da empresa, pode-se seguir o roteiro exposto na Figura 4.4, sugerido por KENDALL & KENDALL (1991).

De maneira complementar ao DFD e após seu desenho, deve ser redigido o dicionário de dados. Esta ferramenta tem como função descrever os elementos do DFD, servindo como guia para a análise e projeto do SI (KENDALL & KENDALL, 1991).

A construção do dicionário de dados pode ser iniciada pela catalogação dos processos existentes no DFD, que, no caso deste estudo, são aqueles relacionados ao PCP e programação de recursos. O dicionário deve incluir o nome do processo, suas entradas e saídas e um resumo de suas atividades. Em seguida, devem ser nomeados e descritos os fluxos de dados, que devem ter sua origem e destino determinados. Os bancos de dados também devem ser nomeados e descritos, além de terem indicados os fluxos de dados que o alimentam e que, posteriormente, são por eles gerados. Os nomes atribuídos aos dados, processos e bancos de dados devem ser escolhidos de maneira que a maioria dos funcionários os identifique rapidamente, facilitando a compreensão do DFD (KENDALL & KENDALL, 1991).

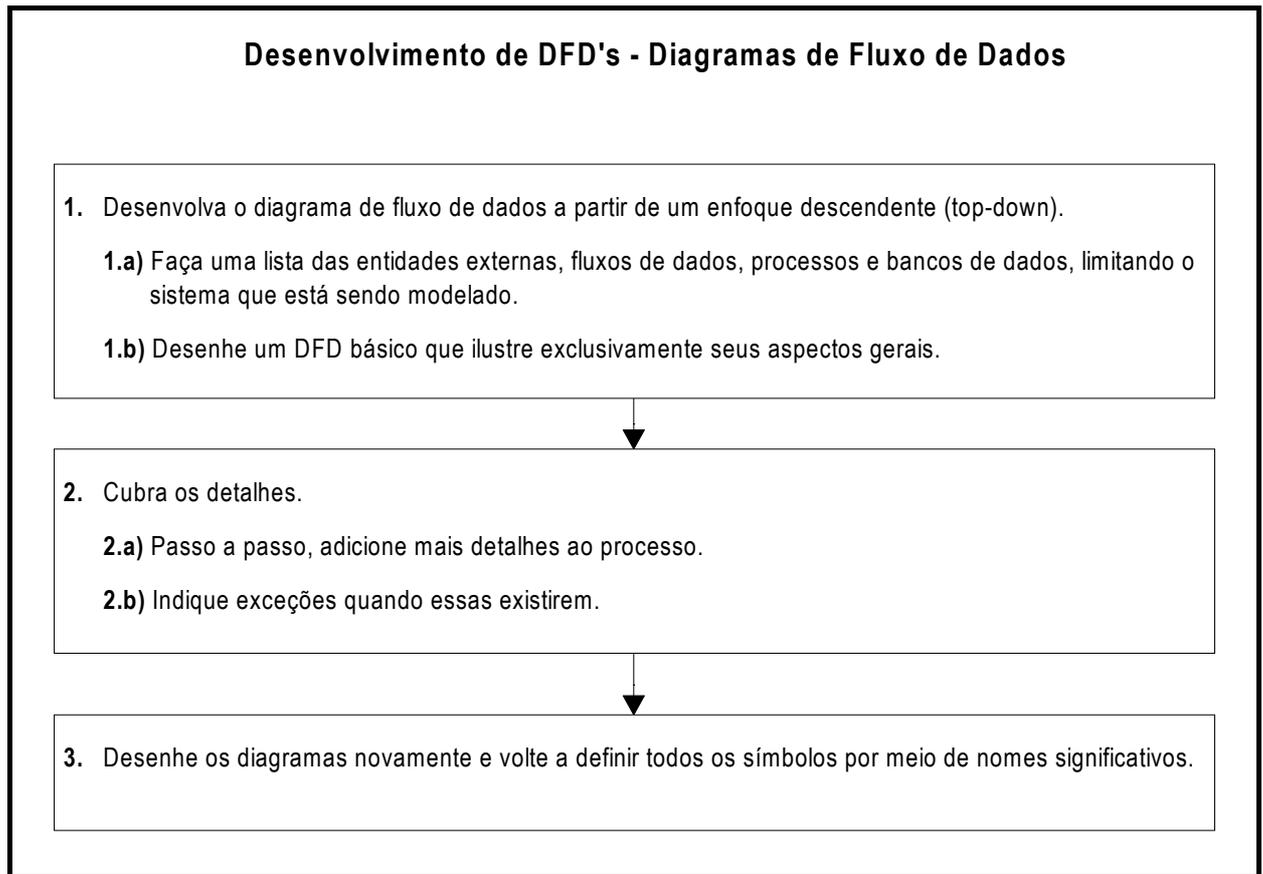


Figura 4.4 – Desenvolvimento de diagramas de fluxo de dados (Fonte: KENDALL & KENDALL, 1991)

4.1.2 Análise do Fluxo de Informação

Terminada a etapa de investigação preliminar (item 4.1.1), deve ser aplicada a ferramenta de coleta de dados definida por BERNARDES (1996), a qual permite a análise do fluxo de informação associado ao processo de PCP. Através da obtenção de dados referentes às informações trocadas pelas entidades existentes na empresa, torna-se possível verificar o seu grau de relacionamento, um dos pontos fundamentais para a identificação de focos de intervenção.

A utilização dessa ferramenta permite o registro de um grande número de informações num curto prazo, cuja análise é facilitada pela padronização da forma de coleta. Por possuir uma análise quantitativa, baseada em dados empíricos e apresentada em formato percentual, a coleta desses dados permite uma melhor justificativa da necessidade de intervenção, sendo mais confiáveis e aceitáveis na percepção dos gerentes.

4.1.2.1 Método

A ferramenta consiste em uma planilha na qual são registrados dados referentes às informações manuseadas pelos funcionários envolvidos com os processos de PCP e programação de recursos. Os dados coletados são: data do envio ou recebimento, emissor e destinatário, forma de transmissão ou armazenamento e descrição da informação.

Duas mudanças básicas foram realizadas em relação ao método de análise desenvolvido por BERNARDES (1996):

- a) O foco da análise estava anteriormente centrado nas informações trocadas pelo departamento de planejamento da empresa. Como a estrutura organizacional das empresas de pequeno porte não é, geralmente, dividida em departamentos, o foco da análise passa a estar sobre as informações trocadas durante o desempenho das funções relacionadas com o processo de PCP; e
- b) A fim de possibilitar um melhor mapeamento das funções e uma modelagem do processo de PCP mais precisa, BERNARDES (1996) envolveu no preenchimento todos os funcionários que foram entrevistados na fase de investigação preliminar. O presente trabalho propõe que o diretor técnico seja excluído da coleta. A exclusão é justificada pela grande quantidade de informações por ele manipuladas (MINTZBERG¹⁷, KOTTER¹⁸ apud BERNARDES, 1996) e a conseqüente falta de tempo para o seu registro, aspecto verificado pelo autor quando da aplicação das planilhas no estudo de caso inicial (capítulo 5).

A exclusão do diretor técnico da coleta não significa, necessariamente, a exclusão das informações por ele recebidas ou enviadas da modelagem do fluxo de informações. As informações possuem duplo registro, um na fonte emissora e outro na receptora. Dessa forma, pode-se conhecer indiretamente as informações manipuladas pelo diretor técnico. Cabe lembrar que, mesmo excluído da coleta, o diretor técnico deve estar ciente de sua realização, objetivos e importância, sendo necessária a sua aprovação e colaboração, no sentido de qualificar os resultados obtidos na análise.

A planilha pode ser apresentada aos funcionários envolvidos na coleta durante a realização das entrevistas realizadas na etapa de investigação preliminar (item 4.1.1). Os funcionários devem ser informados dos objetivos de sua aplicação, sua importância, sua forma de preenchimento e a duração

¹⁷ MINTZBERG, H.. **The Nature of Managerial Work**. New York: Harper & Row, 1973.

¹⁸ KOTTER, J.. What Effective General Managers Really Do. **Harvard Business Review**, v. 60, n. 6, p. 156-67, 1982.

do período de coleta. É importante que os funcionários também estejam cientes da aprovação e apoio do diretor técnico.

Na Figura 4.5 é apresentado um exemplo de modelo de planilha. A compreensão do formato da planilha deve ser questionada aos funcionários, a fim de averiguar dificuldades no seu preenchimento. Caso essas surjam, deve-se discutir a proposição de outros modelos com os funcionários. Disponibilizados os dados a serem coletados, qualquer formato, desde que adequado às percepções dos funcionários, pode ser utilizado.

Empresa: _____

Funcionário: _____ **Planilha n°:** _____

DATA	ENVIU PARA	RECEBEU DE	MEIO				DESCRIÇÃO DA INFORMAÇÃO
			Verbal	Fone	Escrito	Outros	

Telefone para contato com o pesquisador: (123) 456-7890

Figura 4.5 – Planilha para coleta de dados do fluxo de informação (Fonte: BERNARDES, 1996)

Durante o período de coleta, o pesquisador deve acompanhar o preenchimento das planilhas ao menos duas vezes por semana, sendo o esforço de supervisão concentrado nos primeiros dias. Esse acompanhamento é necessário para a revisão e resolução de dúvidas quanto ao preenchimento, devendo as visitas serem programadas e comunicadas previamente aos funcionários.

Devem ser registradas, na planilha, todas as informações que estejam sendo recebidas ou enviadas pelo funcionário referentes ao desempenho de suas atividades. Comunicações de caráter pessoal, não relacionadas ao trabalho, não devem ser registradas. No Anexo 1, encontra-se um modelo de planilha preenchida que exemplifica como e que tipos de informações devem ser registradas.

Atenção especial deve ser dada à descrição da informação, sobre a qual não deve permanecer qualquer dúvida, sobretudo por parte do pesquisador. Deve ser solicitado aos funcionários que eles não suprimam termos ou façam uso de abreviaturas que comprometam a interpretação do conteúdo da informação.

Os funcionários devem evitar fazer uso da memória para registrar, num momento posterior, as comunicações realizadas. No intuito de não perder o registro de alguma informação, é preferível que ele seja anotada na mesma hora em que é enviada ou recebida. Para tanto, é interessante que a planilha esteja sempre a mão.

Deve-se atentar para o fato de que o método tem entre seus objetivos quantificar o fluxo de informação. Nesse sentido, quando vários assuntos de natureza distinta são abordados num mesmo contato, cada um deles deve ser anotado como uma informação diferente e, quando um mesmo assunto for abordado em contatos diferentes, ele deverá ser anotado a cada contato.

Contatos com elementos externos à empresa como fornecedores, clientes e prestadores de serviços (projetista, orçamentistas, etc.) devem também ser incluídos no levantamento, tendo sua função discriminada.

A título de treinamento, pode-se simular o preenchimento das planilhas com os funcionários envolvidos a fim de avaliar se os mesmos efetivamente entenderam a forma de coletar as informações. Este treinamento também é importante para que haja uma sensibilização dos funcionários quanto à importância e a necessidade do registro das informações para o sucesso do estudo.

4.1.2.2 Período de aplicação

O período de coleta de dados deve, se possível, abranger um ciclo completo do processo de replanejamento, permitindo a modelagem de todas as suas etapas.

No entanto, os replanejamentos nem sempre ocorrem em períodos regulares (LAUFER & TUCKER, 1987). Além disso, em algumas empresas o replanejamento é realizado com frequência até trimestral (BERNARDES, 1996). Pressupõe-se que o esforço de registro das informações durante períodos prolongados ou inicialmente não definidos provoca desmotivação nos funcionários envolvidos, prejudicando a qualidade dos dados coletados.

Ainda que o processo de replanejamento não seja inteiramente coberto, sugere-se que as planilhas sejam aplicadas durante um período de 15 a 30 dias. As informações referentes a etapas do

replanejamento eventualmente excluídas do período de coleta podem ser obtidas através da observação (item 4.1.3). A data escolhida para o início da aplicação das planilhas não deve coincidir com dias caracterizados pela intensa atividade como, por exemplo, sextas-feiras, quando é realizado o pagamento da folha de pessoal. A desmotivação causada pelo acréscimo de trabalho pode ocasionar o pouco ou nenhum registro das informações.

4.1.2.3 Quantificação das Informações Registradas

As planilhas preenchidas pelos funcionários e revisadas pelo pesquisador devem ser recolhidas ao longo das visitas de acompanhamento para que seja efetuada a quantificação das informações. As várias entidades envolvidas na coleta trocam uma grande variedade de informações, o que dificulta o trabalho de modelagem do fluxo. Para que seja possível a análise dos dados coletados, é necessário o agrupamento das informações registradas nas planilhas.

Apenas após ter sido realizada a coleta de todas as planilhas preenchidas pelos funcionários, deve-se – através de uma leitura geral – realizar a identificação de padrões de semelhança entre as informações registradas. Como critério básico para a identificação de grupos de informação pode-se sugerir o estabelecimento de grupos que caracterizem os processos em estudo e que sejam facilmente relacionáveis às atividades rotineiras desempenhadas pelas entidades estudadas, como, por exemplo, grupos relativos a informações de planejamento (gerentes), controle (gerentes operacionais), solicitação de recursos (responsáveis pela produção), negociação com fornecedores (responsáveis pelas compras), etc..

Estes grupos podem ser divididos caso haja o interesse em alguma informação específica que tenha se apresentado relevante para o diagnóstico, conforme indicado pelas entrevistas com os funcionários ou pela leitura inicial das planilhas preenchidas. Como exemplo, o grupo de solicitações de recursos poderia ser dividido nos grupos solicitações de recursos materiais, solicitações de recursos humanos e solicitações de equipamentos.

Com o intuito de facilitar a análise e sua representação gráfica, deve-se:

- Evitar a criação de muitos grupos de informação, mantendo suas descrições suficientemente genéricas para que abranjam o maior número de informações assemelhadas possível;
- Definir um único grupo para informações de caráter semelhante, mesmo que manipuladas por entidades diferentes; e

- Utilizar o artifício de codificar os grupos de informação o que, além de reduzir o trabalho de alimentação do programa estatístico utilizado para a análise, facilita a visualização e compreensão dos relatórios gráficos gerados.

Após terem sido agrupadas e codificadas, as informações deverão ser quantificadas e calculadas as freqüências percentuais de cada grupo de informação manipulado pelos funcionários. As informações coletadas por funcionários com funções semelhantes – por exemplo, três mestres-de-obras – podem ser quantificadas em conjunto.

No momento da quantificação, pode ocorrer dúvida quanto a que grupo de informações pertence determinada informação constante das planilhas, dificuldade que pode advir da descrição deficiente e/ou incompleta da informação ou, ainda, da estruturação dos grupos, a qual pode, eventualmente, apresentar interseções. Com o intuito de evitar que informações semelhantes venham a ser tabuladas em grupos distintos, recomenda-se que:

- a) Seja montado um quadro que apresente os grupos de informação definidos e sua descrição, além de espaço para a que sejam listadas as informações já tabuladas. Com isso, permite-se, durante a tabulação, o confronto de informações ainda não tabuladas com informações semelhantes já cadastradas; e
- b) Apenas uma pessoa fique responsável pela tabulação dos dados, dificultando a possibilidade de interpretações distintas da descrição de cada grupo de informações.

4.1.2.4 Abstinência

Durante a aplicação da ferramenta de coleta de dados através de planilhas em um estudo de caso, BERNARDES (1996) apresentou, como pressuposto, o não registro de todas as informações manipuladas pelos funcionários envolvidos com a coleta.

Neste trabalho, desenvolveu-se um método para a identificação do índice de abstinência no preenchimento das planilhas. Este índice monitora o grau com que as comunicações realizadas pelos funcionários envolvidos no estudo não foram registradas. O método consiste, basicamente, em um experimento estatístico no qual a quantidade de informações registradas pelos funcionários é confrontada com o total de informações por eles manipuladas, este último a ser determinado pelo pesquisador através do acompanhamento dos funcionários, em período integral, durante alguns dias da coleta. BERNARDES (1996) já havia considerado a possibilidade do acompanhamento para aferição

da abstinência, acreditando, porém, que esse método constrangeria os funcionários pela sensação de vigilância.

O índice de abstinência pode ser visto como um indicador da qualidade das informações registradas. Quanto maior a abstinência, maior a possibilidade de que algum tipo de informação não tenha sido declarado, prejudicando a modelagem do fluxo de informação real.

O método traz dois benefícios ao estudo do fluxo de informação: a identificação do índice de abstinência e a identificação do fator de influência da presença do pesquisador na quantidade de informações coletadas. Este último pode ser visto como um indicador da motivação e da sensibilização dos funcionários, já que verifica a espontaneidade na elaboração com o trabalho. Além de permitir uma aferição da qualidade do diagnóstico, o cálculo da abstinência não representa um acréscimo substancial no dispêndio de tempo por parte do pesquisador, podendo ser combinada com a coleta de dados através de observação (item 4.1.3).

São apresentados, a seguir, o método de cálculo da abstinência e da influência da presença do pesquisador e as diretrizes para a montagem do experimento estatístico necessário à quantificação das informações manipuladas pelos funcionários da empresa.

- Cálculo da abstinência e da influência da presença do pesquisador

Sendo considerado como o percentual de informações enviadas e recebidas pelos funcionários que não foram registradas, o índice de abstinência da empresa é obtido através da média dos índices de abstinência dos funcionários. O índice de abstinência de cada funcionário é obtido subtraindo-se a média diária de informações registradas por ele – nos dias em que não houve acompanhamento pelo pesquisador, a fim de isolar qualquer possível influência – da média diária de informações registradas pelo pesquisador. Este valor é então dividido pela média diária das informações registradas pelo pesquisador e multiplicado por 100 (cem) para tomar o formato de percentual (ver Quadro 4.2).

Vale lembrar que, devido à forma de montagem do experimento, apresentada em seguida, os índices de abstinência obtidos individualmente para os funcionários só têm representatividade quando considerados em conjunto. O fato de que o índice obtido é referente à empresa e não a cada funcionário deve ser comunicado aos funcionários, além de ressaltado o conhecimento e a concordância da alta gerência com os propósitos do experimento proposto para o cálculo da abstinência. Essas duas medidas objetivam atenuar o caráter de controle que o método pode aparentar para os funcionários.

Quadro 4.2 – Fórmulas para o cálculo dos índices de abstinência e abstinência percebida e do fator de influência da presença do pesquisador

$$A\% = \frac{\sum Af}{Nf} = \frac{\sum \frac{Imp - lms}{Imp} * 100}{Nf}$$

$$Ap\% = \frac{\sum Apf}{Nf} = \frac{\sum \frac{Imp - lmc}{Imp} * 100}{Nf}$$

$$Fp = \frac{100 - Ap\%}{100 - A\%}$$

onde:

- A - índice de abstinência
- Af - índice de abstinência dos funcionários
- Ap - índice de abstinência percebida
- Apf - índice de abstinência percebida dos funcionários
- Nf - número de funcionários envolvidos no experimento
- Imp - média diária de informações registradas pelo pesquisador
- lms - média diária de informações registradas pelo funcionário em dias sem acompanhamento
- lmc - média diária de informações registradas pelo funcionário em dias com acompanhamento
- Fp - fator de influência da presença do pesquisador

Para identificar a influência da presença do pesquisador no preenchimento das planilhas, foi definido o conceito de índice de abstinência percebida, que é o percentual de informações não registradas pelo funcionário quando o preenchimento das planilhas ocorre na presença do pesquisador.

O diferencial entre os dois tipos de abstinência reside justamente na influência causada pela presença do pesquisador junto ao funcionário quando do preenchimento das planilhas. O índice de abstinência percebida da empresa é obtido da mesma forma que o seu índice de abstinência, bastando substituir a média diária de informações registradas pelos funcionários nos dias em que não houve acompanhamento pela média diária dos registros efetuados por eles quando o pesquisador estava presente (Quadro 4.2).

O fator de influência da presença do pesquisador pode ser obtido pela razão entre os percentuais de informações registradas na sua presença e na sua ausência (Quadro 4.2).

- Montagem do experimento estatístico

A definição de parâmetros para a montagem de um experimento estatístico, necessário à quantificação das informações manipuladas pelos funcionários, contou com o auxílio de um especialista na área de planejamento e avaliação de experimentos.

A quantidade de informações manipuladas pelos funcionários – determinada a partir de acompanhamentos realizados pelo pesquisador – é influenciada por fatores como suas características pessoais, o tipo de atividade desenvolvida por eles, o dia da semana e a localização desse dia no ciclo de PCP.

Na tentativa de reduzir o número de acompanhamentos realizados pelo pesquisador, dada a sua escassa disponibilidade de tempo, e os efeitos provocados pelos fatores acima mencionados, são propostos os seguintes procedimentos para a montagem do experimento estatístico:

- a) O pesquisador, com base na sua percepção, classifica os funcionários envolvidos com a coleta em relação à abstinência esperada de cada um deles. Para tal, pode-se levar em conta os critérios de deslocamento no trabalho (quanto menos o funcionário se desloca durante o expediente, menor sua abstinência) e quantidade de trabalho realizado (quanto menos atarefado o funcionário, menor sua abstinência);
- b) A partir dos elementos extremos desta classificação são montadas duplas (um funcionário de cada extremo) que compõe uma média da abstinência do grupo. No caso de número ímpar de participantes e conseqüente impossibilidade de formação de duplas com todos eles, o funcionário que representa o elemento central da classificação (por exemplo, o terceiro num grupo de 5) não participará do experimento;
- c) A fim de reduzir a influência causada pelo tipo de atividades desempenhadas pelos funcionários na análise estatística, não se deve colocar, sempre que possível, funcionários que desempenhem atividades semelhantes numa mesma dupla. Para este ajuste, é permitido que pequenas alterações sejam feitas na hierarquização da abstinência;
- d) Sempre que possível, o experimento deve ser realizado ao longo de todo o período de coleta, o qual deve ser dividido em semanas;
- e) As duplas são distribuídas ao longo da(s) semana(s) de coleta, devendo haver o mesmo número de duplas alocado em cada dia da semana da coleta, o que implica em que o número de observações seja um múltiplo do mínimo múltiplo comum (m.m.c) do número de dias da semana e das semanas

de coleta. Caso o número de duplas não seja um múltiplo m.m.c. referido, há a necessidade de repetir algumas das duplas até que o primeiro múltiplo seja alcançado;

- f) Com a intenção de evitar efeitos devidos ao início ou meio da semana, as duplas devem ser distribuídas de forma a ocorrerem igual número de vezes no início ou fim da semana (segunda e sexta) e no meio da semana (terça, quarta e quinta), o que não seria possível devido ao requisito estabelecido na letra “e”. Assim, optou-se por excluir a quarta-feira do experimento, gerando uma igualdade entre os números de dias de início ou fim de semana e de meio de semana;
- g) Atividades ou duplas eventualmente repetidas devem, se possível, estar distribuídas de forma a aparecerem uma vez no início ou fim da semana;
- h) No caso do período de coleta alcançar a repetição do ciclo de algum subprocesso do processo estudado, não se deve, se possível, repetir atividades ou duplas em dias que correspondam à mesma etapa de dois ciclos do mesmo subprocesso;
- i) Caso não haja disponibilidade de mão-de-obra (pesquisador) para a realização do experimento devido a sua concentração num período curto de coleta e/ou grande número de duplas na escala, pode-se partir, com algum prejuízo, para a simplificação do experimento através da exclusão de algumas duplas. Os critérios para a exclusão podem ser dois, conjugados ou não: a partir de um dos extremos da escala, incluir uma dupla e excluir outra ou, havendo atividades com número de funcionários muito superior ao de outras, suprimir algumas duplas com essas atividades; e
- j) Se o problema de disponibilidade de mão-de-obra para a realização do experimento for devido ao grande número de observações gerado pela obtenção do requisito da letra “e”, pode-se, também com prejuízo, tentar obter uma redução do m.m.c. através da exclusão no experimento da primeira e/ou da última semana de coleta de dados, visto que essas semanas podem apresentar problemas de autodisciplinamento para o preenchimento das planilhas e de efeito término, respectivamente.

No item 5.2.2.2, é apresentado o experimento aplicado no estudo de caso inicial.

4.1.3 Observação

A grande abstinência no registro do fluxo de informação do processo de PCP – indicada pelo estudo de caso inicial (item 5.2.2.2) – torna a análise dos dados pouco representativa, independente de quão longo seja o período de coleta. A coleta de dados, através da observação, tenciona obter informações que não podem ser identificadas pelo pesquisador durante a investigação preliminar ou

registradas pela ferramenta de coleta por planilhas. As informações registradas pela ferramenta de coleta por planilhas podem, no entanto, ser confirmadas, questionadas ou até anuladas pelos resultados obtidos através da observação (KENDALL & KENDALL, 1991).

Outro aspecto que justifica a necessidade de observação é que, apesar dos dados coleados através de entrevistas e de planilhas permitirem a montagem do DFD do processo estudado, não permitem, por suas características de coleta, uma boa identificação do seqüenciamento ou do fluxo do processo no tempo, informação que pode ser percebida através da observação. A observação permite, ainda, a identificação do perfil comportamental apresentado pelos funcionários – em especial, aqueles tomadores de decisão. Devem ser avaliadas, de maneira geral, as relações pessoais, profissionais e de influência existentes entre os funcionários, sua postura perante a empresa e a função que desempenham, identificando os níveis de integração, satisfação, motivação e compromisso com o cumprimento das responsabilidades a eles atribuídas.

Com a percepção de fiscalização que a observação pode gerar, os funcionários envolvidos podem modificar sua atitude, prejudicando a qualidade dos resultados obtidos. Esse comportamento pode ser corrigido desde que seja feita uma prévia explicação dos objetivos da observação, depois de iniciada a mesma.

4.1.3.1 Método e Amostragem da Observação

Se possível, a coleta de dados pela observação deve ser estruturada e sistemática. KENDALL & KENDALL (1991) levantam a possibilidade de realizar a amostragem das observações de duas formas: por intervalos e por eventos, ambas com suas vantagens e desvantagens (Quadro 4.3).

Quadro 4.3 – Vantagens e desvantagens dos tipos de amostragem para a realização de observações (Fonte: KENDALL & KENDALL, 1991)

	Definição	Vantagens	Desvantagens
Amostragem por Intervalo	A observação é realizada de forma aleatória e momentânea, sendo analisada principalmente a freqüência das ocorrências.	<ul style="list-style-type: none"> – minimização da parcialidade pela casualidade das observações; – permite uma concepção representativa das atividades mais freqüentes. 	<ul style="list-style-type: none"> – são observados fragmentos de dados, não havendo tempo para observar a tomada de decisões; – se perdem decisões pouco freqüentes, ainda que importantes.
Amostragem por eventos	A observação é centrada no acompanhamento do desenvolvimento de eventos pontuais, geralmente processos de tomada de decisão	<ul style="list-style-type: none"> – permite a observação do comportamento conforme este se expressa; – permite a observação de eventos considerados importantes. 	<ul style="list-style-type: none"> – o analista perde tempo considerável; – se perdem amostras representativas das decisões mais freqüentes.

No caso da opção pela realização do cálculo da abstinência (item 4.1.2.4), sugere-se que as observações sejam feitas paralelamente aos acompanhamentos, durante todo o dia. Esta forma de definição da amostra, misto da amostragem por intervalo e por eventos, possibilita as vantagens desses dois métodos além de minimizar suas desvantagens. O diretor técnico, excluído do cálculo da abstinência por não participar do preenchimento das planilhas, também deverá ser observado.

No caso da não realização do cálculo da abstinência, sugere-se que a amostragem seja definida por eventos, dando-se prioridade aos eventos relacionados ao processo de preparação dos planos táticos e operacionais, sendo observados aspectos como os participantes envolvidos, suas funções, informações utilizadas e dificuldades encontradas. Deve-se ter em mente, no entanto, que a forma de determinação da amostra está fortemente sujeita à disponibilidade de tempo do pesquisador.

Seja qual for a forma de amostragem adotada, aconselha-se que as observações sejam realizadas ao longo do período de coleta de informações pelos funcionários a fim de permiti-la mais eficiente, uma vez que a presença do pesquisador pode aumentar em mais de duas vezes a quantidade de informações registradas nas planilhas (item 5.2.2.2).

4.1.4 Análise e Diagnóstico do Sistema de Informação (SI)

Com base nas novas informações obtidas pela coleta de dados e pelas observações do funcionamento do processo, deve-se rever o DFD e o dicionário de dados montados quando do término da investigação preliminar, alterando ou incluindo informações àquelas previamente fornecidas. As modificações realizadas devem ser notificadas e discutidas com os funcionários, confrontando-se a situação do sistema como percebida pelos funcionários e aquela identificada como real pela aplicação das planilhas e observações.

O sucesso no desenvolvimento e implementação de um novo sistema é dependente da necessidade de mudança no sistema atual. A análise das informações obtidas pela aplicação das ferramentas de coleta de dados – entrevistas, planilhas e observações – está orientada à identificação dessa necessidade, que pode decorrer de deficiências encontradas no sistema atual ou, no caso da empresa estar satisfeita com o seu desempenho, da possibilidade de melhoria em alguns aspectos já considerados satisfatórios (KENDALL & KENDALL, 1991). Caso não seja identificada a necessidade de mudança, a energia despendida para a implementação de um novo sistema torna-se muito grande, pondo em risco seu sucesso.

A indicação dos aspectos deficientes ou passíveis de melhoria no processo de PCP pode ser feita por qualquer um dos envolvidos no estudo. O seu balizamento, no entanto, é de responsabilidade do pesquisador, que deve dispor de alguma experiência na área, além de possuir um bom referencial quanto aos modelos teóricos consagrados pela literatura com os quais serão confrontadas as características do sistema em análise.

Na análise, podem ser focados aspectos como a quantidade e tipo de informações que cada funcionário manuseia, cumprimento dos requisitos de informação, formato das informações transmitidas, desempenho das funções relacionadas ao PCP e programação de recursos, a frequência e horizonte do PCP e programação de recursos.

Além desses fatores diretamente relacionados ao SI que suporta o PCP, devem ser também analisados os aspectos comportamentais apresentados pelos envolvidos. O perfil apresentado pelos funcionários – em especial, os tomadores de decisão – possui grande relevância entre os fatores de sucesso para a implementação de um novo sistema para a programação de recursos (item 4.3.1).

Na análise, se possível, devem ser identificadas as causas e decorrências das deficiências observadas, além de composta uma breve listagem de sugestões para a sua correção.

4.1.4.1 Apresentação das Conclusões do Diagnóstico

Para apresentação das conclusões obtidas pela análise dos dados, deve ser realizada uma reunião com os funcionários envolvidos no trabalho. No intuito de motivar a implementação de um plano de intervenção, SANTOS (1995) alerta que a apresentação dos resultados obtidos na etapa de diagnóstico deve ser adequado às aspirações de cada um dos envolvidos no processo: aos gerentes e proprietários devem ser explicitados os aspectos monetários, aos engenheiros deve-se falar em termos da eficiência operacional e aos operários expõe-se as questões das condições e satisfação no trabalho.

A viabilidade dos investimentos de recursos financeiros e tempo em mudanças no SI é de difícil mensuração. Para essa análise, deve-se destacar que a maioria dos benefícios alcançados – advindas do cumprimento dos requisitos de informação de cada um dos envolvidos no momento oportuno – apesar de intangíveis e de longo prazo, podem ser diretamente associados à redução de custos e tempos, melhor alocação da mão-de-obra e melhor qualidade da informação (LAUDON & LAUDON, 1993).

4.2 ELABORAÇÃO DAS MEDIDAS DE INTERVENÇÃO E DO PLANO DE AÇÃO

Concluída a etapa de diagnóstico e acertada a continuidade do processo de intervenção, é iniciada a etapa de elaboração e definição das medidas para a correção das deficiências e/ou melhoria dos aspectos não satisfatórios identificados.

A fim de facilitar a compreensão e desenvolvimento das propostas de melhoria, o pesquisador deve discutir com os funcionários as possíveis conseqüências e causas das deficiências identificadas na etapa de diagnóstico, o que pode ser feito quando da sua apresentação. O pesquisador deve, então, apresentar propostas alternativas de modificação do processo aos funcionários. Em virtude da multiplicidade de aspectos que podem ser considerados, as propostas devem estar direcionadas para os problemas mais importantes e sobre os quais a intervenção pode surtir maior efeito, já que não se pode resolver todos os problemas ou, ao menos, todos ao mesmo tempo (POPESCU, 1976).

Quando da elaboração das propostas para o novo SI, o pesquisador não deve se restringir aos recursos computacionais possuídos pela empresa, devendo, no entanto, identificar os requisitos do sistema que só possam ser satisfeitos com o uso de determinada tecnologia computacional. Devido à pouca disponibilidade de recursos financeiros destinados a investimento nas empresas de pequeno porte, deve ser realizada uma tentativa de adequação entre os requisitos pretendidos pelo novo sistema e aqueles permitidos pela tecnologia já instalada na empresa. Caso a tecnologia possuída pela empresa seja muito obsoleta ou inadequada, deve-se propor a sua substituição, a fim de evitar que a transição entre os sistemas seja dificultada pela incompatibilidade entre o novo sistema e a tecnologia existente (TAPSCOTT & CASTON, 1995). Durante a consideração da tecnologia a ser adotada, deve-se observar, também, que os dois tipos de melhoria possíveis em uma intervenção – a tecnológica e a cultural – possibilitam um melhor resultado quando aplicadas em conjunto (JURAN & GRZYNA, 1991).

Vale ressaltar que a definição dos focos da intervenção deve ser feita pela diretoria técnica. As medidas a serem executadas devem ser discutidas entre aqueles por elas responsáveis, verificando a possibilidade de execução, adequação e eficácia. O pesquisador deve eximir-se o máximo possível das decisões, afastando a possibilidade de envolvimento na política da empresa. Desta forma, evita-se também que a empresa crie uma dependência de soluções externas, possibilitando sua maior participação e aprendizagem. O pesquisador deve manter uma postura de facilitador do processo (HEDENSTAD & MEYER, 1993; POPESCU, 1976), orientando e sugerindo ações, não as definindo.

Definidos os enfoques e as medidas a serem executadas, deve ser elaborado o plano de ação para sua implementação, as metas a serem alcançadas e os resultados esperados. Para uma maior agilização do estabelecimento do plano de ação, sua elaboração deve contar com poucas pessoas,

preferencialmente dotadas de poder decisório (SANTOS, 1995). Independentemente das propostas adotadas, dois aspectos devem ser considerados nessa etapa do trabalho: a avaliação do novo sistema de programação de recursos e o seu treinamento.

Considerando a possível complexidade representada pela operacionalização das propostas de melhoria, as quais eventualmente alteram os procedimentos realizados pelos funcionários, aconselha-se que esta seja a eles apresentada no formato da ferramenta 5W2H, indicando quem fará o que, quando, onde, por que, como e com quais recursos. A formalização do plano de ação em um documento de fácil consulta permite a sua mais fácil sistematização além da padronização dos procedimentos propostos, consolidando, assim, um fundamento da garantia da qualidade que pode estar sendo ou vir a ser aplicado em um eventual programa de qualidade desenvolvido pela empresa (SOUZA et al, 1995).

4.2.1 Avaliação do Processo de Programação de Recursos

Entendendo que a qualidade da programação dos recursos interfere diretamente nos resultados do planejamento e que as informações de disponibilização de recursos são básicas à sua realização, torna-se possível avaliar o sucesso da implementação do novo sistema através de indicadores de desempenho do planejamento.

A fim de validar o sistema proposto, o presente estudo pretende acompanhar e analisar a evolução do desempenho do processo de planejamento durante a realização do empreendimento. LAUFER & COHENCA-ZALL (1990) criaram três indicadores – variância da programação (SV), variância de homens-hora (MV) e extensão do uso (EU) – voltados para a determinação estática e comparativa da influência de fatores de incerteza sobre os resultados do processo de planejamento e que, por avaliarem o desempenho do planejamento considerando um empreendimento em sua totalidade, são inadequadas ao presente estudo.

Visando à possibilidade de aferição durante a realização do empreendimento, foram criados novos indicadores resultantes da adaptação de dois daqueles desenvolvidos por LAUFER & COHENCA-ZALL (1990): divergência da programação (DP) e divergência de homens-hora (DH), com base na SV e na MV, respectivamente. A aplicação desses indicadores possui uma importante limitação. Como será apresentado adiante, o seu cálculo necessita ser alimentado por informações que nem sempre estão disponíveis na empresa antes da implementação do novo SI. Resta, assim, prejudicada, a análise comparativa da evolução dos indicadores antes, durante e após a implementação do novo SI.

A seguir, são descritos os indicadores e os métodos para a sua quantificação.

4.2.1.1 Divergência da Programação (DP)

Sendo quantificado em semanas, o indicador variância da programação é definido como a diferença entre o tempo total inicialmente planejado para a realização de um empreendimento e aquele efetivamente realizado ao término de sua execução (LAUFER & COHENCA-ZALL, 1990). O prazo de realização do replanejamento, processo a ser avaliado, é, no entanto, geralmente, bem menor que o prazo de execução da obra, o que inviabiliza a sua avaliação em semanas.

A simples redução da unidade de avaliação de semanas para dias úteis não resulta eficaz. Estando o indicador centrado na conclusão das metas inicialmente programadas, esta forma de avaliá-lo torna necessária a inexistência de alterações no conteúdo do plano, tais como a inclusão ou exclusão de metas, além de uma inspeção diária do andamento da obra para a verificação da sua conclusão. Tendo em vista que na produção civil o número de atividades distintas é muito grande e as mudanças de planos envolvem freqüentemente a interrupção de algumas tarefas, motivada pela indisponibilidade de recursos, e o início de outras, devido ao remanejamento dos recursos ora ociosos, pode-se deduzir que esta forma de avaliar a variância da programação provavelmente adapta-se melhor a um ambiente de produção industrial que a um canteiro de obras.

A fim de possibilitar a avaliação do desempenho do planejamento é sugerido um novo indicador – divergência da programação (DP) que modifica o conceito estabelecido por LAUFER & COHENCA-ZALL (1990): o planejamento passa a ser avaliado não mais pelo desvio temporal entre o prazo planejado e o prazo executado, mais sim pelo diferencial (%) – a mais ou a menos – entre a produção planejada e a produção realizada ao longo do horizonte de replanejamento. Ao fim do período avaliado pelo planejamento, é realizada uma verificação de quanto foi realizado de cada serviço previsto, buscando identificar a divergência de programação de cada atividade (DP_i).

Por possuírem diferentes particularidades e, dessa forma, contribuírem de forma diferenciada no cumprimento da função objetivo, a produção, as atividades não devem ser consideradas de forma homogênea para a composição de uma DP média (LÓPEZ, BARCIA & GAUTHIER, 1996; McCONNELL, 1985). Torna-se necessário criar um parâmetro (F_i) que gradue a importância da sua conclusão dentro do conjunto das atividades planejadas. Para obter os F_i 's:

- a) Estipulam-se pesos (P_i 's) para as atividades, por exemplo, dentro de uma escala de 1 a 10; e
- b) O valor do F_i de cada atividade é obtido dividindo-se o seu P_i pelo somatório de todos os P_i 's.

Para a determinação dos pesos, realizada pelos funcionários diretamente responsáveis pela realização do planejamento das atividades, devem ser levados em conta critérios referentes à produção, tais como o seqüenciamento e duração das atividades e o nível de certeza da disponibilidade, consumo e custo dos recursos requeridos (LÓPEZ, BARCIA & GAUTHIER, 1996).

A consideração dos pesos é puramente subjetiva, estando baseada apenas na experiência dos funcionários responsáveis pelo planejamento. A adoção de um único critério, objetivo, tal como custo ou consumo de recursos humanos, pode mascarar a real importância de alguma atividade no contexto do plano. Caso haja, no entanto, dificuldade em se propor pesos às atividades, eles podem ser ignorados, o que significa dar às atividades o mesmo peso.

A DP é obtida pelo somatório dos produtos entre as DP_i 's e seus respectivos F_i 's. Quanto mais próxima de 0 (zero), melhor o desempenho do planejamento. Uma DP de 30 % significa que houve uma falha de 30 % na concepção do planejamento, resultando em um descompasso não previsto entre a produção e o planejamento.

4.2.1.2 Divergência de Homens-Hora (DH)

O indicador variância de homens-hora é calculado por LAUFER & COHENCA-ZALL (1990) como a diferença entre o total de homens-hora utilizado no empreendimento e o total de homens-hora inicialmente planejado, sendo o resultado dividido pelo total de homens-hora inicialmente planejado. Esse indicador da diferença entre a previsão e a real necessidade de mão-de-obra não serve para o objeto em estudo no presente trabalho por avaliar o conjunto de todas as atividades realizadas no empreendimento.

A previsão da utilização de homens-hora é calculada com base nos índices de produtividade da mão-de-obra utilizados pela empresa e na quantidade de serviço prevista na programação de atividades. Para que possa avaliar o diferencial entre a previsão e a real utilização de mão-de-obra dentro do horizonte planejado, é necessário que se considere a efetiva realização das atividades planejadas (McCONNELL, 1985). Algumas das atividades podem não ter sido realizadas totalmente ou até mesmo terem suas metas superadas, requerendo, assim, quantidades de mão-de-obra diferentes daquelas previstas para a justa conclusão das atividades.

Dessa forma, é sugerido um novo indicador – divergência de homens-hora (DH) – que possibilite a avaliação do desempenho do planejamento da necessidade de recursos humanos. O cálculo da divergência dos homens-hora de cada atividade (DH_i), deve levar em conta o seu efetivo

4.2.1.3 Solicitação Emergencial de Recursos

Além dos indicadores já apresentados, referentes ao processo de planejamento, sugere-se a coleta de um indicador relacionado diretamente com a programação de recursos: o número médio de solicitações emergenciais de recurso realizadas por obra.

Inicialmente, deve-se conceituar solicitação de recurso como o ato de comunicar o pedido de disponibilização de recurso(s) e solicitação emergencial de recurso como aquela solicitação de recurso em que o prazo de entrega requisitado é menor que o prazo mínimo necessário à adequada seleção, contratação e mobilização do recurso(s). Tais prazos devem ser discutidos e acordados entre os responsáveis pela disponibilização dos recursos e aqueles que os solicitam, sendo elaborada uma listagem com os prazos necessários à disponibilização dos recursos mais freqüentemente solicitados pela produção. Este indicador é definido com base na hipótese de que a inexistência ou pouca qualidade da programação de recursos tem como consequência direta o aumento do número das solicitações emergenciais de recursos, em virtude da condição emergencial com que passam a ser feitas as solicitações de recursos.

A utilização desse indicador está condicionada à existência de responsáveis (funcionários ou departamentos) pelo suprimento dos recursos. Ponto de convergência das solicitações, cabe a estes funcionários ou departamentos realizar a coleta do indicador. O indicador pode ser coletado por tipo de recurso solicitado (mão-de-obra, equipamentos ou materiais) e o intervalo de coleta de cada um desses indicadores, não necessariamente iguais, deve ser grande o suficiente para que variações identificadas sejam significativas. Podem ser citadas algumas observações de ordem prática na aplicação do indicador:

- Em uma solicitação de recurso realizada de forma agrupada – lista de materiais, relatórios de estoque, comunicações internas, etc. – para cada recurso ou grupo de recursos componente da listagem de prazos mínimos em que se verifique o não cumprimento do prazo mínimo de disponibilização, deve ser computada uma solicitação emergencial;
- É importante salientar que o indicador é coletado por obra. Havendo a solicitação emergencial de um recurso que será distribuído entre várias obras, deverá ser computada uma solicitação emergencial para cada uma das obras;
- O conceito de solicitação abrange apenas novos pedidos ou alterações nos pedidos anteriores tais como inclusão ou exclusão de itens de uma solicitação ou ainda mudança nos quantitativos solicitados. Pedidos reiterados não devem ser computados;

- Quando recursos solicitados forem disponibilizados por outro funcionário ou departamento que não aquele responsável pelo seu suprimento, as solicitações devem ser computadas sempre que for possível identificá-la através de outros elementos tais como: notas fiscais, comunicações internas, pedidos de ressarcimento, etc.; e
- Se o responsável pelo suprimento dos recursos é o próprio solicitante, as solicitações de recursos podem ser identificadas pela realização de listas de disponibilização de recursos (lista de compras, contratação, aluguel) elaboradas.

Considerando a existência de determinados serviços que apresentam uma maior variedade e complexidade de recursos envolvidos como, por exemplo, instalações hidrossanitárias e elétricas trabalha-se com a hipótese de que, apesar da possibilidade desses serviços apresentarem uma maior dificuldade à tarefa de programar os recursos, eles não gerariam, por si só, uma maior quantidade de solicitações emergenciais. Esse efeito pode ser visível, entretanto, quando não se pratica a programação de recursos.

A coleta de dados para a obtenção de indicadores do novo sistema deve ser realizada desde o início da intervenção. Dois pontos devem ser observados quanto aos indicadores. O primeiro é a existência de dificuldades para a coleta dos dados que os compõem. O segundo é a obtenção, através da análise dos indicadores, de informações que possibilitem a identificação de pontos de ação e que subsidiem tomadas de decisão mais adequadas.

Com base nesses aspectos devem ser estudadas alterações no conceito ou no formato dos três indicadores – divergência da programação, divergência de homens-hora e solicitação emergencial de recursos – propostos para a avaliação do sucesso da implementação do novo sistema, reduzindo o esforço despendido em sua coleta e/ou dando-lhes maior relevância. De acordo com as facilidades ou dificuldades impostas pela estrutura de controle disponibilizada pela empresa, estes indicadores podem também ser acrescidos ou mesmo substituídos por outros indicadores.

4.2.2 Treinamento do Sistema de Programação Proposto

A necessidade de realização de uma etapa de treinamento – além da sua previsão no ciclo de desenvolvimento de sistemas – é justificada por vários fatores. Devido à grande variabilidade característica da Indústria da Construção Civil e ao grande número de recursos envolvidos – de variada procedência e natureza – é exigido do gerente uma grande capacidade de coordenação dos fatores

intervenientes no processo produtivo, a fim de que sejam tomadas decisões adequadas às situações que lhe são apresentadas (SALDANHA, 1991).

SALDANHA (1991) situa os jogos de treinamento e simulações como potenciais ferramentas de auxílio no processo de desenvolvimento das capacidades gerenciais necessárias ao engenheiro. A execução de um treinamento em que seja estimulada a consideração das incertezas características do processo não antecipa os problemas a serem enfrentados pelos gerentes, mas permite a eles uma maior compreensão da variabilidade do sistema capacitando-os a tomar decisões reais bem fundamentadas.

Segundo BARTON (1985), a simulação pode ter três objetivos:

- Ajudar na compreensão do funcionamento de um determinado sistema real, objeto da investigação;
- Ajudar na tomada de decisão das pessoas que controlam algum aspecto do sistema que está simulando; e
- Treinar pessoas no conhecimento existente sobre determinado sistema real.

O objetivo da proposta para o jogo de treinamento é, a princípio, ajudar na compreensão do funcionamento do SI proposto para os processos de PCP e programação de recursos, tendo em vista a sua implementação. Secundariamente, e como conseqüência da aplicação do treinamento, pretende-se criar nos gerentes a valorização da execução do PCP e da programação de recursos, assim como capacitá-los para o seu desempenho. Por exigir a avaliação da eficiência no alcance de seus objetivos, a validação de uma proposta de jogo de treinamento é de difícil realização (SALDANHA, 1991), não constando dos objetivos do presente trabalho.

A introdução do novo sistema de informação na empresa passa, sobretudo, pela alteração ou introdução de novos valores, prioridades, etc., constituintes da sua cultura organizacional. PICCHI (1993) ressalta a forte influência de fatores humanos – envolvendo cultura organizacional, liderança, relações interpessoais, comunicação, comportamento, motivação, etc. – sobre o sucesso da implementação de programas que envolvem processos de melhoria contínua, representado pela sua incorporação à cultura da empresa. A mudança de cultura e a conseqüente mudança de atitude face à realização do PCP (HENDRICKSON et al, 1987; MOSELHI & NICHOLAS, 1990; COLE, 1991) podem ser auxiliadas pela aplicação de jogos comportamentais às pessoas envolvidas no processo de PCP, os quais podem evidenciar e corrigir características intrínsecas ao grupo prejudiciais ao correto desempenho de suas atividades.

Segundo MALONEY (1989), a habilidade dos gerentes em organizar os recursos de forma a alcançar os objetivos da empresa é fortemente influenciada pela sua cultura organizacional. O entendimento da cultura da empresa possibilita o seu melhor gerenciamento, aumentando o desempenho organizacional. Como a empresa possui em seu quadro indivíduos com diferentes padrões culturais, cabe à administração unificá-los, liderando o processo de mudança cultural em direção à otimização do desempenho da mesma (BAKER, 1991). Os principais elementos da cultura corporativa são os valores e normas de comportamento de seus membros (DEAL & KENNEDY¹⁹ apud MALONEY, 1989). Os valores podem ser definidos como os princípios sociais, objetivos e padrões aceitos pela organização e seus membros, sendo as normas a sua manifestação.

Entre as áreas em que são necessárias normas na organização estão a comunicação e os sistemas de informação. Aquilo que é comunicado e sua forma de comunicação são normas importantes dentro da empresa. Questões como quais objetivos a empresa está perseguindo e seus problemas, a informalidade na transmissão das informações ou a direção de seu fluxo (de cima para baixo, de baixo para cima ou ambos os sentidos) devem ser observadas. A forma como se dá a interação entre as pessoas na transmissão das informações – preferencialmente de maneira digna e respeitosa – também é importante (ALLEN & KRAFT²⁰ apud MALONEY, 1989).

4.2.2.1 Montagem do Jogo de Treinamento

Seguindo a proposta de SCOTT & CULLINGFORD (1973), em um jogo de treinamento os jogadores devem participar em times, sempre que possível. O trabalho em times permite a troca de opiniões e gera a necessidade de cooperação, além da consideração e comunicação das informações. Variando de acordo com o quadro funcional da empresa, podem ser formados um ou mais times, participando, sempre que possível, todos os funcionários envolvidos nos processos de PCP e programação de recursos: os responsáveis pelo planejamento nos níveis operacional e tático, pelo suprimento dos recursos (materiais, equipamentos e recursos humanos) e pelo controle financeiro, quando houver.

O treinamento deve ser desenvolvido através de um modelo dos processos de PCP e programação de recursos que não precisa ser, necessariamente, representativo da realidade, mas que

¹⁹ DEAL, T. E.; KENNEDY, A. A. **Corporate Culture**: the rites and rituals of corporate life. Reading: Addison-Wesley Publishing Co., Inc., 1982.

²⁰ ALLEN, R. F.; KRAFT, C.. **The Organizational Unconscious**: how to create the corporate culture you want and need. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1982.

deve possibilitar a análise das alternativas feitas, seus méritos e deficiências (SALDANHA, 1991). Esta liberdade do modelo reside no fato de que o objetivo do jogo é analisar os mecanismos utilizados pelos participantes na realização dos processos, não interessando quais são os resultados reais de sua aplicação.

SALDANHA (1991) afirma que para a aplicação do treinamento devem ser fornecidas condições iniciais – variáveis de entrada – a serem processadas pelo modelo. Deve ser fornecido, para cada time, um diagrama de Gantt expondo a situação física de uma obra que, a título de sugestão, pode ser um empreendimento atualmente em execução pela empresa. As obras ficam sob a responsabilidade dos times, não havendo interação entre eles. São também fornecidas explicações – por escrito e oralmente – a respeito do modelo apresentado, o formato das informações que o compõem, a composição do quadro da empresa, a estrutura de suporte, a fonte e nível de disponibilidade dos recursos financeiros, humanos, equipamentos e materiais.

Também devem ser agregadas algumas condições de contorno que possam indicar o mau funcionamento do processo tais como deficiências no controle, atrasos nas atividades, escassez ou falta de recursos, implicações resultantes do estoque de materiais e da ociosidade de homens e equipamentos, além dos custos associados à sua manutenção, contratação, aluguel e demissão, etc..

Será, então, solicitado aos participantes que, de forma consensual e num prazo preestabelecido em torno de uma hora, sejam efetuadas alterações no modelo visando à correção dos problemas previamente indicados ou outros que porventura sejam identificados. Antes de ser iniciada a análise dos modelos pelos times, o pesquisador deve verificar se os procedimentos ficaram claros para os participantes, dirimindo as dúvidas, se necessário.

Extinto o prazo de análise, é realizada a avaliação do treinamento. Todas as modificações realizadas deverão ser apresentadas e justificadas pelos times, sendo discutidas e avaliadas por componentes de outros eventuais times. Esse tipo de análise permite aos jogadores se beneficiarem com os sucessos e falhas dos outros times, pela avaliação do efeito de outras decisões que não as deles próprios.

Havendo apenas um time, a avaliação deve ser realizada pelo pesquisador. No intuito de cobrir algum ponto não abordado durante a fase de apresentação das alterações, as equipes poderão ser oportunamente questionadas pelo pesquisador sobre aspectos como: a definição de metas de produção para o período em planejamento, a alocação das atividades nesse período, a consideração da disponibilidade dos recursos necessários em cada atividade e seus custos, a reformulação das metas, etc..

4.3 INTERVENÇÃO

A etapa de intervenção trata basicamente da implementação das medidas de intervenção definidas pela empresa (item 4.2). O pesquisador deve acompanhar e avaliar toda a etapa de intervenção, a fim de averiguar e solucionar eventuais dúvidas e problemas que surjam quando da operacionalização do sistema proposto. POPESCU (1976) diz que o sucesso da implementação do novo sistema é altamente dependente do controle exercido pela equipe por ela responsável. Devem ser realizadas reuniões de acompanhamento, durante as quais devem ser comunicados aos funcionários os ajustes realizados no sistema e os resultados já obtidos pela intervenção.

A postura do pesquisador nessa etapa é de suma importância para alcançar os objetivos desejados. Tendo em vista a mudança cultural gerada pela modificação no sistema de trabalho, os funcionários podem oferecer resistência à implementação do sistema. Desta feita, o pesquisador necessita desempenhar dois papéis: o de controlador, exigindo a efetiva realização das atividades pelas quais os funcionários são responsáveis, e a de motivador, apresentando as vantagens que a aplicação do trabalho pode trazer adiante e dispondo facilidades para uma mais suave transição entre os sistemas. Vale mencionar que, segundo JURAN & GRUNA (1991), a coordenação da implementação de melhorias através de um único chefe é mais natural e efetiva em pequenas empresas.

Sugere-se que a intervenção ocorra de forma paralela, isto é, que a operação do sistema antigo seja mantida até que o novo SI apresente consistência em sua aplicação (WETHERBE, 1987). Essa medida objetiva não desamparar o sistema de produção da empresa nas hipóteses da implantação do novo sistema resultar mal sucedida ou não ser concluída no prazo previsto. Estas hipóteses podem ser motivadas pela necessidade de ajustes no novo sistema causados pelo surgimento de novos requisitos ou por resistências à mudança por parte dos funcionários (ver item seguinte).

4.3.1 Entraves à Implementação de Sistemas de Programação de Recursos

Considerando que a implementação de um sistema para a programação de recursos trata-se de uma ação de melhoria contínua, esta não requer grandes investimentos iniciais. É, no entanto, um processo relativamente lento e que exige um grande esforço de manutenção, devido principalmente ao seu direcionamento às pessoas da empresa (KOSKELA, 1992).

POPESCU (1976) relaciona fatores que podem dificultar a implementação de um sistema de programação de recursos – entre os quais os apresentados no Quadro 4.5 – e também alguns itens componentes do seu custo: o *software* de programação; a preparação das planilhas de coletas de dados; o treinamento do pessoal; o teste; o uso paralelo das técnicas antigas e novas; a conversão para o novo sistema. Deve-se ainda considerar que o custo de atualização das informações de um programa de alocação e nivelamento de recursos é inicialmente alto. Caso não seja possível mantê-lo suficientemente baixo, além de úteis e rápidas as informações geradas, a relação custo versus benefício pode ser injustificavelmente alta.

Quadro 4.5 – Fatores intervenientes na implementação de um sistema de programação de recursos (Fonte: adaptado de POPESCU, 1976)

Fatores Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> – Diagnóstico da necessidade de um novo sistema e projeto cuidadoso do novo sistema; – Flutuações no custo e oferta dos recursos no mercado; – Restrições legais relativas ao uso do trabalho operário; e – Desinteresse do proprietário pela mudança de sistema por não perceber benefícios financeiros.
Fatores Organizacionais	<ul style="list-style-type: none"> – Tamanho da empresa – número de pessoas trabalhando nela; – Deficiência inicial da organização para usar adequadamente a informação; – Dificuldade em gerar vantagens reais ao trabalhar em paralelo com o sistema de contabilidade; – Inexistência de pessoal treinado adequadamente para a utilização dos dados e informações gerados pelo computador; e – Envolvimento da empresa em vários projetos de tamanho médio que necessitem de recursos semelhantes para serem eficientes.
Fatores Humanos	<ul style="list-style-type: none"> – Percepção de atitudes freqüentemente encontradas na implementação: a indiferença por parte da alta gerência e a hostilidade por parte dos níveis inferiores da hierarquia, seja pelo desconhecimento das técnicas, seja pelo medo da perda de prestígio; – Resistência a um novo elemento (pesquisador) e, mais precisamente, hostilidade devido à supervisão e controle exercidos diretamente; – A mudança de sistemas requer maior atenção; – Diminuição da flexibilidade na programação pelo aumento do número de atividades; – Dispendio de tempo e dinheiro, pela empresa, para o treinamento de todas as funções ; – Falta de evidências das economias substanciais que estão sendo alcançadas; – Falta de motivação do pessoal envolvido nas atividades de gestão; e – Menosprezo da técnica CPM como uma ferramenta de comunicação interpessoal.
Fatores Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> – A empresa deve estar familiarizada com o planejamento e a programação CPM; – Dificuldade na obtenção de dados precisos com esforço razoável; – Dificuldades no orçamento dos recursos por atividade utilizando as técnicas usuais. Incompatibilidades entre o ferramental CPM e o orçamento; – Permanente mudança na programação; – Velocidade de atualização requisitada pelo tomador de decisão; – As informações geradas pelo computador são de difícil entendimento pela média gerência não treinada; – Os programas deverão ser atualizados com dados do canteiro de obras, sob pena de desatualização; – A produtividade operária deve estar de acordo com qualquer programação ou planejamento de distribuição do trabalho; e – Empresas envolvidas em empreendimentos simples e repetitivos não necessitam de programas de alocação de recursos sofisticados. Tradição é a base para o planejamento.

4.3.2 Avaliação da Intervenção

A etapa de intervenção traz implícita a necessidade de duas avaliações:

- a) A eficácia da transição, considerada como a efetiva implementação de um novo sistema; e
- b) A eficiência do sistema implementado, através do preenchimento dos requisitos e objetivos que geraram sua elaboração.

A implementação do novo SI é considerada alcançada quando os seus processos, fluxos de informação e armazenamento de dados são realizados de acordo com o proposto. Para o coroamento da intervenção, devem também ser observados os graus de compreensão e de adoção do sistema pelos funcionários. Findo o trabalho e dispensada a figura do pesquisador, torna-se necessário que os funcionários realizem a manutenção do sistema – identificação e atendimento de novos requisitos que porventura surjam – realizada através da discussão acerca de seu funcionamento e das sugestões de melhoria criadas pelos funcionários.

Quanto à avaliação do sistema implementado, essa deve estar fundamentada em duas informações: a análise da evolução dos indicadores coletados e a análise qualitativa – feita pelo pesquisador – dos resultados alcançados.

A análise da evolução dos indicadores pode resultar limitada caso a empresa não possua entre os seus procedimentos a coleta dos dados necessários ao cálculo dos indicadores sugeridos. A fim de que sua análise não fique restrita ao período pós-implementação, recomenda-se que, dentro das possibilidades da empresa, esses dados passem a ser coletados já na fase de diagnóstico. Dessa forma, permite-se avaliar, através do desempenho do indicador, as melhorias obtidas pelo novo sistema frente ao sistema substituído.

A verificação de melhorias – ou quedas – de desempenho do sistema através dos indicadores deve possuir representatividade estatística. Torna-se necessário, então, que os ciclos de PCP sejam continuamente monitorados em busca de tendências significativas no comportamento dos indicadores.

A avaliação do alcance dos resultados pretendidos pelo novo sistema implementado, feita de forma qualitativa, pelo pesquisador, pode agregar informações consistentes sobre o desempenho do sistema implementado. A partir dos aspectos identificados pelo diagnóstico como pontos de correção ou melhoria (item 4.1.4), o pesquisador, conhecedor que é da situação em que se encontra o funcionamento do sistema, pode realizar uma análise de quais objetivos foram alcançados ou não, indicando, inclusive, os prováveis pontos a serem corrigidos.

As conclusões geradas pela análise qualitativa sobre o desempenho do sistema, corroborando ou não aquelas obtidas pela análise dos indicadores, devem auxiliar na análise do sistema, aprofundando a discussão sobre o seu desempenho.

5 ESTUDO DE CASO

A apresentação do estudo de caso inicial está estruturada nas linhas gerais de aplicação do método. O estudo de caso estendeu-se durante um período de 9 meses, de julho de 1996 a março de 1997. A escolha dessa empresa para a realização do estudo de caso inicial foi justificada pelo prévio conhecimento do seu potencial de desenvolvimento na área de planejamento – informação obtida durante a participação da empresa em outros trabalhos desenvolvidos pelo NORIE – e, acima de tudo, pela sua disposição e disponibilidade de tempo para participar do estudo.

5.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Empresa de pequeno porte, fundada há 6 anos e com cerca de 50 funcionários em seu quadro técnico-administrativo, a empresa realiza, salvo exceções, empreendimentos residenciais com 10 a 12 pavimentos, situados nos bairros Bela Vista e Mont'Serrat – cidade de Porto Alegre/RS – e destinados à classe média alta. Exceções também à parte, suas obras são realizadas a preço de custo ou a preço fechado, estando a produção condicionada à velocidade ou pontualidade dos pagamentos das parcelas por parte dos clientes, respectivamente. Tendo sido lançados de 2 a 3 obras por ano nos últimos 4 anos, o número de obras em execução durante o período de aplicação do método variou entre 5 e 6.

A empresa está numa fase de modificação das características dos seus produtos. A oferta de unidades a preço de custo tende a ser abandonada, na busca de um fluxo de caixa mais adequado ao perfil da empresa. Quanto às unidades oferecidas a preço fechado, tem-se procurado direcioná-las ao público investidor, que permite, por sua maior capacidade de pagamento e intenção na aquisição do imóvel, o cumprimento dos prazos de execução estabelecidos e uma maior padronização do projeto. Tais características resultam favoráveis ao desempenho do PCP e da programação dos recursos, pela facilidade de padronização, previsão e organização dos recursos a serem utilizados pela produção.

Este redirecionamento é justificável devido a problemas encontrados com a clientela dos produtos inicialmente mencionados, tais como: dilatação do prazo de construção para a conciliação com a renda dos compradores, não quitação dos pagamentos e muitas solicitações de modificações no projeto. Estas últimas, além de acrescentarem complexidade à programação de recursos pela especificidade dos materiais/serviços solicitados pelos clientes, são também, em geral, extemporâneas, acarretando atrasos na disponibilização dos recursos e repercutindo sobre a produção.

Na época da aplicação do método, a empresa vinha sofrendo um processo de reformulação do seu quadro funcional, efetuando exclusões e substituições de funcionários ligados à administração e à

área técnica. Além disso, a empresa tem buscado estabelecer uma política de parceria com os seus fornecedores, tentando diminuir a complexidade envolvida no processo de compras e reduzir o custo das aquisições, além de aumentar sua qualidade e confiabilidade.

5.2 DIAGNÓSTICO

5.2.1 Investigação Preliminar

Na primeira reunião com o diretor técnico da empresa, em 28 de junho, foram questionadas as características da estrutura funcional da empresa e do funcionamento do processo de PCP.

Conforme o organograma mostrado pelo pesquisador (Figura 5.1), a empresa possui uma estrutura hierárquica do tipo funcional. Há duas diretorias responsáveis pelas atividades da empresa: a diretoria técnica, ocupada das atividades ligadas à produção, e a diretoria comercial, responsável pelas atividades de definição e comercialização do produto, além das atividades administrativas de suporte. Há funções que são desempenhadas por pessoal subcontratado – assessoria jurídica, contabilidade, marketing e vendas, projetos e orçamento – as quais são gerenciadas diretamente pelos diretores comercial e técnico, sócios-proprietários da empresa.

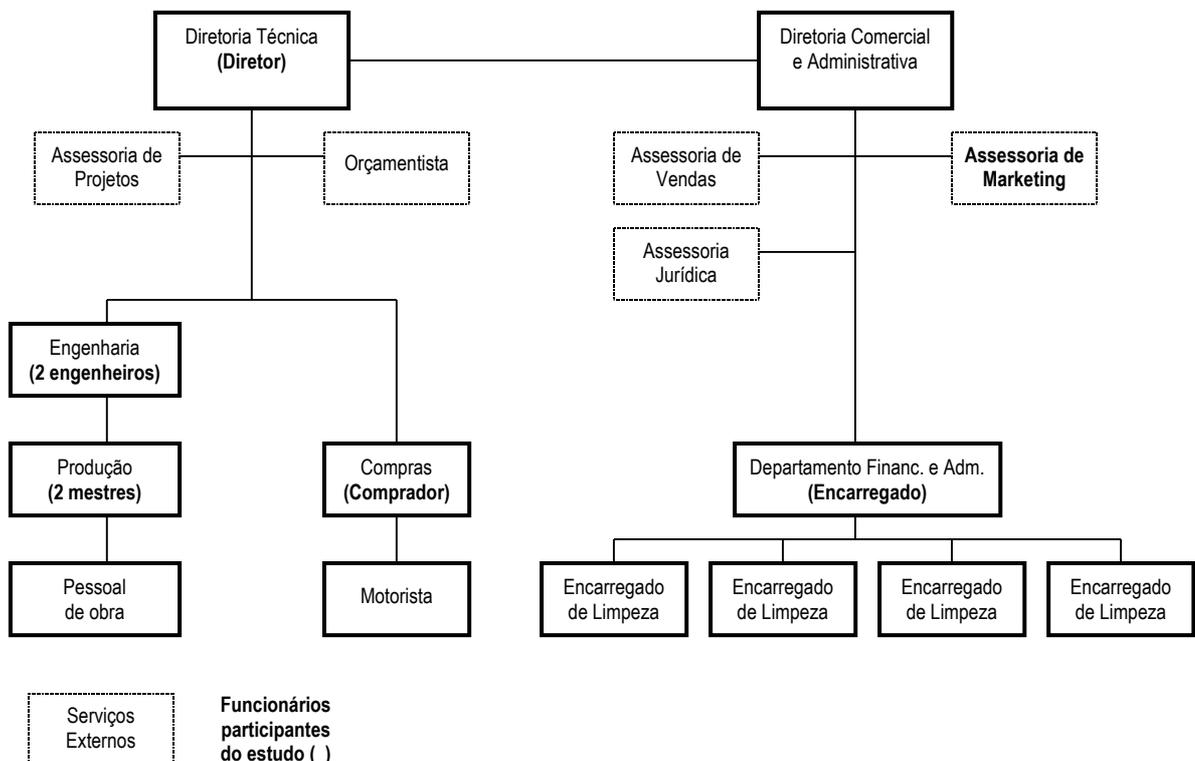


Figura 5.1 – Organograma da empresa

Foram identificados 7 funcionários – evidenciados no organograma apresentado na Figura 5.1 – envolvidos direta ou indiretamente com o processo de PCP e as funções por eles desempenhadas, tendo sido solicitada a marcação de entrevistas com os mesmos. O diretor técnico foi questionado, com fins de elaboração do diagrama de fluxo de dados (DFD), sobre a sua participação no processo. Foi a ele apresentada uma planilha de coleta de dados e explicado o seu preenchimento, para que houvesse a identificação de alguma dificuldade no seu manuseio.

As entrevistas com os funcionários, feitas individualmente e com uma duração média de 45 minutos, ocorreram em horários acordados com os mesmos e tiveram em sua pauta os seguintes pontos: exposição do estudo, suas etapas, objetivos e benefícios; a identificação do funcionamento do processo de PCP, suas características, deficiências e a participação do funcionário no mesmo; apresentação da planilha de coleta de dados, para verificação de dificuldades no preenchimento.

5.2.1.1 Descrição dos Processos de PCP e Programação de Recursos

A descrição do processo de PCP conforme segue é fruto das respostas obtidas quando da realização das entrevistas.

A decisão de iniciar um empreendimento é tomada pelos diretores técnico e comercial, sócios-proprietários da empresa. Entre a decisão de iniciar o empreendimento e lançá-lo no mercado para a captação de recursos há um intervalo de 6 a 9 meses, variando de acordo, principalmente, com a facilidade na negociação da compra ou permuta do terreno em que ele será executado. Nesse período são realizados os projetos, orçamento e cronograma físico-financeiro, além de preparada a forma de divulgação do empreendimento. A execução dessas tarefas, conforme a Figura 5.1, é subcontratada. O orçamentista possui local de trabalho na sede da empresa, sendo responsável por todos os seus orçamentos. A empresa tem adotado uma política de parceria com as firmas e profissionais que lhe prestam serviços subcontratados, como, por exemplo, as firmas de propaganda e os projetistas.

As datas de início e fim de obra são definidas pelo diretor técnico enquanto a definição do seqüenciamento e programação dos serviços é feita pelo engenheiro responsável pela obra e aprovada pelo diretor técnico. O planejamento da obra pode sofrer ajustes quanto ao prazo de execução de acordo com a antecipação ou o atraso no repasse de recursos financeiros pelo cliente à construtora.

A empresa contrata mão-de-obra própria para a execução de serviços básicos, como confecção de formas e elevação de alvenaria. Alguns serviços especializados como, por exemplo, instalações hidráulicas e elétricas e assentamento de azulejos são subcontratados. Em geral, a

subcontratação envolve apenas a mão-de-obra, ficando a encargo da empresa a compra dos materiais a serem usados e definidos pelo empreiteiro. A empresa realiza uma previsão expedita do custo dos materiais apenas para compor o orçamento.

Após o lançamento do empreendimento decorrem mais 3 ou 4 meses para o início da sua execução. A partir deste ponto passa a ser realizada uma programação quinzenal das atividades a serem cumpridas pela produção. Nas quintas ou sextas-feiras o mestre-de-obras envia ao engenheiro uma sugestão de programação, a qual será definida na segunda-feira pela manhã, quando a programação, revisada, é entregue ao mestre pelo engenheiro durante visita à obra. A programação, que é afixada no quadro da obra e serve de base para o item de controle dos mestres, denominado percentual de serviços realizados no prazo previsto, possui validade para as próximas duas semanas a contar daquela segunda.

A realização da programação de cada obra sofre influência de decisões no nível tático geradas pelo diretor técnico, podendo ser solicitada aos engenheiros a aceleração ou não de serviços em obras específicas. Tais reavaliações das metas táticas não são sistemáticas ou possuem frequência definida.

Todas as sextas-feiras o mestre solicita dos empreiteiros – em geral os responsáveis pelas instalações hidráulicas e elétricas – a relação dos materiais a serem empregados na próxima semana. Essa relação é assinada pelos empreiteiros e visada pelo engenheiro. Em todas as segundas-feiras pela manhã, o comprador da empresa dirige-se à obra e recolhe o pedido feito pelo mestre com base na programação quinzenal e na solicitação dos empreiteiros. Esse pedido geral é também visado pelo engenheiro. O comprador tem a função de realizar cotações para a compra de materiais e só realiza o fechamento da compra com a aprovação do diretor técnico, qualquer que seja o valor da mesma.

Em geral, os materiais solicitados chegam à obra a partir da quarta-feira. Pelo fato da empresa não possuir depósito, o material é comprado em quantidade e solicitado ao fornecedor conforme a demanda. Há um pequeno estoque de materiais em cada obra para suprir os serviços mais iminentes, do qual, no entanto, não se tem controle formal, impossibilitando uma consideração mais adequada sobre a necessidade dos materiais.

Quando ocorre a necessidade, durante a semana, de materiais não previstos no pedido semanal e, sendo eles de pequeno valor, o próprio mestre se encarrega da compra, com o intuito de não parar a obra. No caso de materiais de grande valor, a compra é solicitada ao comprador por intermédio do engenheiro. Quando do recebimento de materiais na obra, o mestre cadastra as respectivas notas fiscais segundo a codificação dos serviços do orçamento, procedimento usado para definir a que serviços os materiais foram destinados para efeito da composição das planilhas de custos.

Durante a visita das segundas-feiras, o comprador faz uma verificação dos pedidos feitos na semana anterior. São solicitadas as notas fiscais dos materiais entregues e as planilhas de entrega de material. Essas últimas, formuladas pelo comprador e preenchidas pelo mestre quando do recebimento dos respectivos materiais, são enviadas à obra durante a semana e trazem informações sobre a data efetiva de entregas e falhas – quantidade ou qualidade entregues diferentes daquelas que foram solicitadas – ocorridas na entrega dos materiais. Tais informações, no entanto, não são quantificadas em um indicador, retroalimentando o processo de compra.

As notas fiscais recolhidas são enviadas para o encarregado de finanças que providencia os respectivos pagamentos e o débito na conta das obras, que têm seus caixas mantidos em separado. No caso de notas fiscais geradas pela medição de serviços de empreiteiros, o engenheiro submete a nota à revisão do diretor para a liberação do pagamento. No caso de materiais, a revisão é feita quando da tomada de preços. Todo e qualquer desembolso destinado à produção é submetido ao diretor técnico. No entanto, a liberação não depende do prévio conhecimento da situação financeira das obras. O encarregado de finanças – responsável pela organização e movimentação das contas das obras para pagamento dos recursos adquiridos ou contratados – não emite relatórios de fluxo de caixa sistematicamente. O diretor técnico apenas os recebe mediante solicitação, geralmente vinculada à ocorrência de problemas na compra ou pagamento de recursos para as respectivas obras.

Os engenheiros têm como item de controle o confronto entre o custo realizado pela obra e aquele previamente orçado. Esse controle é realizado no dia 15 de cada mês, data de faturamento das obras, quando o encarregado de finanças realiza o fechamento dos caixas de cada obra. No dia 1º, os engenheiros realizam, com base no faturamento verificado, uma estimativa informal das atividades das obras a serem realizadas nos próximos 30 dias.

A alocação da mão-de-obra da empresa é programada formalmente, porém de forma expedita e pouco precisa. Afixada ao quadro dos engenheiros, a programação abrange um longo período – superior a seis meses – e tem como objetivo distribuir o efetivo da empresa nas obras. Possuindo um caráter mais tático que operacional, a programação não surte efeito direto no dia-a-dia das obras. A solicitação de mão-de-obra parte dos canteiros, existindo constantes deslocamentos de efetivo entre obras para a execução de serviços em caráter emergencial.

5.2.1.2 Diagrama de Fluxo de Dados (DFD)

Através das informações coletadas durante as entrevistas com os funcionários, foi possível identificar a percepção que eles tinham do fluxo de informação relacionado aos processos de PCP e de

programação de recursos. A partir da sua percepção foi possível montar o DFD apresentado na Figura 5.2, onde estão representados as entidades participantes do estudo e o tipo de informações trocadas. Não foi modelado o fluxo de informações referentes à realização do planejamento estratégico.

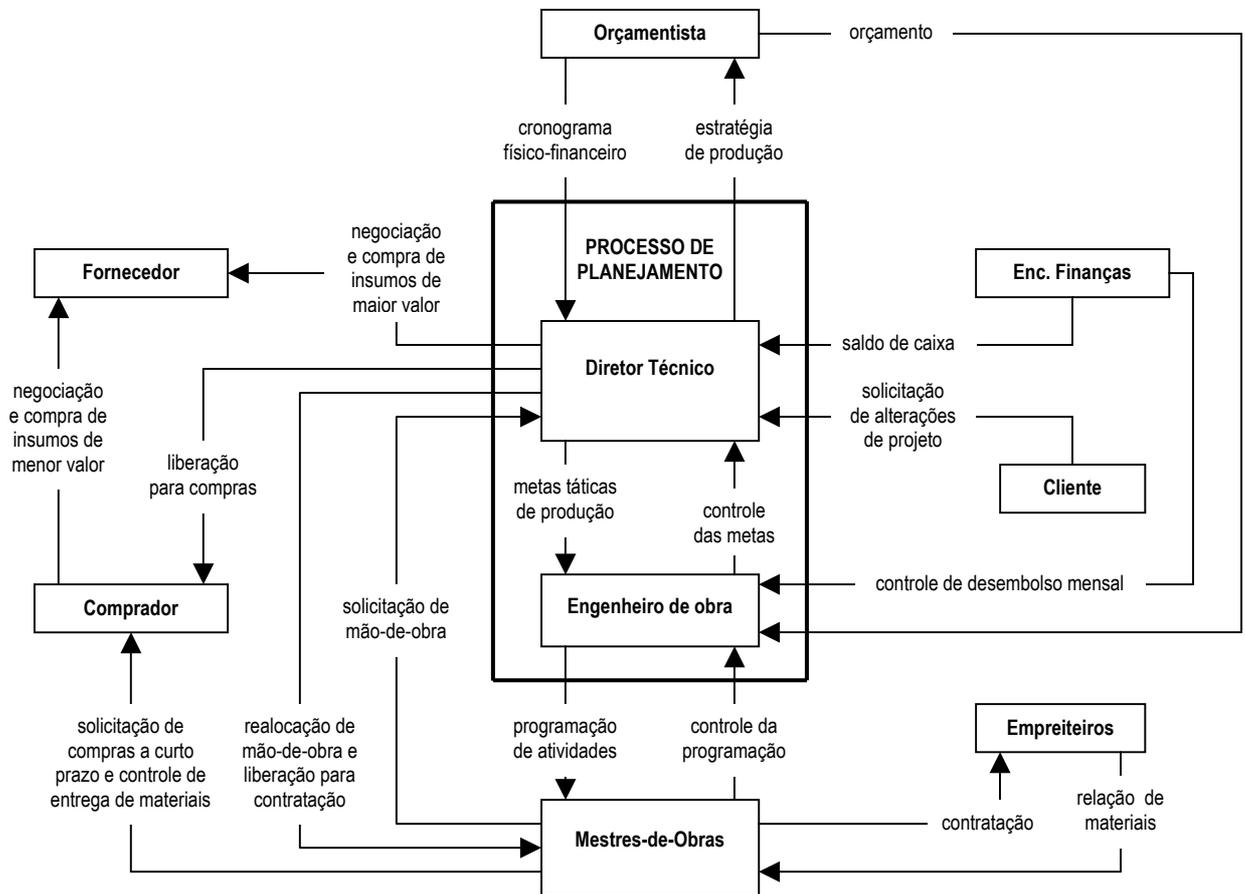


Figura 5.2 – Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) preliminar dos processos de PCP e programação de recursos

A atualização do planejamento tático – desempenhada pelo diretor técnico – tem como requisito para suas decisões o cronograma físico-financeiro inicial da obra gerado pelo orçamentista, o saldo de caixa das obras fornecido pelo encarregado de finanças e o andamento das obras, além de eventuais alterações do projeto, de materiais ou de prazo, solicitadas pelos clientes. A partir dessas informações são definidas as metas de produção, as quais são enviadas aos engenheiros de obra, e as ordens de compra de insumos de maior valor. Os engenheiros, responsáveis pelo planejamento operacional, elaboram a programação de atividades baseados nas metas definidas pelo diretor técnico e no andamento das obras informado pelos mestres-de-obras. Os engenheiros também realizam o controle dos custos de execução das obras com base nos orçamentos e em informações fornecidas pelo encarregado de finanças sobre o desembolso realizado.

A partir da programação das atividades e da relação de materiais emitida pelos empreiteiros, os mestres solicitam os materiais necessários à execução das atividades ao comprador. Quanto aos recursos humanos e equipamentos, caso aqueles alocados na obra não sejam suficientes à execução das atividades, é feita uma solicitação de contratação ao diretor técnico. Solicitações de mão-de-obra liberadas são repassadas para os mestres, que se encarregam de realizar a seleção e contratação.

No caso de equipamentos, a decisão de compra pode ser enviada ao comprador ou ser realizada pelo próprio diretor técnico, de acordo com o valor do recurso e sua importância. O comprador, responsável pela aquisição de insumos de menor valor, realiza o controle dos fornecedores através de informações disponibilizadas pela produção. A liberação para a aquisição dos insumos é feita pelo diretor técnico.

5.2.2 Análise do Fluxo de Informação

O modelo de planilha utilizado na identificação do fluxo de informação associado ao processo de PCP é apresentado na Figura 5.3. Durante as entrevistas com os engenheiros e com o diretor técnico, foram definidas, por eles, as obras objeto da coleta de dados, uma para cada engenheiro. Foram selecionados apenas os mestres-de-obras das referidas obras para a participação no estudo.

Em reunião com o diretor técnico, em 16 de julho, foi definido um período de 30 dias no qual foram aplicadas as planilhas: no dia 22 de julho a 20 de agosto, perfazendo um total de 22 dias úteis em cinco semanas, a última delas incompleta. Foi solicitado o livre acesso às dependências da empresa para o acompanhamento do trabalho dos funcionários. Para que o impacto da presença de um indivíduo estranho ao ambiente fosse amenizado, solicitou-se também a confecção de crachás a serem utilizados pela equipe de pesquisa.

Foram distribuídas planilhas aos funcionários a partir de 17 de julho, com a intenção de que os mesmos se familiarizassem com o seu preenchimento antes do período de coleta. Juntamente com as planilhas, foi distribuída uma programação das visitas de acompanhamento a serem efetuadas pela equipe de pesquisa durante o período de coleta.

O acompanhamento à coleta foi realizado quase que diariamente nas duas primeiras semanas de coleta e se mostrou eficaz à medida que a motivação para o preenchimento era renovada e também pelo fato de que o pesquisador era consultado para a eliminação de dúvidas. O acompanhamento durante o restante da coleta aconteceu numa frequência de duas vezes por semana.

detectados durante a etapa de investigação preliminar. Com o fim de ilustração, foram utilizados slides das salas e dos quadros de aviso dos funcionários envolvidos.

Também na mesma reunião, foram levantados problemas e dúvidas relativos ao preenchimento das planilhas de coleta, tendo sido distribuída uma folha contendo as principais dúvidas e recomendações para melhorar a eficácia do registro das informações. Ao final, foi apresentado o experimento para o cálculo do índice de abstinência (item 4.1.2.4) e ressaltada a importância do preenchimento das planilhas, visto que só a partir do conhecimento dos problemas existentes é possível equacionar soluções adequadas para uma futura etapa de intervenção.

No início da coleta, foram envolvidos sete funcionários. A partir da segunda semana de coleta, houve a exclusão de um engenheiro e do mestre associado a ele, motivada pelas férias do engenheiro. Assim, as planilhas preenchidas por cinco funcionários foram utilizadas na quantificação das informações.

Ao longo da coleta houve outra exclusão em virtude de uma modificação no quadro funcional da empresa. O encarregado de finanças foi substituído e, a partir de 1º de agosto, as suas planilhas não foram preenchidas. A continuação do preenchimento pelo encarregado ou por seu substituto foi dificultada pela passagem do serviço que tomou as semanas seguintes.

Em uma reunião realizada no dia 16 de agosto, da qual participaram o diretor técnico, os engenheiros, os mestres-de-obras, o comprador e o novo encarregado de finanças, foram apresentados os dados da primeira semana de coleta, de 22 a 26 de julho, devidamente tabulados para discussão. Nessa reunião, após a declaração do pesquisador de que a coleta poderia ter sido melhor desempenhada, foi decidida, por sugestão do diretor técnico, a continuação da coleta por mais três dias, concluindo assim uma quinta semana de coleta, de 19 a 23 de agosto.

5.2.2.1 Quantificação das Informações Registradas

Para a análise do fluxo de informação foram criados 16 grupos de informação. No Quadro 5.1, é apresentada a denominação dos grupos, sua codificação e discriminação das informações por eles abrangidas, seguidas de exemplos para cada grupo.

Os dados coletados foram tabulados com a utilização do *software* Le Sphinx Plus v. 1.32. Este *software* também permitiu a fácil obtenção das frequências das respostas obtidas em cada campo de preenchimento da planilha de coleta de dados.

Quadro 5.1 – Classificação das informações utilizadas para a codificação

Cód.	Informação	Definição	Exemplos
SRE	Solicitação de Recursos	solicitação de materiais, equipamentos, mão-de-obra, recursos financeiros	– solicitações de material, mão-de-obra, cheques, uniformes; e – solicitações de transferência de mão-de-obra, troca de material.
IRE	Informações s/ Recursos	informações s/ materiais, equipamentos, mão-de-obra, recursos financeiros	– orçamento de material; – prazo de entrega de material; – efetivo da mão-de-obra em obra; e – período de férias de operários.
SIR	Solicitação de Informações s/ Recursos	solicitação de informações s/ materiais, equipamentos, mão-de-obra, recursos financeiros	– solicitação de informação sobre salários; e – solicitação de informação sobre prazo de entrega ou sobre a realização da entrega propriamente dita.
SSV	Solicitação de Serviços	solicitação de realização de serviços, inclusive os ligados à produção	– solicitação de conferência de serviços, pedidos; – solicitação de rubrica em documento; – solicitação de contratação de serviços; – solicitação de pagamento; e – solicitação de serviços de reparo ou manutenção.
ISV	Informações s/ Serviços	informações s/ o andamento de serviços, exceto os ligados à produção	– andamento da confecção de projetos.
SIS	Solicitação de Informações s/ Serviços	solicitação de informações s/ o andamento de serviços, exceto os ligados à produção	– pedido de informação sobre o andamento de serviços.
PNJ	Planejamento	solicitação ou explicitação de informações inerentes ao planejamento da produção	– plano de execução de atividades; e – programação de atividades.
CNT	Controle	solicitação ou explicitação de informações inerentes ao andamento físico da produção	– medições de serviços; – conferência de serviços; e – bom ou mau andamento de serviços.
SDC	Solicitação de Documentos	solicitação de documentos	– solicitação de relatórios, tabelas, históricos.
DOC	Documentos	documentos	– relatórios, tabelas, históricos.
NEG	Negociação	solicitação ou realização de negociação de preços, prazos e/ou características de materiais, mão-de-obra, equipamentos ou serviços para fins de compra ou contratação	– solicitação de realização de orçamento; – cotação para compra; – fechamento de compra; e – contratação de serviços, mão-de-obra.
DEC	Decisão	solicitação ou explicitação de uma decisão, definição ou solução para uma dada situação	– autorização para a compra de material ou execução de alguma atividade; e – alterações salariais.
ITC	Informação Técnica	questionamento ou esclarecimento de dúvidas em documentos ou na execução de atividade ou serviço	– orientação ou instrução para realização de serviço ou atividade.
PRJ	Projetos	solicitação ou explicitação de alterações e/ou definições de projeto	– solicitação de modificação de características de unidades; e – definição de uso de novos elementos de projeto.
COM	Comunicado	comunicados gerais relacionados à atividade fim	– confirmação ou não de informação dada; – cobrança de condômino; – comunicação de índices obtidos; – reclamação sobre a execução de um serviço; e – comunicação do resultado de uma negociação.
OUT	Outros	outras informações não relacionadas à atividade fim	– convite ou marcação de reunião, vistoria; – solicitação de recursos não destinados à produção; – solicitação de comunicação; – solicitação de auxílio para funcionário; e – pedido para digitar/imprimir documentos.

5.2.2.2 Abstinência

O experimento montado para o cálculo da abstinência considerou, inicialmente, as quatro semanas inteiras de coleta (22 de julho a 16 de agosto) e a participação de 7 funcionários. No entanto, devido ao afastamento de dois funcionários, o experimento teve que ser remontado considerando apenas cinco funcionários e também a última semana – incompleta – de coleta (19 e 20 de agosto). A distribuição dos acompanhamentos foi feita de acordo com a hierarquização da abstinência percebida nos funcionários, assim definida: mestre-de-obras, comprador, encarregado de finanças, diretor técnico e engenheiro.

Os funcionários observados não apresentaram resistência à realização dos acompanhamentos, tendo até mesmo facilitado o acompanhamento de suas atividades durante os deslocamentos efetuados ao longo de sua jornada de trabalho e, quando necessário, explicado ao pesquisador contatos que não lhe ficaram claros.

A programação prevista para os acompanhamentos foi modificada. Na segunda-feira, 19 de agosto, o engenheiro não trabalhou no turno da tarde, não permitindo a obtenção de valores confiáveis para o experimento. Como a coleta havia sido estendida até o dia 23 de agosto, resolveu-se que o acompanhamento seria transferido para o próximo dia de início ou fim de semana, a sexta-feira, 23 de agosto. No Quadro 5.2 é apresentada a programação dos acompanhamentos, já modificada.

Quadro 5.2 – Programação das observações para o cálculo da abstinência

Semanaldia	Segunda	Terça		Quinta		Sexta
29/07 a 02/08				Mestre	Eng°	
05/08 a 09/08		Compras	Diretor			
12/08 a 16/08						Compras Diretor
19/08 a 23/08	Mestre					Eng°

Efetuada a análise dos dados, foi identificado, para a empresa, um índice de abstinência de 76,92 %, o que equivale a dizer que menos de uma em cada quatro informações trocadas foi registrada. Valor aparentemente alto – não há valores de referência para confronto, sua impressão negativa pode ser amenizada quando levado em conta o fato de que a coleta é dupla, isto é, a mesma informação é coletada duas vezes, uma na emissão e outra na recepção. A informação que um funcionário não registrou pode ter sido registrada por outro.

Para provar a hipótese de que a presença do pesquisador influi no preenchimento das planilhas, foi calculado o índice de abstinência percebida, sendo encontrado um valor de 44,95 %. Dele resulta um fator de influência da presença do pesquisador de 2,39, isto é, na sua presença, o funcionário registra 2,39 vezes mais informações.

No Anexo 2, são apresentados os cálculos que geraram os valores apresentados.

5.2.3 Observações

Durante a realização da coleta de dados e do experimento de abstinência, alguns aspectos do funcionamento dos processos de PCP e da programação de recursos que passaram despercebidos na etapa de investigação preliminar foram observados, tais como:

- O comprador possui dois telefones à sua disposição para maior agilidade no desempenho de suas atividades de cotação e compra;
- Muitas das cotações realizadas pelo comprador são de materiais a serem entregues no mesmo dia;
- Um dos mestres declarou que a maioria dos problemas relacionados aos recursos das obras refere-se aos serviços subcontratados, seja pela falta de antecipação na própria contratação dos empreiteiros – escassos para alguns serviços, seja pela baixa qualidade da especificação dos materiais por eles solicitados;
- Por vezes, os clientes solicitam modificações de projeto que alteram o curso das atividades programadas. Na tentativa de reduzir a ocorrência desse fato, a empresa tem especificado prazos para a solicitação de alterações a serem cumpridos pelos clientes, no entanto, com pouco sucesso;
- Nem sempre a programação quinzenal é entregue ou definida nas segundas-feiras quinzenais. A produção, no entanto, não é interrompida, sendo o serviço tocado pelo mestre independentemente da programação;
- A estratégia da gerência de produção tem sido cumprir o cronograma físico da obras, não havendo uma maior preocupação com os recursos financeiros disponíveis, que muitas vezes tornam-se escassos, dificultando a manutenção do ritmo da obra;
- Em uma das obras foi notada a existência de uma planilha de controle diária do efetivo em obra, a qual, contudo, não chegava às mãos do diretor técnico para análise;

- O diretor declarou a percepção de que as informações passadas em forma escrita – caráter formal – surtem uma resposta de melhor qualidade e num prazo menor;
- O terminal de computador da sala do diretor só é utilizado para a edição de textos e planilhas;
- As solicitações feitas ao diretor técnico são despachadas de acordo com a urgência requerida pelo solicitante. A agregação de um *status* de prioridade à informação é válida; possibilita, contudo, a geração de um quadro em que todas as solicitações sejam emergenciais e prioritárias; e
- Um dos engenheiros trabalha com telefone celular, utilizado, muitas vezes, para solucionar problemas emergenciais da produção, solicitar ou cobrar a disponibilização emergencial de recursos.

5.2.4 Análise e Diagnóstico do Sistema de Informação (SI)

5.2.4.1 Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) dos Processos de PCP e Programação de Recursos

Finda a etapa de diagnóstico, foram identificadas diferenças na configuração do DFD dos processos de PCP e programação de recursos, em virtude dos novos aspectos revelados pelas observações e pelos dados coletados através das planilhas. A configuração definitiva é aquela apresentada na Figura 5.4. Segue abaixo um breve comentário sobre as diferenças encontradas:

- Foi identificado o isolamento do encarregado de finanças no processo de planejamento; as informações referentes ao saldo de caixa e desembolso mensal descritas preliminarmente não estão sistematizadas e são divulgadas apenas quando eventualmente solicitadas pelo planejamento tático e operacional;
- Devido à emergência com que são feitas as solicitações de material, não apenas os mestres as realizam, mas também os engenheiros e o diretor técnico, responsáveis pelos planejamentos operacional e tático, respectivamente;
- As solicitações de mão-de-obra são feitas ao engenheiro da obra, que tenta disponibilizá-la através da transferência entre obras. Na impossibilidade da realocação, a solicitação é repassada ao diretor técnico, para que seja liberada a contratação de novos recursos; e
- O controle da produção é realizado tanto pelos engenheiros como pelo diretor técnico.

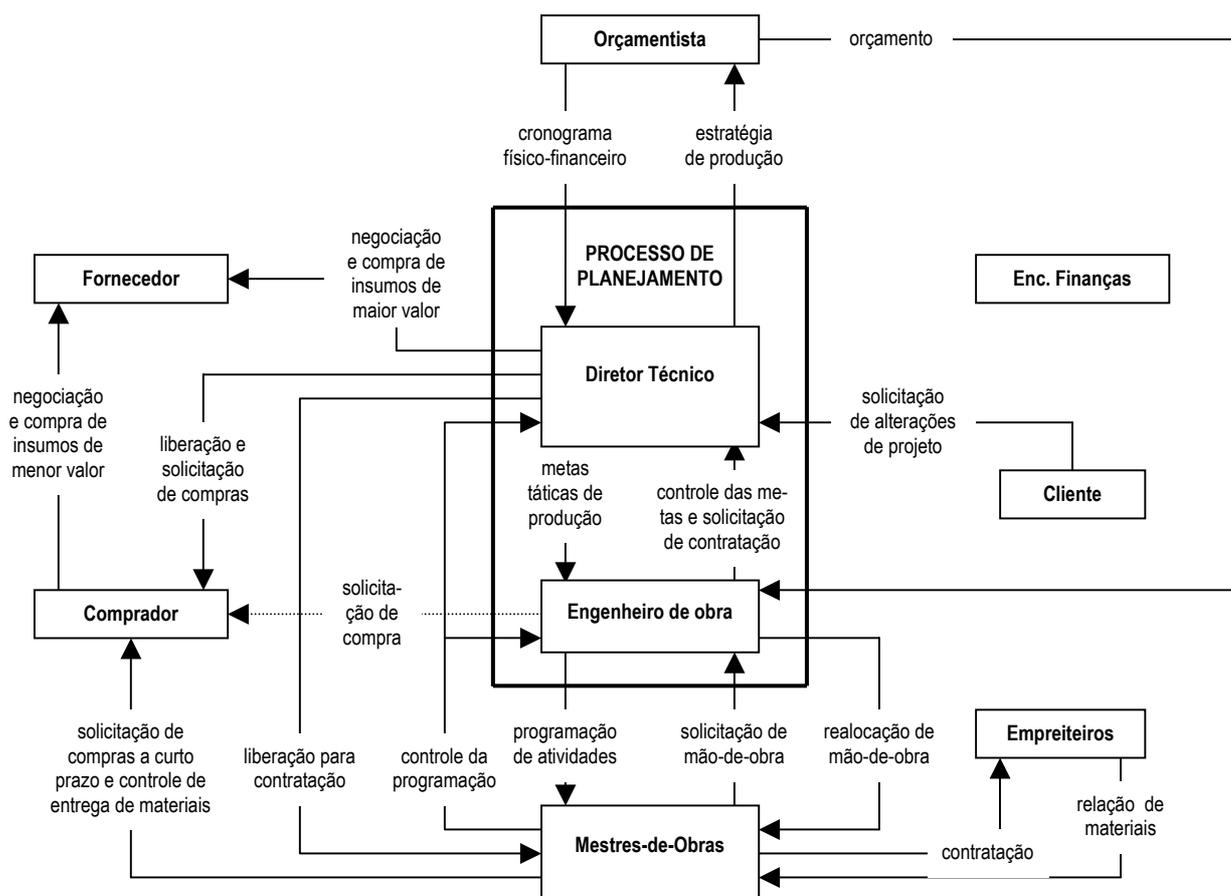


Figura 5.4 – Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) definitivo dos processos de PCP e programação de recursos

5.2.4.2 Apresentação das Conclusões do Diagnóstico

No dia 30 de agosto, foi realizada uma reunião para a exposição dos resultados obtidos pelo diagnóstico, tendo dela participado todos os envolvidos com o processo de PCP, executados os mestres que não participaram da coleta.

O resultado da quantificação das informações foi apresentado individualmente e na forma de tabelas, conforme exemplificado no Anexo 3. Isto foi feito com a intenção de, justificando o esforço despendido no preenchimento das planilhas, motivar os funcionários para a próxima etapa da aplicação do método. Também com essa intenção, foram expostos os resultados obtidos pelo experimento da abstinência.

Nessa reunião foram listadas algumas conclusões obtidas pela análise dos dados coletados nas planilhas e daqueles gerados pelas observações e entrevistas:

- A ida sistemática do comprador às obras para recolhimento dos pedidos de material é benéfica, pois, além de diminuir problemas de entendimento da especificação do material solicitado, gera o compromisso formal da realização de uma programação da utilização de recursos. Há contudo, a possibilidade dos funcionários responsáveis pela solicitação não se preocuparem em melhorar a qualidade da especificação, gerando uma dependência da revisão do comprador;
- Dentre as solicitações de recursos recebidas pelo comprador, apenas 19,6 % foram recebidas nas segundas-feiras. Isso implica dizer que, apesar de ser a segunda-feira o dia reservado para a solicitação de materiais, muitas delas são feitas em caráter emergencial no decorrer da semana. Vale lembrar que o ponto discutido não é a quantidade de recursos solicitados, seu custo ou importância estratégica na execução da programação, mas sim o número de vezes em que foram solicitados os recursos;
- Das solicitações de recursos recebidas pelo comprador, 48 % foram enviadas pelo diretor técnico, 22 % pelos engenheiros e 30 % pelos mestres, fato do qual também se depreende o caráter emergencial das solicitações de recursos recebidas pelo comprador, visto que a função de solicitar recursos para as obras é delegada aos mestres;
- Quando da realização de empreitadas parciais, a má qualidade da especificação e a urgência com que são solicitados os materiais pelos empreiteiros, em especial, os instaladores elétricos e hidrossanitários, ocasionam problemas na etapa de compras. Em uma das quatro obras não analisadas, entretanto, foi realizada uma empreitada global (mão-de-obra e material) das instalações, surtindo um aparente efeito positivo para a empresa. A transferência da responsabilidade pela compra dos materiais para os empreiteiros – conhecida a sua competência – elimina intermediários, qualificando a especificação dos recursos e acelerando o processo de aquisição;
- Não há um sistema de controle formal dos materiais ou ferramentas estocados em obra, impossibilitando uma melhor estimativa do consumo dos materiais e das perdas ocorridas na produção, além da verificação da necessidade de compra de materiais ou ferramentas eventualmente já possuídos em estoque;
- Não existe um responsável direto pela programação dos recursos humanos. Um dos mestres entrevistados expôs que as paradas da obra e conseqüente atraso no cronograma são causadas, entre outros motivos, pelos constantes deslocamentos de mão-de-obra entre obras, a fim de atender solicitações emergenciais. Deficiências futuras apenas são verificadas na sua iminência;

- Os engenheiros não recebem qualquer informação do encarregado de finanças com vistas ao planejamento. O diretor recebeu apenas 3 informações do encarregado de finanças, das quais apenas uma em forma de documento, trazendo informações urgentes sobre a situação desfavorável do caixa de uma obra. Identifica-se assim, uma ausência de troca de informações de acompanhamento do fluxo de caixa das obras, necessárias ao desenvolvimento do processo de planejamento nos níveis tático e operacional. Ainda quando da investigação preliminar, o diretor técnico ressaltou o problema da ausência de uma programação financeira que contemplasse a previsão das entradas de recursos financeiros;
- O cronograma físico da obra afixado no escritório da mesma não é utilizado na orientação da programação das atividades, que é feita de acordo com a sensibilidade do engenheiro e do mestre;
- Apesar de haver um bom prazo de replanejamento – quinzenal, a programação de atividades possui um certo nível de comprometimento embutido em sua concepção, por ser realizada quando já iniciado o período por ela validado e sem que tenha havido a consideração da necessidade de disponibilização dos recursos – financeiros e de produção – necessários à execução das atividades.

Além disso, 78,6 % das informações relativas ao planejamento da produção não são trocadas nas segundas-feiras, reservadas para tal. Apesar da programação quinzenal de atividades ser discutida por engenheiros e mestres a partir da quinta-feira, a sua definição nas segundas-feiras não ocorre regularmente, fato comprovado por um dos mestres durante a reunião, aumentando o intervalo de tempo entre a necessidade de utilização do recurso e a sua disponibilização.

- No quadro 5.3 a seguir, é apresentada a freqüência de grupos de informações trocadas pelos engenheiros e mestres-de-obras.

Quadro 5.3 – Freqüência de grupos de informações trocadas pelos engenheiros e mestres-de-obras

Atividade	Engenheiro				Mestre-de-Obras			
	SRE, IRE, SIR	PNJ, CNT	PRJ	ITC	SRE, IRE, SIR	PNJ, CNT	SSV, ISV, SIS	ITC
Informação								
Citações	35	16	16	15	114	71	44	32
Freqüência (%)	29	13	13	12	34	20	12	9

Considerando-se que as funções do engenheiro na empresa compreendem, primordialmente, atividades de PCP, resolução de problemas relativos à execução da obra e definições acerca do

projeto a ser executado, o percentual encontrado de informações referentes à solicitação e entrega de recursos é muito alto, denotando um desvio de função originado pela urgência com que são feitos os pedidos de material. Sendo a função de solicitação de materiais um encargo do mestre-de-obras, é mais condizente que a troca de informações a este respeito surjam com um maior percentual nesta categoria profissional, ainda que se tenha verificado uma freqüência excessiva desse tipo de informações também causada pela urgência das solicitações de material.

- Apesar do interesse da empresa em investir em qualidade através da aplicação do programa 5S, da existência de itens de controle para todos os setores da empresa e da realização de reuniões regulares para apresentação e discussão de propostas de melhorias, existe na empresa uma certa informalidade ou pouca definição das atividades a serem desempenhadas por cada um deles, característica de empresas de pequeno porte;
- 84 % das informações trocadas pelos engenheiros são de caráter verbal e 6 % de forma escrita, contra 82 % e 13 % dos mestres, respectivamente. Ressaltamos com esses números o caráter informal das comunicações realizadas por essas duas atividades, em especial a dos engenheiros, que mesmo não estando tão diretamente relacionados com a produção como os mestres-de-obras, apresentaram percentuais de informalidade ainda maiores que eles;
- Apenas 11 % das informações de controle – andamento das obras, medições e conferência de serviços – trocadas pelos mestres são de caráter escrito; o restante é verbal. Durante a reunião foi lembrada a importância da documentação das informações trocadas, a fim de que esse controle exercido pudesse subsidiar a tomada de decisões proativas em novos ciclos de planejamento.

Não existe uma coleta de dados sistematizada direcionada ao planejamento ou à programação de atividades. O controle realizado pela empresa possui um caráter eminentemente reativo, voltado para a identificação e correção de atividades mal executadas.

- A estrutura de controle observada é centrada no diretor técnico, que o desempenha sobre todas as atividades, mesmo quando, por vezes, o controle já é efetuado por outros funcionários.

Das informações trocadas pelos mestres, 23 % referem-se ao diretor e, restringindo-se às informações de controle, 68 % delas são trocadas com os engenheiros, 26 % com o diretor técnico e 6 % com os fornecedores e empreiteiros. Essas freqüências demonstram a grande participação do diretor técnico na supervisão direta das atividades desenvolvidas pela produção, função característica dos

engenheiros. As visitas do diretor às obras que ocorrem regularmente nas segundas e quintas-feiras, tiveram sua frequência aumentada para visitas quase diárias devido às férias do engenheiro; e

- A empresa tem o aparente interesse em investir em recursos tecnológicos. No entanto, apesar de possuir um bom suporte computacional – 5 microcomputadores ligados em rede a um servidor, não faz uso de suas potencialidades, usufruindo apenas do compartilhamento de *softwares*. A empresa, tendo adquirido um *software* de orçamento, planejamento e controle da produção, nunca o pôs em funcionamento devido à falta de funcionários disponíveis e familiarizados com a tarefa.

5.3 ELABORAÇÃO DAS MEDIDAS DE INTERVENÇÃO E DO PLANO DE AÇÃO

Com base nas conclusões do diagnóstico e nas percepções do pesquisador e dos participantes do estudo, foram relacionadas as deficiências identificadas nos processos de PCP e programação de recursos, suas conseqüências, possíveis causas e propostas de ações de melhoria, direcionadas à disponibilização e uso oportuno de informações (Quadro 5.4).

Na reunião realizada em 30 de agosto, após terem sido expostas as conclusões geradas pela etapa de diagnóstico (item 5.2.4.2), foi apresentado, para discussão, um modelo de funcionamento dos processos de PCP e programação de recursos. Este modelo, de caráter ainda genérico, foi apresentado na forma de seu DFD – Figura 5.5 – e de um fluxograma, este último gerado para uma mais fácil compreensão, pelos funcionários, do seqüenciamento da utilização das informações. As entidades responsáveis pelas funções sugeridas no modelo não estavam ainda estabelecidas, ficando esta definição a encargo da empresa.

Quadro 5.4 – Deficiências, conseqüências, causas e ações de melhoria propostas aos processos de PCP e programação de recursos

Deficiência Constatada	Conseqüência	Causa	Ação
Funcionários não familiarizados com o suporte computacional disponibilizado pela empresa.	<ul style="list-style-type: none"> – investimento em suporte computacional subutilizado; e – perda de tempo devido à realização manual de atividades já informatizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> – desconhecimento dos benefícios proporcionados pelas ferramentas; e – falta de treinamento. 	<ul style="list-style-type: none"> – promover treinamento dos funcionários.
Má definição das atividades a serem desempenhadas por cada um dos setores da empresa.	<ul style="list-style-type: none"> – redundância ou supressão de etapas na realização de atividades. 	<ul style="list-style-type: none"> – informalidade característica de empresas de pequeno porte em que os funcionários são, freqüentemente, responsáveis por funções de diferente natureza. 	<ul style="list-style-type: none"> – redigir um manual das responsabilidades e procedimentos a serem desempenhados por cada entidade.
Solicitações de materiais realizadas em caráter emergencial.	<ul style="list-style-type: none"> – interrupção de atividades causada pela falta de recursos; e – excessivo envolvimento dos engenheiros e do diretor técnico na tarefa de disponibilizar os recursos para a produção, desviando-os de suas funções. 	<ul style="list-style-type: none"> – inexistência de uma programação de compras que considere a antecedência necessária à disponibilização dos recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> – sistematizar a realização da programação de compras; – disponibilizar informações sobre os prazos usuais de disponibilização dos recursos do quadro de fornecedores da empresa; e – revisar o quadro de fornecedores, adequando-o às necessidades da produção.
Solicitações de mão-de-obra realizadas em caráter emergencial.	<ul style="list-style-type: none"> – transferências de mão-de-obra entre as obras, comprometendo a continuidade da execução dos serviços nas obras; e – impossibilidade de realizar um adequado recrutamento, seleção e treinamento da mão-de-obra contratada, agravada pela escassez de determinadas categorias profissionais no mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> – inexistência de informações a respeito da produtividade das equipes; e – inexistência de programação dos recursos humanos necessários à execução dos serviços. 	<ul style="list-style-type: none"> – disponibilizar informações sobre a estimativa de produtividade das equipes; e – realizar programação de alocação de recursos humanos, difundindo-a com a antecedência necessária à adequada contratação.
Aquisição de materiais diferentes daqueles requisitados.	<ul style="list-style-type: none"> – interrupção de atividades por falta de recursos; e – perda financeira direta gerada pela impossibilidade da troca do material. 	<ul style="list-style-type: none"> – os materiais requisitados por alguns dos empreiteiros (em contratos de empreitada de mão-de-obra) são mal especificados, fato agravado pela urgência da solicitação e pela falta de compromisso com a atividade de compra; e – mestres e engenheiros desconhecem a adequada especificação de alguns materiais. 	<ul style="list-style-type: none"> – responsabilizar os empreiteiros de mão-de-obra (em especial, os instaladores elétricos e hidrossanitários) pela correta especificação e quantificação dos materiais a serem comprados pela empresa; e – transferir a responsabilidade pela aquisição dos materiais aos empreiteiros através da realização de empreitadas globais (mão-de-obra e material).
Inexistência de controle da entrada e saída dos materiais ou ferramentas estocados em obra.	<ul style="list-style-type: none"> – realização de compras desnecessárias; – extravio de materiais e ferramentas; e – desconhecimento do consumo dos materiais e das perdas ocorridas na produção. 	<ul style="list-style-type: none"> – procedimentos de recebimento, estocagem e destinação não formalizados; e – alguns materiais básicos são destinados a diversos serviços, o que dificulta seu controle. 	<ul style="list-style-type: none"> – sistematizar o controle de entrada e saída de materiais e ferramentas estocados nas obras. A escolha dos materiais a serem controlados deve considerar sua facilidade de controle e representatividade no custo da obra.

continua...

...continuação

Deficiência Constatada	Conseqüência	Causa	Ação
O planejamento tático não orienta as ações realizadas em campo.	– a programação das atividades é baseada na sensibilidade do engenheiro e do mestre, sem o suporte de uma alocação de recursos humanos e equipamentos, permitindo picos de solicitação de recursos entre as obras.	– baixa representatividade dos planos devido à falta de revisão e atualização.	– sistematizar a coleta de informações que permitam a atualização dos planos táticos; e – implantar ferramentas computacionais que facilitem a revisão dos planos táticos.
O planejamento operacional é realizado quando já iniciado o período por ele validado.	– as decisões tomadas pelos responsáveis pelo planejamento têm caráter reativo.	– falta de antecipação na tomada de decisão; e – as informações necessárias à tomada de decisão não são coletadas ou estão indisponíveis no momento da decisão.	– realizar procedimentos de coleta de informações para o planejamento com a antecedência necessária ao seu processamento e difusão oportuna.
Os planejamentos tático e operacional estabelecem metas de produção impossíveis de serem cumpridas.	– pouca credibilidade nos planos realizados; e – responsabilização da produção pelo não cumprimento das metas.	– os responsáveis pela definição das metas de produção não consideram a necessidade por recursos, a sua disponibilidade e o prazo necessário a sua disponibilização.	– disponibilizar informações aos tomadores de decisão sobre o consumo de recursos, sua disponibilidade e o prazo necessário a sua disponibilização; e – avaliação conjunta das metas táticas e operacionais entre os responsáveis pelo planejamento e por sua execução.
Os planos tático e operacional freqüentemente definem metas de produção que não consideram a disponibilidade financeira prevista para a obra.	– diminuição súbita do ritmo de produção das obras, cuja estrutura produtiva (mão-de-obra e equipamentos) torna-se momentaneamente ociosa pela falta de materiais; e – situações de conflito causadas por dificuldades de pagamento de serviços e/ou materiais.	– informações sobre o saldo de caixa das obras são emitidas apenas quando solicitadas, quase sempre na iminência de ficarem deficitários; – as informações geradas reportam-se apenas às entradas e saídas de recursos financeiros já realizadas; e – o orçamento das atividades não é baseado em informações que representam a realidade dos fornecedores ou da estrutura produtiva da empresa.	– disponibilizar aos responsáveis pelo planejamento informações referentes ao saldo de caixa previsto para as obras, suas entradas de recursos financeiros e desembolsos futuros; e – coletar informações de custo e de consumo de recursos que retroalimentem os processos de orçamento e de planejamento.
O controle da produção é reativo, voltado para a identificação e correção de falhas na execução; e As informações de controle são de caráter predominantemente verbal.	– não são coletadas e registradas informações que subsidiem decisões proativas em novos ciclos de planejamento.	– não existem procedimentos de coleta de informações.	– implantar ferramentas de controle que privilegiem a coleta e registro de informações.
A aquisição de materiais de custo pouco relevante passa pela aprovação do diretor técnico; e O diretor técnico realiza atividades de controle da produção, função dos engenheiros de obra.	– o responsável pelas compras tem, freqüentemente, suas atividades interrompidas pela necessidade de liberação do diretor técnico, atrasando o processo de disponibilização de materiais; e – excessivo envolvimento do diretor técnico em atividades de controle que já são ou que podem ser realizadas por outros funcionários, desviando-o de suas funções.	– centralização das atividades de controle dos processos de produção e de aquisição pelo diretor técnico.	– delegação do controle de atividades que possuam menor influência no custo, prazo ou qualidade da execução, àqueles funcionários responsáveis pela sua execução. – disponibilizar para o diretor técnico informações referentes ao controle da produção.

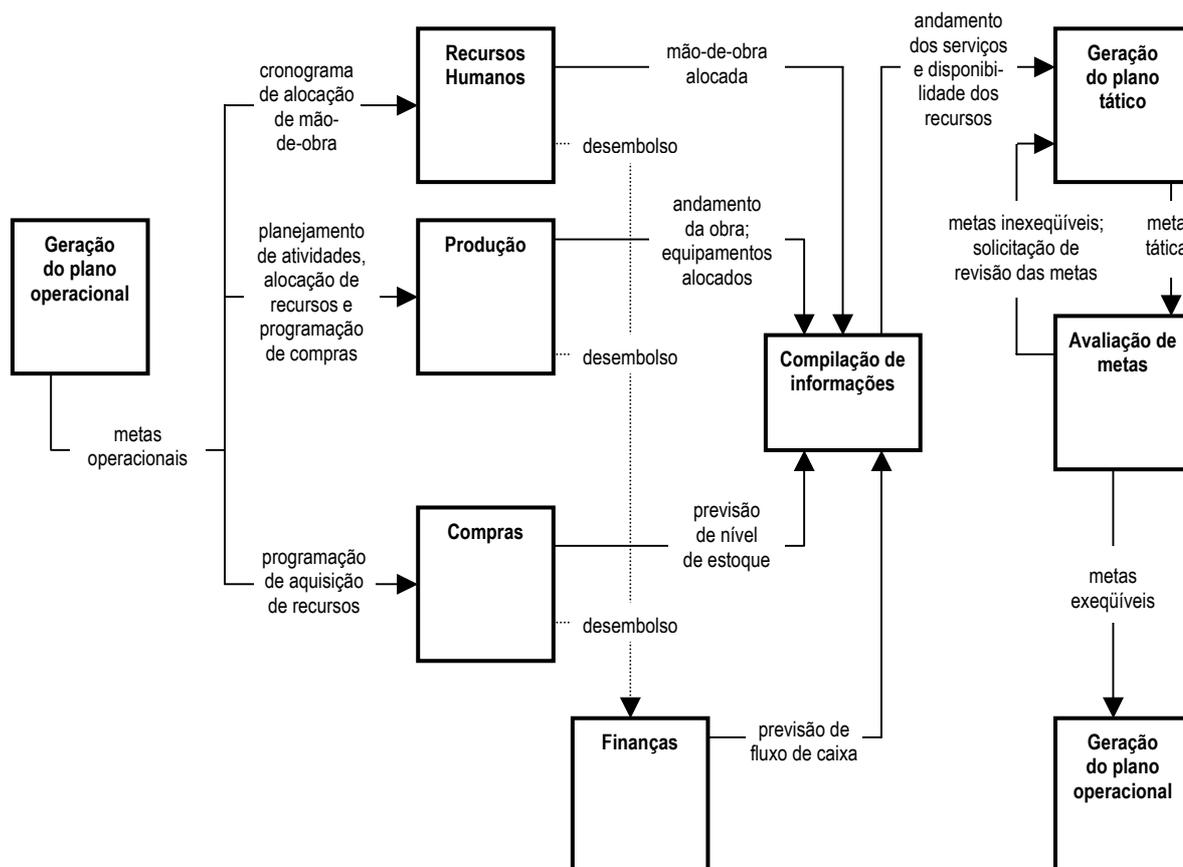


Figura 5.5 – DFD do modelo proposto à empresa para os processos de PCP e programação de recursos

Nessa reunião, foi decidido que o horizonte de planejamento seria de um mês, devido à entrada mensal de recursos financeiros na empresa. Considerado o prazo que os responsáveis pelo planejamento necessitariam para a realização da coleta, processamento e difusão das informações, além da necessária folga temporal para que os setores responsáveis pela disponibilização dos dados pudessem efetivamente disponibilizá-los, foi proposto um prazo de quinze dias entre o início da coleta de dados para o planejamento e o início do período por ele validado. Como a entrada de recursos financeiros para as obras se dá regularmente nos dias 15 de cada mês, ficou estipulado que, a partir dessa data, seria iniciado o processo de planejamento com validade para o mês subsequente.

Estipuladas as metas para a realização do planejamento, foi determinado que a intervenção começaria no dia 16 de setembro, quando um primeiro ciclo de PCP seria iniciado. Foi também determinado, de comum acordo com a empresa, que a intervenção se daria em duas etapas distintas. A primeira etapa, que corresponde ao primeiro ciclo de PCP, seria cumprida sem o auxílio de ferramentas computacionais, em especial na etapa de preparação dos planos. Na segunda etapa,

correspondente ao segundo ciclo de PCP, foi prevista a utilização de um *software* de PCP, TRON-ORC v. 5.0, que, mesmo à disposição da empresa há cerca de um ano e meio, nunca havia sido utilizado.

A distinção dessas duas etapas durante a intervenção foi uma necessidade originada da falta de treinamento dos funcionários para lidar de imediato com o *software*. Somado a isso, um primeiro contato com o processo de planejamento, trabalhado de forma mais pessoal, poderia permitir aos funcionários envolvidos uma melhor percepção da importância das informações geradas para e pelo processo de PCP, tornado mais fácil a assimilação dos conceitos, o que futuramente poderia refletir num melhor relacionamento com o sistema informatizado.

Em reunião realizada no dia 5 de setembro, foram discutidos detalhes de adequação do modelo à empresa, tais como: delegação das funções propostas, ajustes nas funções desempenhadas e formato da documentação a ser utilizada para as comunicações. As modificações efetuadas no DFD inicialmente proposto e a definição das responsabilidades pelo desempenho das funções são apresentadas no DFD da Figura 5.6.

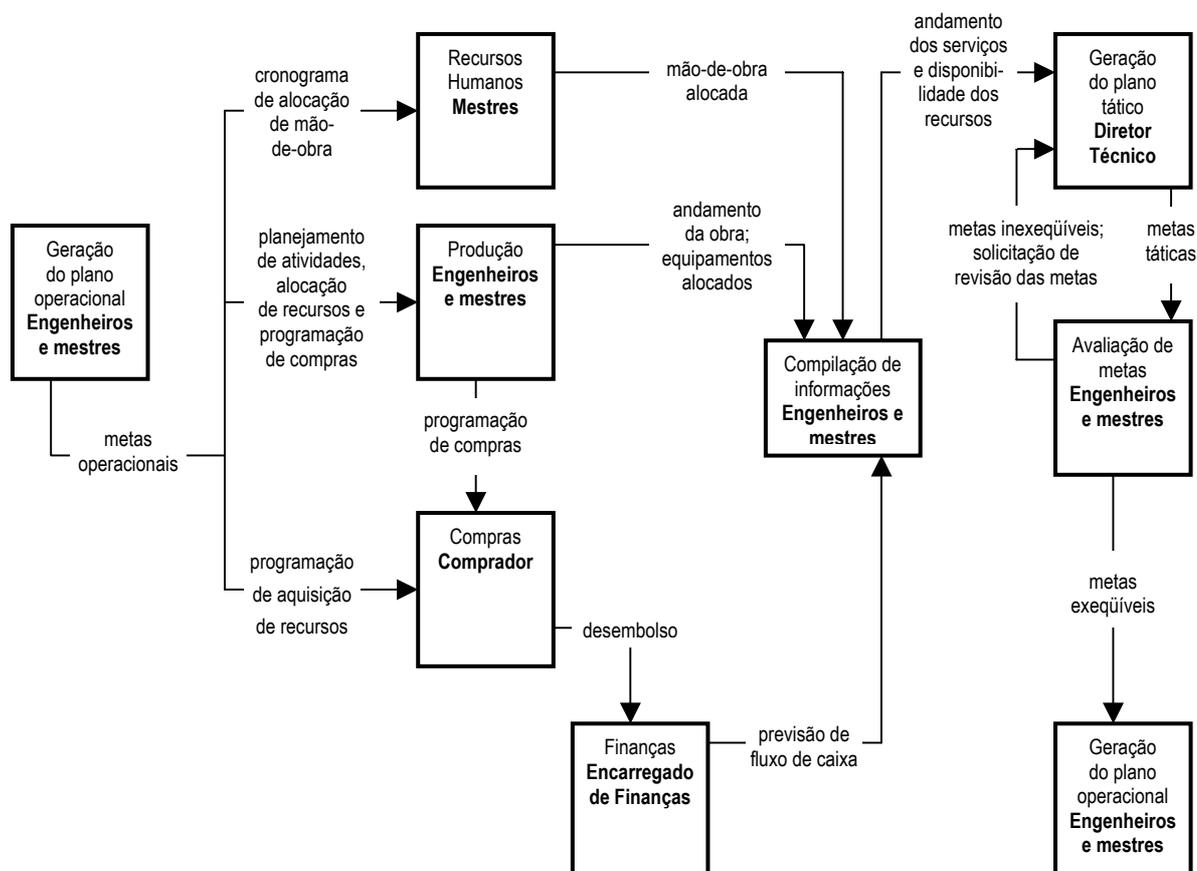


Figura 5.6 – DFD resultante das adequações realizadas na etapa de proposição do modelo

Algumas informações previstas foram excluídas do modelo, como, por exemplo, a previsão do nível de estoque, visto que a empresa entendeu não possuir estoque relevante de materiais em obras ou em depósito. Foram também descartadas do modelo informações de desembolsos relativas a empreiteiros e a alguns insumos que não eram contratados pelo comprador, as quais subsidiaram a emissão de relatórios de fluxo de caixa pelo encarregado de finanças. Esse controle tem sido feito diretamente pelos responsáveis pelo planejamento. A descrição das informações a serem trocadas pelas entidades envolvidas no modelo proposto está exposta no Quadro 5.5.

Quadro 5.5 – Descrição das informações a serem trocadas pelas entidades de acordo com o modelo proposto

Envia	Recebe	Informação
Diretor Técnico	Engenheiros	Metas táticas – discriminação das metas a serem cumpridas pela produção no próximo período de planejamento.
Engenheiros	Diretor Técnico	Disponibilidade dos recursos – conjunto de documentos que expõe a previsão da disponibilidade dos recursos humanos, financeiros, equipamentos e materiais em cada obra para o período de planejamento seguinte (dia 1º ao dia 30 do próximo mês).
		Andamento dos serviços – documento que expõe a previsão da posição do andamento das obras no início do período a ser planejado (dia 1º do próximo mês).
		Solicitação de revisão das metas – declaração da impossibilidade de cumprimento das metas e suas causas.
	Comprador	Programação de compras – discriminação semanal dos materiais a serem entregues no próximo período de planejamento (dia 1º ao dia 30 do próximo mês), suas quantidades, datas e locais de entrega.
	Mestres	Planejamento de atividades – atividades a serem cumpridas com base nas metas solicitadas pela gerência de produção.
		Programação de compras – discriminação semanal dos materiais a serem entregues no próximo período de planejamento (dia 1º ao dia 30 do próximo mês), suas quantidades e datas de entrega.
Cronograma de alocação de recursos – cronograma de alocação de mão-de-obra e equipamentos para o próximo período de planejamento (dia 1º ao dia 30 do próximo mês), suas funções e período de atividade.		
Comprador	Enc. de Finanças	Compras – valor e data de pagamento de compras efetuadas com fins de previsão de fluxo de caixa.
Mestres	Engenheiros	Andamento da obra – documento (gráfico de Gantt) que expõe a situação atual da obra e previsão da realização até o final do período de planejamento atual (dia 30 do mês corrente).
		Alocação da mão-de-obra – efetivo e locação da mão-de-obra disponibilizada pela empresa ao término do atual período de planejamento (dia 30 do mês corrente).
Enc. de Finanças	Engenheiros	Previsão do fluxo de caixa – documento (gráfico tempo X recursos financeiros) que expõe a situação atual do caixa da obra, entradas e saídas previstas até o final do período de planejamento seguinte (dia 30 do mês seguinte).

No dia 13 de setembro, foi realizada uma reunião de preparação para o início do período de coleta de dados e elaboração dos planos. Com esse intuito, foi elaborado, distribuído e apresentado aos funcionários envolvidos um Manual de Procedimentos, no qual foi descrita a seqüência das atividades (recebimento, processamento, armazenamento e envio de informações) a serem realizadas

por cada um deles para o desenvolvimento dos processos de PCP e programação de recursos a serem implementados na empresa.

Foram também distribuídos os modelos de DFD e fluxograma revisados de acordo com as alterações realizadas na reunião de 5 de setembro. Na intenção de padronizar o formato das informações a serem trocadas no processo de planejamento, foram também sugeridos e apresentados modelos de documentos que poderiam ser utilizados pelos envolvidos.

Ainda durante a reunião de 13 de setembro, foi explicada a necessidade da avaliação dos resultados da implementação do sistema proposto. Para tal, foram apresentados dois dos indicadores a serem utilizados – divergência da programação e divergência de homens-hora (item 4.2.1) – e questionada a possibilidade de acesso a dados históricos que pudessem gerar indicadores para o processo de planejamento realizado anteriormente.

5.3.1 Treinamento do Sistema de Programação Proposto

A proposta de treinamento prevista no método de intervenção (item 4.2.2) foi desenvolvida posteriormente ao início da intervenção na empresa do estudo de caso aqui retratado. Por este motivo, o treinamento do sistema proposto à empresa limitou-se à orientação e acompanhamento dos funcionários envolvidos na sua implantação, sendo-lhes prestado auxílio na compreensão e cumprimento das ações necessárias ao funcionamento do sistema à medida que este era implantado.

Motivadas, principalmente, pela falta de um treinamento melhor estruturado, foram encontradas algumas dificuldades na etapa de implementação do novo sistema, tais como a pequena compreensão dos funcionários acerca dos conceitos que regiam a sua operacionalização e a pouca cooperação por eles oferecida – esta última representada pela falta de compromisso com o cumprimento dos procedimentos estabelecidos pelo modelo. Esses obstáculos à implementação realçaram a importância da realização de uma etapa de treinamento orientada para o repasse dos conceitos e para a conscientização dos envolvidos sobre a necessidade de realização do planejamento e da consideração da disponibilidade dos recursos.

O jogo de treinamento proposto (item 4.2.2) foi aplicado às demais empresas em que foram realizados estudos de caso, apresentando ótimos resultados no que tange à participação do grupo e à compreensão das idéias discutidas. Esses aspectos puderam ser observados pelo pesquisador quando da análise – realizada pelos funcionários daquelas empresas – das condições hipotéticas de funcionamento dos processos de PCP e programação de recursos apresentadas pelo jogo.

Paralelamente, e com o auxílio de uma psicóloga, foram também realizados jogos comportamentais com as pessoas envolvidas no processo de PCP das demais empresas objetos de estudo. Compondo-se, basicamente, de um problema previamente estabelecido cuja resolução envolvia a participação cooperativa de todos, estes jogos buscavam melhorar a integração do grupo, reduzindo a resistência cultural às mudanças e quebrando as barreiras de comunicação que existiam entre os funcionários, as quais impediam o adequado desempenho de suas atividades.

5.4 INTERVENÇÃO

A etapa de intervenção, aqui descrita, foi iniciada em setembro de 1996, tendo sido acompanhada pelo pesquisador até março de 1997.

No dia 18 de setembro, já iniciada a fase de coletas de dados, foi averiguado que havia uma certa dificuldade na geração das informações que serviriam de base para o planejamento, em função da falta de tempo hábil e da própria inexperiência na execução dessa tarefa. Paralelamente, houve também o afastamento de um dos engenheiros da empresa e a sua pronta substituição.

Além dos problemas na coleta das informações, verificou-se que também havia certa dificuldade na elaboração dos planos. As dúvidas no trato das informações situavam-se principalmente na decisão do nível de detalhamento que se pretendia dispor na divulgação dos planos – programação de atividades e de compras – e da validade dessa precisão. Outro problema identificado foi a grande quantidade de informações a ser manipulada manualmente, somado ao fato de que o planejamento tático não disponibilizava metas nas quais o planejamento operacional pudesse se pautar.

Devido à saída do engenheiro, aos atrasos na coleta das informações e às dificuldades na preparação dos planos, este primeiro ciclo de planejamento não foi concluído conforme o proposto, tendo sido retomado o sistema de planejamento vigente, no qual o planejamento das atividades era realizado sem que fossem divulgados quaisquer planos de alocação ou disponibilização dos recursos.

Diante desses novos fatos, em reunião realizada no dia 4 de outubro, foi acordado que o acompanhamento da intervenção, que se pretendia realizar semanalmente em uma reunião com o grupo envolvido, seria realizado de forma individual e quando solicitado pelos funcionários, eliminando suas dúvidas e auxiliando no desempenho de suas atividades. Foi também acordado que um novo ciclo de PCP utilizando o sistema proposto seria reiniciado no dia 16 de outubro.

No dia 17 de outubro, foi realizada uma reunião em que foi verificada a realização da coleta das informações, estando elas à disposição dos responsáveis pelo planejamento. O processo de elaboração dos planos novamente ocorreu de forma lenta. A principal justificativa alegada pelos engenheiros foi a falta de tempo, gerada por outras prioridades. As programações mensais de atividades, de compra de materiais e de contratação de mão-de-obra só foram divulgadas no início do mês de novembro.

Foi estabelecido que a política adotada para a disponibilização dos materiais, seria a de solicitar, nas segundas-feiras, os materiais que seriam necessários na semana seguinte, gerando assim uma folga de pelo menos uma semana entre a solicitação do insumo e a sua utilização prevista em obra. Alguns aspectos da operacionalização do sistema devem ser considerados:

- Os materiais básicos – areia, argamassa e cimento – não foram solicitados nas segundas-feiras, mas de acordo com a sensibilidade do mestre-de-obras acerca da necessidade de reposição do estoque de obra frente às atividades previstas. Foi alegado pelos mestres e engenheiros que, devido à grande variabilidade no cumprimento das atividades, além do desconhecimento de um índice de consumo confiável e adequado, a solicitação agregada desses materiais com um prazo para sua utilização superior a uma semana inevitavelmente incorreria em erros que poderiam gerar o super ou subabastecimento da obra.

Também foi levantado que a solicitação desses materiais na iminência de sua utilização não acarretaria maiores problemas ao cumprimento da programação de atividades, tendo em vista o pequeno prazo necessário à sua compra e entrega. Tomando-se em conta a pequena variação no preço desses materiais, a sua cotação era realizada apenas eventualmente, com fins de controle do preço de mercado.

- O pedido de materiais referentes à primeira semana foi realizado mesmo sem que a programação de atividades estivesse formalizada, o que atenuou a possibilidade de desabastecimento da obra. Esse ponto suscita o fato de que o processo de formalização do planejamento, especialmente quando desempenhado manualmente, pode tornar-se um obstáculo ao oportuno desempenho das atividades que dependem das decisões comunicadas pelo plano.

Foi lembrado aos funcionários que eles deveriam atentar para alguns materiais de pequeno valor e aparente pouca importância os quais, por vezes, não são considerados na solicitação de pedidos. Por diversas vezes, foi verificada a realização de compras emergenciais de insumos de pouco valor – tais como materiais para manutenção de instalações elétricas e hidrossanitárias provisórias,

EPI, equipamentos e ferramentas – realizadas pelo próprio mestre-de-obras ou pelo engenheiro. Este fato repercutia diretamente no adequado desempenho de suas funções – devido ao tempo e energia despendidos – e na produtividade operária.

Ao longo do período de planejamento, foram percebidas deficiências no modelo elaborado quanto à realização do planejamento tático e à ausência de um controle da produção sobre a liberação ou não da compra e entrega dos materiais previstos na programação de compras.

No dia 1º de novembro, foi realizada uma reunião com o diretor técnico – responsável pelo planejamento tático – em que foram expostas e discutidas as dificuldades enfrentadas na elaboração dos planos táticos, geradas pelo excesso de atividades por ele realizadas e pelo pouco tempo disponível para tal.

Durante a reunião, foi noticiada pelo diretor técnico a contratação de um orçamentista encarregado de realizar a implantação do *software* TRON-ORC. A sua função inicial seria alimentar o banco de dados do programa com composições unitárias de serviços e, posteriormente, implantar os orçamentos das atuais obras. Sendo uma iniciativa na intenção de facilitar a realização do planejamento tático, foi decidido que a implantação do *software* seria realizada em apenas duas obras, sobre as quais poderia se tirar maior proveito da sua utilização, visto que as outras obras da empresa já estavam por terminar.

Cabe ressaltar que a iniciativa de implantação do *software* foi tomada pela direção da empresa. A ressalva deve-se ao fato do pesquisador não julgar a implantação do *software* adequada naquele momento da intervenção, podendo mesmo dificultá-la, opinião declarada à direção da empresa. As deficiências mais importantes do sistema quanto ao planejamento tático referiam-se à ausência de informações e não à velocidade de seu processamento, principal benefício fornecido pelo *software*.

A abrangência temporal desta pesquisa não permitiu alcançar a efetiva utilização do *software* pelos funcionários ou mesmo acompanhar o processo de sua implantação.

Foi mencionada a necessidade de padronização dos formatos para a apresentação das informações e o seu efetivo uso, aspecto até então negligenciado pelos funcionários. Além disso, foi também levantada a necessidade de alteração dos formatos anteriormente sugeridos.

Nessa reunião, foram sugeridas pelo pesquisador algumas ações no intuito de facilitar o processo de alocação e programação de recursos:

- Tornar o processo de compra mais ágil, dando-lhe autonomia, ou seja, permitindo que compras de determinados insumos e/ou de insumos de menor valor possam ser efetuadas sem a necessidade de supervisão do diretor técnico;
- Disponibilizar uma lista de prazos mínimos para o processo de cotação, compra e entrega de insumos. Esta lista deveria ser elaborada pelo comprador e distribuída aos responsáveis pela solicitação de materiais;
- Definir, em contrato, prazos limites para a solicitação de alterações de projeto feitas pelos clientes finais; e
- Estabelecer uma estratégia formal de parceria com os empreiteiros e fornecedores de material. Segundo a percepção dos mestres, grande parte dos problemas ocorridos no cumprimento das atividades programadas no último período quinzenal eram relativas à contratação e/ou falta de compromisso dos empreiteiros.

Após a reunião, em conjunto com o comprador da empresa, foi realizado um levantamento dos materiais mais freqüentemente solicitados pela produção – de acordo com as características dos empreendimentos que a empresa realiza e com a distribuição das suas solicitações ao longo da obra – e os prazos necessários à sua disponibilização após a sua solicitação.

Foram identificados três grupos de materiais, classificados segundo seus prazos de disponibilização. O primeiro grupo de materiais, no qual estão incluídos insumos básicos, tais como, cimento, areia, brita e argamassa, possui uma necessidade mínima de antecedência para seu pedido, cerca de 1 dia, desde que não consideradas eventuais cotações. O segundo grupo engloba materiais com prazo de disponibilização entre 4 e 5 dias úteis, sendo composto, de forma geral, por materiais de uso específico, tais como materiais hidráulicos e elétricos.

O terceiro e último grupo relaciona materiais que são negociados diretamente com o fabricante, na maioria das vezes situado fora da cidade e que, portanto, necessitam de um maior prazo para sua entrega, seja pela sua indisponibilidade em estoque ou por dificuldades na realização do transporte fornecedor-obra. Este terceiro grupo de materiais é freqüentemente negociado pelo diretor técnico que, vendo na negociação sem intermediários um grande potencial de economia, dispõe seu *status*

decisório de sócio-proprietário da empresa para a firmação de compromissos, mesmo que informais, de fornecimentos futuros.

Em reunião realizada no dia 4 de dezembro – na qual participaram, excepcionalmente, todos os envolvidos no processo de programação de recursos – foram discutidos aspectos relativos à operacionalização do sistema proposto. Através da simulação do ciclo, foram repassadas e discutidas, uma a uma, todas as atividades previstas no modelo, tendo sido definidos pontos que até então eram freqüentemente modificados pela falta de coordenação entre os envolvidos, entre eles a responsabilidade pela realização do planejamento tático e a programação de compras.

Apesar de não ser a situação ideal para a execução do planejamento, foi resolvido que o diretor técnico proporá as metas táticas baseando-se apenas no andamento das obras, sem que fossem consideradas – formalmente – informações sobre a disponibilidade dos recursos. Estas metas seriam então enviadas aos engenheiros, que seriam encarregados de estudar a sua viabilidade e identificar necessidades de revisão, solicitando a disponibilização dos recursos necessários ao cumprimento das metas definidas e/ou a reavaliação das mesmas.

Quanto à programação de compras, foi decidido que seria realizada uma previsão de consumo, no período objeto do planejamento, de materiais que pudessem, assim, ter melhores condições de compra negociadas junto aos seus fornecedores ou cujo fornecimento pudesse ser mais facilmente garantido com uma única entrega, ao invés de entregas fracionadas por um maior número de compras isoladas. Deste grupo de materiais constam, principalmente, aqueles materiais negociados diretamente pelo diretor técnico com o fabricante e os quais necessitam de um maior prazo para sua entrega. Segundo o comprador da empresa, os insumos básicos possuem pouca possibilidade de barganha junto aos fornecedores, organizados em cartéis.

Nesta reunião, foi também repassado, entre os mestres-de-obras, o procedimento para a coleta de informações de controle que viessem a subsidiar o processo de planejamento.

O modelo apresentado na Figura 5.7 explicita as modificações realizadas no processo.

A percepção do pesquisador é de que, com a apresentação em um seminário referente ao projeto de pesquisa, ao qual esta dissertação está vinculada e em que foi apresentada a situação da empresa perante o estudo realizado, foi despertado o interesse, ou a preocupação, de que a empresa tivesse resultados da aplicação do modelo. Assim sendo, o diretor técnico, até então pouco atuante, assumiu a postura de controlador, exigindo maior participação e resultados de sua equipe, assim como do pesquisador. Sua postura, veio a influenciar, substancialmente, o empenho da equipe.

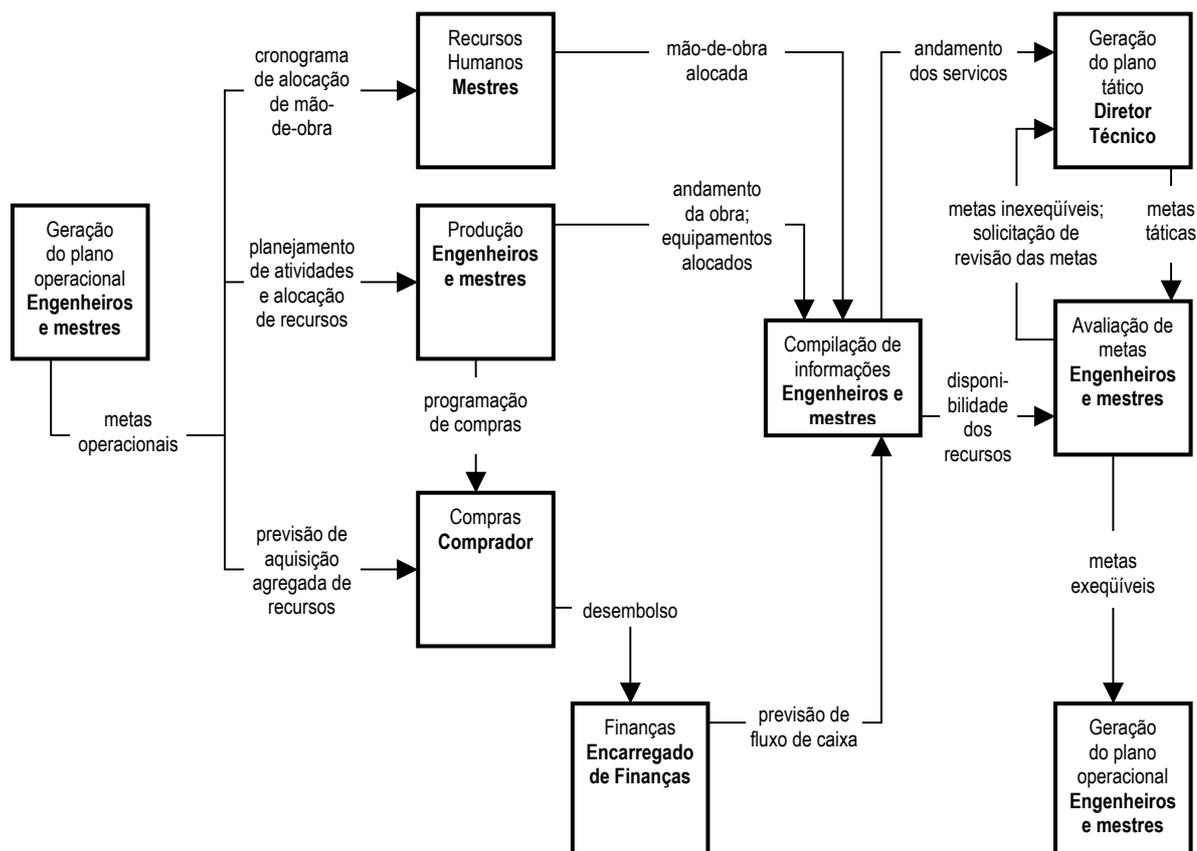


Figura 5.7 – DFD resultante das adequações realizadas na etapa de implementação do modelo

Foi decidido que o modelo de PCP e programação de recursos então definidos seriam aplicados no próximo ciclo, a iniciar no dia 15 de dezembro. Foi montado, a pedido do diretor técnico, um calendário de compromissos no formato 5W1H – Anexo 4 – em que estavam especificados os procedimentos relativos a cada um dos participantes no processo. Esse calendário, a exemplo do manual de procedimentos, possuía a função de organizar, padronizar e controlar o processo, à medida que definia os envolvidos em cada atividade.

Em janeiro de 1997, com a substituição do comprador da empresa, foi proposta uma ferramenta de avaliação do desempenho dos fornecedores, possibilitando a sua seleção e a determinação dos prazos usuais de fornecimento. Esta ferramenta consiste numa adaptação da planilha proposta por SOUZA & MEKBEKIAN (1996), na qual são coletadas, entre outras, informações a respeito de falhas na qualidade, quantidade e prazo de entrega dos materiais adquiridos.

As falhas de fornecimento deveriam ser coletadas pelos mestres-de-obras que, apesar de responsáveis pelo recebimento do material nas obras, apresentaram alguma resistência inicial. Isto se

deveu ao fato dos mestres estarem comumente sobrecarregados com os serviços da produção, não costumando receber ou conferir a chegada de materiais nas obras.

5.5 AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO E CONCLUSÕES DO ESTUDO DE CASO

A avaliação da intervenção divide-se em duas etapas: a eficácia da transição e a eficiência do sistema implementado. A seguir, são explanados os resultados e algumas particularidades da aplicação do método de intervenção na empresa objeto do estudo de caso inicial – e, eventualmente, nas empresas participantes do subprojeto cuja intervenção não foi abordada detidamente – que possam ser relevantes na replicação do método.

5.5.1 A Eficácia da Transição

O principal problema enfrentado no início da intervenção foi a pouca compreensão do funcionamento do novo sistema pelos funcionários, além da pouca cooperação dedicada à sua implementação, representada pela falta de compromisso com o cumprimento dos procedimentos estabelecidos pelo modelo.

A precariedade inicial do processo de intervenção foi também motivada pela ausência de treinamento. Sendo a intervenção uma ação de melhoria contínua, esta foi, ainda, dificultada ou mesmo quase impossibilitada pela grande rotatividade do quadro da empresa: alguns funcionários foram substituídos após receberem as informações relativas ao desenvolvimento do método de intervenção, às características e requisitos dos processos de PCP e de programação de recursos e às funções pelas quais eram responsáveis.

Ao longo do período de realização do trabalho foram substituídos o comprador, o encarregado de finanças, um dos dois engenheiros e três dos cinco mestres-de-obras. Sendo uma característica das empresas de construção civil, os efeitos da rotatividade podem ser amenizados através da padronização e formalização dos procedimentos a serem executados ao longo do planejamento.

Além destes, foram verificados outros fatores que dificultaram a implementação do novo sistema:

- A realização paralela de outros estudos – relativos ao *layout* do canteiro de obras e da estratégia de produção – que concorriam pela disponibilidade de tempo dos funcionários envolvidos;

- A pequena participação e cooperação da alta gerência, motivada pela sobrecarga de tarefas já realizadas, pela não percepção do alcance de economias substanciais e pelo desconhecimento das técnicas; e
- A dificuldade apresentada pelos funcionários para a obtenção – com esforço razoável – e uso adequado das informações como, por exemplo, a quantificação dos recursos necessários às atividades.

Apesar dos problemas enfrentados, o sistema de produção da empresa não chegou a ser comprometido, visto que a intervenção foi realizada de forma paralela, sem que o sistema antigo fosse abandonado.

Até o momento em que a intervenção foi acompanhada pelo pesquisador, pôde ser observada a efetiva realização da programação de recursos, até então inexistente. Foram também percebidas iniciativas voltadas para a realização de modificações no processo, algumas em virtude da adequação do modelo proposto às características da empresa e outras, num segundo momento, voltadas para a manutenção do sistema como a identificação e atendimento de novos requisitos emergentes.

Assim, considerando-se os graus de adoção e de compreensão do sistema apresentados pelos funcionários, pôde ser verificado o sucesso da transição entre os sistemas.

5.5.2 A Eficiência do Sistema Implementado

A avaliação da eficiência do novo sistema deve considerar a evolução dos indicadores coletados e também a análise qualitativa, feita pelo pesquisador, do desempenho dos processos de PCP e programação de recursos.

Destaque-se que a possibilidade de avaliação da eficiência do sistema implantado, principalmente no que concerne à evolução dos indicadores, está condicionada à existência de informações que a subsidiem. Tais informações podem não estar disponíveis na empresa antes da intervenção ou, ainda, sua coleta pode não ser possível de implantar, impedindo a verificação de mudanças no desempenho do novo sistema.

5.5.2.1 Evolução dos Indicadores

Implementando o modelo, foi iniciada a coleta de indicadores de desempenho do sistema. Os indicadores aplicados à empresa, no entanto, não foram aqueles propostos no método (item 4.2.1).

O indicador divergência da programação (DP) teve o peso das atividades definido com base em um único critério, o consumo dos recursos humanos. Apesar de possibilitar uma diminuição na representatividade da importância de cada atividade no contexto do plano, a opção por um critério único foi motivada pela dificuldade de obtenção de outras informações. Pela mesma razão, a definição do critério escolhido recaiu sobre uma informação também necessária ao cálculo do segundo indicador, a divergência de homens-hora (DH).

Mesmo considerado o reduzido esforço necessário à obtenção dos dados que compunham o cálculo desses dois indicadores, sua utilização não se consolidou de imediato, vindo apenas a acontecer a partir de janeiro de 1997, com a implementação do novo sistema.

Antes do início dos trabalhos, a empresa possuía um indicador do planejamento operacional definido como o percentual das metas estabelecidas que foram plenamente cumpridas. Ressalte-se que não havia, entretanto, qualquer critério para a definição das metas, tais como a consideração do seqüenciamento das atividades, recursos necessários ao seu cumprimento ou capacidade produtiva das equipes, o qual indicasse a possibilidade de cumprimento das metas.

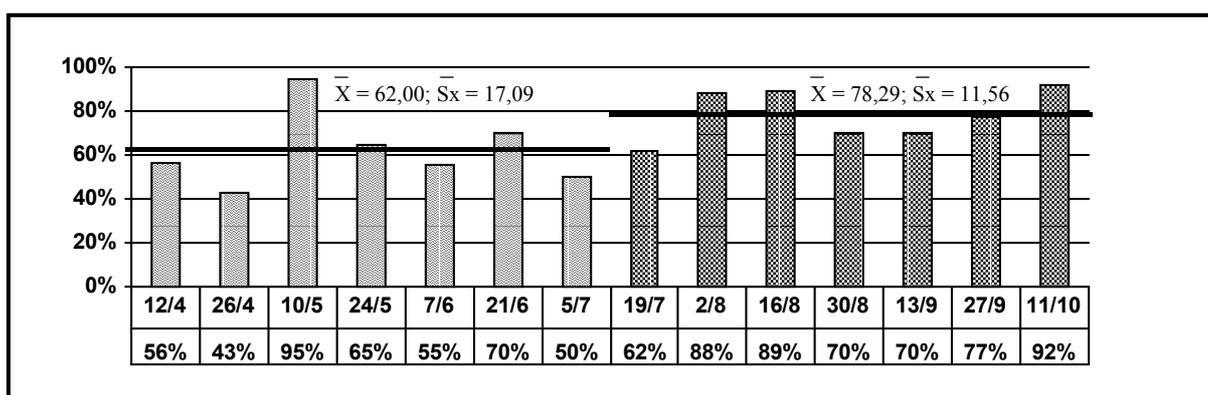
Considerando a conclusão das metas de forma absoluta – meta concluída ou não – o indicador apresentava valores nem sempre representativos do desempenho da produção frente ao plano realizado. Caso todas as metas tivessem sido quase plenamente concluídas, o cálculo do indicador nos apresentaria um valor de 0 %. Dessa forma, eram necessárias informações de contorno a respeito da produção que permitissem a sua interpretação.

Por sua facilidade de obtenção, a coleta deste indicador foi mantida pela empresa, denotando a necessidade, principalmente quando considerado o curto prazo, de indicadores de mais fácil e rápida coleta, mesmo que sua interpretação não seja direta.

Com o desenvolvimento dos trabalhos, foram repassadas às empresas objetos dos estudos de caso informações a respeito dos fatores de incerteza – em especial, aqueles relativos à disponibilização dos recursos – os quais influenciam a efetiva execução dos planos. Verificou-se que a gradual assimilação desse conhecimento levou os responsáveis pelo planejamento a uma exagerada segurança na definição das metas, as quais resultavam subestimadas se considerados os recursos disponíveis.

Como conseqüência das metas pouco ambiciosas, houve um crescimento no percentual cumprido das atividades planejadas, apontado pelo indicador coletado quinzenalmente pela empresa. No Quadro 5.6 está retratada a evolução do indicador – em uma das obras da empresa – nas sete quinzenas anteriores e posteriores ao início dos trabalhos (12 de abril a 5 de julho e 19 de julho a 11 de outubro de 1996).

Quadro 5.6 – Evolução do indicador percentual de cumprimento das atividades planejadas



Realizada uma análise de variância (ANOVA), concluiu-se que houve um aumento significativo entre os dois grupos de valores coletados. Houve também uma redução do desvio padrão encontrado nos grupos, indicando a possibilidade de uma maior uniformidade dos critérios e procedimentos para a realização do planejamento. Estas modificações, contudo, não podem ser atribuídas à implementação do novo sistema, posto que à data da última coleta apresentada ainda estava sendo utilizado o antigo sistema de planejamento.

Apesar de aparentemente satisfatórios, graças ao maior cumprimento das metas operacionais, estes indicadores não traduziam a mesma situação quando considerado o prazo de execução definido para a obra, a qual se encontrava em constante e crescente atraso. Parte desse problema era devido à falta de integração entre os níveis de planejamento operacional e tático, este último não atualizado adequadamente e portanto, não servindo como referência para a definição das metas operacionais.

Metas relaxadas e flexíveis aumentam as variações de programação e homem-hora do empreendimento como um todo (LAUFER & COHENCA-ZALL, 1990). Esse efeito pode ser fruto, originalmente, da falta de informação a respeito da capacidade produtiva da empresa e da disponibilidade de seus recursos e, em conseqüência destas, da insegurança a respeito dos fatores de incerteza quando do planejamento, sendo ainda agravado pela falta de compromisso da produção gerada por uma meta frouxa.

Gradualmente subtraída, a insegurança dos responsáveis pelo planejamento na consideração dos fatores de incerteza foi substituída por metas operacionais mais realistas, ainda que definidas com base na experiência dos mestres e engenheiros.

Implementado o novo sistema, o indicador divergência da programação (DP) passou a ser coletado a partir de janeiro de 1997. Na obra retratada no Quadro 5.6, a DP apresentou desvios da programação de 53,36 % no mês de janeiro e 53,68 % no mês de fevereiro, equivalendo, respectivamente, à execução de 44,64 % e 46,32 % do montante das atividades programadas, valores inferiores àqueles identificados pelo indicador anteriormente coletado.

Conforme declaração dos engenheiros e mestres-de-obras, estes valores foram consequência do deslocamento dos recursos humanos previamente alocados para a obra quando da realização do planejamento tático. A transferência de mão-de-obra foi solicitada pelo diretor técnico e motivada pela urgência na entrega de uma segunda obra, visando ao seu aceleração.

Em reuniões realizadas após a apresentação do último indicador, foi discutido o fato de que as metas operacionais – pautadas nas metas táticas definidas pelo diretor técnico – não eram acompanhadas por uma alocação dos recursos humanos que permitisse o seu cumprimento. Reconhecendo tal situação e justificando-a por não dispor de tempo para o adequado cálculo da demanda de mão-de-obra, o diretor técnico decidiu, de comum acordo, que a responsabilidade pela avaliação dos recursos necessários e daqueles disponíveis seria repassada aos engenheiros e mestres, estando a eventual necessidade de contratação ou demissão a ele submetida.

Apesar de disponibilizados os dados necessários ao cálculo do indicador divergência de homens-hora, os engenheiros não procederam à sua coleta, por não considerarem seu uso relevante. Esta percepção contrastava com a ausência de dados acerca da produtividade operária que pudessem subsidiar novos ciclos de planejamento.

O indicador de solicitações emergenciais de recursos previsto pelo método não foi coletado, fato motivado pelo tardio desenvolvimento do indicador – a lista de prazos mínimos de disponibilização dos recursos foi montada apenas no mês de novembro – e pela substituição do comprador da empresa no mês de janeiro, trazendo a necessidade de treinamento do novo comprador.

Na intenção de avaliar a programação de recursos, foram coletados, junto aos arquivos da empresa, dados históricos dos meses de janeiro de 1996 a março de 1997 relativos às solicitações de recursos realizadas pela produção.

A tentativa de quantificar algum padrão de comportamento no número de solicitações realizadas foi, no entanto, impossibilitada. Procedimento da empresa, as solicitações dos recursos a serem utilizados eram concentradas nas segundas-feiras, quando os mestres emitiam o pedido de materiais para o comprador. Exceção abria-se à solicitação de materiais básicos, a qual podia ser realizada a qualquer momento pela produção, impossibilitando que eventuais solicitações realizadas no decorrer da semana pudessem ser identificadas como emergenciais.

5.5.2.2 Análise Qualitativa

Nesta análise, a eficiência do novo sistema foi avaliada com base na percepção do pesquisador acerca da evolução das deficiências dos processos de PCP e programação de recursos identificadas na etapa de diagnóstico, frente à aplicação das ações de melhoria definidas. O Quadro 5.7, elaborado a partir do Quadro 5.4, apresenta a situação verificada ao fim do acompanhamento do processo de intervenção.

Ao longo do estudo de caso inicial, foi possível verificar que a aplicação do método propiciou algumas mudanças na postura dos engenheiros e mestres-de-obras frente aos processos de PCP e programação de recursos. Eles passaram a considerar, ainda que informalmente, os aspectos intervenientes no processo executivo, permitindo uma tomada de decisões mais qualificada.

As dificuldades encontradas na elaboração dos planos táticos e na sua ligação com o planejamento operacional – geradas pelo pouco tempo disponível do diretor técnico – foram atenuadas pela realização de reuniões entre o diretor técnico, os engenheiros e os mestres-de-obras em que eram propostas, avaliadas e viabilizadas as metas.

A indisponibilidade de informações tais como o consumo físico de recursos ou a falta de uma melhor consideração sobre os riscos conceituais, administrativos e ambientais a que o planejamento da produção e a programação de recursos estão submetidos é amenizada pelo fato de empresas envolvidas em empreendimentos simples e repetitivos terem como base para o planejamento a experiência acumulada, não necessitando de programas de alocação de recursos sofisticados (POPESCU, 1976).

Quadro 5.7 – Deficiências iniciais e situação atual dos processos de PCP e programação de recursos.

Deficiência inicial	Situação pós-intervenção
Má definição das responsabilidades pelo desempenho das atividades.	A elaboração de um manual de responsabilidades e procedimentos promoveu discussões frutíferas a respeito das funções pelas quais cada categoria deveria ser responsável, assim como as etapas e momento da realização das atividades. Mesmo que por vezes não seguido, o manual permitiu aos funcionários a identificação das responsabilidades perante o desempenho dos processos de PCP e programação de recursos.
Solicitações de materiais realizadas em caráter emergencial.	Os funcionários responsáveis pela solicitação de recursos passaram a realizar uma programação de compras associada à informação dos prazos necessários à disponibilização dos recursos. Declaração do comprador da empresa, a quantidade de solicitações emergenciais diminuiu, percepção obtida pela menor pressão exercida pela produção para a disponibilização dos recursos. Os funcionários da empresa, no entanto, apresentavam dificuldades na especificação dos recursos, aspecto apontado pelo alto índice de troca de materiais devido a pedidos errados. Foi iniciada a coleta de informações sobre o desempenho dos fornecedores, de forma a subsidiar a sua avaliação e seleção.
Solicitações de mão-de-obra realizadas em caráter emergencial.	Foi implementada a realização de uma programação de alocação de recursos humanos. No entanto, por não estarem sendo coletados dados a respeito da produtividade das equipes, a programação dos recursos humanos vinha sendo realizada a partir de estimativas baseadas na experiência dos mestres e no conhecimento que estes detinham sobre a equipe. A realização da programação permitiu a reflexão sobre a necessidade e a viabilidade de contratação de mão-de-obra, justificando as transferências de mão-de-obra entre as obras. Foi também permitida uma vantagem temporal, ainda que pequena, em benefício das atividades de recrutamento, seleção e treinamento da mão-de-obra contratada.
Aquisição de materiais diferentes daqueles requisitados.	No caso de empreitadas de mão-de-obra, os empreiteiros passaram a ser responsabilizados pela correta especificação e quantificação dos materiais por eles solicitados, sob risco de sanção. Apesar do descontentamento inicial de alguns empreiteiros, a medida possibilitou o seu comprometimento com o processo de compra. Com a intenção de transferir a responsabilidade pela aquisição dos materiais aos empreiteiros, foram realizadas algumas experiências de empreitadas globais (empreitadas de mão-de-obra e material) as quais apresentaram resultados satisfatórios.
O planejamento tático não orienta as ações realizadas em campo.	Os planos táticos passaram a ser estudados, revisados e atualizados – pelos engenheiros e pelo diretor técnico – com base em informações referentes ao andamento das obras, disponibilidade de recursos financeiros, humanos e equipamentos, subsidiando de melhor forma a elaboração do planejamento operacional. Foi também iniciada a implantação de um <i>software</i> de orçamento, planejamento e controle da produção para a facilitação da revisão dos planos táticos.

continua....

...continuação

Deficiência inicial	Situação pós-intervenção
O planejamento operacional é realizado quando já iniciado o período por ele validado.	Apesar das dificuldades iniciais para a coleta e processamento das informações, estes foram sistematizados de forma que o planejamento fosse realizado proativamente, com uma semana de antecedência.
Os planejamentos tático e operacional estabelecem metas de produção impossíveis de serem cumpridas.	As metas táticas e operacionais passaram a ser definidas com base no consumo de recursos, na sua disponibilidade e no prazo necessário à sua disponibilização. Além disso, as metas táticas e operacionais passaram a ser avaliadas pelos responsáveis por sua execução, aumentando a credibilidade nos planos realizados, além do compromisso com sua execução.
Os planos tático e operacional freqüentemente definem metas de produção que não consideram a disponibilidade financeira prevista para a obra.	O encarregado de finanças passou a emitir, regularmente, relatórios da disponibilidade financeira que consideravam as movimentações de recursos financeiros já realizadas assim com as entradas previstas. O processo de orçamento, entretanto, não era, exceto eventualmente, alimentado por informações de custo disponibilizadas pelo comprador ou por informações de consumo de recursos oriundas da produção.
O controle da produção é de caráter predominantemente verbal e reativo, voltado para a identificação e correção de falhas na execução.	Algumas das informações de controle solicitadas pelo novo SI – tais como o andamento das obras, a avaliação dos fornecedores e o efetivo da mão-de-obra – estavam sendo coletadas e registradas pelos funcionários, subsidiando adequadamente novos ciclos dos processos de PCP e programação de recursos. Outras, no entanto, tais como aquelas referentes ao consumo físico de recursos ou aos fatores de incerteza não vinham sendo coletadas. Quando solicitadas para a definição dos recursos a serem mobilizados para o cumprimento das metas, tais informações eram estimadas pelos mestres-de-obras, sem que houvesse qualquer acompanhamento ou ação frente a resultados diferentes daqueles previstos.
A aquisição de materiais de custo pouco relevante passa pela aprovação do diretor técnico.	Foi permitida ao comprador uma maior autonomia no processo de compras, eliminando a necessidade de aprovação do diretor técnico para compras de menor valor.
O diretor técnico realiza atividades de controle da produção, função dos engenheiros da obra.	Recebendo informações sobre o andamento da produção, o diretor técnico reduziu o número de visitas às obras, as quais, porém, continuaram acontecendo, principalmente com o objetivo de apreender o andamento geral da produção, verificando aspectos que necessitassem ser ressaltados ou compensados entre as obras

6 CONCLUSÕES

Tendo como referencial os objetivos e hipóteses definidos no início do estudo (item 1.3), este capítulo expõe as conclusões do estudo e apresenta sugestões para a realização de trabalhos futuros.

6.1 CONCLUSÕES SOBRE O MÉTODO DE INTERVENÇÃO E SUA APLICAÇÃO

A partir de uma revisão bibliográfica dirigida aos temas análise de sistemas, sistemas de informação e programação de recursos, foi desenvolvido o método de intervenção no processo de programação de recursos proposto neste trabalho.

Aplicado a empresas construtoras de pequeno porte, o método permitiu a obtenção de melhorias no desempenho do processo, principalmente aquelas relacionadas à efetiva realização do PCP e da programação de recursos e à mudança de postura dos funcionários da empresa frente a estes processos.

Paralelamente, como suporte para o método, foi proposto um modelo de SI para o processo de programação de recursos em que estão representadas as principais funções envolvidas, internas ou externas à empresa. O modelo proposto serviu como base para a análise dos fluxos de informações diagnosticados nos 8 (oito) estudos de caso realizados e também como subsídio para a proposição de melhorias.

A hipótese de que o método de intervenção possibilitaria uma mais eficaz disponibilização dos recursos não pôde ser indicada quantitativamente pela redução do número de solicitações emergenciais de recursos. Houve, porém, a percepção dada pelo comprador da empresa de que o número de solicitações havia diminuído, restando, porém, alguns problemas com relação à especificação dos recursos solicitados.

Merece destaque a relevância do fator comportamental no sucesso da aplicação do método de intervenção e na obtenção das melhorias dele advindas. A eventual mudança cultural necessária ao desempenho dos processos de planejamento e programação de recursos é provavelmente o aspecto mais importante na implantação de um novo sistema, caso não um pré-requisito.

A resistência encontrada no estudo de caso relatado, apesar de previsível, não foi percebida nas demais empresas. As 6 empresas construtoras situadas em Santa Maria foram objeto do método de intervenção de forma paralela e conjunta. A formação do grupo pretendia facilitar o

acompanhamento por parte do pesquisador responsável – residente em Porto Alegre – através da realização periódica de seminários.

Conduzidos pela alta gerência das empresas e assistidos pelos seus engenheiros e mestres-de-obras, os seminários de acompanhamento estimularam a sua participação no projeto, tendo gerado o compromisso de apresentação de resultados e a conseqüente comparação de desempenhos, além de permitido a troca de experiências adquiridas em cada uma delas. Some-se a isso, o fato de que não foram verificadas mudanças substanciais nos quadros de pessoal destas empresas, o que possibilitou a assimilação e amadurecimento dos conteúdos repassados ao longo dos seminários.

A seguir, são expostas conclusões sobre a aplicação da ferramenta de coleta de dados através de planilhas e sobre a caracterização do fluxo de informação do processo de PCP.

6.1.1 Aplicação da Ferramenta de Coleta de Dados

Confirmando uma das hipóteses do estudo, foi verificada a aplicabilidade da ferramenta desenvolvida por BERNARDES (1996) às empresas de pequeno porte, tendo sido propostas, no entanto, algumas adequações que visavam a tornar mais eficientes seus resultados, tais como:

- O redirecionamento do foco da análise das informações partindo do departamento ou setor de planejamento – de existência improvável, tratando-se de empresas de pequeno porte – para o processo de planejamento; e
- A exclusão do gerente de produção da amostra de coleta, motivada pelo grande número de informações por ele manuseadas e pela conseqüente falta de tempo para o seu registro na planilha.

Tendo sido desenvolvido um método para o cálculo da abstinência no registro das informações, foi identificado um índice de abstinência de 76,92 % no estudo de caso inicial, o que significa dizer que menos de um quarto das informações manipuladas foi registrado pela ferramenta de coleta de dados.

Apesar de não haver valores de referência com os quais se possa confrontar o índice de abstinência obtido, este foi interpretado pelo pesquisador como alto e, não fosse o fato da coleta das informações ser bilateral – a mesma informação é coletada na sua emissão e na sua recepção – além da pouca cooperação apresentada pelos funcionários no registro das informações, por-se-ia em dúvida a eficácia da planilha enquanto ferramenta de análise do fluxo de informações. A despeito disso, sua

utilização é plenamente justificável enquanto balizadora das informações obtidas através da observação ou como instrumento de argumentação da necessidade de uma eventual intervenção.

A hipótese elaborada sobre a possível influência da presença do pesquisador na quantidade de informações registradas pela ferramenta de coleta de dados desenvolvida por BERNARDES (1996) foi confirmada para o estudo de caso apresentado. Uma maior participação do pesquisador ao longo da realização do diagnóstico e das outras etapas do método de intervenção pode trazer como benefício um maior engajamento dos funcionários e, conseqüentemente, sua melhor compreensão dos requisitos e deficiências que envolvem o processo de planejamento.

Note-se que nas empresas do grupo de Santa Maria, devido à dificuldade de acompanhamento pelo pesquisador, o período destinado à aplicação da ferramenta de coleta de dados foi de apenas 15 dias, não tendo sido realizado o experimento para verificação da abstinência em seu preenchimento. Essa redução não se mostrou prejudicial à qualidade dos diagnósticos, tendo sido verificadas poucas ou nenhuma divergência com os dados levantados através das entrevistas e das observações.

6.1.2 Caracterização do Fluxo de Informação do Processo de PCP

Com o objetivo de contribuir para o melhor direcionamento de estudos futuros, a caracterização do fluxo de informação dos processos de PCP e programação de recursos intencionada por esse trabalho foi realizada através da aplicação da 1ª etapa do método de intervenção – etapa de diagnóstico – às 8 (oito) empresas participantes do Subprojeto Proposta de Intervenção no Processo de Planejamento da Produção de Empresas Construtoras.

Os DFD's resultantes dos diagnósticos nas 8 (oito) empresas foram analisados com base no modelo geral do processo de PCP apresentado no item 3.2. Tendo sido identificadas características semelhantes no desempenho dos seus processos de PCP e programação de recursos, são apresentados, a seguir, os pontos de convergência entre as empresas:

- a) As empresas realizam o planejamento tático inicial da obra formalmente, através da elaboração de um cronograma físico que traz, grande parte das vezes, os custos associados à execução dos serviços.
- b) Apesar de realizado, o monitoramento das metas estipuladas no cronograma geralmente não é utilizado para subsidiar sua adequada revisão. O replanejamento das metas táticas é feito informalmente, sem que haja coleta de informações sobre a disponibilidade ou produtividade dos recursos de produção. Não obstante serem freqüentemente emitidas informações sobre a atual

disponibilidade financeira das obras, relatórios de fluxo de caixa que possuam um caráter proativo, privilegiando a situação futura do caixa das obras, não foram identificados. O cronograma inicial da obra – não atualizado – é, com frequência, mantido no escritório da obra, perdendo a utilidade como referência para aqueles que desempenham e controlam mais diretamente a produção.

- c) O planejamento operacional é normalmente realizado através de listas de tarefas e o seu controle, a exemplo do tático, é reativo. Informações referentes ao consumo físico dos recursos ou aos fatores de incerteza que promoveram desvios no plano realizado não são coletadas ou formalizadas, permanecendo, assim, o caráter empírico do planejamento, seja no nível tático ou no operacional.
- d) Nenhuma das empresas realiza a programação de recursos. Em todas elas, os recursos humanos, equipamentos e materiais são solicitados – em caráter emergencial ou não – pela produção, não sendo consideradas informações sobre os prazos necessários à adequada disponibilização dos mesmos. De forma geral, as empresas apontam problemas relacionados com a disponibilização de recursos humanos, causados pela escassez de recursos no mercado ou pela falta de compromisso (prazo e qualidade) na realização dos serviços.
- e) A avaliação dos fornecedores e empreiteiros não é realizada formalmente e a sua seleção e/ou manutenção dentro da carteira da empresa está preferencialmente vinculada às condições de pagamento e preço ofertadas, ignorando-se outras questões como a qualidade do recurso ou serviço oferecido e o cumprimento do prazo de entrega acordado.
- f) O processo de orçamento, responsável pela enumeração, quantificação e estimativa dos custos dos insumos necessários à produção – subsídios necessários à adequada realização da programação de recursos e dos planejamentos tático e operacional – não é alimentado por informações de consumo e custo dos recursos oriundas do setor de suprimentos ou da produção.
- g) A utilização de ferramentas computacionais para a realização de tarefas associadas ao PCP foi identificada em uma única empresa. Nela, era utilizado um *software* de programação para a realização do planejamento operacional da obra, sendo informados no plano apenas o seqüenciamento das atividades e seus prazos de realização. Ainda quanto ao uso de sistemas computacionais, pode ser citada a aquisição de um *software* de orçamento e planejamento pela empresa objeto do estudo de caso inicial, cuja implementação, no entanto, não ocorreu, por não haver pessoal treinado para a sua operacionalização.

Além destas conclusões geradas pela análise dos fluxos de informação, foram também verificados outros aspectos dos processos de PCP e programação de recursos.

Foi observado que as empresas de pequeno porte analisadas nos estudos de caso possuíam uma estrutura de controle caracterizada pela redundância, extemporaneidade e pouca prestimosidade das informações que gerava, se considerados os requisitos para a adequada realização do planejamento. Para a realização desse controle, as empresas – contando com um quadro funcional enxuto, quando não deficiente – acabavam deixando a produção em um segundo plano, prejudicando o desenvolvimento das tarefas planejadas.

Tal problemática é abordada por LAUFER & TUCKER (1987) que, dentre os quatro objetivos do planejamento (ver item 2.1.1), citam ser o controle aquele mais enfatizado pelos gerentes. Apesar do controle ser vital, a ênfase nele parece não trazer bons resultados. Além de irritar os gerentes de campo, o controle ostensivo pode fazer com que o planejamento passe a ser um ato de correção dos desvios gerados pelos planejamentos passados, ao invés de ser um processo proativo, concebendo planos para o alcance de metas futuras.

A quantidade de controle requerida depende dos riscos conceituais, administrativos e ambientais a que a empresa está sujeita (DERMER²¹ apud LAUFER & TUCKER, 1987). A consideração desses riscos, realizada na etapa de planejamento, permite avaliar a incerteza intrínseca ao planejamento, justificando o nível de detalhamento dos planos elaborados.

A escolha do nível de detalhamento dos planos também deve considerar a estrutura de controle que a empresa pretende disponibilizar para tal. Planos que não podem ser controlados – por excesso de detalhamento ou por deficiência na estrutura de controle – não possibilitam a retroalimentação do processo de planejamento, uma vez que variações nas previsões feitas não são avaliadas, possibilitando a sua atualização.

Quando da interpretação desta caracterização, deve-se ter em mente que todas as empresas que compuseram a amostra encontravam-se envolvidas em programas de melhoria da qualidade e produtividade. Assim, pode-se atribuir a elas uma postura mais comprometida com o equacionamento dos problemas gerenciais enfrentados pela produção se comparadas às demais empresas construtoras de pequeno porte que compõem o subsetor edificações.

²¹ DERMER, J. **Management Planning and Control Systems**. Georgetown: Irwin-Dorsey, 1977.

Apesar das características retratadas serem – em sua maioria – negativas, a amostra caracterizada possivelmente apresenta desempenho superior à media do subsetor, para o qual os resultados poderiam ser ainda piores. Dessa forma relativizada, impede-se à caracterização o cunho absoluto e abrangente.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A seguir são sugeridos temas para a realização de futuras pesquisas.

- Considerando a aplicação das planilhas de coleta de dados na etapa de diagnóstico, verificar se os funcionários envolvidos tendem a privilegiar o registro de determinados grupos de informação. Isto poderia ser motivado por um julgamento de relevância emitido de forma despropositada pelos funcionários ou mesmo por uma maior facilidade de registro de determinadas informações. Esta hipótese poderia ser verificada através da realização de um estudo de abstinência em que o pesquisador registrasse não apenas a quantidade das informações manipuladas ao longo do acompanhamento, mas também o seu conteúdo, para posterior confronto com as informações registradas pelos funcionários;
- Estabelecer critérios de priorização do controle sobre a programação dos recursos, através da identificação dos recursos nos quais se verificam solicitações emergenciais, sua frequência, fatores causadores e conseqüências – se possível, contabilizadas – no processo produtivo;
- Levantar, propor e aplicar soluções alternativas para os problemas de segmentação do controle sobre o fluxo dos recursos, em que, por exemplo, o fornecedor de um material seja, sempre que possível, responsável por todos os processos que envolvem o recurso fornecido: venda, estoque, entrega e instalação;
- Tendo em vista as possíveis resistências e dificuldades causadas pela necessidade de mudança cultural na empresa objeto da intervenção, introduzir ao método de intervenção proposto formas de treinamento direcionadas a cada uma das entidades envolvidas através da consideração dos seus diferentes métodos de aprendizagem, assim como a necessidade de criação de um ambiente motivador, propício à maior compreensão e participação por parte dos envolvidos;
- Avaliar a implantação de tecnologia de informação (*hardware* e *software*) nos processos de planejamento da produção e de programação de recursos de empresas construtoras: requisitos, método e dificuldades para a implantação, além de sua relação custo *versus* benefício; e

- Avaliar o uso de ferramentas computacionais que suportem técnicas de administração da produção (MRP, MRP II, OPT, JIT, JIC) no planejamento do fluxo dos recursos em empresas construtoras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHUJA, H. N.; ARUNACHALAM, V.. Risk Evaluation in Resource Allocation. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, ASCE, v. 110, n. 3, p. 324-36, sep. 1984.
- ALBANESE, R.; FERRIS, G. R.; RUSS, G. S.. Survey of Human Resources Practices in U.S. Construction Firms. **Journal of Management in Engineering**, New York, ASCE, v. 7, n. 1, p. 59-69, jan. 1991.
- ALBUQUERQUE, A. A.; NUNES, F. R. M.; ELIAS, S. J. B.. Procedimentos do Planejamento Preliminar em Obras Verticais na Construção Civil. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais**, v. III, p. 1846-49. São Carlos: ABEPRO/UFSCAR, set. 1995.
- BAETZ, B. W.; PAS, E. I.; VESILIND, P. A.. Waste Reduction Primer for Managers. **Journal of Management in Engineering**, New York, ASCE, v. 7, n. 1, p. 33-42, jan. 1991.
- BAKER, E. M.. **Administração do Desempenho Humano**. In: Controle da Qualidade: componentes básicos da função qualidade. V. 2, cap. 10, p. 151-158. AA. JURAN, J. M. e GRYNA, F. M.. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.
- BAKER, J. J.; SHAFFER, L. R.. **Staged Decision Theory Applied to The Limited Resource Problem**. Technical Report of National Science Foundation Grant, NSF G 23700, Construction Research Series 8. Urbana: Department of Civil Engineering, University of Illinois, sep. 1965.
- BALARINE, O. F. O.. **Administração e Finanças para Construtores e Incorporadores**. Porto Alegre: EDPUC-RS, 1990. 196 p..
- BARNES, W. C.. Microcomputers in Management of Construction Operations. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, ASCE, v. 119, n. 2, p. 403-12, jun. 1993.
- BARTON, P.. **Information Systems in Construction Management**: principles and applications. 1st ed.. London: Batsford Academic and Educational, 1985.
- 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.
- BELL, L. C.; STUKHART, G.. **Cost and Benefits of Materials Management Systems**. Materials Management Task Force Report, Phase 2 Research Final Report. CII, Construction Industry Institute, may 1986.
- BERNARDES, M. M. S.. **Método de Análise do Processo de Planejamento da Produção de Empresas Construtoras através do Estudo de seu Fluxo de Informação**: proposta baseada em estudo de caso. Porto Alegre, 1996. 123 p.. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS.
- 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.
- BERZINS, W. E.; DHAVALA, M. D.. Time Versus Trust: impact upon collaborative decision making. **Journal of Management in Engineering**, New York, ASCE, v. 4, n. 4, p. 320-24, oct. 1988.

- BHANDARI, N.. Interaction of Information Flow with CM Systems. **Journal of the Construction Division**, New York, ASCE, v. 104, n. CO3, p. 261-68, sep. 1978.
- BIRREL, G. S.. Construction Planning – Beyond the Critical Path. **Journal of the Construction Division**, New York, ASCE, v. 106, n. CO3, p. 389-407, sep. 1980.
- BJÖRNSSON, H. C.. Management of Construction Material Procurement. In: SYMPOSIUM ON ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION. **Proceedings**, v. II, p. IV.60-73. Washington D. C.: CIB W65, may 1976.
- BRAND, J. D.; MEYER, W. L.; SHAFFER, L. R.. **The Resource Scheduling Problem in Construction**. Technical Report of National Science Foundation Grant, NSF G 23700, Construction Research Series 5. Urbana: Department of Civil Engineering, University of Illinois, jun. 1964.
- CABRAL, E. C. C.. **Proposta de Metodologia de Orçamento Operacional para Obras de Edificação**. Florianópolis, setembro de 1988. 151 p.. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC.
- CAMPOS, V. F.. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.
- 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. 557-69. São Paulo: ANTAC/EPUSP, nov. 1993.
- CHEETHAM, D. W.; CARTER, D. J.; ELLE, R. A.. **Information Flows in Building Construction Management**. In: Management, Quality and Economics in Building. London: Chapman & Hall, 1991.
- CHIAVENATO, I.. **Administração: teoria, processo e prática**. São Paulo: McGraw-Hill, 1985. 381 p..
- COLE, L. J. R.. Construction Scheduling: principles, practices, and six case studies. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, ASCE, v. 117, n. 4, p. 579-88, dec. 1991.
- COOK, E. L.; HANCHER, D. E.. Partnering: contract for the future. **Journal of Management in Engineering**, New York, ASCE, v. 6, n. 4, p. 431-46, oct. 1990.
- DANIELS, A.; YEATES, D.. **Basic Training in Systems Analysis**. Great Britain: Pitman Press, 1971.
- DAVIS, G.; OLSON, M.. **Sistemas de Información Gerencial**. 1ª ed.. Colômbia: Editorial McGraw-Hill Latinoamericana S. A., 1987. 718 p..
- DAVIS, W.. **Análise e Projeto de Sistemas: uma abordagem estruturada**. Rio de Janeiro: LTC, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1987.
- DIAS, M. A. P.. **Administração de Materiais: uma abordagem logística**. 3ª ed.. São Paulo: Editora Atlas S. A., 1991. 517 p..
- FARAH, M. F. S.. Alterações na Organização do Trabalho na Construção Habitacional: a tendência de racionalização. In: 12º ENCONTRO ANUAL DA ANPOCS. **Anais**. Águas de São Pedro: 1988.

- FARAH, M. F. S.. Estratégias Empresariais e Mudanças no Processo de Trabalho na Construção Habitacional do Brasil. In: V ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais**, v. II, p. 581-90. São Paulo: ANTAC/EPUSP, nov. 1993.
- FORMOSO, C. T.. **A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects**. Salford, 1991. 327 p.. Ph.D. Thesis. Department of Quantity and Building Surveying, University of Salford.
- FORMOSO, C. T. e FRUET, G. M.. Diagnóstico das Dificuldades Enfrentadas por Gerentes Técnicos de Empresas de Construção Civil de Pequeno Porte. In: II SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL, Gestão e Tecnologia. **Anais**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, jun. 1993.
- FORMOSO, C. T. et al. Orçamento de Obra: uma nova visão. **Cotação da Construção**, 2, 14, p. 6-7, nov. 1984.
- 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..
- FORMOSO, C. T. et al. Desenvolvimento de Um Modelo para a Gestão da Qualidade e Produtividade em Empresas de Construção Civil de Pequeno Porte. In: II SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL, Gestão e Tecnologia. **Anais**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, jun. 1993.
- FREITAS, H. M. R.. **A Informação como Ferramenta Gerencial**. Porto Alegre: Ortiz, 1993.
- HARMON, R. L.. **Reinventando a Fábrica II**: conceitos modernos de produtividade na prática. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1993. 468 p..
- HEDENSTAD, K.; MEYER, B. O.. **Establishing a Quality System**: pitfalls and psychological problems. Project Report 132. Oslo: Norwegian Building Research Institute, oct. 1993.
- HEINECK, L. F. M.. **On The Analyses of Activity Durations on Three House Buildings Sites**. Leeds, 1983. Ph.D. Thesis. Department of Civil Engineering, University of Leeds.
- HEINECK, L. F. M. et al. Problemas em Uma Empresa Construtora e em seus Canteiros de Obras. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais**, v. III, p. 1841-45. São Carlos: ABEPRO/UFSCAR, set. 1995.
- HENDRICKSON, C. et al. Expert System for Construction Planning. **Journal of Computing in Civil Engineering**, New York, ASCE, v. 1, n. 4, p. 253-69, oct. 1987.
- HERBSMAN, Z.; ELLIS, R.. Research of Factors Influencing Construction Productivity. **Construction Management and Economics**, Londres, E. & F. N. Spon, v. 8, n. 1, p. 49-61, jan. 1990.
- HOC, J.. **Cognitive Psychology of Planning**. London: Academic Press, 1988.
- ILLINGWORTH, J. R.. **Construction Methods and Planning**. UK: E. & F. N. SPON, 1993.
- JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M.. **Controle da Qualidade**: componentes básicos da função qualidade. V. 2. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.
- KÄHKÖNEN, K.; KOSKELA, L.. **A Scenario of the Evolutionary Development of Computerized Construction Project Management Systems**. 1990.
- KARAA, F. A.; NASR, A. Y.. Resource Management in Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, ASCE, v. 112, n. 3, p. 346-57, sep. 1986.

- KENDALL, K.; KENDALL, J.. **Análisis y Diseño de Sistemas**. México: Prentice-Hall Hispanoamericana S. A., 1991.
- KENNY, G. K.; McQUADE, D. J.. Effects of Time Pressure on Decision Making. **Journal of Management in Engineering**, New York, ASCE, v. 3, n. 4, p. 303-07, oct. 1987.
- KLADIS, C. M.. **Concepção e Desenvolvimento de Um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) e Verificação de seu Impacto na Redução das Dificuldades do Decisor**: um delineamento experimental no laboratório. Porto Alegre, 1994. 170 p.. Dissertação (Mestrado em Administração). Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Administração da UFRGS.
- KLIEMANN Neto, F. J.. **Notas de aula da disciplina Custos Industriais**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFRGS, 1995.
- KOSKELA, L.. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Technical Report 72. Stanford: Enter for Integrated Facility Engineering, aug. 1992.
- LAPTALI, E.; WILD, S.; BOUCLAGHEM, N. M.. Linear Programming for Time and Cost Optimization. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM FOR THE ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION, Shaping Theory and Practice. **Proceedings**, v. II, p. 124-37. London: CIB W65, 1996.
- LAUDON & LAUDON. **Management Information Systems**: organization and technology. 1993.
- LAUFER, A.; COHENCA-ZALL, D.. Factors Affecting Construction-Planning Outcomes. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, ASCE, v. 116, n. 1, p. 135-56, mar. 1990.
- LAUFER, A.; TUCKER, R. L.. Is Construction Planning Really Doing its Job? A Critical Examination of Focus, Role and Process. **Construction Management and Economics**, Londres, E. & F. N. Spon, v. 5, n. 3, p. 243-66, may 1987.
- LAUFER, A.; TUCKER, R. L.. Competence and Timing Dilemma in Construction Planning. **Construction Management and Economics**, Londres, E. & F. N. Spon, v. 6, n. 5, p. 339-55, sep. 1988.
- LEVITT, R. E.; KARTAM, N. A.; KUNZ, J. C.. Artificial Intelligence Techniques for Generating Construction Project Plans. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, ASCE, v. 114, n. 3, p. 329-43, sep. 1988.
- LIMA, Jr., J. R.. **Sistemas de Informação para o Planejamento na Construção Civil**: gênese e informatização. Boletim Técnico do Departamento de Engenharia, 26/90. São Paulo: EPUSP, 1990. 69 p..
- LÓPEZ, O. C.; BARCIA, R. M.; GAUTHIER, F. O.. Algumas Considerações sobre a Importância dos Recursos na Programação de Projetos. In: CONGRESSO TÉCNICO-CIENTÍFICO DE ENGENHARIA CIVIL. **Anais**, p. 208-15. Florianópolis: UFSC, abr. 1996.
- LOTT, R.. **Basic Systems Analysis**. San Francisco: Canfield Press, 1971.
- LOWE, H.; LOWE, J.. Cash Flow Management and Time/Cost Escalation. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM FOR THE ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION, Shaping Theory and Practice. **Proceedings**, v. II, p. 152-61. London: CIB W65, 1996.

- MALONEY, W. F.. Organizational Culture: implications for management. **Journal of Management in Engineering**, New York, ASCE, v. 5, n. 2, p. 125-38, apr. 1989.
- McCONNELL, D. R.. Earned Value Technique for Performance Measurement. **Journal of Management in Engineering**, New York, ASCE, v. 1, n. 2, p. 79-94, apr. 1985.
- MESEGUER, A. G.. **Controle e Garantia da Qualidade na Construção**. São Paulo: Editora PW, ago. 1991. 179 p..
- MESSIAS, S. B.. **Manual de Administração de Materiais**: planejamento e controle de estoques. 8ª ed.. São Paulo: Editora Atlas, 1983. 299 p..
- MOSELHI, O.; NICHOLAS, M. J.. Hybrid Expert System for Construction Planning and Scheduling. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, ASCE, v. 116, n. 2, p. 221-38, jun. 1990.
- NEVES, Mª P. B. S.; GUEDERT, L. O.. Programação Sujeita às Restrições Externas. In: V ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais**, v. II, p. 547-56. São Paulo: ANTAC/EPUSP, nov. 1993.
- OLIVEIRA, L. R.. **Desenvolvimento de Um Protótipo de Sistema Especialista Aplicado ao Planejamento da Construção de Edifícios de Vários Pavimentos**. Porto Alegre, março de 1994. 115 p.. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS.
- OLSON, R. C.. Planning, Scheduling, and Communicating Effects on Crew Productivity. **Journal of the Construction Division**, New York, ASCE, v. 108, n. CO1, p. 121-27, mar. 1982.
- PALACIOS, V. H. R.. **Gerenciamento do Setor de Suprimentos em Empresas de Construção de Pequeno Porte**: uma proposta para seu desenvolvimento. Porto Alegre, 1994. 127 p.. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS.
- PARFITT, M. K. et al. Computer-Integrated Design Drawings and Construction Project Plans. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, ASCE, v. 119, n. 4, p. 729-42, dec. 1993.
- PENNONI, C. R.. Action Versus Planning. **Journal of Management in Engineering**, New York, ASCE, v. 5, n. 2, p. 176-80, apr. 1989.
- PERERA, S.. Resource Sharing in Linear Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, ASCE, v. 109, n. 1, p. 102-11, mar. 1983.
- PICCHI, F. A.. **Sistemas de Qualidade**: uso em empresas de construção. São Paulo, 1993. 462 p.. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da USP.
- 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.196-208. Washington D. C.: CIB W65, may 1976.
- RIGGS, J. L.. **Production Systems**: planning, analysis and control. 4th ed.. New York: John Wiley & Sons, 1987. 745 p..

- SALDANHA, B. L. F.. **Análise da Atuação do Engenheiro Civil no Gerenciamento do Processo Construtivo**: disciplinas envolvidas e o desenvolvimento de jogos de treinamento. Porto Alegre, junho de 1991. 122 p.. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS.
- SANTOS, A.. **Método de Intervenção em Obras de Edificações Enfocando o Sistema de Movimentação e Armazenamento de Materiais**: um estudo de caso. Porto Alegre, 1995. 140 p.. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS.
- SCARDOELLI, L. et al. **Melhorias de Qualidade e Produtividade**: iniciativas das empresas de construção civil. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 1994. 288 p..
- SCHAFFER, R. J.. Manpower Planning: make a moral contract. **Journal of Management in Engineering**, New York, ASCE, v. 4, n. 1, p. 56-59, jan. 1988.
- SCHMITT, C. M.; PRAZERES, S. L.; DONDE, C. F.. As Características das Empresas de Construção Civil (Subsetor de Edificações) e a Implementação de Sistemas Computadorizados: a evolução nos últimos anos. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais**, v. I, p. 185-91. Rio de Janeiro: ANTAC/UFRJ, nov. 1995.
- SCHROEDER, R. G.. **Operations Management Decision Making in the Operations Function**. 4th ed.. McGraw-Hill International Editions, 1993.
- SCOMAZZON, B. R.. **Projeto de um Sistema de Informação para o Gerenciamento de Obras de Construção Civil**. Porto Alegre, novembro de 1987. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS.
- SCOTT, D.; CULLINGFORD, G.. Scheduling Game for Construction Industry Training. **Journal of the Construction Division**, New York, ASCE, v. 99, n. CO1, p. 81-82, jul. 1973.
- SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Desperdício na Construção. **Revista Apoio**, nº 4, jul. 1992.
- SESI, Serviço Social da Indústria. **Diagnóstico da Mão-De-Obra do Setor da Construção Civil**. Brasília: SESI, 1991. 211 p..
- SHAPIRA, A.; LAUFER, A.. Evolution of Involvement and Effort in Construction Planning Throughout Project Life. **International Journal of Project Management**, New York, ASCE, v. 11, n. 3, aug. 1993.
- SILVA, M. A. C.. **Identificação e Análise dos Fatores que Afetam a Produtividade sob a Ótica dos Custos de Produção de Empresas de Edificações**. Porto Alegre, 1986. 295 p.. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS.
- SOUZA, R. et al. **Sistemas de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras**. São Paulo: Editora Pini, 1995. 247 p..
- SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G.. **Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obras**. São Paulo: Editora Pini, 1996. 275 p..

- SYAL, M. G. et al. Construction Project Planning Process Model for Small-Medium Builders. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, ASCE, v. 118, n. 4, p. 651-66, dec. 1992.
- TAN, R. R.. Information Technology and Perceived Competitive Advantage: an empirical study of engineering consulting firms in Taiwan. **Construction Management and Economics**, Londres, E. & F. N. Spon, v. 14, n. 3, p. 227-40, may 1996.
- TAPSCOTT, D.; CASTON, A.. **Mudança de Paradigma**. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1995.
- THOMAS, H. R.; SANVIDO, V. E.; SANDERS, S. R.. Impact of Material Management on Productivity – A Case Study. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, ASCE, v. 115, n. 3, p. 370-84, sep. 1989.
- TOMMELEIN, I. D.. New Tools for Site Materials Handling Layout Control. In: Construction Congress. **Proceedings of the 1995 Conference**. San Diego: ASCE, oct. 1995.
- VILLACRESES, X. E. R.. **Análise Estratégica da Subcontratação em Empresas de Construção de Pequeno Porte**. Porto Alegre, 1994. 109 p.. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS.
- WETHERBE, J.. **Análise de Sistemas para Sistemas de Informação por Computador**. Rio de Janeiro: Campus, 1987.

ANEXOS

Anexo 1 – Exemplo de preenchimento de planilhas

Anexo 2 – Cálculo dos índices de abstinência, abstinência percebida e fator de influência da presença do pesquisador no registro das informações

Anexo 3 – Tabulação das informações coletadas através de planilhas

Anexo 4 – Calendário de compromissos

Anexo 1 – Exemplo de preenchimento de planilhas

Convênio Empresa/NORIE**Funcionário: Engenheiro A****Planilha nº: 01****Obra: Reforma da Nova Sede do NORIE**

DATA	ENVIOU PARA	RECEBEU DE	CONTATO	MEIO				DESCRIÇÃO DA INFORMAÇÃO
				Verbal	Fone	Escrito	Outros	
9/7		x	E	x				Gesso solicitado ainda não chegou
9/7		X	L	X				Pedido de alteração do piso da unidade 301
9/7	X		F			X		Informação sobre o gesso solicitado
9/7	X		E			X		Alteração do piso da unidade 301
10/7	X		J		X			Levantamento do preço do piso
10/7	X		G	X				Solicitação de planilhas de custos
11/7		X	A		X			Convite para reunião com clientes
11/7		X	E		X			Consulta sobre a execução da platibanda
14/7		X	E	X				Andamento da obra
14/7	X		A	X				Pedido de aceleração da unidade 702
14/7		X	G			X		Aviso de pagamento
14/7	x		f			X		Pedido de areia

Contato (Cargo e nome)	Código
Diretor Técnico	A
Engenheiro A	B
Engenheiro B	C
Mestre-de-obras A	D
Mestre-de-obras B	E
Comprador	F
Finanças	G
Orçamento	H
Projetos	I
Fornecedores	J
Clientes	L
Outros (discriminar)	M

Anexo 2 – Cálculo dos índices de abstinência, abstinência percebida e fator de influência da presença do pesquisador no registro das informações.

Dia	29	30	31	01	02	05	06	07	08	09	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	Média de registros c/ acompanh.	Média de registros s/ acompanh.	Índice de abstinência	Índice de abstinência percebida
Funcionário																								
Diretor	7	7	0	1	8	14	19 (76)	0	12	3	9	0	0	0	15 (51)	0	16	0	0	0	17 (63,5)	4,3	93,23 %	73,22 %
Engenheiro	9	2	0	8 (16)	0	1	6	9	2	3	0	0	0	0	0	14	9	4	2	7 (9)	7,5 (12,5)	3,4	72,80 %	40,00 %
Mestre	15	21	10	35 (39)	5	14	22	8	0	2	2	1	5	0	10	20 (26)	9	8	6	5	27,5 (32,5)	8,0	75,38 %	15,38 %
Comprador	7	11	9	15	14	11	46 (99)	27	17	16	17	18	21	20	15 (26)	36	84	33	6	17	30,5 (62,5)	21,1	66,24 %	51,20 %
Empresa																							76,92 %	44,95 %
Fator de influência da presença do pesquisador = $(100,00 \% - 44,95 \%) / (100,00 \% - 76,92 \%) = 2,39$																								

Obs.1: A hachura das quadrículas indica a realização de acompanhamento.

Obs.2: Os registros entre parênteses foram quantificados pelo pesquisador

Anexo 3 – Tabulação das informações coletadas através de planilhas

Diretor Técnico

Envio e Recebimento

Envio/Recebimento	Qt. cit.	Frequência
Envio	106	71%
Recebe	44	29%
TOTAL OBS.	150	100%

Contato

Contato	Qt. cit.	Frequência
A-Diretor Técnico	0	0%
B-Engenheiro A	11	7%
C-Engenheiro B	13	9%
D-Mestre A	0	0%
E-Mestre B	0	0%
F-Comprador	8	5%
G-Enc. Finanças	30	20%
H-Orçamentista	0	0%
I-Projetistas	23	15%
J-Fornecedores	32	21%
L-Clientes	12	8%
M-Diretor Comercial	11	7%
N-Outros	10	7%
O-Empreiteiros	0	0%
TOTAL OBS.	150	100%

Meio de Comunicação

Meio	Qt. cit.	Frequência
Verba	34	23%
Fone	38	25%
Escrit	78	52%
Outro	0	0%
TOTAL OBS.	150	100%

Descrição da Informação

Informação	Qt. cit.	Frequência
SRE	2	1%
IRE	1	1%
SIR	2	1%
SSV	26	17%
ISV	1	1%
SIS	4	3%
CNT	1	1%
SDC	15	10%
DOC	11	7%
NEG	8	5%
DEC	24	16%
ITC	9	6%
PRJ	12	8%
OUT	24	16%
COM	7	5%
PNJ	3	2%
TOTAL OBS.	150	100%

Quantidade Semanal de Informações

Data semanal	Qt. cit.	Frequência
15 a 19 de julho	0	0%
22 a 26 de julho	39	26%
29 de julho a 02 de agosto	23	15%
05 a 09 de agosto	48	32%
12 a 16 de agosto	24	16%
19 a 23 de agosto	16	11%
26 a 30 de agosto	0	0%
TOTAL OBS.	150	100%

Anexo 4 – Calendário de Compromissos

Quem	O que	Como	Onde e Quando	Por que
Dia 15				
Mestres-de-obras	Verificam e enviam aos engenheiros a mão-de-obra alocada nas obras, além das contratações e/ou demissões previstas até o fim do mês e ainda não realizadas	Documento <i>Controle e Previsão do Efetivo</i>	Obra, pela manhã	Para subsidiar os engenheiros no estudo de viabilidade das metas de produção
Engenheiros e mestres-de-obras	Verificam a posição em que se encontra a execução das últimas metas de produção e prevêem os serviços realizados até o fim do mês	Documento <i>Planejamento e Controle das Metas de Produção</i>	Obra, pela manhã	
Engenheiros	Enviam ao diretor técnico a posição em que se encontra a execução das metas de produção e a realização de serviços prevista até o fim do mês	Documento <i>Planejamento e Controle das Metas de Produção</i>	Escritório da sede, à tarde	Para que o diretor técnico estude o cronograma físico das obras e defina novas metas de produção
Dias 15,16 e 17				
Diretor técnico	Estuda o cronograma físico das obras e define novas metas de produção	Documento <i>Planejamento e Controle das Metas de Produção</i>	Escritório da sede	
Dia 17				
Diretor técnico	Envia aos engenheiros as novas metas de produção	Documento <i>Planejamento e Controle das Metas de Produção</i>	Escritório da sede, à tarde	Para que os engenheiros realizem o estudo de viabilidade das metas
Enc. De finanças	Envia aos engenheiros a situação do caixa e a previsão de entradas de capital para cada obra	Documento <i>Situação e Previsão do fluxo de Caixa</i>	Escritório da sede, à tarde	Para subsidiar os engenheiros no estudo de viabilidade das metas de produção
Comprador	Envia ao diretor técnico, aos engenheiros e aos mestres os prazos mínimos necessários à disponibilização de recursos materiais	Documento <i>Prazo Mínimo para Cotação, Compra e Entrega de Materiais</i>	Escritório da sede, à tarde	Para que se possa programar a compra de recursos considerando o prazo necessário à sua entrega
Dias 18, 19 e 20				
Engenheiros e mestres-de-obras	Estudam a viabilidade das metas de produção, considerando a disponibilidade financeira, os índices de produtividade e consumo de materiais, além dos prazos necessários à disponibilização dos mesmos. Deve ser desenvolvida com o auxílio de uma programação de atividades experimental	Documento <i>Estudo de Viabilidade das Metas de Produção</i>	Obra, pela manhã	
Engenheiros e mestres-de-obras	Com base na programação de atividades, estudam a previsão do quantitativo de recursos materiais necessários ao longo do período em planejamento	Documento <i>Cotação e Compra Agregada de Materiais</i>	Obra, pela manhã	

continua....

...continuação

Quem	O que	Como	Onde e Quando	Por que
Dia 20				
Engenheiros	Enviam ao diretor técnico os resultados do estudo de viabilidade das metas de produção, quer sejam a sua possibilidade de execução e/ou a necessidade de disponibilização de recursos financeiros, humanos, materiais ou equipamentos	Documentos <i>Estudo de viabilidade das Metas de Produção e Planejamento e Controle das Metas de Produção</i>	Escritório da sede, à tarde.	Para que o diretor técnico estude a adequação das metas propostas aos recursos disponíveis e/ou vice-versa
Dias 20 e 21				
Diretor técnico	Estuda a adequação das metas propostas aos recursos disponíveis e/ou vice-versa	Documentos <i>Estudo de Viabilidade das Metas de Produção e Planejamento e Controle das Metas de Produção</i>	Escritório da sede	
Dia 21				
Mestres-de-obras, engenheiros e diretor técnico	Reúnem-se para discutir a definição das metas propostas para o período em planejamento	Documentos <i>Estudo de Viabilidade das Metas de Produção e Planejamento e Controle das Metas de Produção</i>	Escritório da sede, à tarde	
Diretor técnico	Informa aos engenheiros as metas a serem cumpridas no período em planejamento	Documento <i>Planejamento e Controle das Metas de Produção</i>	Escritório da sede, à tarde	Para que os engenheiros definam a programação de atividades
Dia 22				
Engenheiros e mestres-de-obras	Definem a programação das atividades a ser cumprida no próximo período de planejamento	Documento <i>Programação e Controle das Atividades</i>	Obra, pela manhã	
Engenheiros	Enviam aos mestres-de-obras a programação das atividades a ser cumprida no próximo período de planejamento	Documento <i>Programação e Controle das Atividades</i>	Obra, pela manhã	Para que os mestres tenham um referencial para o controle da produção
Engenheiros	Enviam aos mestres-de-obras o cronograma de alocação de mão-de-obra a ser cumprido no próximo período de planejamento	Documento <i>Alocação e Controle do Efetivo de Mão-de-Obra</i>	Obra, pela manhã	Para que os mestres tenham um referencial para o controle da mão-de-obra
Engenheiros	Enviam aos mestres-de-obras a solicitação de contratação de mão-de-obra	Documento <i>Cronograma de Contratação de Mão-de-obra e Empreiteiros/Serviços</i>	Obra, pela manhã	Para que os mestres realizem a contratação de mão-de-obra
Engenheiros e mestres-de-obras	Definem a contratação de empreiteiros, com base no cronograma físico da obra	Documento <i>Cronograma de Contratação de Mão-de-obra e Empreiteiros/Serviços</i>	Obra, pela manhã	
Engenheiros e mestres-de-obras	Definem a programação de compras a médio prazo, com base no cronograma físico da obra	Documento <i>Cotação, Compra e Entrega de Materiais</i>	Obra, pela manhã	
Engenheiros	Enviam a programação de compras a médio prazo ao comprador	Documento <i>Cotação, Compra e Entrega de Materiais</i>	Escritório da sede, à tarde	Para que o comprador realize o abastecimento das obras

continua....

...continuação

Quem	O que	Como	Onde e Quando	Por que
Dia 22				
Engenheiros e mestres-de-obras	Definem a previsão do quantitativo de recursos materiais necessários ao longo do período em planejamento	Documento <i>Cotação e Compra Agregada de Materiais</i>	Obra, pela manhã	
Engenheiros	Enviam ao comprador o quantitativo de recursos materiais necessários às obras ao longo do período em planejamento	Documento <i>Cotação e Compra Agregada de Materiais</i>	Escritório da sede, à tarde	Para que o comprador realize a compra agregada de recursos
Dia 1º				
Mestres-de-obras	Informam aos engenheiros o controle do cumprimento da programação das atividades e do efetivo de mão-de-obra referentes ao último período planejado	Documentos <i>Programação e Controle das Atividades e Alocação e Controle do Efetivo de Mão-de-Obra</i>	Obra, pela manhã	Para que os engenheiros façam a avaliação do cumprimento das atividades programadas e da produtividade da mão-de-obra
Engenheiros e mestres-de-obras	Coletam informações referentes ao controle das metas de produção referentes ao último período planejado	Documento <i>Planejamento e Controle das Metas de Produção</i>	Obra, pela manhã	
Engenheiros	Informam o diretor técnico sobre o cumprimento das metas de produção referentes ao último período planejado	Documento <i>Planejamento e Controle das Metas de Produção</i>	Escritório da sede, à tarde	Para que o diretor técnico faça a avaliação do cumprimento das metas planejadas
Segundas-feiras				
Mestres-de-obras	Enviam ao comprador a programação de compras a curto prazo	Documento <i>Cotação, Compra e Entrega de Materiais</i>	Obra, pela manhã	Para que o comprador realize o abastecimento das obras
Ao longo do mês				
Mestres-de-obras	Coletam dados sobre a programação de atividades e alocação do efetivo de mão-de-obra	Documentos <i>Programação e Controle das Atividades e Alocação e Controle do Efetivo de Mão-de-Obra</i>	Obra	
Mestres-de-obras	Coletam dados sobre a produtividade dos operários	Documento <i>Planilha de Medição de Serviços</i>	Obra	
Mestres-de-obras	Informam os engenheiros da produtividade dos operários	Documento <i>Planilha de Medição de Serviços</i>	Obra, pela manhã	Para subsidiar os próximos estudo de planejamento
Mestres-de-obras	Enviam ao comprador, através do engenheiro, a solicitação de compra de materiais básicos (curtíssimo prazo)	Documento <i>Cotação, Compra e Entrega de Materiais</i>	Obra, pela manhã	Para que o comprador realize o abastecimento das obras