

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

**INTERLIGAÇÃO ENTRE O PLANEJAMENTO DE LONGO, MÉDIO E
CURTO PRAZO COM O USO DO PACOTE COMPUTACIONAL
*MSPROJECT***

ABLA MARIA PROÊNCIA AKKARI

PORTO ALEGRE

2003

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

**INTERLIGAÇÃO ENTRE O PLANEJAMENTO DE LONGO, MÉDIO E
CURTO PRAZO COM O USO DO PACOTE COMPUTACIONAL
*MSPROJECT***

ABLA MARIA PROÊNCIA AKKARI

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

Orientador: Prof. Carlos Torres Formoso

PORTO ALEGRE

2003

ABLA MARIA PROÊNCIA AKKARI

**INTERLIGAÇÃO ENTRE O PLANEJAMENTO DE LONGO, MÉDIO E
CURTO PRAZO COM O USO DO PACOTE COMPUTACIONAL
*MSPROJECT***

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil.

PORTO ALEGRE, 06 DE FEVEREIRO DE 2003

Prof. Carlos Torres Formoso
Ph.D. pela Universidade de Salford, Inglaterra
Orientador

Prof. Francisco de Paula Simões Lopes Gastal
Ph.D. pela North Carolina State University, EUA
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

BANCA EXAMINADORA

Prof. Luiz Fernando Mählmann Heineck
Ph.D. pela University of Leeds

Prof. Mírian Oliveira
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Maurício Moreira e Silva Bernardes
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

A nossa essência é fruto dos exemplos
de caráter, dignidade, honestidade e respeito
passados pelos nossos pais.

Aos meus pais Denys e Saadallah Akkari

AGRADECIMENTOS

Pela orientação e incentivo, pelos elogios e críticas, pelos momentos bons, pelas correções, pela grandiosa amizade, pelo carinho, por me fazer crescer profissionalmente.

A Carlos Torres Formoso um agradecimento mais que especial

O orgulho que sempre demonstraram, a união, o apoio e o carinho que me dedicam.

Aos meus tios Lorya e Saad Akkari

O amor, o carinho e acima de tudo pelo exemplo de bondade jamais visto.

A Angélica Hiltner, Mila Miranda e em especial a Mônica Silva

Pelo carinho, amizade e atenção.

Aos meus queridos tios: Ruth Bulhões, Abade Bulhões e Osvaldo Bulhões

Na hora do desespero, da solidão, da angústia, da alegria, das festas e felicidades existe sempre alguém com quem você possa contar.

Aos meus eternos amigos Alceu Hiltner, Andréa Kern, Carolina Costa, Cristóvão Cordeiro, Elisângela Carneiro, Elizabeth Slavick, Fátima Bastos, Gilmar Castelucci, Karine Belens, Larissa Saraiva, Leonardo Rossi, Luciana Medeiros, Michael Lynch, Renato Neves, a minha querida prima irmã Marie Mardessi e em especial a Iamara Bulhões.

Na vida existe alguém ou algum lugar que lhe dá sempre paz e alegria.

Aos grandes tesouros da minha vida: André Hiltner, Ítala Hiltner, Juliana Hiltner, Lara Hiltner, Leon Hiltner, Victoria Akkari e Sophia Akkari.

Pelos momentos bons, por saber que posso sempre contar, pela experiência que levarei pelo resto da minha vida.

A Alberto e Diana Hiltner

A confiança é algo que só se retribui com o tempo.

Às Empresas: Barcino Esteve, Croma, CSO, Conipe, Gatto, Kubo, Lebram, MRM, Oikos, Santa Helena, Sarti Mendonça, Sertenge, e, em especial, a Concreta e a todos os seus funcionários.

Pelo incentivo, pela oportunidade e pelo carinho de quem me acompanhou desde o início da minha carreira, valorizando o meu trabalho.

A Vicente Mario Visco Matos, Minos Trocoli, Edvaldo Soares de Araújo e Paulo Lebram von Söhsten

A oportunidade é algo que só se agradece com competência.

A Universidade Estadual de Feira de Santana e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Pelo interesse em aprender, presteza, espírito de equipe e boa vontade.

A Cleiton, Marcelo, Viviane, Augusto, Matheus, Vinicius, Gil e a todos os Engenheiros, Mestres, Encarregados, Administrativos e Estagiários das empresas na qual este trabalho foi realizado.

Não escolhemos com quem lidar, mas sim com quem conviver.

A minha eterna parceira Carolina Costa.

Por serem muito mais que colegas de trabalho

A Aline Azevedo, Antônio Sérgio, Auriciane, Carolina Ferreira, Gabriela Saraiva, Gileno Moncorvo, Ival Barreto, Marcelo Stumpf, Mauricio Falcão e Renil Ribeiro.

Pelas idas e vindas a Feira de Santana.

A Carlos Alves, Aline Bathista, Ana Fachine e não poderia esquecer a Adriano.

Pela disponibilidade, presteza e boa vontade.

Aos professores do mestrado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial a Isatto, aos funcionários do curso de pós-graduação de Feira de Santana, Verônica e Pedro, ao estagiário do projeto Gehis, Max Gil, aos colegas do NORIE.

Pela companhia e assovios produzidos em noites solitárias nas quais escrevia esse trabalho.

Aos meus papagaios Chapisco e Emboço.

Por muitas vezes achar que essa era uma causa urgente e impossível.

A Santo Expedito.

A vida, a felicidade, a serenidade, a fé, o amor, a determinação, a garra, os amigos, as oportunidades, o reconhecimento eu só poderia agradecer a ti.

Obrigada Deus.

Finalmente, àqueles que infelizmente esqueci não por serem menos importantes.

Muito obrigada.

RESUMO

AKKARI, Abla Maria Prôencia. **Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional *MSProject***. 2003. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

A divisão do processo de planejamento e controle da produção (PCP) em diferentes níveis hierárquicos é um dos mecanismos básicos para lidar com a incerteza. Por outro lado, a falta de integração entre estes níveis é apontada como uma dos obstáculos mais importantes à eficácia deste processo, uma vez que dificulta que as decisões tomadas nos diferentes níveis gerenciais sejam consistentes entre si. Este problema é particularmente importante em empreendimentos de construção, os quais, em função de sua complexidade e da incerteza envolvida, em geral requerem freqüentes modificações nos planos, podendo estas ser consideravelmente trabalhosas. O objetivo geral do presente trabalho consiste em propor diretrizes para a interligação do processo de planejamento e controle nos níveis de longo, médio e curto prazo, através da utilização de pacotes computacionais tradicionais, assim como contribuir para a consolidação e refinamento do modelo de PCP proposto por Formoso et al. (1999). O trabalho realizado foi dividido em três grandes etapas. A primeira delas compreendeu a realização de uma pesquisa bibliográfica. A segunda etapa consistiu no desenvolvimento de dois estudos de caso, realizados em empresas de construção do Estado da Bahia, uma delas atuante nos mercados de obras públicas e a outra em incorporações imobiliárias para a classe média-alta. Por fim, na terceira etapa foram analisados os resultados e propostas as diretrizes para a interligação dos diferentes níveis do PCP. Entre as conclusões, pode-se destacar que a eficácia dos planos produzidos em pacotes computacionais depende fortemente da existência de um plano de ataque da obra, o qual deve ser discutido com a gerência da produção e explicitado graficamente, de forma a aumentar a transparência de processos. Quando o plano de longo prazo não é elaborado adequadamente, levando em conta as reais necessidades da gerência de produção, o esforço despendido na realização de alterações tende a ser muito grande, dificultando a utilização deste plano para controle em tempo real. O estudo também sugere um conjunto de indicadores que permitem avaliar o cumprimento de prazo e a aderência entre planos de diferentes níveis gerenciais. Estes indicadores são obtidos com relativa facilidade, a partir da utilização do pacote computacional *MSProject*. Finalmente, o estudo oferece algumas contribuições relativas a critérios para a definição de pacotes de trabalho, à medida que os planos necessitam serem detalhados nos níveis de médio e curto prazo.

ABSTRACT

AKKARI, Abla Maria Prôencia. **Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional *MSProject***. 2003. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

The division of the production planning and control process into different hierarchical levels is one of the basic mechanisms for dealing with uncertainty. By contrast, the lack of integration between different planning levels has been pointed out as one of the main barriers for the effectiveness of this process, since this makes it difficult to keep consistency between distinct managerial levels. This problem is particularly important in construction projects. Due to their complexity and to the uncertainty involved, construction plans often need to be updated and that is usually time consuming. The main objective of this research work is to propose a set of guidelines for linking the production planning and control process at the long, medium and short term levels, by using the MSProject planning and control software package, as well as to contribute to the consolidation and refinement of the planning and control model developed by Formoso et al. (1999). The study was divided into three main stages. The first one consisted of a literature review. In the second stage, two case studies were carried out in construction companies from the State of Bahia, one worked as a contractor in public building projects, and the other one was involved in the development and construction of residential building projects for higher-middle class. Finally, in the third stage the results were analysed and a set of guidelines for linking different planning levels were proposed. Among the main conclusions, it is worth pointing out that the effectiveness of plans produced in the MSProject software package largely depends on whether a plan of the main production flows is produced. This plan must be discussed with the site managers and be made explicit by using graphs, in order to increase process transparency. If the long term plan is not properly produced, the effort spent in updating it tends to be too time consuming, making it difficult to use this plan for real time control. The dissertation also suggests a set of performance measures that can be used to monitor the project duration and the degree of adherence between plans from different managerial levels. These measures are relatively easy to obtain, from the application of the MSProject software package. Finally, the study gives some contributions related to criteria for defining work packages, as plans need to be detailed at the medium and short planning and control levels.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTO	14
1.2	JUSTIFICATIVA	16
1.3	OBJETIVOS PRINCIPAIS E SECUNDÁRIOS	18
1.3.1	Objetivo Principal	18
1.3.2	Objetivo Secundário	18
1.4	RESUMO DO MÉTODO DE PESQUISA	18
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	20
2.1	CONCEITOS BÁSICOS	20
2.1.1	Processo	21
2.1.2	Operações	25
2.2	O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO NO STP	28
2.3	O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	29
2.3.1	Definição de Planejamento e Controle	29
2.3.2	As Dimensões do Planejamento	30
2.4	MÉTODO <i>LAST PLANNER</i> DE CONTROLE DA PRODUÇÃO	35
2.4.1	Modelo de Planejamento e Controle da Produção Proposto pelo NORIE/UFRGS	39
2.5	SEGMENTAÇÃO DO TRABALHO DO PCP	41
2.5.1	Serviço	41
2.5.2	Atividade	42
2.5.3	Pacote de Trabalho	42
2.5.4	Tarefa	43
3	MÉTODO DE PESQUISA	44
3.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA	44
3.2	SELEÇÃO DAS EMPRESAS ESTUDADAS	45
3.3	DELINEAMENTO DA PESQUISA	45
3.4	ESTUDO DE CASO 1	46
3.4.1	Descrição da Empresa	46
3.4.2	Delineamento do Estudo	47
3.4.3	Primeira Etapa	48
3.4.4	Segunda Etapa	57
3.4.5	Terceira Etapa	60
3.5	ESTUDO DE CASO 2	60
3.5.1	Descrição da Empresa	60
3.5.2	Delineamento do Estudo	61
3.5.3	Primeira Etapa	62

3.5.4	Segunda Etapa.....	66
3.5.5	Terceira Etapa.....	71
3.5.6	Quarta Etapa.....	73
3.6	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PCP.....	73
4	RESULTADOS OBTIDOS.....	78
4.1	ESTUDO DE CASO 1.....	78
4.1.1	Estrutura Organizacional.....	78
4.1.2	Descrição do Empreendimento.....	79
4.1.3	Descrição do Processo de Planejamento.....	80
4.1.4	Primeira Etapa.....	81
4.1.5	Segunda Etapa.....	86
4.1.6	Apresentação dos Resultados.....	88
4.1.7	Indicadores de Desempenho do PCP.....	92
4.2	ESTUDO DE CASO 2.....	96
4.2.1	Estrutura Organizacional.....	96
4.2.2	Descrição da Obra.....	96
4.2.3	Descrição do Processo de Planejamento Existente.....	98
4.2.4	Primeira Etapa.....	100
4.2.5	Segunda Etapa.....	102
4.2.6	Terceira Etapa.....	106
4.2.7	Indicadores de Desempenho do PCP.....	112
4.3	DISCUSSÃO.....	116
4.3.1	Análise dos Indicadores.....	116
4.3.2	Informatização com o <i>Software Msproject</i>	121
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	127
5.1	CONCLUSÕES.....	127
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	131
	REFERÊNCIAS.....	132
	ANEXOS.....	136
	ANEXO A - ENTREVISTA PARA ELABORAÇÃO DO DFD.....	138
	ANEXO B - PLANO DE ATAQUE.....	140
	ANEXO C - ENTREVISTA DE ELABORAÇÃO.....	143
	ANEXO D - LINHA DE BALANÇO.....	145

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Conceito de transformação do processo de produção (SLACK et al., 1997).....	22
Figura 2 - Etapas do processo de produção no modelo de fluxo (KOSKELA, 1992).....	23
Figura 3 - Estrutura de produção (SHINGO, 1996b)	26
Figura 4 - O Processo de Planejamento (LAUFER; TUCKER, 1987).....	30
Figura 5 - Ligação Início-Início (Representação PDM e Gantt)	32
Figura 6 - Ligação Término-Início (Representação PDM e Gantt)	32
Figura 7 - Ligação Término-Término (Representação PDM e Gantt).....	32
Figura 8 - Ligação Início-Término (Representação PDM e Gantt).....	33
Figura 9 - O processo de planejamento (OLIVEIRA, 1999).	34
Figura 10 - O processo de planejamento e produção (HOWELL; BALLARD, 1997).....	36
Figura 11 - Cronograma geral.....	46
Figura 12 - Etapas do estudo de caso 01.....	48
Figura 13 - Representação utilizada no DFD (KENDALL; KENDALL, 1991).	49
Figura 14 - Cronograma de implantação do PCP – 1ª Etapa	51
Figura 15 - Plano de médio prazo com análise de restrições	52
Figura 16 - Plano de curto prazo inicial	53
Figura 17 - Plano de curto prazo versão final.....	53
Figura 18 - Planilha Base.....	57
Figura 19 - Cronograma de implantação do PCP – 2ª Etapa	57
Figura 20 - Plano de médio prazo - análise de restrições (MSProject)	58
Figura 21 - Plano de curto prazo MSProject (01 a 07/10).....	59
Figura 22 - Plano de curto prazo MSEXcel (01 a 07/10).....	59
Figura 23 - Etapas do estudo de caso 2.....	62
Figura 24 - Cronograma de implantação – 1ª Etapa.....	63
Figura 25 - Planilha utilizada para análise de restrições - 1ª Etapa	64
Figura 26 - Plano de curto prazo -1ª Etapa	65

Figura 27 - Cronograma de implantação – 2ª Etapa.....	67
Figura 28 - Plano de médio prazo MSProject - 2ª Etapa	67
Figura 29 - Plano de médio prazo MSEXcel - 2ª Etapa.....	68
Figura 30 - Plano de curto prazo - 2ª Etapa	68
Figura 31 - Plano de curto prazo MSProject 20 a 26/07 - 2ª Etapa	70
Figura 32 - Plano de curto prazo MSEXcel.....	71
Figura 33 - Cronograma de implantação – 3ª Etapa.....	72
Figura 34 - Plano de médio prazo MSProject - 3ª Etapa	73
Figura 35 - Organograma da Empresa A	79
Figura 36 - DFD antes da intervenção	80
Figura 37 - DFD após a 1ª etapa do estudo de caso.....	82
Figura 38 - PPC – Primeira etapa	84
Figura 39 - Causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho - 1ª etapa do estudo de caso 01	85
Figura 40 - Detalhamento das causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho – 1ª etapa do estudo de caso 01	85
Figura 41 - DFD após a 2ª etapa do estudo de caso.....	86
Figura 42 - PPC – Segunda etapa	88
Figura 43 - Causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho.....	89
Figura 44 - Detalhamento das causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho – 2ª etapa do estudo de caso 01	89
Figura 45 - Gráfico de avanço físico.....	90
Figura 46 - Projeção de prazos.....	91
Figura 47 - Percentual de pacotes de trabalho modificados, adicionados ou excluídos (PPTM). 94	
Figura 48 - Indicador de aderência.....	94
Figura 49 - Indicador de remoção das restrições (IRR)	95
Figura 50 - Indicador de utilização dos pacotes de trabalho (IUP).....	95
Figura 51 - Organograma da empresa	96
Figura 52 - Organograma da obra.....	98

Figura 53 - DFD antes da implantação.....	99
Figura 54 - PPC – Primeira etapa antes da revisão do plano de longo prazo.....	101
Figura 55 - DFD após a 2ª etapa de implantação.....	103
Figura 56 - PPC – Segunda etapa - Revisão do plano de longo prazo.....	104
Figura 57 - Causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho - 2ª etapa do estudo de caso 02	105
Figura 58 - Detalhamento das causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho – 2ª etapa do estudo de caso 02.....	106
Figura 59 - DFD após a 2ª etapa da implantação	107
Figura 60 - PPC da Obra	109
Figura 61 - Causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho - 3ª etapa do estudo de caso 02	109
Figura 62 - Detalhamento das causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho – 3ª etapa do estudo de caso 02.....	111
Figura 63 - Projeção de Prazo	111
Figura 64 - Gráfico de Avanço Físico	112
Figura 65 - Percentual de pacotes de trabalho modificados, adicionados ou excluídos (PPTM).	114
Figura 66 - Indicador de aderência.....	115
Figura 67 - Indicador de remoção das restrições (IRR)	115
Figura 68 - Indicador de utilização dos pacotes de trabalho (IUP).....	116
Figura 69 - Análise dos pacotes de trabalho - estudo de caso 1	120
Figura 70 - Análise dos pacotes de trabalho - estudo de caso 2	120
Figura 71 - Horas gastas para elaboração do plano de longo prazo	124
Figura 72 - Horas gastas para elaboração dos planos de médio e curto prazo	125

QUADROS

Quadro 1 - Características da empresa A	47
Quadro 2 - Característica da Empresa B	61
Quadro 3 - Principais conclusões obtidas a partir dos indicadores	77
Quadro 4 - Dicionário de dados (antes da intervenção – estudo de caso 1)	81
Quadro 5 - Dicionário de dados (1ª etapa do estudo de caso 1)	83
Quadro 6 - Dicionário de dados (2ª etapa – estudo de caso 1)	87
Quadro 7 - Resumo dos indicadores (estudo de caso 1)	92
Quadro 8 - Dicionário de dados (antes da intervenção - estudo de caso 2)	100
Quadro 9 - Dicionário de dados (2ª etapa – estudo de caso 2)	103
Quadro 10 - Dicionário de dados (3ª etapa – estudo de caso 2)	108
Quadro 11 - Resumo dos indicadores (estudo de caso 2)	112
Quadro 12 - Relação entre PPC, AF% e PP	117
Quadro 13 - Relação entre IA, IRR e IUP	118
Quadro 14 - Definição dos pacotes – estudo de caso 01	121
Quadro 15 - Definição dos pacotes – estudo de caso 02	121

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

O planejamento da produção cumpre um papel fundamental no gerenciamento dos empreendimentos. Seu papel pode variar dependendo da filosofia e necessidade de cada organização, mas o planejamento é sempre um ingrediente essencial para a função gerencial.

Segundo Laufer e Tucker (1987), apesar de abranger vários objetivos, o planejamento contribui para um propósito principal que é assistir o gerente no desempenho de suas funções diárias, fornecendo informações necessárias à tomada de decisão.

Como processo gerencial, o Planejamento e Controle de Produção (PCP) está relacionado à meta de melhorar a eficácia e eficiência da produção. Apesar de sua importância, existe um consenso sobre seu mau desempenho em empresas de construção, sendo identificado um grande número de problemas durante a sua implantação (LAUFER; TUCKER, 1987; BALLARD, 2000; BERNARDES, 2001).

Muitas pesquisas e esforços têm sido realizados durante as três últimas décadas, mas o progresso com técnicas não removeu a insatisfação com sua aplicação e com os resultados do planejamento da construção. Entre os problemas existentes neste processo, destacam-se os seguintes:

- a) Falta de um processo consolidado: deve-se, principalmente, ao fato de que o planejamento e controle da produção normalmente não é encarado como um processo gerencial, que envolve diferentes níveis e várias etapas, tais como a coleta de dados, preparação dos planos, disseminação de informação, preparação e avaliação do processo de planejamento (LAUFER; TUCKER, 1987). Muitas vezes o planejamento é encarado como um trabalho isolado de um setor da empresa, referente à simples aplicação de técnicas para geração de planos (FORMOSO et al., 1998). Ao focar a melhoria do planejamento, tradicionalmente direcionam-se os esforços às técnicas, ferramentas, *hardwares* e *softwares* e não ao processo propriamente dito (BIRREL, 1980);

- b) Falta de controle em tempo real¹: geralmente, o controle não é feito com rapidez, de forma a realizar as ações corretivas necessárias para atingir as metas. Como resultado, não se consegue melhorias substanciais na eficiência de utilização dos recursos (FORMOSO et al.,1998);
- c) Incerteza é negligenciada: apesar de ser inerente ao processo de construção, a incerteza é freqüentemente negligenciada, não sendo realizadas ações necessárias no sentido de reduzi-la ou de eliminar seus efeitos nocivos. Nesse sentido, não considerar a incerteza na preparação dos planos e seu excessivo detalhamento poderia resultar em constantes atualizações dos mesmos, que são demasiadamente trabalhosas (LAUFER; TUCKER, 1987); e
- d) Não explicitação dos fluxos: em geral, as atividades de fluxo, que consomem uma considerável parcela dos tempos e recursos, mas não agregam valor ao produto final, não são devidamente explicitadas e consideradas (KOSKELA, 1992). Isto resulta na produção de planos que propõem datas à realização de apenas uma parcela das atividades (as que agregam valor), o que dificulta o processo de controle da produção (FORMOSO et al.,1998).

Além disso, é evidente a tendência à subcontratação de mão-de-obra, em parte necessária para a realização de atividades especializadas, resultantes dos avanços tecnológicos e da rápida evolução que têm experimentado tanto os materiais como os métodos e processos construtivos (FARAH, 1988). Isto tende a aumentar a complexidade na organização das obras.

A falta de integração entre os níveis hierárquicos do planejamento estratégico, tático e operacional, também é apontada por Laufer e Tucker (1987) como uma das maiores dificuldades do processo, justificadas pelas próprias características dos empreendimentos de construção, cujas programações requerem freqüentes modificações, sendo estas dificultadas pela distância física entre o canteiro e o escritório central.

Desde a década de 70, foram propostos técnicas e modelos de planejamento, destacando-se as chamadas técnicas de rede (PERT e CPM). Entretanto seu sucesso tem sido relativamente limitado, pelas seguintes razões:

¹ Tempo real significa ter as informações reais disponíveis nos ciclos de controle definidos.

- a) necessidade de se ter na empresa um especialista para gerar ou alterar o plano da obra com freqüência (BIRRELL, 1980);
- b) dificuldade que os encarregados e mestres apresentam em entender as redes (BIRRELL, 1980);
- c) dependência de critérios subjetivos para a determinação da duração das tarefas e a falta de estudos aplicados para validar os métodos objetivos de fixação destas durações (HEINECK, 1984);
- d) simultaneidade na realização das tarefas que, no plano, são consideradas precedente e subsequente (HEINECK, 1984).

Os insucessos resultantes de ferramentas e técnicas de programação baseadas no modelo de conversão são atribuídos a profissionais desmotivados e destreinados e não à incerteza e à desorganização da produção, reais causas dos problemas que resultam no fracasso dos planos (BALLARD; HOWELL, 1997b; LAUFER; TUCKER, 1987).

Outro aspecto relevante é a grande ênfase dada à programação formal do tempo, em detrimento da programação dos recursos e métodos. Cronogramas são elaborados para todo o horizonte de construção, em geral com base em técnicas de programação como PERT e CPM, as quais observam principalmente restrições tecnológicas e pouco considera a existência de interferências entre as tarefas e a incerteza na disponibilização de recursos (LAUFER; TUCKER, 1987).

Apesar das limitações das técnicas de redes, as mesmas estão entre as técnicas mais utilizadas, principalmente em função da disseminação de alguns pacotes computacionais para planejamento e controle de empreendimentos. Entre esses pacotes pode-se citar o *MSPProject*. Este *software* facilita atualização em tempo real, amplia o seu uso principalmente para projetos mais complexos e permite que se associem custos e recursos às tarefas, distribuídos ao longo do tempo, facilitando a análise de nivelamento de recursos e a geração de informação sobre os planos resultantes (ASSUMPÇÃO, 1996). Além disso, por trabalhar em ambiente *windows* e por possuir baixo custo de aquisição, é facilmente manuseado pelos usuários.

1.2 JUSTIFICATIVA

Recentemente, algumas pesquisas indicam alguns avanços no planejamento e controle da produção (BALLARD, 2000; BERNARDES, 2001), através da aplicação de conceitos, técnicas e ferramentas, freqüentemente vinculados a um novo paradigma de gestão da

produção (KOSKELA, 2000), denominado por Womack et al. (1992) de Produção Enxuta. Este paradigma surgiu nos anos 50 no Japão, sendo o Sistema Toyota de Produção a sua aplicação mais completa.

Em comparação com a produção em massa, a produção enxuta utiliza menos esforços dos operários, menos investimento em ferramentas e menores estoques, resultando em menos defeitos e produzindo uma maior e sempre crescente variedade de produtos (WOMACK et al., 1992). Em plantas enxutas, a redução de custos advém de melhorias na qualidade e atendimento às necessidades do cliente de forma mais eficaz, com uma estratégia de manufatura bem definida.

Com base nos conceitos da produção enxuta, o Grupo de Pesquisa em Gerenciamento e Economia da Construção do Núcleo Orientado para Inovação da Edificação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (NORIE/UFRGS), através de diversas pesquisas, vem desenvolvendo um modelo de planejamento e controle da produção para empresas de construção civil.

Este modelo é fortemente baseado no Método *Last Planner* de Controle de Produção proposto por Howell e Ballard (1996). Através deste método, consegue-se criar uma janela de confiabilidade para o sistema de produção, que facilita a aprendizagem e contribui para estabilizar este sistema.

Este método vem sendo subseqüentemente ampliado e refinado em inúmeros estudos de caso, conduzidos em diferentes países, incluindo Brasil (ALVES, 2000; BERNARDES, 2001; SAURIN et al., 2001), Chile (LIRA, 1996) e Finlândia (KOSKELA, 2000). Apesar do seu sucesso, existe a necessidade de mais estudos que permitam seu desenvolvimento de forma integrada a outros sistemas de controle da empresa, assim como a melhor compreensão dos requisitos necessários para a sua implementação bem sucedida e, conseqüentemente, para o aperfeiçoamento do método.

Apesar de apresentar resultados positivos na sua aplicação, o modelo proposto pelo NORIE/UFRGS, da mesma forma que outros estudos nesta área do conhecimento, por exemplo, Ballard (2000) e Assumpção (1996), não estabelecem critérios para a definição de pacotes de trabalho nem estabelecem mecanismos eficazes para interligar os planos de longo, médio e curto prazo. Ambas as deficiências nos estudos anteriores foram os pontos motivadores para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Com base neste quadro, estabelecem-se as seguintes questões de pesquisa:

- a) Como implementar o modelo do PCP desenvolvido por Formoso et al. (1999) utilizando um pacote computacional para interligar os diferentes níveis hierárquicos de planejamento?
- b) Quais as vantagens e desvantagens de se introduzir o pacote computacional *MSPProject* de planejamento no modelo do PCP desenvolvido por Formoso et al. (1999)?
- c) Como definir pacotes de trabalho na realização do planejamento?

1.3 OBJETIVOS PRINCIPAIS E SECUNDÁRIOS

1.3.1 Objetivo Principal

O objetivo geral do presente trabalho consiste em contribuir para a consolidação e refinamento do modelo de PCP proposto por Formoso et al. (1999), estabelecendo diretrizes para interligação dos planos de longo, médio e curto prazo através da utilização do pacote computacional *MSPProject*.

1.3.2 Objetivo Secundário

- a) Apontar as vantagens e desvantagens decorrentes da utilização de pacote computacional na implementação do modelo de planejamento e controle proposto por Formoso et al. (1999).
- b) Propor indicadores de aderência entre os níveis hierárquicos do PCP ao utilizar um pacote computacional para planejamento e controle.
- c) Estabelecer diretrizes para orientar os intervenientes do processo de planejamento na definição dos pacotes de trabalho.

1.4 RESUMO DO MÉTODO DE PESQUISA

O trabalho realizado foi dividido em três grandes etapas. A primeira delas compreendeu a realização de uma pesquisa bibliográfica, visando compreender o processo de planejamento e controle da produção, particularmente no que tange à definição pacotes de trabalho e à interligação dos planos de longo, médio e curto prazo. Para os dois últimos itens além da pesquisa foi utilizado o efeito aprendizagem durante o desenvolvimento dos trabalhos.

A segunda etapa consistiu na realização de dois estudos de caso, em duas empresas de construção civil de Salvador e Feira de Santana, Bahia, as quais participavam do projeto GEHIS (Gestão de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social: Desenvolvimento de um Modelo Integrado de Desenvolvimento de Produto e Gestão da Produção para Redução de Perdas). Este projeto é financiado conjuntamente pela FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) - Programa Habitare (Tecnologia da Habitação) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) - Programa RHAE (Programa de Capacitação de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas), contando com a participação de cerca de 15 empresas de construção. Sua execução está sendo conduzida por uma rede de pesquisa formada por cinco universidades: UFRGS, UEL, UNIOESTE, UEFS e UFC.

Por fim, na terceira etapa, com base nos estudos realizados na etapa anterior, foi analisado o papel de um pacote computacional para interligação dos planos de longo, médio e curto prazo, na implementação do modelo proposto por Formoso et al. (1999) sendo propostas algumas diretrizes para orientar a definição dos pacotes de trabalho.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Essa dissertação apresenta-se dividida conforme segue:

O capítulo 1 consiste na introdução, na qual são apresentados o contexto, a justificativa, os objetivos da dissertação e o resumo do método de pesquisa.

No capítulo 2, é apresentada a revisão bibliográfica referente ao processo de planejamento e controle de produção, salientando-se alguns conceitos e princípios relacionados à Produção Enxuta e também o uso de programas computacionais.

O capítulo 3 é dedicado à descrição detalhada do método de pesquisa utilizado no trabalho.

O capítulo 4 apresenta a descrição e os resultados dos estudos de caso realizados nas duas empresas e a proposta de diretrizes para a definição de pacotes de trabalho, assim como para a utilização de pacotes computacionais para interligar os planos de longo, médio e curto prazo.

No capítulo 5, encontram-se as conclusões finais e sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros relacionados ao tema estudado.

2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

2.1 CONCEITOS BÁSICOS

Para entender o planejamento e controle da produção, é necessário compreender a natureza dos processos de produção. Shingo (1981² apud ANTUNES JUNIOR 1994) propôs a interpretação dos fenômenos produtivos a partir de dois eixos ortogonais de natureza distinta e que constituem aquilo que o mesmo denomina de “Mecanismo Função Produção” (MFP), segundo o qual se podem observar os fenômenos que ocorrem na produção sobre duas óticas básicas:

- a) industrial: observar o fluxo do objeto de trabalho (material) no tempo e no espaço; ou
- b) de serviços: observar o fluxo do sujeito de trabalho (homens — trabalho vivo, e máquinas e equipamentos — trabalho morto) no tempo e no espaço.

A primeira determina os processos e a segunda, as operações. O mesmo autor prossegue, afirmando que “*todos os sistemas de produção podem ser compreendidos como uma rede funcional de processos e operações*” (SHINGO, 1981³ apud ANTUNES JUNIOR, 1994). Desta forma, todas as atividades produtivas podem ser decompostas em dois componentes: o fluxo de materiais no tempo e no espaço (processos) e o fluxo de trabalhadores e máquinas no tempo e no espaço (fluxo de trabalho ou de operações), vistos através de dois eixos principais, os quais se cruzam ao longo da produção.

Neste enfoque, a simples melhoria das operações não pode, por si só, assegurar as melhorias no processo ou no contexto global da produção, tornando-se necessário que tanto processos como operações sejam alvos de análise na busca de melhorias de eficiência e eficácia da produção através de ações direcionadas a cada um deles (ISHIWATA, 1991). Shingo (1981⁴ apud ANTUNES JUNIOR, 1998) ressalta que as melhorias mais importantes e prioritárias nos sistemas produtivos devem estar associadas aos processos.

² Shingo, S. **Study of Toyota Production System**: from Industrial Engineering View Point. Tokyo: Japan Management Association, 1981.

³ Ibid.

⁴ Ibid.

Koskela (1992) ressalta as idéias de Shingo ao afirmar que a base conceitual para a compreensão das diferenças entre ambas as filosofias de produção, tradicional e a nova filosofia de produção⁵ é a visão de cada uma delas com relação aos processos produtivos.

O modelo proposto por Koskela (1992) é claro quando trata do fenômeno produtivo, sob a dimensão processo, pois enfatiza que as melhorias não devem ocorrer apenas no âmbito das conversões, mas também e principalmente nas atividades de fluxo, ou seja, transporte, inspeção e armazenamento (ou espera).

Segundo Koskela (1992), a nova filosofia de produção reconhece o modelo de conversão como incompatível com a complexidade dos sistemas produtivos atuais. Em contraponto, o novo modelo de produção pode ser definido como um fluxo de material e/ou informação a partir da matéria-prima até o produto final. Nesse fluxo, o material é processado (convertido), inspecionado, está em movimento ou em espera. Tais atividades são inerentemente diferentes. O processamento representa o aspecto de conversão da produção. Inspeção, movimento e espera representam o aspecto de fluxo da produção.

2.1.1 Processo

Sabe-se que qualquer processo de produção é um sistema que produz bens ou serviços, ou um misto dos dois, e faz isso através de um processo de transformação (ou conversão) de recursos. Por transformação, entende-se o uso de recursos para mudar o estado ou condição de algo produzindo saídas, ou seja, bens ou serviços, como mostra a figura 1 (SLACK et al., 1997). Este é um conceito tradicional de processo, e seu entendimento é bastante aceito.

As entradas no processo de produção referem-se aos recursos transformados – aqueles que são tratados, transformados ou convertidos em algo e são compostos de materiais, e informações – e aos recursos de transformação – aqueles que agem sobre os recursos transformados e são formados de instalações e funcionários (SLACK et al., 1997).

⁵ A filosofia de produção tradicional aborda o processo de produção como um processo de conversão, divisível em outros tantos, em que são consideradas apenas as transformações pelas quais os insumos, entradas no processo, são processados, resultando em um produto. Esse modelo não explicita as chamadas atividades de fluxo (transporte, espera e inspeção). A nova filosofia da produção apresenta como principal diferença conceitual a consideração conjunta das atividades de conversão e de fluxo no projeto, controle e melhoria dos sistemas de produção (KOSKELA, 1992).

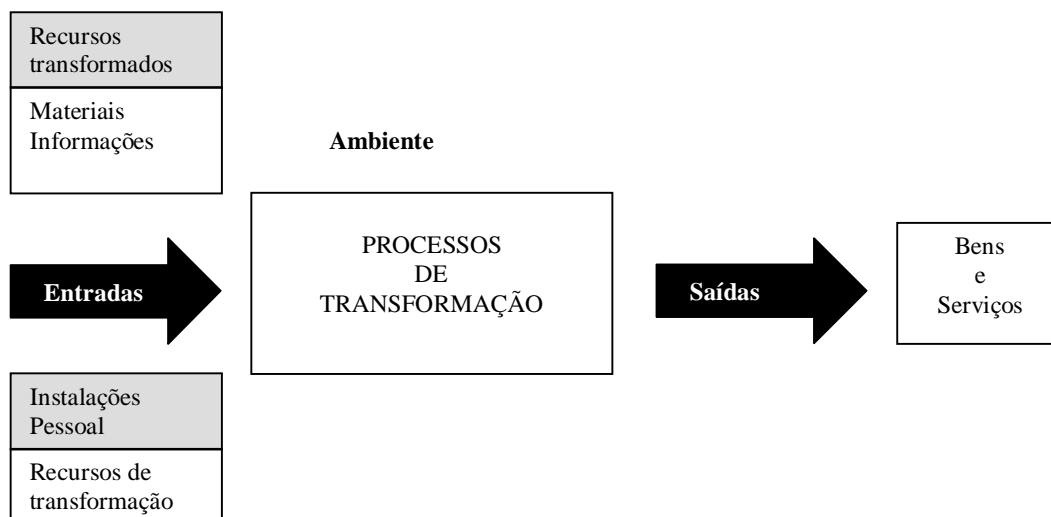


Figura 1 - Conceito de transformação do processo de produção (SLACK et al., 1997)

O modelo da transformação, baseado no paradigma da produção em massa, entende o processo de produção como sendo, exclusivamente, uma atividade de transformação e tem os seguintes princípios (KOSKELA, 2000):

- a) da decomposição: qualquer processo de produção pode ser decomposto em sub-processos, os quais são também processos de transformação, menores e melhores gerenciáveis. Este princípio é baseado na administração por tarefa, originado na administração científica, que significa administrar de acordo com tarefas individuais, previamente determinadas e planejadas (TAYLOR, 1995);
- b) da minimização dos custos: o custo total da produção pode ser minimizado através da redução dos custos de cada operação e estes são proporcionais ao trabalho direto (mão-de-obra direta e equipamentos). Assim, admite-se que os processos e sub-processos são independentes;
- c) da utilização de estoques: existem vantagens de ter estoques (matérias-primas, produtos semi-acabados e acabados) na produção;
- d) do valor: o valor das saídas de processo é associado com o valor (custo) das entradas do processo.

Além disso, o sistema de produção é baseado na divisão do trabalho (horizontal e vertical) e no *layout* funcional (agrupar, num mesmo local, equipamentos similares).

Em relação ao controle, pratica-se a execução centralizada do planejamento, denominada de produção empurrada. As atividades são programadas por meio de um sistema central e completadas em linhas com as instruções centrais, em que cada centro de trabalho empurra

o trabalho, sem levar em consideração se o centro seguinte pode utilizar os sub-produtos (SLACK et al., 1997). Finalmente, com relação às melhorias da produção, pratica-se a redução do trabalho através da introdução de novas tecnologias e economia de escala (incluindo efeito aprendizagem). Utiliza-se a produtividade como o mais importante indicador de melhorias, focando os processos de mudanças em inovações tecnológicas (KOSKELA, 2000).

Na outra visão do sistema de produção, chamado de modelo de fluxo, entende-se o processo como sendo o fluxo de material ou informação desde a matéria-prima até o produto final (KOSKELA, 2000). Neste fluxo existem as atividades de processamento, que representam a conversão na produção e as atividades de fluxos, identificadas por Gilbreth e Gilbreth (1922⁶ apud KOSKELA 2000), que são denominadas de inspeção, movimento e espera. As diferentes etapas do processo estão representadas na figura 2. Salienta-se que o conceito de transformação faz parte de qualquer processo de produção, correspondendo ao fenômeno do processamento no modelo de fluxo.

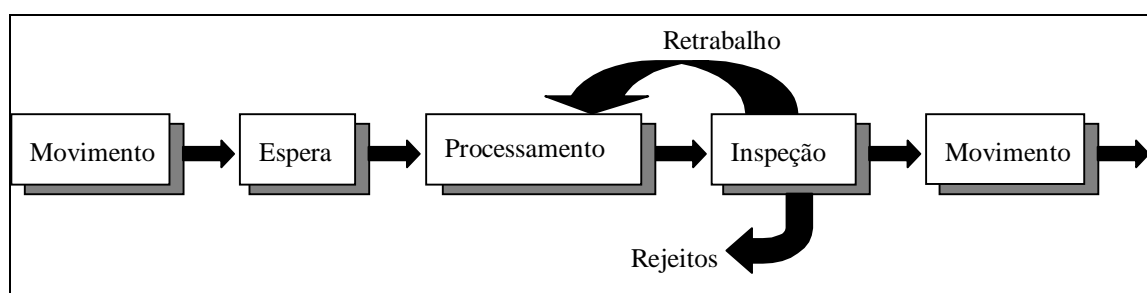


Figura 2 - Etapas do processo de produção no modelo de fluxo (KOSKELA, 1992)

Um outro aspecto importante relacionado ao conceito do modelo de fluxo foi a introdução do tempo como recurso de entrada a ser transformado no processo (KOSKELA, 2000). Neste contexto, passou a interessar a quantidade de tempo consumido em todo o processo produtivo e sua redução passou a ser um importante objetivo. Um ponto resultante da introdução do tempo como recurso a ser transformado foi, certamente, a observação de que o tempo era consumido por dois tipos de atividades: de transformação e outra, aparentemente, de não transformação (KOSKELA, 2000).

As atividades de não transformação – movimento, espera e inspeção - são desnecessárias do ponto de vista do cliente e devem ser reduzidas ou eliminadas do processo de produção tanto quanto possível. São chamadas, também, de atividades que não agregam valor ou de

⁶ GILBRETH, F.B.; GILBRETH, L.M. Process Charts and Their Place in Management. **Mechanical Engineering**. v. 70, p.38-41, Jan. 1922.

perdas (KOSKELA, 2000). As atividades de transformação devem ser realizadas da maneira mais eficiente possível e são ditas que agregam valor ao produto.

A partir do modelo de processo como fluxo, Koskela (2000) propõe um conjunto de princípios básicos para a gestão da produção. Estes princípios são agrupados pelo mesmo autor em três categorias. A primeira contém um único princípio, o mais geral de todos, reduzir a parcela das atividades que não adicionam valor.

A segunda categoria é constituída por princípios originados da teoria: reduzir o *lead time* e reduzir a variabilidade. Por *lead time*, entende-se o tempo requerido para uma partícula de material atravessar todo o fluxo, ou seja, é o somatório dos tempos de processamento, inspeção, transporte e espera, e sua redução está, também, relacionada à redução da parcela das atividades que não agregam valor. Com relação à variabilidade, pode-se dizer que esta é inerente ao processo de produção e ocorre devido a fatores como: *setup*, indisponibilidade de recursos, retrabalho. Para se reduzir a variabilidade, é importante encontrar e eliminar suas causas principais (KOSKELA, 2000).

A terceira categoria de princípios tem uma conexão mais distante com a teoria, mas refere-se à implementação prática do modelo. São eles: aumentar simplificação, aumentar a flexibilidade de saída e aumentar a transparência no processo. Tornar o sistema de produção mais simples, além de reduzir custos, aumenta sua confiabilidade, podendo a simplificação pode ser obtida através da redução dos números de componentes de um produto ou da redução do número de passos e interfaces no fluxo de materiais. Desta forma, pode-se eliminar atividades que não agregam valor e reconfigurar partes e passos das atividades que agregam valor (KOSKELA, 2000).

A flexibilidade na manufatura significa ser capaz de mudar a operação de alguma forma. Segundo Slack et al. (1997), pode ser dividida em quatro tipos: de *mix* (número de diferentes produtos produzidos), de novos produtos (velocidade na introdução de novos produtos), de volume (habilidade para variar o volume de produção) e de tempo de entrega.

Aumentar a transparência significa tornar o processo de produção transparente e observável, ou seja, tornar o fluxo de produção, do começo ao fim, visível e compreensível para todos os funcionários. Em conseqüência, tem-se um processo mais fácil de ser controlado, pois todas as pessoas no fluxo do trabalho são capazes de, imediatamente, visualizar qualquer desvio na produção (KOSKELA, 2000).

Shingo (1996a) define os quatro estágios do modelo de fluxo da seguinte forma:

- a) Processamento: uma mudança física no material ou na sua qualidade (montagem ou desmontagem);
- b) Inspeção: comparação com um padrão estabelecido;
- c) Transporte: movimento de materiais ou produtos; mudanças nas suas posições;
- d) Espera: período de tempo durante o qual não ocorre nenhum processamento, inspeção ou espera. Segundo Guinato (1996), o fenômeno da espera pode ser classificado em:
 - Estocagem de matéria-prima;
 - Espera no processo: o lote inteiro aguarda o término da operação que está sendo executada no lote anterior, até que a máquina, dispositivos e/ou operador estejam disponíveis para o início da operação (operação, inspeção e transporte);
 - Espera de lote: é a espera a que cada peça componente de um lote é submetida, até que todas as suas peças tenham sido processadas para, então, seguir para o próximo passo ou operação;
 - Estocagem do produto.

Existe ainda uma visão sobre o processo de produção, como gerador de valor, sendo esta relacionada à satisfação das necessidades dos clientes (KOSKELA, 2000). Em adição ao conceito de transformação utilizado tanto no modelo de fluxo quanto no de transformação, as saídas do processo devem atender aos requisitos ou desejos dos consumidores. Esse conceito foca na interação entre os clientes e os fornecedores, sendo os requisitos fornecidos pelos clientes e o valor gerado pelos fornecedores. Gerenciar a produção nesta visão é levar em conta as necessidades dos clientes no processo de projeto e, então, executar a produção conforme a especificação do produto.

Na proposição da Teoria TFV (Transformação, Fluxo e Valor), Koskela (2000) afirma a necessidade de utilizar esses três conceitos, apresentados acima, de forma integrada e balanceados. Segundo o mesmo autor, cada um dos conceitos captura um fenômeno intrínseco da produção e pode ser aplicado em qualquer sistema de produção.

2.1.2 Operações

O MFP (Mecanismo de Função Produção) considera que os sistemas de produção são constituídos de processos e operações, posicionados ao longo de eixos (X e Y), que se interseccionam, conforme indica a figura 3. As operações referem-se ao estágio distinto no

qual um trabalhador pode trabalhar em diferentes produtos. Isto é, existe um fluxo humano, temporal e espacial, que é firmemente centrado no trabalhador (SHINGO, 1996b).

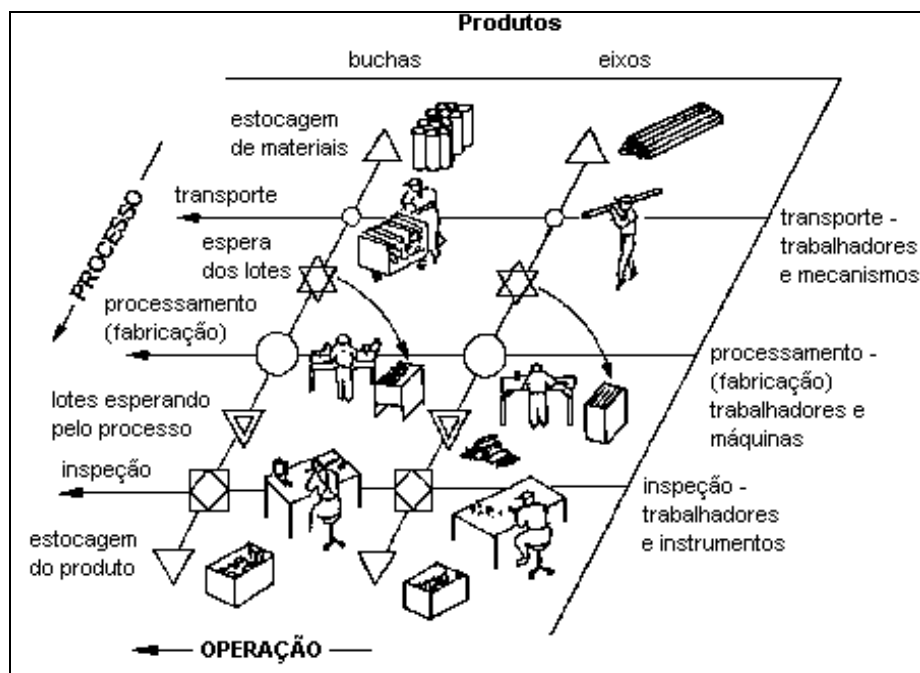


Figura 3 - Estrutura de produção (SHINGO, 1996b)

Pela análise da figura 3, percebe-se que os pontos correspondentes às interseções entre os eixos Y (processos) e X (operações) representam a reunião dos agentes (sujeitos) e do objeto de produção. Nos pontos da rede onde não se verifica essa interseção, pode-se interpretar, por exemplo, como sendo um lote aguardando para ser processado, segundo o ponto de vista do processo, por uma determinada máquina, enquanto os operadores trabalham na preparação desta máquina para o processamento, segundo o ponto de vista da operação (GUINATO, 1996).

No contexto do Sistema de Produção em Massa, a função produção consistia de operações que se diferenciavam dos processos, apenas no que se referia ao tamanho das unidades de análise. Desta consideração, admitia-se que, melhorando as operações, a produção como um todo também melhoraria. Este pensamento foi coerente com as visões de Taylor e Ford, segundo as quais as melhorias na produção eram relacionadas basicamente com o aumento da produtividade de operações.

Em contraste com este pensamento, Shingo (1996b) priorizou as melhorias nos processos em relação às operações e, mais do que isto, afirmou que apenas os processos relativos ao processamento, agregam valor ao produto e que todas as outras atividades são perdas e devem ser eliminadas da produção. Guinato (1996, p. 53) expressa essa idéia quando

afirma que “a otimização da produção é o próprio enxugamento da estrutura (rede), através da redução ou eliminação de atividades que não agregam valor ao produto, como é o caso do transporte, inspeção e armazenagem...”.

Além disso, observando-se a figura 3, nota-se que na rede de processos e operações uma outra forma de otimização da produção é a diminuição dos espaços existentes entre os pontos de interseção, buscando-se a sua eliminação. Desta forma não só os espaços entre as interseções devem ser diminuídos ou eliminados, como também o número de interseções existentes (Guinato, 1996).

As operações são classificadas, de acordo com Shingo (1996a) e Antunes Junior (1994), em:

- a) Operações de *setup*: preparação antes e depois das operações, tais como remoção e ajustes de matrizes e ferramentas;
- b) Operações principais: execução do trabalho necessário. Podem ser divididas em duas subcategorias, operações essenciais e auxiliares.
 - As operações essenciais constituem-se na execução do processo de produção em si. Divide-se em processamento (representa a fabricação e montagem dos produtos), inspeção (representa a observação no chão da fábrica da qualidade dos produtos), transporte (representa a mudança de posição dos produtos ao nível do chão de fábrica) e estocagem (refere-se à estocagem de produtos em prateleiras);
 - As operações auxiliares constituem-se na execução de atividades que se encontram imediatamente antes e depois da realização das operações essenciais. Dão suporte para as operações essenciais e dividem-se em processamento (refere-se a alimentação das máquinas e linha de montagem), inspeção (representa a manipulação de instrumentos, equipamentos e produtos para realização da inspeção), transporte (representa os carregamentos e descarregamentos dos equipamentos de transporte) e estocagem (refere-se à colocação e retiradas de produtos em prateleiras).
- c) Folgas marginais ou não ligadas ao pessoal: são os tempos nos quais os operários não estão realizando qualquer operação. Podem ser:
 - Na operação: refere-se aos trabalhos irregulares (não previstos) que ocorrem na produção e que estão diretamente ligados à operação, como, por exemplo, lubrificação, renovação de ferramentas, quebra de máquinas, dentre outras;
 - Entre operações: refere-se aos trabalhos irregulares que ocorrem entre as operações consecutivas e estão indiretamente ligadas a estas. Ocorrem devido a problemas de sincronização entre as diferentes operações, como, por exemplo, espera para suprimento de materiais, substituição de produtos nos paletes.

- d) Folgas ligadas ao pessoal: não se relacionam à operação e são relativas às necessidades do operador. Podem ser:
- Por fadiga: período de descanso entre operações devido a necessidades de recuperação das fadigas de origem física e mental;
 - Por necessidades pessoais: relacionam-se com a satisfação das necessidades fisiológicas, como beber água, ir ao banheiro, dentre outras.

2.2 O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO NO STP

O Sistema Toyota da Produção (STP) possui duas características fortes: a produção contra-pedido e a produção com estoque zero ou sem estoque – Just-in-Time (SHINGO, 1996b). Isso significa que cada processo deve ser abastecido com os itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário, ou seja, no tempo certo, sem geração de estoque.

Por conseguinte, o planejamento para os processos iniciais baseiam-se em pedidos feitos com antecedência, evitando a geração de excesso de estoque, vinculando-se, contudo, os processos finais e a montagem final com esses pedidos. Vale ressaltar que isto é permitido, pois o trabalho é realizado em um fluxo contínuo e sem folgas na programação. Para lidar com problemas que possam ocorrer na produção, são utilizados *buffers* (HOPP; SPEARMAN, 1996).

Os *buffers* são folgas na programação, excesso de capacidade produtiva, ou estoques de matérias primas ou semiprocessadas que são utilizados para proteger a produção de variações. Ou seja, os *buffers* funcionam como amortecedores que isolam por um certo tempo a produção da incerteza proveniente da disponibilização de recursos por fatores internos ou externos à mesma (BALLARD; HOWELL, 1997a).

De acordo com Shingo (1996b), o planejamento da produção ocorre em três estágios:

- a) Plano agregado da produção – longo prazo (anual, semestral, trimestral)
- b) Plano mestre da produção – mensal
- c) Plano detalhado – seqüência prática de produção por uma semana, três dias ou um dia.

O mesmo autor afirma que o plano agregado de produção na indústria automotiva está apoiado em ampla pesquisa de mercado e fornece um número aproximado para a produção com dois meses de antecedência. Esses números são confirmados um mês depois e usados para detalhar programações diárias e semanais.

O plano mestre de produção especifica a quantidade total de peças a serem produzidas, em um determinado período, sendo posteriormente transformado em taxas diárias ou horárias para cada equipe (HOPP; SPEARMAN, 1996).

O plano detalhado contempla uma sequência detalhada e balanceada de peças a serem produzidas a cada intervalo de tempo para atender à demanda (HOPP; SPEARMAN, 1996). A flexibilidade no nível desse plano permite, a cada dia, que mudanças precisas sejam feitas rápida e facilmente (SHINGO, 1996b).

Para a realização dos planos, existe uma imensa participação dos funcionários na elaboração dos padrões bem como no cumprimento dos mesmos, auxiliados pela função controle. A realização de ações corretivas ocorre com base nas informações geradas pela função monitoramento, a qual objetiva identificar erros e sugerir pontos de melhoria (ALVES, 2000).

2.3 O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

2.3.1 Definição de Planejamento e Controle

Laufer e Cohenca (1990) definem o planejamento como o processo de tomada de decisão que visa à determinação, do que deve ser feito, da prescrição de como cada tarefa deve ser desenvolvida, da seqüência e tempo de execução, dos recursos requeridos e de seu custo para a empresa.

Segundo Tommelein e Ballard (1997), o planejamento consiste na identificação de atividades e, em seguida, seleção e ordenamento das mesmas para que possam ser executadas da forma mais eficiente.

Assim sendo, segundo Levitt (1986⁷, apud FORMOSO, 1991), o planejamento do processo de construção é uma tarefa altamente complexa que envolve um grande número de atividades, um alto grau de incerteza, estando usualmente submetido a um número de restrições conflitantes, tais como tempo, espaço, custo e disponibilidade de recursos.

Para cumprir com os objetivos que o planejamento se propõe, é necessária a sua realização em conjunto com o controle (LAUFER; TUCKER, 1987). Este está relacionado com o

⁷ LEVITT, R. E. Expert systems in construction. In: KIM, S.S. et al. (Eds.) **Survey of the state-of-the-art expert/knowledge based systems in civil engineering**. Champaign, Illinois: US Army Corps of Engineers, 1986.

acompanhamento do desempenho das atividades para que se tenha uma visão realista das mesmas, partindo-se de medições efetuadas durante o seu desenvolvimento. Além disso, faz parte do controle a realização de ações corretivas, quando necessário, e não somente o acompanhamento da evolução dos trabalhos. As medições auxiliam no processo de tomada de decisão, estabelecendo prioridades, apontando desvios e contribuindo para previsões mais realistas (HARRINGTON, 1993). O nível de controle dedicado a um empreendimento depende do seu porte, da sua complexidade, do grau de incerteza e do estágio em que este se encontra em relação à sua conclusão (COHENCA et al., 1989; FANIRAN et al., 1994).

O controle é necessário para que o gerente mantenha sua atuação em três tipos de riscos (LAUFER et al., 1994):

- a) risco conceitual – resultado de uma formulação imperfeita de um problema;
- b) risco gerencial – resultado de uma falha da administração ao implementar a solução de algum problema;
- c) risco ambiental – resultado de uma mudança ambiental não prevista, podendo ocasionar desvios até mesmo em planos bem formulados.

2.3.2 As Dimensões do Planejamento

2.3.2.1 A Dimensão Horizontal do Planejamento

O conceito de planejamento como processo pode ser compreendido através do modelo proposto por Laufer e Tucker (1987), no qual este processo pode ser analisado segundo duas dimensões, horizontal e vertical. A dimensão horizontal está apresentada na figura 4, sendo o planejamento subdividido em cinco etapas:

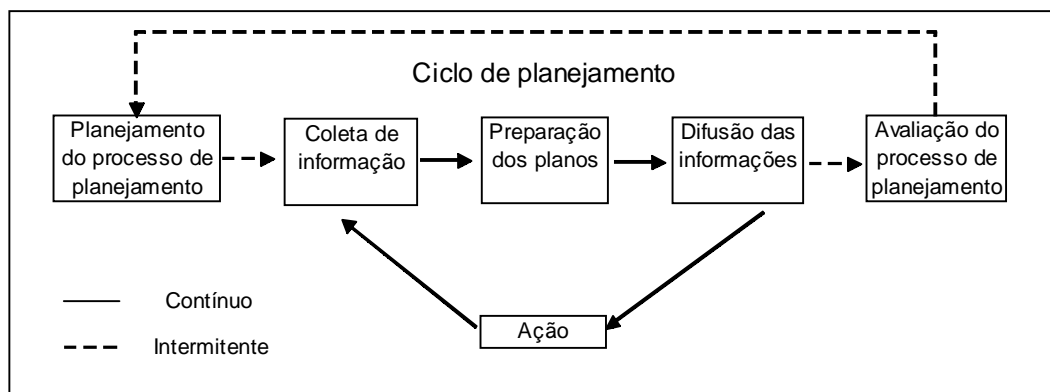


Figura 4 - O Processo de Planejamento (LAUFER; TUCKER, 1987)

Na primeira etapa, preparação do processo de planejamento, são estabelecidas as etapas deste processo, os ciclos de controle, os horizontes de tempo⁸, os níveis de detalhes e de controle dos planos (LAUFER; TUCKER, 1987).

Na segunda etapa, ocorre a coleta das informações necessárias para a elaboração dos planos. Isso requer tempo, habilidade, esforço e competência, pois devem ser analisados contratos, restrições, especificações técnicas, plantas, tecnologias construtivas, disponibilidade e custos de recursos, condições do canteiro e ambientais, equipamentos a serem utilizados, metas e dificuldades comunicadas pela alta gerência. Além disso, durante o desenvolvimento do empreendimento, os trabalhos das equipes devem ser acompanhados e os dados sobre a produtividade documentados (LAUFER; TUCKER, 1987; LAUFER; TUCKER, 1988).

Durante a etapa de elaboração de planos, os dados reunidos na etapa anterior são analisados e servem de base para a elaboração de novos planos. Para isso pode-se utilizar técnicas de planejamento tais como diagrama de Gantt, técnicas de rede, entre outras.

As primeiras aplicações das técnicas de rede, ocorreram através do método CPM (*Critical Path Method*), utilizando representação gráfica por diagrama de flechas – ADM (*Arrow Diagram Method*) e cálculo determinístico para as durações (ASSUMPÇÃO, 1996).

Ao longo do tempo, este método sofreu modificações tanto na forma de representação, como nas considerações sobre dependências entre tarefas. A representação gráfica passou a ser feita também por diagrama de precedências PDM (*Precedence Diagram Method*), introduzindo três novos tipos de ligação para representar dependências entre as tarefas: ligações tipo Início-Início, Fim-Fim e Início-Fim, além da ligação Fim-Início, já tradicional nas técnicas de rede (ASSUMPÇÃO, 1996). As ligações e o diagrama de Gantt correspondentes estão representados a seguir:

- II (Início para Início) ou SS (*Start to Start*): indica que a tarefa posterior só pode ser iniciada após início da tarefa anterior (por exemplo, escavação e concreto magro), conforme mostra a figura 5.

⁸ Entende-se por horizonte de planejamento o intervalo de tempo entre a preparação do plano e a realização da ação inerente às metas fixadas naquele plano (LAUFER; TUCKER, 1988).

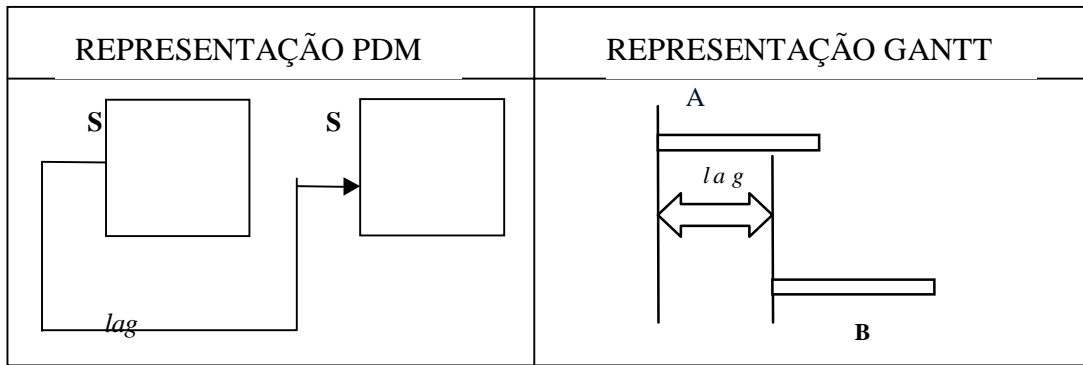


Figura 5 - Ligação Início-Início (Representação PDM e Gantt)

- TI (Término para Início) ou FS (*Finish to Start*): indica que a tarefa posterior só pode ser iniciada após o término da anterior (por exemplo, concretagem e desforma), conforme mostra a figura6.

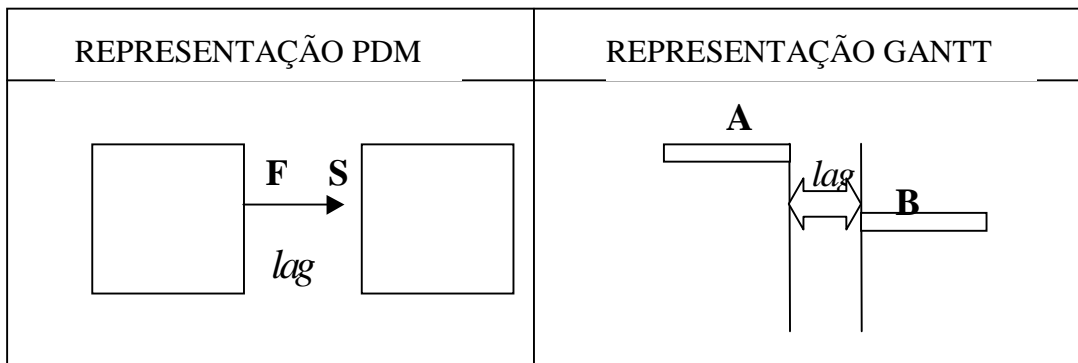


Figura 6 - Ligação Término-Início (Representação PDM e Gantt)

- TT (Término para Término) ou FF (*Finish to Finish*): indica que a tarefa posterior só pode ser concluída após o término da anterior (por exemplo, pintura e colocação de interruptores), conforme mostra a figura7.

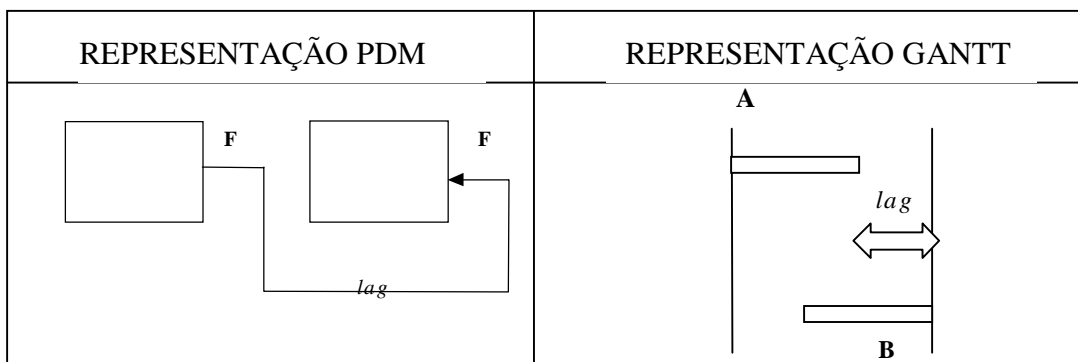


Figura 7 - Ligação Término-Término (Representação PDM e Gantt)

- IT (Início para Término) ou ST (*Start to Finish*): indica que o término da tarefa posterior só pode ocorrer após o início da anterior (por exemplo, colocação de porta e fechadura), conforme mostra a figura 8.

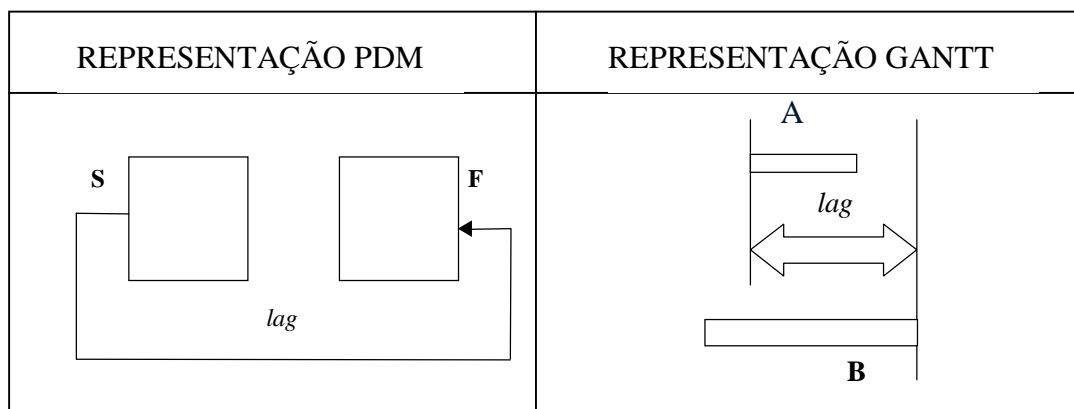


Figura 8 - Ligação Início-Término (Representação PDM e Gantt)

Essas evoluções, aliadas ao desenvolvimento de pacotes computacionais para operar com a técnica, ampliaram seu uso, permitindo sua utilização em projetos mais complexos. Alguns autores a consideram indispensáveis para a preparação de planos e programações do empreendimento (LEVITT et al., 1988). Contudo, apesar de ser utilizada por mais de três décadas, sua eficácia é bastante limitada.

Após a difusão das informações e implementação de planos, deve existir uma retroalimentação, a qual irá servir como base para preparação de planos futuros, bem como para a elaboração de relatórios para avaliação do desempenho do empreendimento (FORMOSO, 1991).

A avaliação do planejamento e controle consiste na análise do desempenho deste processo, bem como a identificação de melhorias para outros ciclos de planejamento dentro de um mesmo empreendimento, quando o seu período de execução for longo, ou em obras futuras (FORMOSO et al.,1999).

A primeira e a última etapa do processo de planejamento têm caráter intermitente, isto é, ocorrem em períodos específicos da empresa construtora, seja por ocasião do lançamento de novos empreendimentos, término da construção, ou de alguma etapa importante da obra. As etapas intermediárias, no entanto, são realizadas contínua e repetidamente ao longo de toda etapa de produção (LAUFER; TUCKER, 1987).

2.3.2.2 A Dimensão Vertical do Planejamento

A dimensão vertical do planejamento refere-se à divisão do processo em níveis hierárquicos, como um mecanismo de combate aos efeitos nocivos da variabilidade e incerteza. A Figura 9 representa de forma integrada ambas as dimensões horizontal e vertical, propostas por

Laufer e Tucker (1987). Cada nível possui uma função específica no processo, principalmente no que tange a disponibilização e alocação de recursos na produção (HOWELL; BALLARD, 1996).

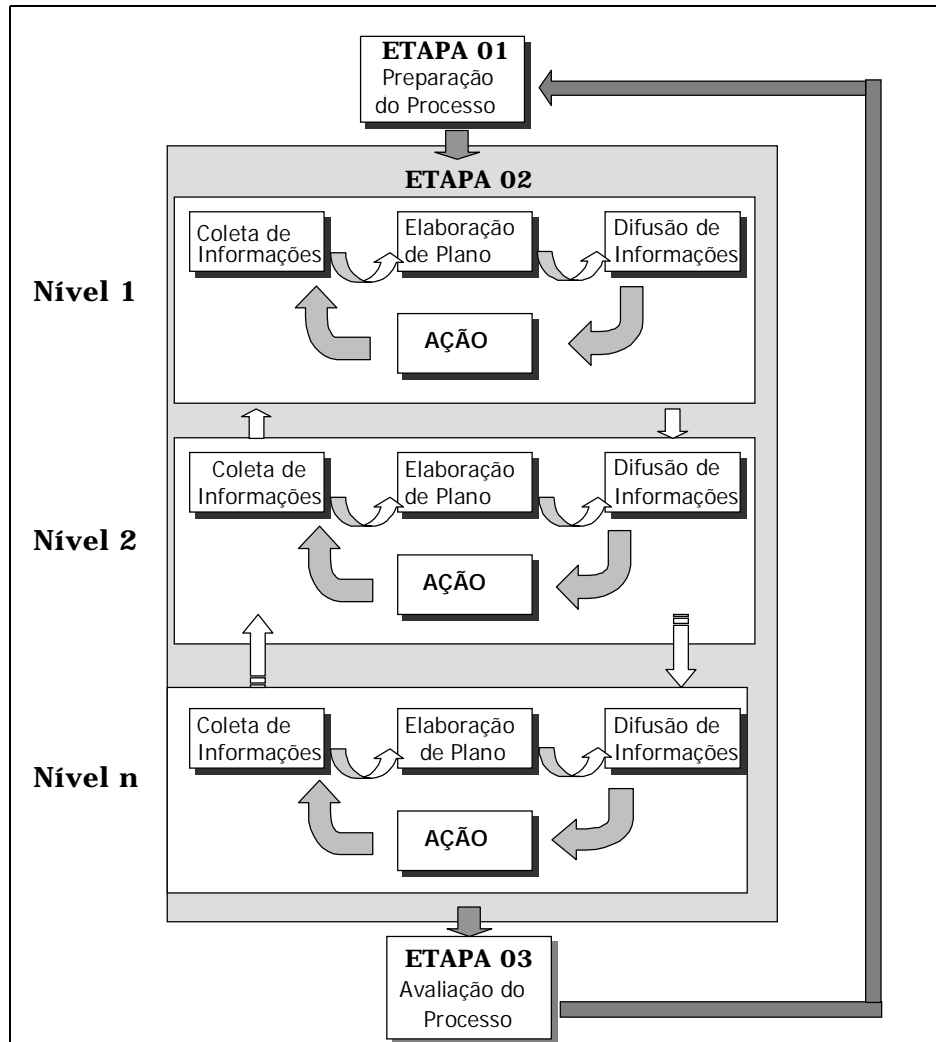


Figura 9 - O processo de planejamento (OLIVEIRA, 1999).

Segundo Hopp e Spearman (1996), são considerados, de acordo com o tempo e escopo das decisões, os três níveis abaixo:

- a) No nível estratégico, são definidos o escopo e as metas do empreendimento a serem alcançados em determinado intervalo de tempo (SHAPIRA; LAUFER, 1993). As decisões tomadas nesse nível estão relacionadas a questões de longo prazo tais como: o quê e onde produzir, como financiar e vender a produção; onde obter os materiais e como operacionalizar e conduzir a produção. O nível estratégico deve criar um ambiente capaz de alcançar os objetivos definidos para um determinado projeto, planejando a capacidade e

local da produção e a força de trabalho, com base em previsões (HOPP; SPEARMAN,1996).

- b) No nível tático são enumerados os meios (recursos) e suas limitações para que essas metas sejam alcançadas. Segundo Davis e Oslon (1987), o planejamento tático refere-se à aquisição e organização de recursos, elaboração de uma lista de pacotes de trabalho, além de recrutamento e treinamento de pessoal. Esse nível relaciona as decisões a um período de tempo intermediário, entre o longo e o curto prazo. Decide-se o que deve ser produzido, quem vai trabalhar na produção e quais ações devem ser conduzidas para realizar a manutenção dos equipamentos, o estabelecimento das quantidades de trabalho a ser realizado, bem como a sua programação e seqüência em períodos pré-determinados. Essas decisões precisam estar dentro dos limites estabelecidos no nível estratégico (HOPP; SPEARMAN,1996).
- c) O nível operacional refere-se à seleção dos cursos das ações através das quais as metas são alcançadas (EILON⁹,1971 apud LAUFER; TUCKER, 1987). Nesse nível, leva-se em consideração a designação dos trabalhos para as equipes, o controle do processo e reparos em equipamentos. Uma detalhada programação da produção é preparada para controlar a produção em um curto prazo (HOPP; SPEARMAN,1996).

Está é uma divisão típica, proposta por vários autores, mas a sua utilização não é obrigatória quando se pretende implantar o planejamento. Pode haver o desdobramento em um número diferente de níveis hierárquicos (FORMOSO et al., 1999).

2.4 MÉTODO *LAST PLANNER* DE CONTROLE DA PRODUÇÃO

Howell e Ballard (1997) propõem a divisão do processo de planejamento da produção na construção civil em três níveis: planejamento mestre, planejamento *lookahead* e planejamento de comprometimento (Figura 10). Os dois primeiros têm um caráter tático e o último operacional.

⁹ Eilon, S. **Management Control**. London: Macmilan, 1971.

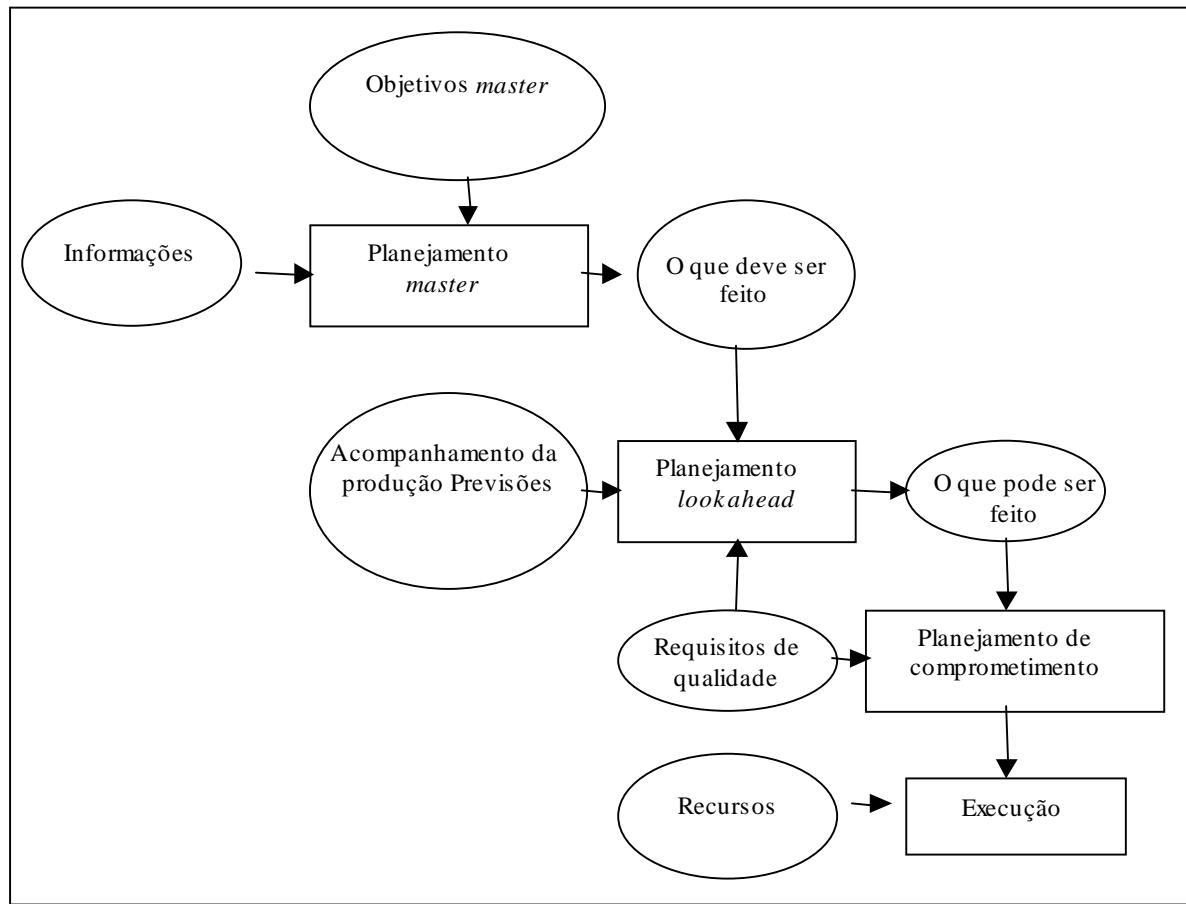


Figura 10 - O processo de planejamento e produção (HOWELL; BALLARD, 1997).

O planejamento *master* deve estabelecer datas marco, indicando início e fim de grandes etapas da obra, tais como: conclusão da infra-estrutura, conclusão da estrutura, início da alvenaria (FORMOSO et al., 1999).

O planejamento de longo prazo da produção pode ser realizado através da utilização de diferentes técnicas de planejamento e programação tais como: gráficos de Gantt, redes de precedência e linha de balanço (LAUFER; TUCKER, 1987; OLIVEIRA, 1999).

A programação resultante deste nível do planejamento é um plano mestre que contém de forma geral todo o trabalho que será realizado na obra, no qual aparecem os grandes grupos de pacotes de trabalho (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). Nesse nível também são definidos os ritmos de execução e a estratégia de ataque à obra.

O planejamento *lookahead* compõe uma das etapas do Método *Last Planner* (BALLARD, 2000). É elaborado para permitir que o administrador possa identificar quais os trabalhos que deverão ser realizados nas próximas semanas (normalmente quatro a seis semanas), tomar as providências necessárias para que os mesmos possam ser executados ou realizar uma programação daqueles que não estão prontos para serem conduzidos (BALLARD,

1997). Esse plano tem um caráter móvel, ou seja, a cada semana inclui-se uma nova semana no horizonte de planejamento em questão e, o plano referente à semana atual serve de base para preparação do plano de comprometimento.

Nesse nível de planejamento, são preparados os pacotes de trabalho, os quais definem uma determinada quantidade de trabalho a ser realizada com base em informações de projeto e recursos (CHOO et al.,2002).

O planejamento *lookahead* tem como propósito (BALLARD, 1997):

- a) modelar o fluxo de trabalho na melhor seqüência para que os objetivos do empreendimento sejam alcançados;
- b) realizar o ajuste entre a mão-de-obra e os demais recursos necessários para a realização dos trabalhos;
- c) elaborar e manter um estoque de pacotes de trabalho que deverão ser realizados quando aqueles originalmente planejados não puderem ser executados;
- d) agrupar os trabalhos que são interdependentes para que possam ter o seu método de execução planejado de forma conjunta.

Esse plano inclui dois mecanismos *screening and pulling* (fazer triagem e puxar), que, juntamente com o mecanismo *shielding production* (proteger a produção) no planejamento de curto prazo, tem o objetivo de melhorar a confiabilidade do fluxo.

O mecanismo *screening and pulling* consiste na utilização de critérios de decisão para verificação de quais pacotes de trabalho poderão estar contemplados no horizonte de tempo considerado no plano *lookahead* e quais não deverão estar incluídos (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). Ao realizar a triagem desses pacotes de trabalho, as pessoas acabam refletindo sobre os problemas que impedem a sua inclusão, analisando assim suas restrições no nível de médio prazo.

As restrições, em geral, estão relacionadas à dificuldade de acesso a obra, ao arranjo físico, às limitações de recursos financeiros ou físicos, e ao comprometimento dos recursos da empresa em outros empreendimentos, entre outras (FORMOSO et al., 1999)

A importância da remoção das restrições está relacionada à diminuição das incertezas inerente ao processo de produção, liberando pacotes de trabalho para a sua inclusão no plano de curto prazo.

O mecanismo *shielding production* refere-se à inclusão no plano de curto prazo apenas de pacotes de trabalho para os quais foram removidas todas as restrições. Ou seja, todos os recursos necessários para execução das mesmas, estão disponíveis (BALLARD; HOWELL, 1998). Na prática este mecanismo corresponde ao estabelecimento de um *buffer*, de forma que as incertezas sejam reduzidas, contribuindo para aumentar a confiabilidade do sistema de produção.

Desta forma, o gerente, com base no desempenho da sua produção e da cadeia produtiva de fornecedores, deve estabelecer folgas e quantidades mínimas de recursos para que seja dado início à execução de um pacote de trabalho, além de poder optar por diferentes seqüências para a realização dos mesmos durante a elaboração do *lookahead*.

No planejamento de curto prazo, também chamado de planejamento de comprometimento, faz-se a designação dos pacotes de trabalhos às equipes da produção, informando-as onde as tarefas devem ser conduzidas e disponibilizando materiais, ferramentas e equipamentos necessários para a execução destas (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). O horizonte de tempo adotado nesse nível é, em geral, considerado em dias ou semanas, o que não impede que seja elaborado para períodos diferentes.

Ballard e Howell (1997c) propõem alguns requisitos que necessitam serem cumpridos para que se possam elaborar planos com qualidade. São eles:

- a) Definição: os pacotes de trabalho devem estar suficientemente especificados em relação à ação, aos componentes ou aos materiais, sendo possível identificar claramente a sua conclusão ou não ao término do período;
- b) Disponibilidade: os recursos necessários devem estar disponíveis quando os mesmos forem solicitados;
- c) Seqüenciamento: os pacotes de trabalho devem ser selecionados, observando a construtibilidade da obra e dentro de uma ordem necessária, para garantir a continuidade das tarefas desenvolvidas por outras equipes de produção;
- d) Tamanho: o tamanho dos pacotes designados para a semana deve corresponder à capacidade produtiva de cada equipe de trabalho;
- e) Aprendizagem: para os pacotes de trabalho que não forem concluídos, as reais causas do atraso devem ser analisadas, de forma a estabelecer as

ações corretivas necessárias, assim como identificar os pacotes de trabalho passíveis de serem atingidos.

Esses critérios visam a proteger a produção de um fluxo de trabalho incerto. Falhas neste fluxo podem ocasionar atrasos na produção, decorrente de esperas ou procura de recursos, com múltiplas paradas e inícios, levando a uma seqüência ineficiente. Ao definir pacotes de trabalho devem ser respondidas as seguintes perguntas (BALLARD, 1999):

- a) Quem fará esses pacotes de trabalho?
- b) Como o trabalho será seqüenciado?
- c) Como o trabalho será realizado de uma unidade de produção para a próxima?
- d) As unidades de produção executarão o trabalho de forma consecutiva, em um fluxo contínuo do processo ou o trabalho será decomposto?
- e) Onde será necessário inserir os *buffers* e que tamanho estes devem ter?
- f) Quando diferentes pacotes de trabalho serão feitos?

2.4.1 Modelo de Planejamento e Controle da Produção Proposto pelo NORIE/UFRGS

Para facilitar a implementação desse processo, Formoso et al., (1998), propuseram um modelo de planejamento e controle da produção para empresas construtoras, a partir do método *Last Planner*, que consiste nas seguintes etapas:

- a) **Planejamento estratégico do empreendimento:** não faz parte do processo de planejamento e controle da produção propriamente dito (está muito mais vinculado às etapas iniciais do processo de projeto), mas gera informações de grande importância para o planejamento em nível tático. É neste momento que devem ser estabelecidas as metas de custo, prazo e qualidade ao longo do período de execução do empreendimento.
- b) **Orçamento detalhado da obra:** normalmente antecede o processo de planejamento. Deve haver preocupação no sentido de produzir informações num formato adequado ao processo de planejamento. Estes formatos devem ser definidos a partir do fluxo de informações, gerado com base na identificação das necessidades de cada um dos intervenientes.

- c) **Preparação do plano mestre (*master planning*):** tem como principais informações de entrada as *milestones*, definidas no planejamento estratégico do empreendimento, a estratégia de produção da empresa, o orçamento e o plano de ataque da obra. Neste nível são definidos os ritmos em que deverão ser executados os principais processos de produção. Em conjunto com os dados de orçamento, o ritmo define um fluxo de despesas que deve ser compatível com o estudo de viabilidade, realizado ainda na fase do planejamento estratégico do empreendimento. Esta adequação pode ser inicialmente estudada através de curvas de agregação padrão e, posteriormente, através de curvas construídas a partir dos dados coletados pela empresa. Deve ser atualizado periodicamente, a partir do plano de médio prazo e da reavaliação dos objetivos estabelecidos.
- d) **Programação de recursos (estágio 1):** a partir do plano mestre, gera-se uma primeira programação de recursos. Caracteriza-se, geralmente, por longo ciclo de aquisição e pela baixa repetitividade deste ciclo. O lote de compra, geralmente, corresponde à quantidade total de recursos a serem utilizados, sendo estes denominados Classe 1.
- e) **Planejamento de médio prazo (*lookahead planning*):** este plano é móvel e detalha os serviços definidos no plano mestre, segmentando-os nos lotes em que deverão ser executados, a partir da divisão da obra em zonas de trabalho para os principais processos. Esta segmentação gera os pacotes de trabalho a serem executadas a médio-prazo. Este plano tipicamente é bi ou trimestral, e atualizado mensalmente. A partir deste plano, são emitidas ordens de serviço para a equipe de produção (sub-contratada ou não). Neste nível, deve-se proceder à proteção da produção contra as incertezas associadas à disponibilidade dos recursos financeiros, através de uma avaliação das receitas e despesas previstas.
- f) **Programação de recursos (estágio 2):** engloba a programação daqueles recursos cuja programação de compra, aluguel ou contratação deverá ser realizada a partir do plano tático de médio-prazo. Caracteriza-se, geralmente, por um ciclo de aquisição inferior ao horizonte de planejamento de médio prazo e por uma média frequência de repetição deste ciclo. Os lotes de compra são, geralmente, frações da quantidade total de recursos. A estes se denomina Recursos Classe 2 (FORMOSO et al., 1999)

g) **Preparação do plano operacional (*commitment planning*):** é o planejamento que orienta a produção diretamente. Em geral, é produzido semanalmente e tem o importante papel de obter o comprometimento das equipes. Caracteriza-se pela atribuição de recursos físicos (mão-de-obra, equipamentos e ferramentas) os pacotes de trabalho programados no plano de médio-prazo, bem como o fracionamento dessas em lotes menores, que são denominadas de tarefas. Essas, ao serem listadas para o período previsto são distribuídas às equipes de trabalho, por ordem de prioridade, de forma a constituir as tarefas a serem executadas por cada equipe. Quando houver excesso de tarefas, estas serão colocadas com um estoque substitutas, as quais serão realizadas por alguma equipe que tenha o andamento de sua tarefa principal comprometida, ou cuja produtividade tenha superado as expectativas. Aplica-se, neste nível, o conceito de *shielding production* (produção protegida), de forma a estabilizar a produção. Tal proteção é feita contra as incertezas provenientes da disponibilidade dos recursos físicos. Protegendo-se a produção contra as incertezas dos recursos físicos e financeiros, é possível isolar os valores que introduzem instabilidade no processo de produção e, desta forma, identificar os fatores que necessitam de melhoria. Quanto aos recursos físicos, além das Classes 1 e 2, existe ainda uma terceira classe cuja programação de compra, aluguel ou contratação deverá ser realizada a partir do controle de estoque. Caracterizam-se, geralmente, por pequeno ciclo de aquisição e pela alta repetitividade deste ciclo. Os lotes de compra são, geralmente, bastante pequenos em relação à quantidade total de recursos utilizados ao longo do período de produção. A estes se denomina Classe 3.

2.5 SEGMENTAÇÃO DO TRABALHO DO PCP

Diversos conceitos tem sido utilizados para segmentar o processo de produção em itens, entre os quais se destacam: serviço, atividade, pacote de trabalho e tarefa.

2.5.1 Serviço

As organizações produzem bens ou serviços que visam atender a um mercado (SLACK et al., 1997). O termo serviço é utilizado para classificar linhas de mercado (serviços financeiros, serviço de saúde, serviços de transporte). Estes agrupamentos, embora úteis para a apresentação de dados econômicos reunidos não são especialmente adequados

para fins de administração da produção porque tem pouco significado a respeito do processo (DAVIS et al., 2001).

Nesse trabalho o termo serviço é utilizado para descrever os itens do orçamento, ou seja, aquilo que é vendido ao cliente e representado numa planilha orçamentária. Nessa planilha cada item normalmente representa um conjunto de operações que possui um forte vínculo com os elementos geométricos das edificações, podendo também ser definido através de critérios de segmentação secundários relacionados ao seqüenciamento da produção, lotes de compra e tecnologias utilizadas. Pode-se citar como exemplo de serviço "alvenaria interna", "assentamento de cerâmica em banheiros" e "colocação de portas internas".

2.5.2 Atividade

As atividades de produção são usualmente associadas a um conjunto de operações que agregam valor, conforme o modelo de *input-transformação-output* (SLACK et al., 1997). Koskela (2000) chama atenção para o fato de que existem atividades que agregam e outras que não agregam valor (transporte, espera, inspeção, re-trabalhos). No presente trabalho, adota-se o conceito de atividade adotado por Shingo (1996a) que define atividade como a intersecção entre o processo (fluxo de materiais no tempo e espaço) e uma seqüência de operações (fluxo do trabalho) - ver item 2.1.2. Pode-se citar como exemplo de atividade "elevação de de alvenaria", "transporte de cerâmica para assentamento" e "armazenamento de portas".

2.5.3 Pacote de Trabalho

Segundo Ulrich e Eppinger (1995) o pacote de trabalho é constituído de um conjunto de operações designadas para uma equipe em um determinado período. Forbes (1977¹⁰, apud FORMOSO 1991), define pacote de trabalho como todo trabalho realizado por uma equipe continuamente sem interrupção de outra equipe.

Marchesan (2001) sugere que os pacotes de trabalho sejam definidos através da designação de uma ação, de um elemento e de um local (por exemplo: executar alvenaria no 1º pavimento).

¹⁰ FORBES, W. S. The rationalisation of house building. **Building Trades Journal**, Garston, v. 174, p. 9-15, 1977.

Ao tentar definir um pacote de trabalho, deve-se relacionar a menor divisão com a equipe que realizará a tarefa e o momento em que esta irá executá-la. Com isso, visa-se melhorar a confiabilidade do fluxo de trabalho (TSAO et al., 2000). Inicialmente os critérios utilizados para definir os pacotes de trabalho levam em consideração a tipologia da obra, as equipes que irão participar das mesmas, o grau de controle que a empresa poderá realizar, os métodos construtivos utilizados, as normas e procedimentos referentes a esses métodos e a experiência de quem realiza (BERNARDES, 2001). Pode-se citar como exemplo de pacote de trabalho "elevação de alvenaria do 1º pavimento", "assentamento de cerâmica do *hall* do 5º pavimento" e "colocação de porta da guarita".

2.5.4 Tarefa

O termo tarefa é utilizado no presente trabalho com o mesmo significado da palavra inglesa *assignment*, adotada por Ballard e Howell (1998). Define-se tarefa, os pacotes de trabalho que podem ser executadas por uma determinada equipe dentro do planejamento de curto prazo (KOSKELA et al., 1997), ou seja, os pacotes de trabalho passam a ser denominados de tarefas no momento que são atribuídos às equipes. Como exemplo de tarefa pode-se citar "elevação de alvenaria das paredes 1, 2, 3 e 4 do 1º pavimento (Equipe 1)", "assentamento de cerâmica do *hall* do 5º pavimento (Equipe 2)" e "colocação de porta do sanitário e principal da guarita (Equipe 3)".

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada no trabalho foi o estudo de caso, pois, de acordo com Yin (1994), é a estratégia mais adequada quando se quer responder a questões de pesquisa do tipo "por quê" e "como" e os fenômenos estudados são contemporâneos. Essa estratégia de pesquisa permite que sejam observados aspectos temporais e contextuais do fenômeno em estudo, além de permitir a utilização de formas qualitativas e quantitativas de análise, sem exigir, no entanto, a documentação de frequências ou incidência dos fenômenos estudados ao longo do tempo ou a manipulação dos mesmos (YIN, 1994; MEREDITH, 1998).

Yin (1994) ressalta que, antes de se iniciar um estudo de caso, é importante que seja feita uma revisão bibliográfica para que seja desenvolvida uma base teórica a respeito do fenômeno que será analisado. De acordo com Walker (1998), a pesquisa bibliográfica é de grande importância para a construção de uma teoria, pois fornece informações a respeito de domínios de aplicação desta, das relações entre seus elementos constituintes e suas definições e, além disso, indicam quais são as relações importantes a serem investigadas no desenvolvimento de uma pesquisa.

A base teórica, além de guiar a coleta e análise de dados, irá auxiliar na generalização dos resultados obtidos com o estudo de caso (YIN, 1994). Desta forma, mesmo que existam dificuldades em replicar as mesmas condições contextuais de um estudo de caso para outro, uma mesma teoria pode servir de base para outros estudos e ser testada em ambientes com diferentes condições, que irão sustentar um mesmo conjunto de conceitos e princípios (MEREDITH, 1998).

A pesquisa não correspondeu a um estudo de caso tradicional. Foram realizadas intervenções nos sistemas de planejamento existentes nas empresas, uma vez que nenhuma delas possuía um sistema de PCP suficientemente desenvolvido para permitir a realização do tipo de investigação necessária para atingir os objetivos desta dissertação.

A estratégia adotada, estudo de caso com intervenção, diferencia-se da pesquisa-ação por não apresentar algumas das características básicas desta última: (a) é focada nos processos de mudança organizacional e de aprendizagem dos participantes, decorrentes do processo de mudança, e não no resultado da intervenção em si (WESTBROOK, 1995); (b) as fases não são bem definidas e seqüenciadas, sendo que estas vão se estruturando no

decorrer da pesquisa a partir das perspectivas do grupo de trabalho (EDEN; HUXMAN, 1996); e (c) o trabalho se encerra somente quando os problemas forem solucionados (HULT; LENNUNG¹¹ apud BARROS NETO, 1999). O presente estudo, por sua vez, apresentou fases bem definidas, a partir de um planejamento previamente estabelecido pela autora, incluindo os procedimentos de avaliação utilizados, cabendo a esta fazer o papel de facilitadora e instrutora na implantação de algumas das melhorias introduzidas.

3.2 SELEÇÃO DAS EMPRESAS ESTUDADAS

O principal critério adotado para a seleção das empresas participantes do estudo foi a experiência prévia da empresa em programas de melhorias gerenciais com resultados positivos, além do seu interesse no tema planejamento e controle da produção. A empresa A foi convidada pelo coordenador do Núcleo da UEFS no GEHIS para participar deste projeto no início do mesmo. A empresa B manifestou interesse em participar do projeto GEHIS após uma palestra feita pelo coordenador deste projeto em Salvador

Tanto a empresa A quanto a empresa B atuavam no mercado da Bahia há mais de cinco anos e vinham desenvolvendo programas da qualidade há mais de um ano. Apresentavam boas condições de organização, entre elas pode-se destacar: canteiro de obra (escritório, sanitário, almoxarifado) minimamente organizado; equipe de obra definida (engenheiro, mestre, almoxarife, estagiário), instalações básicas (computador, telefone, fax).

A empresa A já havia desenvolvido alguns trabalhos em conjunto com a Universidade Estadual de Feira de Santana, sendo que um dos diretores tinha grande interesse na melhoria dos processos construtivos. A empresa B, por sua vez, apesar de nunca ter trabalhado em projetos de pesquisa, sentiu a necessidade de melhorar o processo de planejamento existente, o qual, segundo depoimento de um dos diretores, não apresentava resultados satisfatórios.

3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa em campo foi realizada em duas empresas visando à comparação dos resultados. Os estudos de caso iniciaram em paralelo, sendo que a última etapa do estudo de caso 02 foi realizada aproximadamente cinco meses após a conclusão do estudo de caso

¹¹ HULT, M.; LENNUNG, S. Towards a definition of action research: a note and bibliography. **Journal of Management Studies**, Oxford, 17, 1980: pp. 241-250.

01. Assim pode-se analisar em ambas as empresas os indicadores propostos na fase final dos empreendimentos, conforme mostra a figura 11.

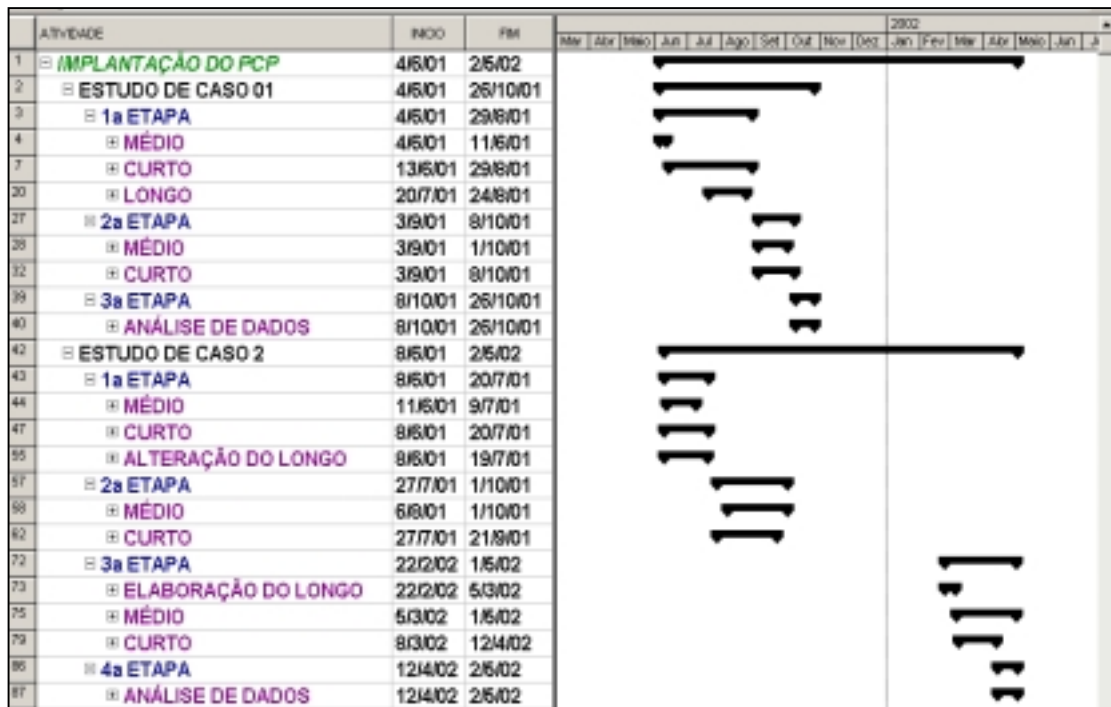


Figura 11 - Cronograma geral

Com o objetivo de implementar um planejamento formal na empresa A e introduzir melhorias no processo existente na empresa B, foi utilizado um pacote computacional que permitisse vincular os planos de longo, médio e curto prazo, em ambos os estudos de caso. A partir dessa implementação, buscou-se definir critérios tanto para a interligação dos planos utilizando um pacote computacional quanto para a definição de pacotes de trabalho. Foram também propostos alguns indicadores para avaliar a eficácia desta interligação.

Participaram destes estudos de caso uma equipe de pesquisadores membros do Núcleo da UEFS no projeto GEHIS: Cristóvão Cordeiro, coordenador do Núcleo da UEFS; Iamara Bulhões, pesquisadora e bolsista do CNPQ; Tamara Villagra, pesquisadora e professora da UEFS; Max Gil, estagiário, além da autora desta dissertação.

3.4 ESTUDO DE CASO 1

3.4.1 Descrição da Empresa

A empresa A atua no mercado de Feira de Santana-Bahia desde 1991, prestando serviço para clientes privados e públicos, como o Governo do Estado da Bahia e a Prefeitura

Municipal de Feira de Santana. Atua, também, em várias outras cidades deste estado. No período de realização da pesquisa, executava obras nas cidades de Vitória da Conquista, São Francisco do Conde, Serrinha e Caraíbas.

Possui 124 funcionários, dos quais 107 trabalham diretamente em canteiro de obras. Assim pode ser considerada, de acordo com a classificação do SEBRAE, uma empresa de médio porte, por possuir mais de 100 pessoas no seu quadro. Parte dessa mão-de-obra era terceirizada, entre elas a que realizam os serviços de pintura e piso de alta resistência.

Desde 2000, participa do programa de certificação QUALIOP (Programa de Qualidade das Obras Públicas da Bahia), tendo se certificado no nível C em dezembro de 2001. Encontra-se atualmente na fase de elaboração dos procedimentos padronizados dos processos que desenvolvem, dentre os quais o PCP, visando difundir para todas as obras da empresa as diretrizes implantadas na obra estudada.

As informações que constam no quadro 1 foram obtidas no segundo semestre de 2001, visando caracterizar a empresa A de acordo com o número de funcionários, área de atuação, número de obras em andamento, número de obras por engenheiro e distância entre a obra estudada e a sede da empresa.

Quadro 1 - Características da empresa A

Empresa	Cidade Sede da empresa	Cidade Sede da obra	Funcionários registrados (Média)	Área de atuação	Obras em andamento (Média)	Obras/ Engenheiro (Média)	Distância obra/ sede (Km)
A	Feira de Santana	Serrinha	180	Construção de obras públicas e incorporação de imóveis residenciais	21	05	65

3.4.2 Delineamento do Estudo

O estudo de caso 01 foi iniciado no dia 04/06/2001 e foi dividido em três etapas, conforme a figura 12. A primeira etapa foi a implementação do modelo de PCP desenvolvido por Formoso et al. (1999), durando cerca de três meses e tendo como objetivos principais a implantação dos planos de médio e curto prazos e a elaboração do plano de longo prazo.

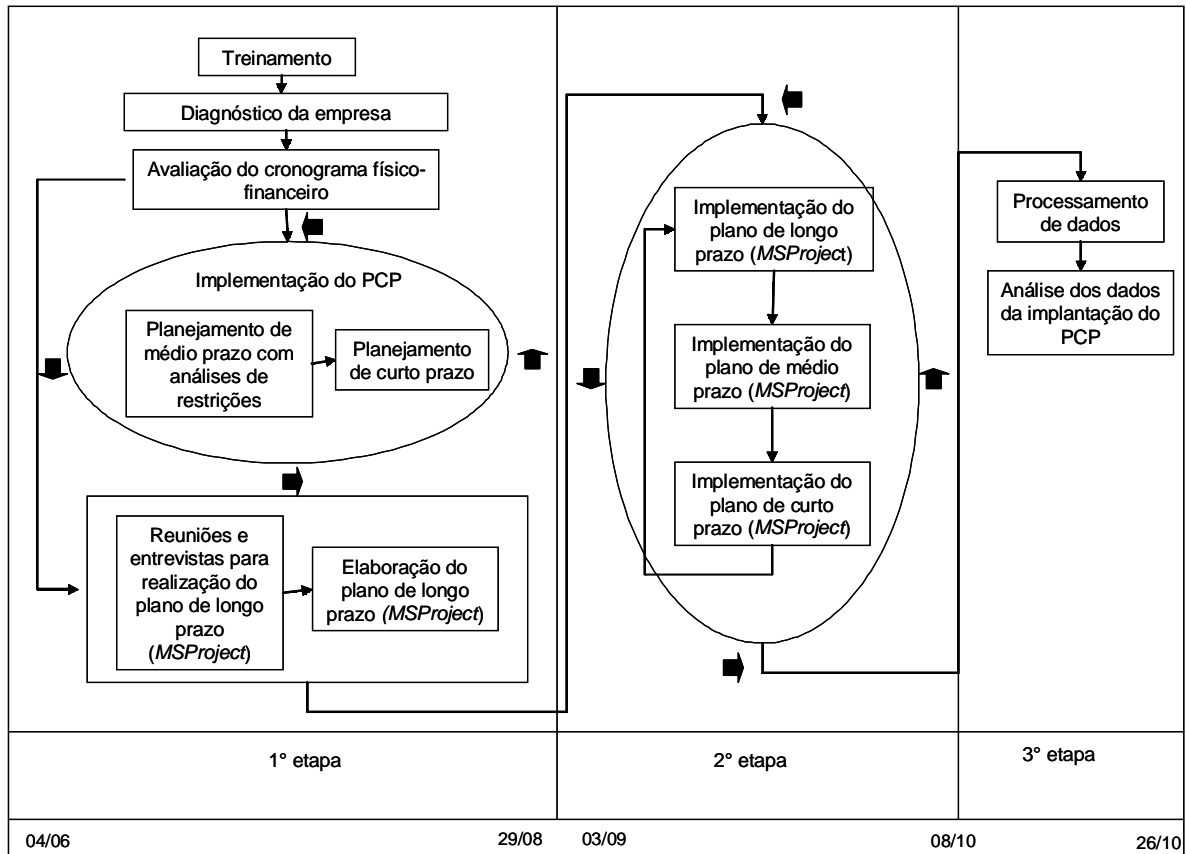


Figura 12 - Etapas do estudo de caso 01

A segunda etapa foi a implantação do plano de longo prazo, médio e curto prazo, utilizando um pacote computacional e durou cerca de 35 dias. A partir do plano de longo prazo, filtravam-se¹² os planejamentos de médio e curto prazo, avaliando os indicadores de avanço físico e desvio de prazo.

Em todas as etapas, foram processados e analisados os dados obtidos e, na última etapa, esses dados foram reunidos e avaliados em conjunto conforme descrito no Capítulo 04.

3.4.3 Primeira Etapa

3.4.3.1 Treinamento

Iniciou-se a pesquisa com a realização de um treinamento de quatro horas, ministrado nas instalações da UEFS em 04/06/2001. O objetivo deste curso foi treinar os funcionários da empresa que participaram desta atividade. Entre os participantes estavam: o mestre de obras, o engenheiro residente, o gerente de contrato e o almoxarife. O conteúdo

¹² Filtrar significa listar do planejamento *master* unicamente as atividades do período em que se deseja analisar, por exemplo, uma semana, quinzena ou mês.

programático compreendeu conceitos e princípios do PCP, assim como algumas ferramentas básicas, tais como a planilha de planejamento operacional e o planejamento *lookahead* (médio prazo) com análise das restrições. Vale ressaltar que o treinamento da equipe estendeu-se ao longo de todo o estudo, através do acompanhamento e orientação do seu trabalho pelos pesquisadores, durante a realização de reuniões e nos seminários de discussão.

3.4.3.2 Diagnóstico da Empresa

Após o início das atividades na empresa, realizou-se o diagnóstico do processo de planejamento existente. Este processo foi esquematicamente representado através da aplicação do diagrama de fluxo de dados (DFD).

O DFD (diagrama de fluxo de dados) é uma técnica utilizada para representar sistemas de informações. Martin e McClure (1991) definem o DFD como uma representação em rede dos processos (função ou procedimentos) de um sistema e dos dados que ligam estes processos. Mostra o que um sistema ou procedimento faz, mas não como faz. É utilizada para a realização de análise estruturada, podendo dividir o sistema em uma hierarquia de processos.

Segundo Kendall e Kendall (1991), a utilização do diagrama de fluxo de dados pode ser justificada pelos seguintes motivos: a) apresenta apenas quatro símbolos básicos para seu traçado, facilitando sua compreensão; b) permite a compreensão dos relacionamentos dos subsistemas existentes na organização; c) facilita a comunicação do analista com os funcionários da empresa visto que, através da visualização, os funcionários podem criticá-los e corrigi-los. Para o traçado do DFD, é utilizada a representação apresentada por Kendall e Kendall (1991), mostrada na figura 13.

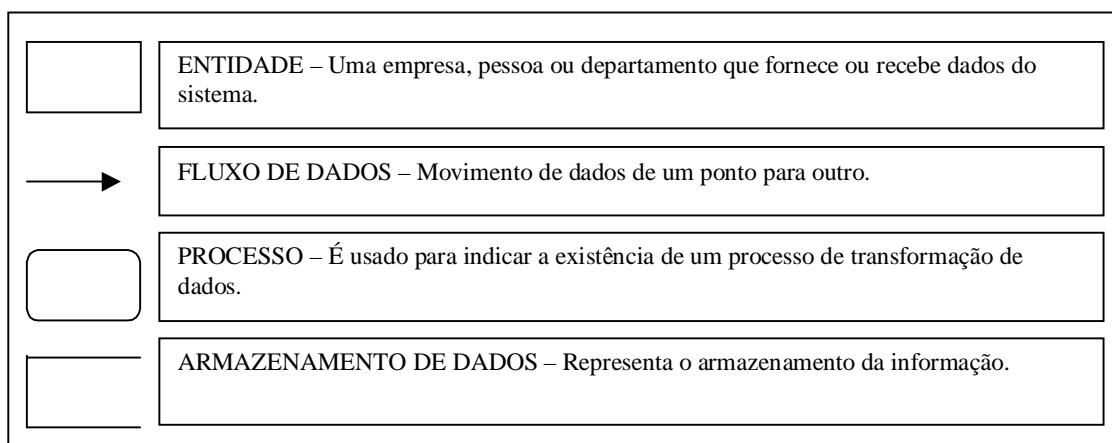


Figura 13 - Representação utilizada no DFD (KENDALL; KENDALL, 1991).

Esse diagrama foi traçado com a utilização dos dados coletados nas entrevistas (ANEXO A) com o engenheiro residente e o gerente de contrato, no início da implantação do processo. Na entrevista procurou-se obter a percepção dos mesmos sobre o processo de planejamento existente.

As denominações empregadas foram as mesmas utilizadas pelo engenheiro para descrevê-las. Após a sua elaboração, os pesquisadores levaram o DFD para a obra e discutiram com os entrevistados se essa era a realidade da empresa. Após esta discussão, foram realizadas as alterações cabíveis e elaborado o diagrama final.

3.4.3.3 *Análise do Cronograma Físico-Financeiro*

Nessa etapa foi também realizada uma avaliação do cronograma físico e financeiro do empreendimento, das planilhas orçamentárias (ABC de insumos, planilha de preço e composições) e das especificações. Essa análise serviu para orientar a implementação dos planejamentos de curto e médio prazo, como também, auxiliar na elaboração do plano de longo prazo.

3.4.3.4 *Implementação do PCP (Primeira Etapa)*

A primeira etapa da implementação foi realizada entre 04/06 a 29/08/01 (figura 14). Foram feitas seis reuniões para elaboração do plano de longo prazo, total de vinte e oito horas; duas reuniões, somando um total de dez horas para elaboração do plano de médio prazo; doze reuniões de cinco horas cada para elaboração dos planos de curto prazo, somando um total de sessenta horas, e doze reuniões de uma hora para discussão e comprometimento dos planos com os encarregados, mestres e engenheiros. Nessa etapa, só foi utilizado o pacote computacional *MSPProject* para elaboração do plano de longo prazo.

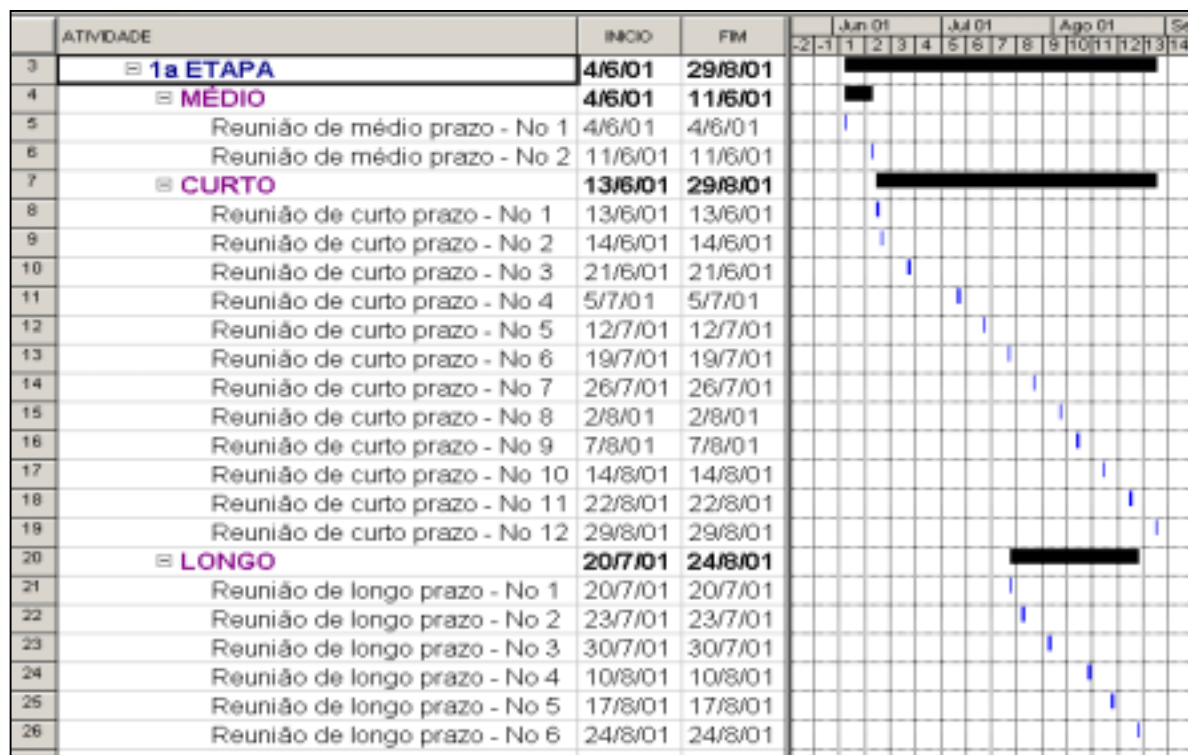


Figura 14 - Cronograma de implantação do PCP – 1ª Etapa

Iniciou-se a implantação do modelo do PCP proposto por Formoso et al. (1999), com uma reunião para a preparação do plano de médio prazo com a análise das restrições. Esperava-se que a programação de médio prazo (horizonte de um mês e ciclo de controle quinzenal) auxiliasse a execução do planejamento de curto prazo (horizonte e ciclo de controle semanal). Contudo, a reunião estendeu-se por mais de cinco horas, o que impossibilitou, nesta data, a realização do plano de curto prazo. Para a conclusão do plano de médio prazo inicial, foi ainda necessária outra reunião de mais cinco horas, somando um total de dez horas, utilizando o *software MExcel*. Nesta oportunidade foi realizada a análise das restrições.

Com relação ao plano de médio prazo, a causa para a excessiva demora na sua elaboração foi a necessidade de se fazer um levantamento dos pacotes de trabalho que faltavam ser realizadas dentro do horizonte de médio prazo, para posteriormente definir as tarefas a serem realizados na semana.

Para este plano utilizou-se a planilha apresentada na figura 15. Essa planilha continha uma coluna onde era descrito o pacote de trabalho a ser realizado, a data de início prevista, o dia da semana que correspondia a esse dia, a duração prevista para realizar a tarefa, a data de término previsto, a data de início real, a restrição identificada para aquele pacote, a data limite para remoção da restrição, o responsável por remover a restrição e a(s) tarefa(s) pré-

TAREFAS NORMAIS		Semana de 06/07/2001 a							Causa
		S	S	D	S	T	Q	Q	
	P								
	E								
	P								
	E								
	P								
	E								
	P								
	E								
	P								
	E								

Figura 16 - Plano de curto prazo inicial

Contudo vale salientar que esta ferramenta sofreu vários ajustes no decorrer dos trabalhos até obter sua versão final (figura 17). Entre as modificações, pode-se citar a inclusão das colunas (visto), na qual os encarregados rubricavam as tarefas que se comprometiam a fazer; (equipe), onde era inserida a quantidade de mão-de-obra direta necessária para a realização da tarefa; e (% executado) preenchido com o percentual físico executado de cada tarefa (esse valor variava de zero a 100%). Foi também inserida uma linha, abaixo da qual eram listadas as tarefas suplentes. Essas modificações ocorreram para melhor adequá-la à necessidade da administração da obra.

PLANEJAMENTO SEMANAL DE TAREFAS											
EMPRESA:		OBRA :				RESPONSÁVEL:					
TAREFAS NORMAIS	VISTO	EQUIPE	SEMANA DE							% EXECUTADO	CAUSAS
			S	S	D	S	T	Q	Q		
			P								
			E								
			P								
			E								
			P								
			E								
			P								
			E								
TAREFAS SUPLENTES											
			P								
			E								
			P								
			E								

Figura 17 - Plano de curto prazo versão final

Observa-se, na planilha de curto prazo, apresentada na figura 17, a existência de dois tipos de tarefas. Uma refere-se às tarefas normais para o período de uma semana. A outra corresponde às tarefas que possuíam restrições, mas tinham prioridades. Ou seja, assim que as restrições fossem removidas, durante a semana, poderiam ser executadas. Neste espaço também eram incluídas as tarefas suplentes propriamente ditas, que servem para proteger a produção contra as incertezas.

Algumas tarefas que possuíam restrição eram incluídas no plano semanal quando o engenheiro tinha segurança de que a remoção das restrições seria realizada antes da data prevista da execução. Algumas vezes chegou-se a entrar em contato com fornecedores de materiais, para ter certeza da entrega na data prevista.

Assim, pode-se observar que os critérios de qualidade propostos por Ballard (1999) não foram empregados na sua totalidade, pois os engenheiros ofereceram alguma resistência para sua total implementação. Nas semanas iniciais de implementação, se estes critérios fossem integralmente empregados praticamente não haveria tarefas a ser realizada naquele período.

Após estas duas primeiras semanas do estudo de caso (na primeira realizou-se o plano de médio prazo e a segunda o de curto prazo), até a implantação do plano de longo prazo informatizado, apenas foi realizado o planejamento de curto prazo. Isto porque houve muita dificuldade de implantar as reuniões para elaboração do plano de médio prazo, por depender muito tempo e esforço dos envolvidos devido a não definição de um plano de ataque e por representar o início de implementação de um novo processo na empresa. Por esta razão, este nível de planejamento só foi realizado uma única vez no início da implantação do processo e só foi retomada na segunda fase. Assim, as restrições passaram a serem identificadas no momento de realização dos planos de curto prazo. Ao analisar as tarefas a serem executadas na semana, surgiam discussões sobre as restrições, que acabavam sendo programadas para serem removidas no mesmo período em que a tarefa estava sendo executada. Apesar disto, a forma de se implementar satisfatoriamente o plano de médio prazo foi bastante discutida.

3.4.3.5 Elaboração do Plano de Longo Prazo Utilizando Ferramenta Computacional (Software Msproject)

A partir da sexta reunião para elaboração e avaliação do planejamento de curto prazo, foram realizadas seis reuniões envolvendo a equipe de pesquisadores, o engenheiro da obra,

gerente de contrato e alguns empreiteiros, para elaboração do planejamento de longo prazo, utilizando o *Software MSProject*.

Isso ocorreu devido ao excessivo esforço despendido para realização do plano de médio prazo e por haver a necessidade de melhor identificar e planejar os pacotes de trabalho necessários à conclusão da obra. Nesta oportunidade foi discutido o zoneamento da obra (engenheiro, gerente de contrato e pesquisadores) e o plano de ataque e o sequenciamento (engenheiro, gerente de contrato e pesquisadores) – Anexo B. Foi elaborada a EAP (Estrutura Analítica de Projeto) ou lista de pacotes de trabalho a serem realizados (engenheiro, gerente de contrato e pesquisadores), realizado o levantamento quantitativo dos pacotes relacionados na EAP (estagiário), e calculadas as durações e recursos com base nos índices de composições da empresa (engenheiro e gerente de contrato). Foram lançados os dados no *software* (engenheiro e pesquisadores) e, então, analisado o prazo (engenheiro, gerente de contrato e pesquisadores) e realizado o nivelamento dos recursos (engenheiro e pesquisadores).

3.4.3.6 Descrição da Ferramenta Computacional – Software MSProject

O *Microsoft Project* é um *software* da classe de gerenciadores de projeto, desenvolvido pela *Microsoft Corporation*, operando no ambiente *windows*, constituindo o primeiro *software* do gênero desenvolvido em português e disponibilizado no mercado.

Esta categoria de *softwares* permite o gerenciamento das tarefas, dos recursos alocados e dos custos resultantes, utilizando para isso a técnica CPM (Método do Caminho Crítico – *Critical Path Method*), pois o cálculo das durações se dá de forma determinística.

O *MSProject* foi escolhido para ser utilizado nesse estudo de caso pelas seguintes razões:

- a) É fácil de utilizar, pois trabalha em ambiente *windows*, sendo bem difundido entre os usuários dos computadores de pequeno porte;
- b) Pode ser adquirido facilmente no mercado;
- c) É direcionado unicamente para planejamento e controle e por esta razão possui recursos direcionados a esse processo; e
- d) Era bastante conhecido pela autora da presente dissertação.

As etapas para elaboração do plano de longo prazo estão descritas a seguir:

- a) Estruturar a obra - esta etapa contempla inicialmente o estudo do empreendimento, analisando-se as planilhas de preço, composições, especificações técnicas e, principalmente, os projetos. O empreendimento foi dividido em zonas e, a partir dessas zonas, identificou-se os processos e sub-processos a serem executados. Como produto, obteve-se uma lista dos pacotes de trabalho a serem realizados ao longo do empreendimento (EAP) e o zoneamento da obra. Para produzir esse zoneamento, dividiu-se os principais processos em etapas.
- b) Calcular os quantitativos - para cada pacote de trabalho relacionado na EAP foram calculadas as durações e recursos. Para isso foi necessário levantar os quantitativos com base nos projetos;
- c) Calcular as durações e recursos - com base nos quantitativos levantados anteriormente, tomando como referência os índices de mão-de-obra listados nas composições utilizadas na elaboração do orçamento da obra e a experiência das equipes envolvidas nas tarefas que não possuíam composição, foram estimados as durações e os recursos (mão-de-obra direta) necessários. Vale ressaltar que essas composições foram extraídas do orçamento da obra e algumas precisaram sofrer alterações. Por exemplo, o serviço “fôrma” foi sub-dividido em confecção de fôrma, colocação de fôrma e desforma.
- d) Estabelecer relações de precedência para os pacotes de trabalho - para cada pacote de trabalho listado na EAP contida no *software*, foram definidas as tarefas predecessoras e sucessoras. Essas ligações podem ser de quatro tipos: II (início - início), TT (término - término), TI (término - início), IT (início - término), conforme definido no item 2.3.2.1.
- e) Analisar as datas marcos e o caminho crítico - após lançar na planilha base os pacotes de trabalho, os quantitativos, as durações, os recursos, as predecessoras e sucessoras, analisaram-se as datas de realização das tarefas, a data final do projeto e o caminho crítico. Como o prazo final do empreendimento ultrapassou o do contrato, houve necessidade de aumentar as equipes dos pacotes de trabalho que fazem parte do caminho crítico e mudar o plano de ataque dessas tarefas. A seguir segue um exemplo de planilha base (figura 18).

Cod	Atividade	Quant	unid	Dur	Recurso	Predecessora	Successor
1	AMPLIAÇÃO DO PAVILHÃO DA UNEB			1791,22 h			
2	INICIO DA OBRA			0 h			6;7;13;47;48
3	PAVILHÃO DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO			805,9 h			
4	ESTRUTURA 3o PAVIMENTO			805,9 h			
5	VIGAS DO BALANÇO			31,73 h			
6	Colocação de forma	54,6	m2	6,75 h	Ser[6];Car[6,05]	2	8
7	Confeção de aço	95,7	kg	3,1 h	Ser;Arm	2	8
8	Colocação do aço	95,7	kg	4,65 h	Ser;Arm	6;7	9
9	Fabricação de concreto	2,9	m3	2,32 h	Ser[4]	8	10
10	Lançamento do concreto	2,9	m3	4,15 h	Ser[4,8];Ped[4]	9	11TI+8,8 h
11	Desforma	54,6	m2	5,06 h	Ser[2,02];Car[2]	10TI+8,8 h	20
12	VIGAS INVERTIDAS			211,31 h			
13	Confeção de forma	161,5	m2	74,9 h	Ser[2,02];Car[2]	2	14
14	Colocação de forma	161,5	m2	30 h	Ser[4,03];Car[4]	13	15
15	Fabricação de concreto	5,72	m3	3,05 h	Ser[7,2]	14	16
16	Lançamento do concreto	5,72	m3	5,46 h	Ser[6];Ped[6]	15	17TI+8,8 h
17	Desforma	161,5	m2	7,5 h	Ser[4,03];Car[4]	16TI+8,8 h	18TI+61,6 h
18	Retirada de escoramento	161,5	m2	20 h	Ser[4,03];Car[4]	17TI+61,6 h	20;59;64;6 h

Figura 18 - Planilha Base

3.4.4 Segunda Etapa

Na segunda etapa realizada entre 03/09 a 08/10/01 (figura 19), foram feitas três reuniões para elaboração do plano de médio prazo com duas horas cada reunião (total 06h); cinco reuniões para elaboração do plano de curto prazo com uma hora cada (total 05h); e cinco reuniões para comprometimento dos planos de curto prazo com a equipe (total 05h).

ATIVIDADE	INICIO	FIM	Set 01					Out		
			13	14	15	16	17		18	19
27	2a ETAPA	3/9/01	8/10/01							
28	MÉDIO	3/9/01	1/10/01							
29	Reunião de médio prazo - No 1	3/9/01	3/9/01							
30	Reunião de médio prazo - No 2	17/9/01	17/9/01							
31	Reunião de médio prazo - No 3	1/10/01	1/10/01							
32	CURTO	3/9/01	8/10/01							
33	Reunião de curto prazo - No 1	3/9/01	3/9/01							
34	Reunião de curto prazo - No 2	10/9/01	10/9/01							
35	Reunião de curto prazo - No 3	17/9/01	17/9/01							
36	Reunião de curto prazo - No 4	24/9/01	24/9/01							
37	Reunião de curto prazo - No 5	1/10/01	1/10/01							
38	Reunião de curto prazo - No 6	5/10/01	8/10/01							

Figura 19 - Cronograma de implantação do PCP – 2ª Etapa

Nesta etapa foi implementado o planejamento de longo prazo através do *software MSProject*. A partir deste plano, passou-se a elaborar o plano de médio prazo. Para isso, eram filtrados do plano de longo prazo os pacotes de trabalho a serem realizados no horizonte de médio prazo de quatro semanas e fazia-se, também, a análise de restrições.

O ciclo de controle era uma quinzena. Para melhor identificação, os pacotes de trabalho que possuíam restrições eram pintados na cor rosa e, no *software*, semanalmente, ao filtrar

esses pacotes os planos de curto prazo, realizava-se a atualização dos dados, removendo a cor rosa assim que tivessem suas restrições removidas. Um exemplo desta nova planilha, elaborada no *software MSProject*, está apresentada na figura 20.

A partir do plano de médio prazo filtrado, era feita uma avaliação dos planos de longo prazo, ou seja, caso alguns pacotes de trabalho que não tivesse sido previsto ou a seqüência de execução precisasse ser alterado, ou o dimensionamento dos recursos necessitasse de modificação, isso era feito no momento da elaboração do plano de médio prazo. Portanto, esse plano passou a ser fundamental para o ajuste da rede elaborada no longo prazo.

Participavam das reuniões de médio prazo o gerente de contrato, o engenheiro residente, o estagiário da obra, os empreiteiros envolvidos e membros da equipe de pesquisa.

Cod	Atividade	Restrição	Responsável	Datalim.	OK
1	AMPLIAÇÃO DO PAVILHÃO DA UNEB				
3	PAVILHÃO DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO				
54	ACABAMENTO				
80	REVESTIMENTO INTERNO - PAREDE				
81	TÉRREO				
84	REVESTIMENTO CERAMICO				
87	Assentamento de azulejo				
88	Rejuntamento	material	Augusto	15/09	
89	1º PAVIMENTO				
90	ARGAMASSADO - BALANÇA				
91	Massa Única				
92	REVESTIMENTO CERAMICO				
95	Assentamento de azulejo				
96	Rejuntamento	material	Augusto	15/09	

Figura 20 - Plano de médio prazo - análise de restrições (*MSProject*)

Os planos de curto prazo eram feitos de forma semelhante ao de médio, filtrando-se as tarefas da semana do plano de longo prazo resultante da alteração a partir das reuniões de planejamento de médio prazo. Nesse período, também era avaliado o avanço físico previsto em relação ao realizado e a data final do empreendimento, realizando alterações do plano de ataque, quando necessário, para manter a data de contrato.

Participavam dessa reunião os encarregados, engenheiro residente, estagiário, e membro da equipe de pesquisadores. Utilizava-se a planilha de curto prazo filtrada do *MSProject* (figura 21), que servia de ponto de partida para discutir a programação da semana. Como produto obtinha-se a planilha (figura 22) elaborada no *MSExcel*, que era mais facilmente entendida pelos encarregados.

Cod	Atividade	AF%	Dur	Quant	Un	Inicio	InicioR	Fim	FimR	Recurso
1	AMPLIAÇÃO DO PAVILHÃO DA UNEB	80%	603,4 h			16/7/01	16/7/01	19/10/01	NA	
3	PAVILHÃO DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO	83%	603,4 h			16/7/01	16/7/01	19/10/01	NA	
54	ACABAMENTO	83%	603,4 h			16/7/01	16/7/01	19/10/01	NA	
80	REVESTIMENTO INTERNO - PAREDE	91%	471,4 h			17/7/01	17/7/01	1/10/01	NA	
81	TÉRREO	91%	241,5 h			23/8/01	23/8/01	1/10/01	NA	
84	REVESTIMENTO CERAMICO	90%	220,6 h			27/8/01	27/8/01	1/10/01	NA	
88	Rejuntamento	0%	4,5 h	87,5	m2	1/10/01	NA	1/10/01	NA	Ser[5,98];Ped[2]
89	1º PAVIMENTO	90%	216,8 h			27/8/01	27/8/01	1/10/01	NA	
92	REVESTIMENTO CERAMICO	89%	216,8 h			27/8/01	27/8/01	1/10/01	NA	
96	Rejuntamento	0%	5 h	96,88	m2	1/10/01	NA	1/10/01	NA	Ser[5,98];Ped[2]
97	2º PAVIMENTO	87%	205,26 h			29/8/01	29/8/01	1/10/01	NA	
100	REVESTIMENTO CERAMICO	87%	205,26 h			29/8/01	29/8/01	1/10/01	NA	
104	Rejuntamento	0%	5 h	96,88	m2	1/10/01	NA	1/10/01	NA	Ser[5,98];Ped[2]
105	3º PAVIMENTO	94%	469,83 h			17/7/01	17/7/01	1/10/01	NA	
111	REVESTIMENTO CERAMICO	91%	196,43 h			30/8/01	30/8/01	1/10/01	NA	
115	Rejuntamento	0%	3,43 h	66,64	m2	1/10/01	NA	1/10/01	NA	Ser[5,98];Ped[2]
139	PISO	95%	496,6 h			16/7/01	16/7/01	2/10/01	NA	
178	PISO CERÂMICO	73%	180,6 h			3/9/01	3/9/01	2/10/01	NA	
179	TÉRREO	95%	169,5 h			3/9/01	3/9/01	1/10/01	NA	
182	Rejuntamento	0%	1,5 h	15,7	m2	1/10/01	NA	1/10/01	NA	Ser[2];Ped[2]
185	1º PAVIMENTO	89%	45,8 h			24/9/01	24/9/01	1/10/01	NA	
187	Assentamento de cerâmica	80%	3,63 h	18,7	m2	25/9/01	25/9/01	1/10/01	NA	Ser[2];Ped[2]
188	Rejuntamento	0%	1,8 h	18,7	m2	1/10/01	NA	1/10/01	NA	Ser[2];Ped[2]
191	2º PAVIMENTO	36%	48,96 h			24/9/01	24/9/01	2/10/01	NA	
194	Rejuntamento	0%	1,8 h	18,7	m2	1/10/01	NA	1/10/01	NA	Ser[2];Ped[2]
195	Peitoril	0%	12,6 h	46,8	m	1/10/01	NA	2/10/01	NA	Ser[4];Ped[4]

Figura 21 - Plano de curto prazo MSProject (01 a 07/10)

EMPRESA	PROGRAMAÇÃO SEMANAL DE TAREFAS											Causa / Restrição	
	PROJETO GEHIS		Obra: UNEB/Serrinha							Responsável: Augusto F. Rios			
	Visto	Equipe	P	15ª Semana - OUTUBRO							% exec.		
				1	2	3	4	5	6	7			
TAREFAS NORMAIS			S	T	Q	Q	S	S	D				
REJUNTAMENTO WC'S 3º PAV.	LIMA	2P:6S	P										
			E										
REJUNTAMENTO WC'S 2º PAV.	LIMA	2P:6S	P										
			E										
REJUNTAMENTO WC'S 1º PAV.	LIMA	2P:6S	P										
			E										
REJUNTAMENTO WC'S TÉRREO	LIMA	2P:6S	P										
			E										
PISO CERÂMICO WC'S 1º PAV.	LIMA	2P:2S	P										
			E										
PISO CERÂMICO GUARITA	LIMA	1P:1S	P										
			E										
REJUNTAMENTO PISO / AZULEJO GUARITA	LIMA	1P:1S	P										
			E										
TAREFAS SUPLENTES													
PORTA SEMI OCA GUARITA	LIMA	4C:2S	P										TRANSPORTE VIA MATRIZ
			E										
PORTA MACIÇA GUARITA	LIMA	4C:2S	P										TRANSPORTE VIA MATRIZ
			E										

Figura 22 - Plano de curto prazo MSExcel (01 a 07/10)

Antes da reunião de elaboração dos planos de curto prazo, o engenheiro e estagiário verificavam em campo as tarefas executadas ou não, referentes à semana anterior, atualizavam os dados no *software* e filtravam os pacotes da próxima semana. Antes da reunião de planejamento o engenheiro discutia com os encarregados os pacotes filtrados que tinham possibilidade de serem realizados, pois muitos desses pacotes, ou por possuírem restrição ou por não ser financeiramente vantajosa a sua realização, não eram

executados nesse período. Caso algum pacote da semana anterior não fosse cumprido, era investigada a causa do não cumprimento através da utilização da ferramenta do “cinco porquês”.

As tarefas comprometidas tinham o seu percentual físico levantado, sendo esse dado lançado na coluna avanço físicos do software, permitindo a avaliação desse indicador. O PPC também era outro indicador mensurado, sendo considerado na sua avaliação apenas as tarefas 100% concluídas.

No final da reunião, eram comunicados aos envolvidos os valores dos indicadores de avanço físico, PPC e desvio de prazo, sendo discutidas ações corretivas caso esses indicadores não fossem satisfatórios.

3.4.5 Terceira Etapa

Após as duas etapas descritas nos itens 3.4.3 e 3.4.4, passou-se à fase do processamento e análise dos dados. Essa atividade foi realizada ao longo de toda a implantação, mas avaliados conjuntamente nessa fase. Nesta etapa foram realizadas várias reuniões entre os membros da equipe de pesquisadores, além de entrevista (ANEXO C) com o engenheiro residente e o gerente de contrato. Buscou-se avaliar as vantagens e desvantagens do uso da informática na implementação do PCP nos moldes propostos e a identificação de melhorias potenciais. Ao final, foi elaborado um novo DFD com o objetivo de explicitar as melhorias no processo de planejamento e controle de produção.

O estudo de caso foi concluído com a realização de um seminário, no dia 26/10/2001. Participaram deste pesquisadores e representantes de ambas as empresas A e B, para apresentação e discussão dos resultados de ambos os estudos de caso.

3.5 ESTUDO DE CASO 2

3.5.1 Descrição da Empresa

A empresa B atua no ramo de construção civil desde 1991. Trabalha, principalmente, em incorporação e construção de edifícios residenciais de alto padrão na região metropolitana de Salvador. Possui em média 70 funcionários registrados e de acordo com a classificação do Sebrae pode ser considerada de pequeno porte (quadro 2).

Possui certificação ISO9002:1994 desde 2000 e, no momento do estudo de caso, se preparava para a adequação a nova versão da norma. Esta empresa realiza apenas um empreendimento de cada vez e seus serviços são executados, em quase sua totalidade, por equipes sub-empreiteitadas.

A gerência de cada empreendimento em execução também é responsável pela manutenção dos edifícios já entregues. Essa mão-de-obra indireta raramente sofre alteração, ou seja, são há mais de cinco anos permanentes na empresa.

No quadro 2 estão contidas as informações que caracterizam essa empresa, obtidos no segundo semestre de 2001.

Quadro 2 - Característica da Empresa B

Empresa	Cidade Sede da empresa	Cidade Sede da obra	Funcionários registrados (Média)	Área de atuação	Obras em andamento (Média)	Obras/ Engenheiro (Média)	Distância obra/ sede (Km)
B	Salvador	Salvador	70	Construção e incorporação de imóveis residenciais	01	0,33	08

3.5.2 Delineamento do Estudo

O método de pesquisa foi dividido em quatro etapas, conforme apresentado na figura 23. Na primeira etapa foi realizado um diagnóstico da empresa, da mesma forma que no estudo de caso 1, e realizada a primeira etapa de implementação do PCP. Teve a duração de cerca de sete semanas.

A segunda etapa durou cerca de nove semanas e foi iniciada após as modificações feitas no plano de longo prazo que utilizava como pacote computacional o *software MSProject*. Como não eram realizadas atualizações semanais, os pacotes de trabalho definidos no plano de longo prazo se diferenciavam dos utilizados no curto prazo. Por esta razão, procurou-se adequar o plano de longo prazo à realidade da obra. A partir desta modificação passou-se a filtrar os planos de médio e curto prazo, a exemplo do estudo de caso anterior.

A terceira etapa durou cerca de cinco semanas. Foi iniciada cinco meses após a conclusão da terceira etapa e também utilizou como pacote computacional o *software MSProject*. Devido às atualizações, mesmo após as alterações, não refletiram a realidade de execução e os pacotes de trabalho definidos no plano de longo prazo se diferenciavam muito dos

utilizados no curto prazo, procurou-se elaborar um novo plano de longo prazo, adequando o mesmo à realidade da obra.

A quarta etapa durou cerca de quatro semanas e teve por objetivo o processamento e análise dos dados, sendo semelhante à terceira etapa do estudo de caso 1.

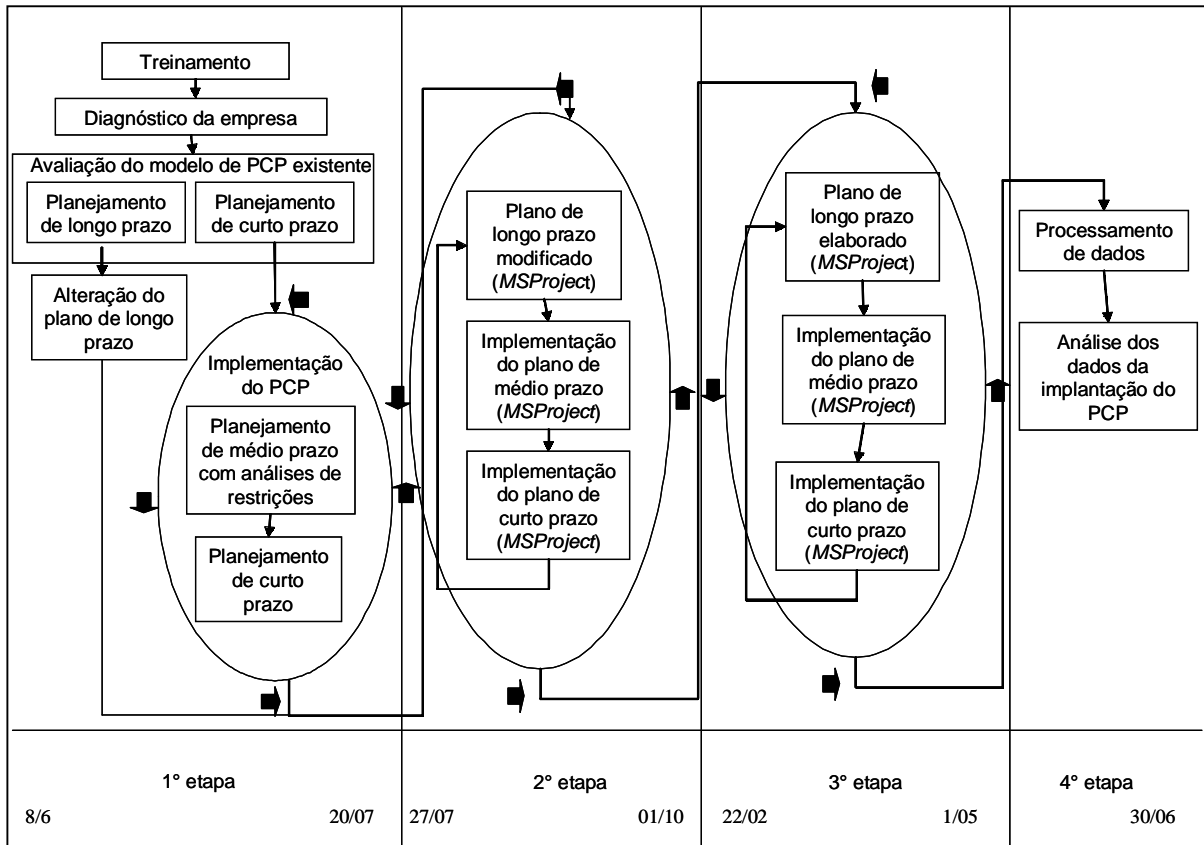


Figura 23 - Etapas do estudo de caso 2

3.5.3 Primeira Etapa

3.5.3.1 Treinamento

Iniciou-se a pesquisa aplicando um treinamento com duração de quatro horas, para funcionários da empresa, ministrado nas instalações da obra, em 04/06/2001, semelhante ao aplicado no estudo de caso 01. Participaram deste treinamento: os engenheiros residentes (gerente da obra, engenheiro de planejamento e engenheiro de suprimentos), dois diretores e os pesquisadores. Vale ressaltar que, da mesma forma que no estudo anterior, o treinamento da equipe da empresa estendeu-se ao longo de todo o estudo.

3.5.3.4 Alteração do Plano de Longo Prazo

Na revisão do plano de longo prazo, o número de pacotes de trabalho definido no *MSPProject* aumentou de 1257 para 1592, ou seja, em 21%. Entre as mudanças destaca-se a inclusão de muitos pacotes que não foram previstos inicialmente, tais como: estruturas das garagens; prumada e isométrico de instalações hidrosanitárias (cozinha, lazer, área de serviço, sanitários), mestras do teto, peitoril e pintura da fachada das garagens.

Além disso, algumas tarefas foram reempacotadas¹³. Dentre elas pode-se citar: contra marco/kit porta pronta (foi dividido em contra-marco sanitário, contra-marco tipo e kit porta pronta); massa única/emboço (massa única para pintura, emboço da lavanderia, emboço da área de serviço e emboço do sanitário com água quente); contrapiso/proteção mecânica (contrapiso e proteção mecânica), revestimentos (revestimento da cozinha, revestimento da lavanderia, revestimento da área de serviço e revestimento do sanitário com água quente); pavimentação (pavimentação da cozinha, pavimentação do sanitário, pavimentação da varanda e mármores das salas); forro (forro do sanitário e forro das varandas); rodapé (rodapé de madeira e rodapé de mármore); pintura (massa, 1ª demão e 2ª demão de pintura); louças (louças e metais), pavimentação (piso cerâmico, piso em granito e cimentado) e revestimento da fachada garagens (lateral direita rampa, lateral direita garagem, garagem frontal, lateral esquerda garagem e lateral esquerda rampa).

Finalmente, houve também a alteração do plano de ataque de alguns pacotes de trabalho. Por exemplo, as tarefas de acabamento que antes tinham sido programadas para serem executadas de baixo para cima, foram invertidas (de cima para baixo). Após essas alterações, o prazo final previsto foi reduzido, passando o prazo de conclusão de 24/04/01 para 15/04/01.

3.5.4 Segunda Etapa

A segunda etapa foi realizada entre 27/07 a 01/10/01 (figura 27), tendo sido implementados os planos de médio e curto prazo a partir do plano de longo prazo alterado na etapa anterior através do *software MSPProject* e adotando as modificações descritas no item 3.5.3.4.

¹³ Reempacotar significa, no presente trabalho, redividir o pacote de trabalho definido no plano de longo e médio prazo, por exemplo, em função da quebra de um pacote grande em pacotes menores.

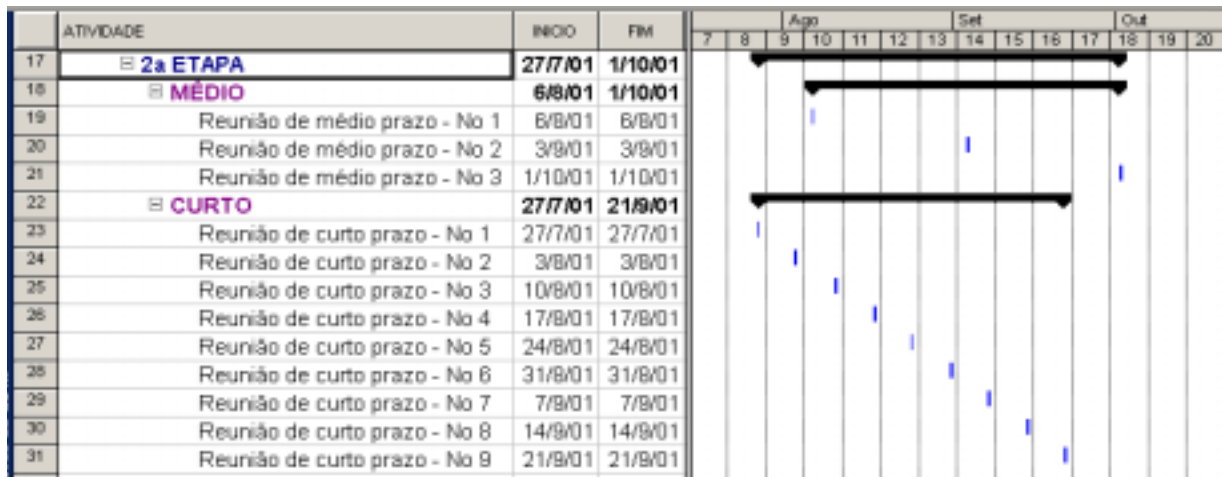


Figura 27 - Cronograma de implantação – 2ª Etapa

A partir deste plano, passou-se a elaborar o planejamento de médio prazo em cerca de duas horas, tornando o processo de planejamento mais eficiente do que na primeira etapa do estudo. Para a elaboração do plano de médio prazo, o engenheiro de planejamento filtrava do plano de longo prazo os pacotes de trabalho a serem executados no horizonte de oito semanas e ciclo de controle de quatro semanas, fazendo-se, a partir desses planos, a análise de restrições, em conjunto com a equipe de pesquisadores. Em algumas reuniões, houve também a participação do gerente da obra.

COD	ATIVIDADE	INICIO	FIM	RESTRIÇÃO	RESPONSÁVEL	DATA LIM	OK
0	PROJETO EDIFÍCIO MANSÃO BERNINI	3/4/00	18/6/02				
68	OBRA BRUTA NA TORRE / COBERTURA	6/2/01	7/3/02				
94	ALVENARIA	14/2/01	9/10/01				
117	Alvenaria Forro da Cobertura - Nivel + 3,00	25/9/01	2/10/01	Material	Marcelo	20/09	
118	Alvenaria Fundo do Reserv Superior - Nivel + 4,02	2/10/01	9/10/01	Material	Marcelo	20/09	
119	RASGOS EM ALVENARIAS	20/3/01	17/10/01				
141	Rasgos em Alv Plataforma Elevador - Nivel + 1,75	25/9/01	2/10/01	Projeto	Cleiton	01/09	
142	Rasgos em Alv Forro da Cobertura - Nivel + 3,00	2/10/01	9/10/01				
143	Rasgos em Alv. Fundo do Reserv Superior - Nivel + 4,02	9/10/01	17/10/01				
144	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS EM ALVENARIAS	7/5/01	17/12/01				
157	Instalações Hidrossanit. em Alvenarias Pav. 13	4/6/01	1/10/01				
158	Instalações Hidrossanit. em Alvenarias Pav. 14	4/6/01	4/10/01				
159	Instalações Hidrossanit. em Alvenarias Pav. 15	4/6/01	9/10/01				
160	Instalações Hidrossanit. em Alvenarias Pav. 16	9/10/01	17/10/01	Material, mão de obra	Marcelo	15/09	
161	Instalações Hidrossanit. em Alvenarias Pav. 17	17/10/01	24/10/01				
162	Instalações Hidrossanit. em Alvenarias Pav. 18	25/10/01	1/11/01				

Figura 28 - Plano de médio prazo MSProject - 2ª Etapa

A planilha filtrada do software MSProject está apresentada na figura 28, contendo as seguintes colunas: descrição do pacote de trabalho, data de início e fim do pacote de trabalho, restrições existentes e responsável pela remoção da restrição, data limite para remoção das restrições e (Ok), preenchida após a restrição ser removida.

restrições, mas que eram consideradas prioritárias e também que serviam para proteger a produção contra as incertezas, sendo estas denominadas de atividades suplentes, da mesma forma que no estudo de caso 1.

Nessa nova planilha, também foi inserido um campo para digitação do PPC. Como as planilhas eram individuais, por encarregado, após o término da semana, atualizavam-se os dados de realização das atividades e calculava-se o PPC com maior facilidade.

Para elaboração do plano de curto prazo, o engenheiro de planejamento verificava em campo o cumprimento ou não da programação da semana anterior, fazia um levantamento das tarefas que estavam incompletas ou necessitavam ser refeitas. As causas do não cumprimento dos planos eram identificadas e listadas no campo "descrição da não conformidade", sendo, para isso, utilizada a ferramenta "5 porquês".

Os dados eram atualizados inserindo as datas de realização das atividades que estavam contidas no plano de longo prazo do *MSPProject*, filtrava as atividades da próxima semana deste plano e elaborava no *MSEXcel* (figura 30) uma primeira versão do plano de curto prazo.

Para a elaboração desse plano, eram utilizadas aproximadamente duas horas, com a participação dos encarregados, engenheiro residente, estagiário e membro da equipe de pesquisadores. A planilha de curto prazo filtrada do *MSPProject* (figura 31) tinha a descrição dos pacotes de trabalho, a suas durações estimadas e as datas de início e término, obtidas após a elaboração da rede de precedência.

Esta planilha servia como ponto de partida para discutir a programação da semana. Como produto final obtinha-se a planilha da figura 32, elaborada no *MSEXcel*, que melhorava a transparência do processo, sendo facilmente entendida pelos encarregados.

Id	TAREFA	DURAÇÃO	INÍCIO	FIM
0	EDIFÍCIO MANSÃO LORENZO BERNINI	491,84 dias	03/04	15/04
65	CONCLUSÃO DA ESTRUTURA	0 dias	20/07	20/07
66	CONCLUSÃO DA ESTRUTURA	0 dias	20/07	20/07
67	Conclusão da Estrutura	0 dias	20/07	20/07
68	OBRA BRUTA NA TORRE / COBERTURA	174,56 dias	06/02	25/03
69	MARCAÇÃO	114,06 dias	06/02	27/07
90	Marcação Piso da Cobertura - Nível 0,00	5 dias	13/07	24/07
91	Marcação Plataforma Elevador - Nível - 1,75	1 dia	24/07	25/07
92	Marcação Forro da Cobertura - Nível - 3,00	1 dia	25/07	26/07
93	Marcação Fundo do Reserv. Superior - Nível - 4,02	1 dia	26/07	27/07
94	ALVENARIA	119,17 dias	16/02	13/03
115	Alvenaria Piso da Cobertura - Nível 0,00	5 dias	24/07	31/07
119	RASGOS EM ALVENARIA	101,61 dias	20/02	15/03
136	Rasgos em Alvenarias Pav. 17	5 dias	20/07	27/07
137	Rasgos em Alvenarias Pav. 18	5 dias	17/07	24/07

Figura 31 - Plano de curto prazo MSProject 20 a 26/07 - 2ª Etapa

A planilha da figura 32 era entregue aos encarregados, com um dia de antecedência, e nas reuniões de curto prazo, que durava cerca de uma hora, cada um deles avaliava, em conjunto com o engenheiro de planejamento, gerente da obra e outros encarregados, suas tarefas, comprometendo-se com as metas da semana. Nessas reuniões, eram avaliadas as causas do não cumprimento das tarefas da semana anterior através da técnica dos cinco porquês e mensurado o PPC de cada encarregado.

		PROGRAMAÇÃO DOS SERVIÇOS										FOR 4.9-01			
												Revisão: 3			
												Elaborado por: PROD			
												Aprovado por:			
												Data: 9/8/2001			
OBRA: LORENZO BERNINI		PERÍODO: 5 / 4 / 2002 A 11 / 4 / 2002													
ELABORADO POR: CLEITON ROCHA		ENCARREGADO: VALDEMIRO										DATA: 4 / 4 / 2002			
ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO A EXECUTAR	EQUIPE	DIAS DA SEMANA							MÉTODO DE EXECUÇÃO	INSPEÇÃO				
			S	S	D	S	T	Q	Q		C/NC	RESP.	DATA	E.I.M.E.	
1*	Instalação da ducha de acesso a quadra	Prof.: P Ser.: E				X	X	X	X	INS 4.9.09-02					
2	Instalações de metais do 1º , 19º ao 15º pav.	Prof.: P Ser.: E				X	X	X	X	INS 4.9.09-02					
3	Instalação hidrossanitária do vestiário da G3 e interligação a rede provisória	Prof.: P Ser.: E	X	X		X	X	X	X	INS 4.9.09-02					
4*	Intalação de louças do vestiário da G3	Prof.: P Ser.: E						X	X	INS 4.9.09-02					
5*	Intalação de metais do vestiário da G3	Prof.: P Ser.: E						X	X	INS 4.9.09-02					
6	Instalação da banheira do 2001	Prof.: P Ser.: E				X	X			INS 4.9.09-02					
7	Colocação de ralos abacaxi do telhado	Prof.: P Ser.: E				X	X	X	X	INS 4.9.09-02					
8	Instalação de filtros e bomba piscina do play - tarefa suplente	Prof.: P Ser.: E								INS 4.9.09-02					
9	Instalação de sauna - tarefa suplente	Prof.: P Ser.: E								INS 4.9.09-02					
NÃO-CONFORMIDADES E DISPOSIÇÕES															
ITEM	DESCRIÇÃO DA NÃO-CONFORMIDADE	DISPOSIÇÃO DADA								C/NC	RESP.	DATA	E.I.M.E.		

Legenda:
 E.I.M.E. = Equipamento de Inspeção, Medição e Ensaio P.P.C. = Percentual Programado Concluído A.R. = Atividade Reprogramada Prof.: = Profissional Ser.: = Servente P = Planejado E = Executado

Figura 32 - Plano de curto prazo MSEExcel

Ao final da segunda etapa foi realizado o seminário, para apresentação e discussão dos resultados, mencionado no item 3.4.5.

3.5.5 Terceira Etapa

A terceira etapa do estudo de caso, realizada entre 22/02/02 a 1/05/02, teve como objetivo testar os indicadores propostos nesse trabalho (ver item 3.6), assim como avaliar a implementação dos planos de longo, médio e curto prazo na fase final do empreendimento, semelhante ao estudo de caso 1. As principais atividades realizadas estão apresentadas na figura 33.

Nesta etapa, foi elaborado pelos engenheiros residentes um novo plano de longo prazo com 1093 pacotes de trabalho através do software *MSProject*, contendo somente as tarefas para execução do acabamento da cobertura, *play-ground*, garagens, quadra, fachada, telhado e acabamentos finais (arremates, esquadrias, vidros, colocação de louças, metais, acabamentos elétricos, fiação, luminárias, forros e pinturas) dos pavimentos tipo. O plano anterior foi abandonado, pois a equipe da obra ainda tinha dificuldade de entendê-lo e atualizá-lo. Além disso, algumas etapas que ainda faltavam ser executada não estavam contempladas.

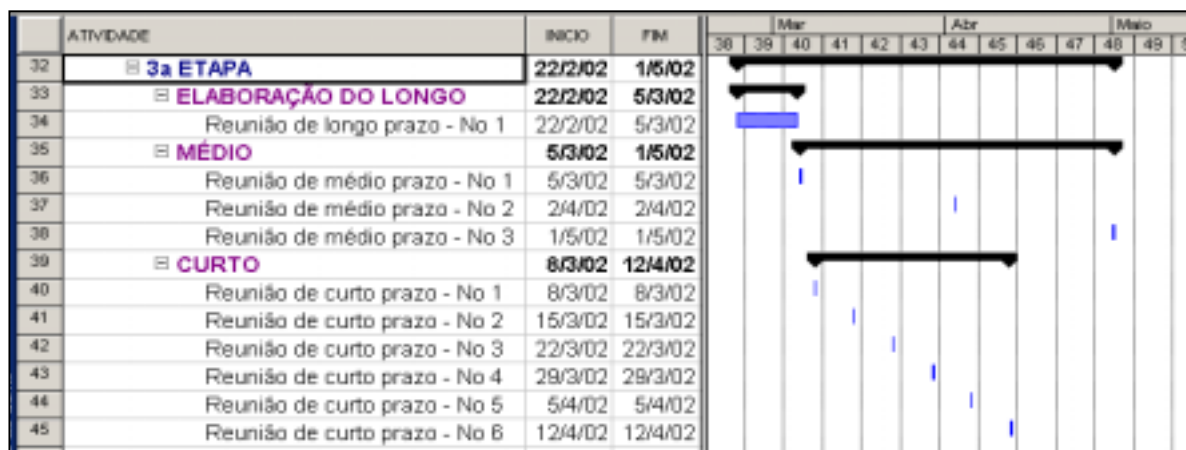
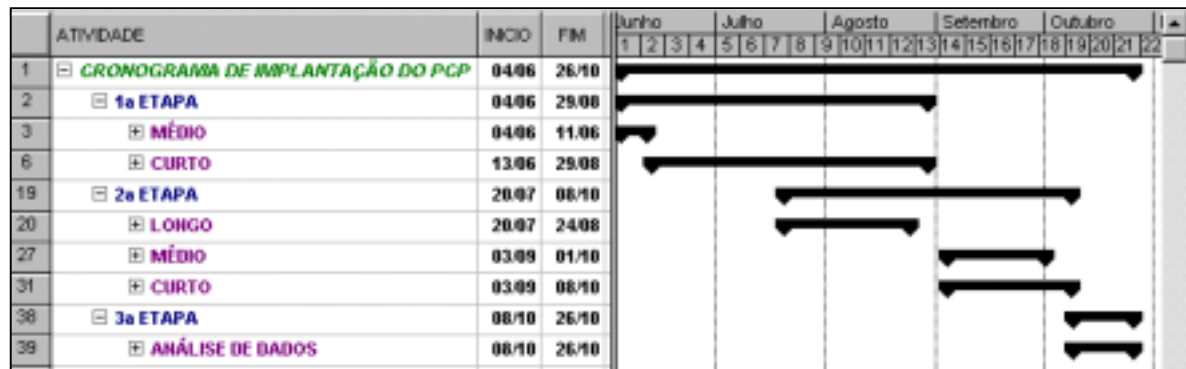


Figura 33 - Cronograma de implantação – 3ª Etapa

A partir deste plano, passou-se a elaborar o planejamento de médio prazo com horizonte de oito semanas e ciclo de controle de quatro semanas, em cerca de uma hora, aumentando a eficiência do planejamento em relação à segunda etapa do estudo. Isso pode ser atribuída a melhor qualidade do plano de longo prazo, ao fato de que este foi elaborado pela equipe da obra, e também ao aprendizado da equipe. A elaboração do plano de médio prazo seguiu um procedimento semelhante ao da etapa anterior – a principal diferença era a participação do gerente de suprimentos nas reuniões.

Os dados nessa etapa, que serviram para elaboração dos indicadores, foram coletados por pesquisadores do Projeto GEHIS. A autora dessa dissertação participou apenas da sua análise.

A planilha filtrada com o software *MSPProject* está apresentada na figura 34. Sua única diferença em relação à anterior é a inserção das barras representando as durações dos pacotes de trabalho, de forma a melhorar a transparência. Passou-se a não utilizar a planilha do *MSExcel* pois o cronograma de restrições era elaborado diretamente no *MSPProject*.

COD	PACOTE DE TRABALHO	NOX	FM	RESTRIÇÃO(PPRO/MAT/MO/LEQUESF)	RESPONSÁ	DATA LIM	OT	Março	Abril
1	OBRA LORENZO BERNINI	11/3/02	28/5/02						
18	20° PAV E COBERTURAS	11/3/02	15/5/02						
35	ESQUADRIA DE ALUMÍNIO	2/4/02	19/4/02	MAT- Buchas da porta de giro	Viviane	20/03	OK		
96	TIPO 19° AO 1° PAV.	11/3/02	16/5/02						
462	ÁREA COMUM TORRE	11/3/02	24/5/02						
589	PORTA VIDRO TEMPERADO	3/4/02	18/5/02	MAT- Porta de vidro	Marcelo	20/03			
612	PINTURA	18/3/02	23/5/02	MAT- Tinta	Marcelo	20/03			
809	FACHADA	11/3/02	24/5/02						
810	TORRE	11/3/02	17/5/02	MAT- Fiação	Marcelo	5/03	OK		
866	PLAY	11/3/02	16/5/02						
985	GARAGENS	11/3/02	29/4/02						
1046	ACESSO A QUADRA	18/3/02	29/4/02						
1079	PAISAGISMO	11/5/02	28/5/02	MATMO- Contratar	Marcelo	11/04/02			

Figura 34 - Plano de médio prazo MSProject - 3ª Etapa

Para o planejamento de curto prazo, com horizonte e ciclo de controle semanal, foi mantido o mesmo procedimento da segunda etapa do estudo de caso, sendo necessária uma hora para elaboração dos planos e uma hora para reunião com os encarregados.

Vale ressaltar que as alterações (inclusão ou modificação dos pacotes de trabalho filtrados) realizadas nos momentos de elaboração dos planos de curto prazo, não eram registradas no plano de longo prazo do *MSProject*, mas somente inseridas nos planos de curto prazo (*MSEXcel*).

3.5.6 Quarta Etapa

Após as três etapas descritas nos itens 3.5.3 a 3.5.5, passou-se à fase do processamento e análise dos dados, na qual foram processados e analisados dados de todas as fases de implantação. Nesta etapa, foram realizadas várias reuniões entre os membros da equipe de pesquisadores, além da realização de entrevista com o engenheiro da obra. Foi também, elaborado o DFD final com o objetivo de verificar as melhorias no processo, após implantação do novo sistema de planejamento e controle de produção.

3.6 INDICADORES DE DESEMPENHO DO PCP

Os indicadores propostos para o processo de planejamento e controle da produção tiveram como objetivo avaliar a qualidade dos planos, particularmente no que se refere à aderência entre os diferentes níveis de planejamento. Todos estes indicadores foram obtidos com relativa facilidade a partir da utilização do *software MSProject*. A seguir estão descritos os oito indicadores aplicados nesse trabalho, o seu objetivo, o procedimento para a coleta, a fórmula (caso exista), o critério para análise e a periodicidade de aferição.

Projeção de prazo (PP)

- Objetivo – monitorar o desempenho da obra em relação ao cumprimento de prazo.
- Procedimento de coleta – o indicador de projeção de prazo corresponde à duração total estimada, em dias, para execução da obra, a partir do cálculo do caminho crítico obtido da rede de precedência atualizada. A análise deste indicador acontece toda vez que a rede é atualizada;
- Critério de análise – se o número de dias necessários a execução da obra é maior que o previsto, a obra está atrasada; se o número de dias necessários à execução da obra é menor que o previsto, a obra está adiantada.
- Periodicidade – semanal ou quinzenal, conforme o ciclo de controle do plano de curto prazo.

Percentual da programação concluída (PPC)

- Objetivo – avaliar a eficácia do planejamento de curto prazo, identificar problemas na execução e orientar a implementação de ações.
- Procedimento de coleta – coleta-se os dados a partir das tarefas planejadas na planilha do plano de curto prazo sendo o indicador obtido pela relação entre o número de tarefas concluídas e o número total de tarefas planejadas. No caso da realização de atividades reservas, ou suplentes, estas não são consideradas no cálculo.
- Formula – $PPC = \frac{\text{Número de tarefas concluídas}}{\text{Número total de tarefas planejadas}}$
- Critério de análise –

PPC > 80 % - bom
PPC < 80% e > 60% - médio
PPC < 60% - ruim
- Periodicidade – semanal ou quinzenal, conforme o ciclo de controle do plano de curto prazo.

Percentual de pacotes de trabalho modificados, adicionados ou excluídos no plano de longo prazo (PPTM).

- Objetivo - verificar o número de pacotes de trabalho adicionados, modificados ou excluídos no planejamento de longo prazo, durante as atualizações ocorridas na preparação do plano de curto prazo.
- Procedimentos de coleta - ao alterar o planejamento de longo prazo modificam-se os pacotes de trabalho em função da variabilidade do processo, de mudanças de projeto ou desdobramento dos referidos pacotes, entre outras causas. Quanto mais detalhado o plano de longo prazo feito no início da obra, maior tende a ser o número de alterações ao elaborar os planos de médio e curto prazo.
- Formula - $PPTM = \frac{\text{nº de pacotes de trabalho modificados, adicionados ou excluídos}}{\text{nº de pacotes de trabalho previsto no plano de longo prazo}}$
- Critérios de análise - quanto maior for o valor deste indicador, maior o número de alterações nos planos previstos inicialmente. Um valor alto para este indicador não identifica necessariamente uma situação negativa. Existe

a necessidade de conhecer a natureza das alterações realizadas - por exemplo, se houver a adição de muitos pacotes não previstos no plano original, pode haver indicações que o plano elaborado inicialmente não considerou adequadamente o escopo do trabalho a ser realizado.

- Periodicidade – semanal ou quinzenal, conforme o ciclo de controle do plano de curto prazo.

Indicador de aderência (IA)

- Objetivo – medir o grau de aderência entre os planos de diferentes níveis gerenciais.
- Procedimento de coleta – ao filtrar do plano de hierarquia superior os pacotes de trabalho previstos, identificam-se àqueles que devem ser efetivamente incluídos no plano de hierarquia inferior. Este indicador reflete a eficácia do planejamento de médio prazo, pois os pacotes de trabalho filtrados do longo prazo podem não estar sendo utilizados no plano de curto prazo por possuir restrições. Além disto, podem ser identificados problemas relacionados a mudanças no plano de ataque e fluxo de caixa desfavorável.
- Fórmula -
$$IA = \frac{\text{n}^\circ \text{ de pacotes de trabalho utilizado no plano de hierarquia inferior}}{\text{n}^\circ \text{ de pacotes de trabalho filtrado do plano de hierarquia superior}}$$
- Critérios de análise - quanto mais próximo de 100%, maior a vinculação entre os planos de diferentes níveis gerenciais.
- Periodicidade – semanal ou quinzenal, conforme o ciclo de controle do plano de curto prazo.

Avanço Físico (AF%)

- Objetivo – representa a relação entre a quantidade de trabalho executado e o total previsto no empreendimento.
- Procedimento de coleta – é definido dando-se um peso a cada tarefa. Em geral, considera-se o esforço para realizar a obra, expressos pelas quantidades previstas homens-horas. Ao utilizar o *software MSProject*, lança-se o número de homens-hora e a duração de cada tarefa e o cálculo é realizado automaticamente através da fórmula abaixo. À medida que o controle é efetuado, o *software* fornece dados do percentual acumulado de avanço físico realizado da obra. Este indicador tem como principal dificuldade a necessidade de obter índices de composição para todas as tarefas. Tais índices podem ser de difícil obtenção para algumas empresas. Além disso, sua geração está baseada no método do custo padrão, que traz implicitamente a utilização de alocações arbitrárias de custos indiretos.
- Fórmula -
$$AF\% = \frac{\text{n}^\circ \text{ de horas de mão - de - obra gastas para realização das tarefas}}{\text{n}^\circ \text{ de horas de mão - de - obra total do projeto}}$$
- Critérios de análise - esse indicador deve ser analisado em conjunto com o indicador de desvio de prazo, pois seu valor elevado não reflete necessariamente o adiantamento da obra, pois as tarefas antecipadas podem não estar no caminho crítico.
- Periodicidade – semanal ou quinzenal, conforme o ciclo de controle do plano de curto prazo.

Indicador de utilização dos pacotes de trabalho (IUP)

- Objetivo – verificar o grau de utilização dos pacotes de trabalho filtrados no planejamento de curto prazo que não possuíam restrição.
- Procedimento de coleta – ao filtrar do planejamento de longo prazo os pacotes de trabalho que necessitam serem realizados naquele período, identificam-se àqueles que não tem restrição. Entre estes, nem todos são selecionados para o plano de curto prazo, em função de mudanças de prioridade.
- Formula -
$$IUP = \frac{\text{n}^\circ \text{ de pacotes utilizados}}{\text{n}^\circ \text{ de pacotes filtrados sem restrição}}$$
- Critérios de análise - quanto mais próximo de 100%, mais eficazes estão sendo os planos de médio e curto prazo.
- Periodicidade – semanal ou quinzenal, conforme o ciclo de controle do plano de curto prazo.

Indicador de remoção de restrição (IRR)

- Objetivo – avaliar a eficácia do processo de remoção de restrições no nível de planejamento de médio prazo.
- Procedimento de coleta – ao filtrar do planejamento de médio prazo os pacotes de trabalho que necessitam serem realizados no horizonte de curto prazo, identifica-se aqueles que tiveram suas restrições efetivamente removidas.
- Formula -
$$IRR = \frac{\text{n}^\circ \text{ de pacotes filtrados sem restrição}}{\text{n}^\circ \text{ total de pacotes filtrados}}$$
- Critérios de análise - Quanto mais próximo de 100%, maior a eficácia no processo de remoção de restrições.
- Periodicidade – semanal ou quinzenal, conforme o ciclo de controle do plano de curto prazo.

O conjunto de indicadores propostos está resumidamente apresentado no quadro 3. Este quadro descreve de forma resumida as conclusões que se pode obter com os indicadores. Dois deles, avanço físico e projeção de prazo, foram identificados pela gerência das obras dos dois estudos de caso como mais importantes para o gerenciamento e tomada de decisão. Os demais servem como suporte para analisar a qualidade dos planos e identificar problemas existentes no processo de planejamento e controle da produção.

Quadro 3 - Principais conclusões obtidas a partir dos indicadores

INDICADOR	SITUAÇÃO				CONCLUSÃO
	< que o previsto	> que o previsto	alto	baixo	
Projeção de prazo(PP)					Obra adiantada.
					Obra atrasada.
Percentual de planos completos (PPC)					Alta confiabilidade do planejamento de curto prazo
					Baixa confiabilidade do planejamento de curto prazo
Avanço Físico (AF%)					Execução de menos tarefas que o previsto, ou execução do mesmo número de tarefas só que com percentual físico menor.
					Execução de mais tarefas que o previsto, ou execução do mesmo número de tarefas só que com percentual físico maior.
Indicador de Aderência (IA)					Poucos pacotes filtrados possuem restrição, plano de longo prazo sendo cumprido.
					Muitos pacotes filtrados possuem restrição, plano de longo prazo não esta sendo cumprido.
Percentual dos Pacotes de Trabalho Modificados, Adicionados ou Excluídos (PPTM)					Gandes mudanças no plano de longo prazo.
					Poucas mudanças no plano de longo prazo.
Indicador de Utilização de Pacotes de Trabalho (IUP)					Plano de longo prazo sendo cumprido.
					Plano de longo prazo não esta sendo cumprido.
Indicador de Remoção de Restrição (IRR)					Bom desempenho no processo de remoção de restrições.
					Mau desempenho no processo de remoção de restrições.

A análise dos indicadores propostos foi limitada pelo fato de que os mesmos foram utilizados apenas na etapa de processamento dos dados, 3ª etapa no estudo de caso 1 e 4ª etapa no estudo de caso 2. Assim, não houve oportunidade de testá-los durante os ciclos de controle da produção de médio e curto prazo – sugere-se que este tipo de análise seja realizado em estudos futuros.

4 RESULTADOS OBTIDOS

4.1 ESTUDO DE CASO 1

4.1.1 Estrutura Organizacional

A estrutura organizacional da empresa está apresentada no organograma da figura 35, sendo que a parte referente à obra encontra-se destacada com a cor cinza. Nesse organograma, pode-se constatar que a empresa possui um comitê da qualidade formado para analisar e aprovar os procedimentos elaborados; uma gerência da qualidade responsável por identificar os envolvidos nos processos, por convocá-los e por elaborar os procedimentos em conjunto; um setor de custos e orçamento que elabora os orçamentos para concorrência e controla os custos das obras que estão sendo executadas, comparando o custo previsto com o realizado; uma gerência de contrato composta pelos seus diretores, que acompanham os contratos, os prazos, solicitam os aditivos, emitem faturas e acompanham os pagamentos nos órgãos; um gerente financeiro que cuida das contas a pagar; uma gerência administrativa que é responsável pela manutenção da sede, contratação e demissão da mão-de-obra; e um setor de compras que efetua as cotações, realiza as compras de grande porte e providencia os transportes.

A estrutura organizacional das obras se repete para a maioria dos empreendimentos. A gerência da obra é representada por um engenheiro responsável por planejar, em conjunto com a equipe de produção, as tarefas a serem realizadas, solicitar os materiais e mão-de-obra, analisar os projetos, elaborar as medições e controlar a qualidade dos serviços; compras e almoxarifado realizam as compras de pequeno porte e controlam os materiais, equipamentos e ferramentas no canteiro; o setor administrativo/financeiro é responsável pelo pagamento da mão-de-obra, pela documentação de admissão e demissão; o setor de produção (mestres e encarregados) é responsável por discutir o planejamento com a gerência da obra e com a equipe de campo, realizar as tarefas, conferindo a sua qualidade.

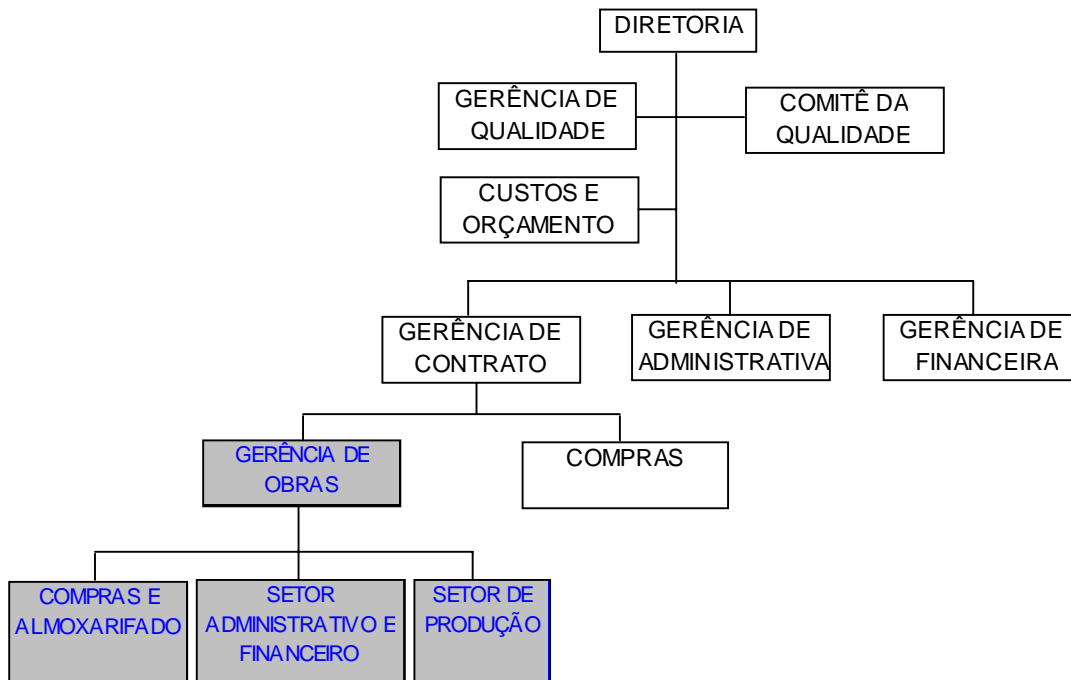


Figura 35 - Organograma da Empresa A

Da observação destes organogramas, percebe-se as interdependências entre os diversos departamentos da empresa, ficando sob a responsabilidade da gerência da obra a implementação do PCP.

4.1.2 Descrição do Empreendimento

O empreendimento estudado corresponde à ampliação do pavilhão de aulas da Universidade Estadual da Bahia (UNEB), localizado na cidade de Serrinha-Ba. A edificação possui três pavimentos, sendo que a portaria tem 16,06 m² e a área do pavimento de aulas 1.541,5 m², divididos em oito salas de aulas, um auditório, seis sanitários e estacionamento privativo, somando um total de 1.557,56m² de área construída.

A obra foi contratada pela SUCAB (Superintendência de Construções Administrativas da Bahia), órgão do Governo do Estado da Bahia responsável pela fiscalização dos serviços. A liberação dos recursos tinha frequência mensal a partir de medições de serviços executados e dos preços unitários definidos no contrato. O prazo de execução da obra, conforme contrato, era de 10 (dez) meses, tendo sido iniciada em janeiro de 2000. Devido a problemas de liberação de faturas, a obra foi paralisada em 15/07/2000, durante 198 dias.

4.1.3 Descrição do Processo de Planejamento

O diagrama de fluxo de dados apresentado a seguir (figura 36) representa o fluxo da informação referente ao PCP, antes do início do estudo de caso.

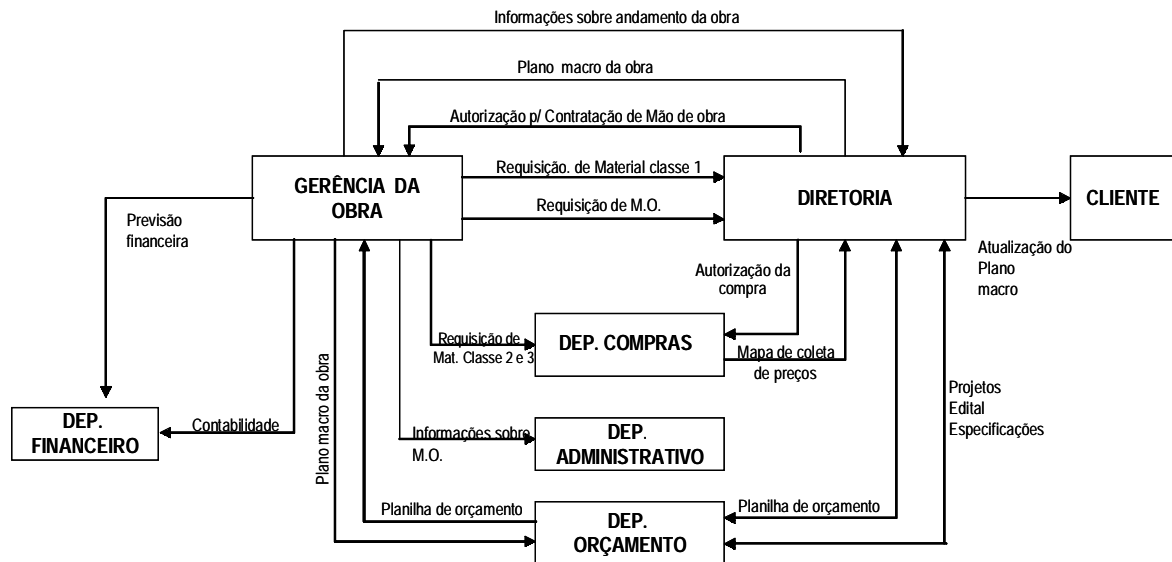


Figura 36 - DFD antes da intervenção

Não existia um processo formal de controle do planejamento na empresa. O acompanhamento da produção se dava de forma superficial com base nas informações sobre o andamento da obra e sobre a alocação de recursos físicos. No primeiro caso, as informações pertinentes envolviam o planejamento de longo prazo, apresentado sob a forma de um cronograma físico-financeiro, visando a atender às exigências do contratante. A coleta de informações sobre o cumprimento dos serviços, bem como a previsão financeira, orçamento e especificações relativas aos projetos eram feitos sem um horizonte de prazo definido.

Em relação aos suprimentos de materiais e mão-de-obra, havia uma divisão do processo de aquisição dos mesmos. Os materiais classe 01 ficavam sob a responsabilidade da diretoria e aqueles relativos às classes 02 e 03 para a obra e o setor de compras. Entretanto, a tomada de decisão ocorria sempre com a aprovação da diretoria. Todo o processo de acompanhamento era normalmente feito de forma manual, utilizando-se esporadicamente planilhas eletrônicas.

O quadro 4 representa um dicionário dos dados apresentados no DFD (figura 36) para possibilitar um melhor entendimento da origem e destino das informações. Esse dicionário explicita a forma de comunicação utilizada pela empresa para troca de dados. Observa-se

que a maioria dos dados era formalizado (escrito), podendo-se atribuir este fato ao processo de qualificação evolutiva (Programa QUALIOP), baseado na norma ISO-9001.

Quadro 4 - Dicionário de dados (antes da intervenção – estudo de caso 1)

Nome	Descrição	Forma de comunicação
Informação da mão-de-obra	Descrição dos dados da mão-de-obra contratada.	Escrito
Plano macro (Planejamento de longo prazo)	Diagrama de Gantt do empreendimento, contendo os dados físicos e financeiros elaborado em nível macro	Escrito
Requisição de mão-de-obra	Formulário preenchido na obra com o tipo e quantidade de mão-de-obra a ser contratada	Escrito
Autorização da compra	Autorização da compra de materiais, utilizando o mapa de coleta de preços	Escrito
Requisição de materiais classe I	Formulário de requisição de materiais para compra de grandes volumes/valores	Escrito
Previsão financeira	Planilha com a previsão financeira mensal da obra	Escrito
Contabilidade	Planilha de controle bancário da obra	Escrito
Mapa de coleta de preços	Planilha descrevendo a cotação de três fornecedores	Escrito
Edital, Projeto, Especificação.	Documentos relativos à etapa de projeto da obra	Escrito
Planilha de Orçamento	Planilha contendo os quantitativos de obra e preço dos serviços, assim como as composições.	Escrito
Atualização plano macro	Comunicação com o cliente sobre os avanços da obra	Verbal
Requisição de materiais classe 2 e 3	Formulário de requisição de materiais para compras de volumes/valores pequenos	Escrito
Informações sobre o andamento da obra	Informações sobre o cumprimento das tarefas do cronograma macro	Verbal

4.1.4 Primeira Etapa

4.1.4.1 Descrição do Processo de Planejamento Implementado

O processo de planejamento implementado está representado no DFD da figura 37, com destaque para os processos incorporados no PCP. A principal diferença consiste na formalização do processo de acompanhamento da obra, através da introdução do plano de curto prazo e da elaboração do plano de longo prazo através do pacote computacional. Para

tanto, fez-se necessária a inclusão de uma nova entidade, os encarregados de produção, que participavam da elaboração dos planos de curto prazo, forneciam informações sobre as equipes de produção e a realização das tarefas, analisavam o PPC e identificavam as causas do não cumprimento de cada tarefa não realizada.

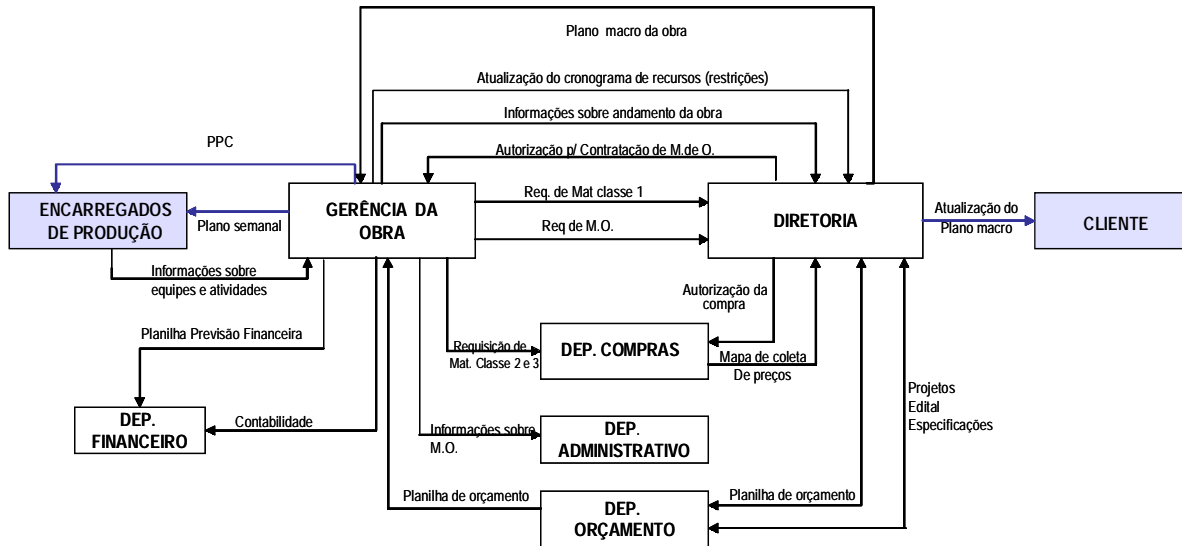


Figura 37 - DFD após a 1ª etapa do estudo de caso

Nessa etapa foi elaborada, uma única vez, o plano de médio prazo, a partir do qual a diretoria e a gerência da obra buscaram remover sistematicamente as restrições das tarefas a serem executadas nessa fase.

Segundo o quadro 5, observa-se que nessa etapa a forma escrita continuou a ser utilizada para transferência dos dados. Os encarregados passaram a participar do processo de elaboração e discussão do planejamento e o cliente, no caso a fiscalização da SUCAB, era comunicada dos pacotes de trabalho mensais a serem realizados. Esse procedimento não existia no período anterior, quando só era passado para a fiscalização o plano de longo prazo após sua solicitação. Vale ressaltar que, no final dessa etapa, o plano de longo prazo fornecido para a fiscalização passou a ser elaborado no *MSPProject*.

Quadro 5 - Dicionário de dados (1ª etapa do estudo de caso 1)

Nome	Descrição	Forma de comunicação
Informações de mão-de-obra	Descrição dos dados da mão-de-obra contratada.	Escrito
Plano macro da obra (planejamento de longo prazo)	Diagrama de Gantt do empreendimento elaborado em nível macro	Escrito
Requisição de mão-de-obra	Formulário preenchido na obra com o tipo e quantidade de mão-de-obra a ser contratada	Escrito
Autorização da compra	Autorização da compra de materiais utilizando o mapa de coleta de preços	Escrito
Requisição de materiais classe I	Formulário de requisição de materiais para compra de grandes volumes/valores	Escrito
Planilha de previsão financeira	Planilha com a previsão financeira mensal da obra	Escrito
Contabilidade	Planilha de controle bancário da obra	Escrito
Mapa de coleta de preços	Planilha descrevendo a cotação de três fornecedores	Escrito
Edital, Projeto, Especificação.	Documentos relativos à etapa de projeto da obra	Escrito
Planilha de Orçamento	Planilha contendo os quantitativos de obra e preço dos serviços, assim como as composições.	Escrito
Atualização do plano macro	Comunicação ao cliente sobre os avanços da obra	Verbal
Requisição de materiais classe 2 e 3	Formulário de requisição de materiais para compras de volumes/valores pequenos	Escrito
Plano Semanal	Plano de comprometimento de curto prazo	Escrito
Informações sobre o andamento da obra	Informações sobre o cumprimento do plano semanal	Verbal
Informações sobre a equipe e atividades	Informações sobre a produção das equipes cumprimento de tarefas e causas de não cumprimento para subsidiar a análise do plano de curto prazo	Verbal
Autorização para contratação de mão-de-obra	Documento escrito com autorização da diretoria	Escrito
PPC	Indicador de percentual da programação concluída	Escrito
Atualização do cronograma de recursos	Informações sobre restrições e data limite para remoção	Escrito

4.1.4.2 Apresentação dos Dados

Na figura 38, está apresentado o percentual de planos completos (PPC) na primeira etapa da pesquisa. Observa-se que o PPC ficou em torno de 80%. Entre a segunda e a sexta semana, esses valores apresentaram-se mais estabilizados, mas, nas últimas quatro semanas, ocorreu uma maior oscilação.

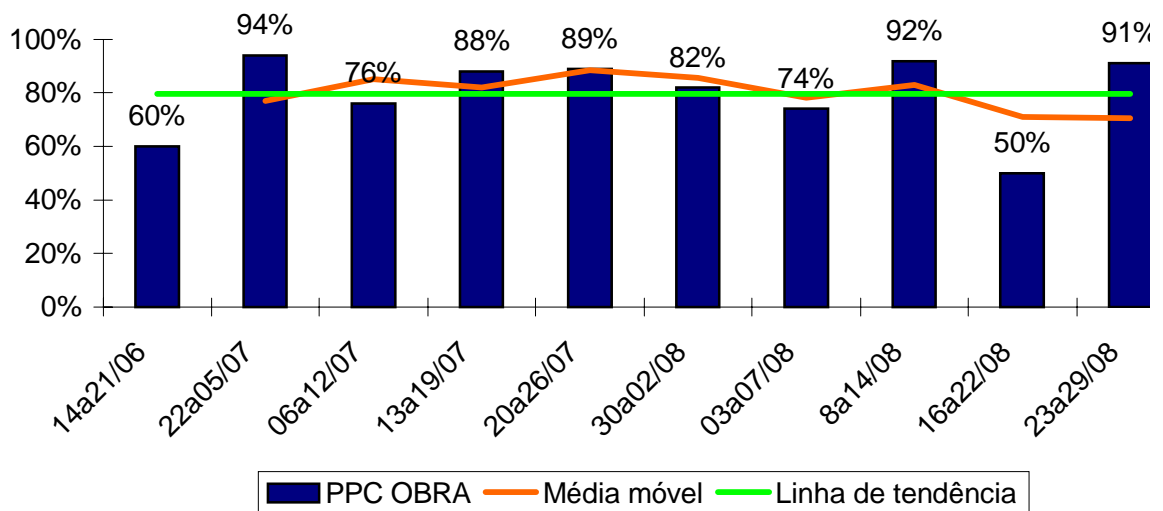


Figura 38 - PPC – Primeira etapa

Os altos valores do PPC observados na figura 38, no início da implantação do PCP, não indicaram o comportamento padrão observado em outros estudos (BERNARDES, 2001; OLIVEIRA, 1999). É esperado que, em uma empresa sem experiência em planejamento, os valores do PPC sejam mais baixos, em torno de 50%, no início de implementação do processo.

Um dos motivos para estes altos valores pode ser atribuído ao sub dimensionamento dos pacotes de trabalho. Por exemplo, nas primeiras seis semanas de obra, eram comprometidos em média 47 pacotes de trabalho enquanto, nas últimas quatro semanas, essa média passou para 68 pacotes.

Com relação às causas do não cumprimento das tarefas apresentadas na figura 39, verificou-se, na primeira etapa do estudo, que os problemas de origem no planejamento representavam cerca de 51% do total e os de suprimentos 21%. Outro problema relativamente importante era o absenteísmo com 12%, seguidos de projeto 9%, condições adversas do tempo 4% e outros 3%.

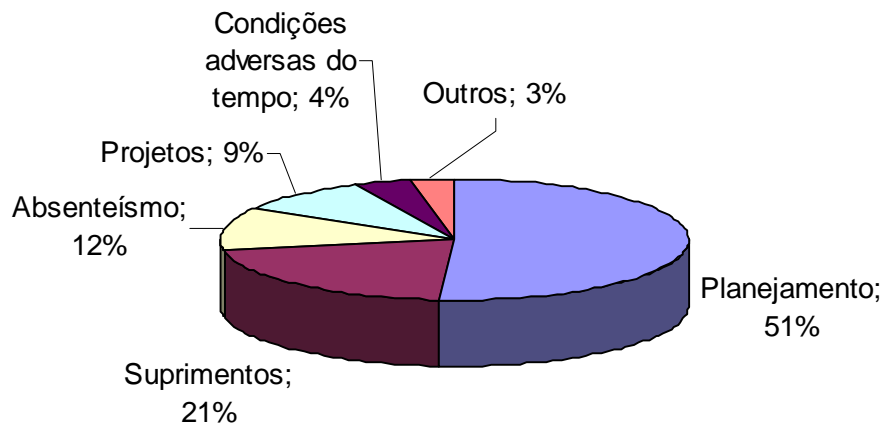


Figura 39 - Causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho - 1ª etapa do estudo de caso 01

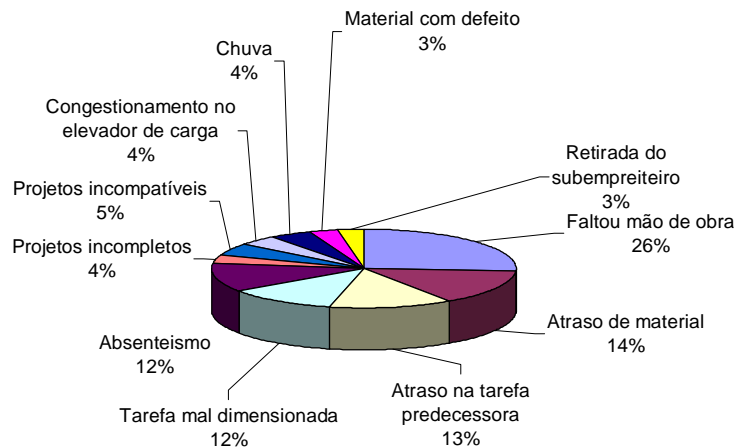


Figura 40 - Detalhamento das causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho – 1ª etapa do estudo de caso 01

Ao analisar o detalhamento das causas (figura 40), verifica-se que, entre os problemas de planejamento, destaca-se: tarefa mal dimensionada (12%), predecessoras que não foram executadas no prazo (13%) e falta de mão-de-obra (26%).

Dos problemas de suprimentos, 14% eram relativos ao atraso na entrega do material, 4% ao congestionamento do elevador de carga e 3% a materiais que chegavam a obra com defeitos. Dos problemas de projeto, 4% eram projetos incompatíveis e 5% projetos incompletos. A chuva interferiu muito pouco nessa fase da obra (4%). Por sua vez, o absenteísmo contribuiu bastante para que algumas tarefas não fossem realizadas (12%). Isto pode ser atribuído ao fato de que a mão-de-obra contratada era de outra cidade: nos finais de semana os operários retornavam à sua residência e na segunda feira chegavam tarde ao local de serviço, algumas vezes iniciando os trabalhos na terça.

Conclui-se que a ausência do plano de médio prazo contribuiu para que muitas tarefas com restrição fossem inseridas nos planos de curto prazo – 61% das causas são referentes a restrições que deveriam ter sido removidas. Como conseqüência não se conseguiu uma estabilidade do PPC devido à incerteza em relação à remoção ou não de restrições. Outro fator que contribuiu para mudanças no planejamento semanal foi o fato de que foram incluídos pacotes com restrição entre as tarefas suplentes.

4.1.5 Segunda Etapa

O processo de PCP na segunda fase de intervenção está descrito no DFD da figura 41. Das mudanças ocorridas, pode-se destacar a formalização do processo de acompanhamento da obra, através da introdução do plano de longo, médio e curto prazo através da utilização de pacote computacional.

Do plano de longo prazo, elaborado no *MSPProject*, eram impressos os gráficos de Gantt e obtidas as informações de avanço físico, enviadas para o cliente e para a diretoria da empresa.

Do plano de médio prazo, era obtido um cronograma de restrições, atualizado tanto pela diretoria quanto pela equipe da obra. Nessa fase, a análise de restrições aparece como uma informação relevante, facilitando a tomada de decisão da diretoria. Especificamente no processo de aquisição, buscou-se identificar com antecedência as necessidades de materiais e de contratação de mão-de-obra.

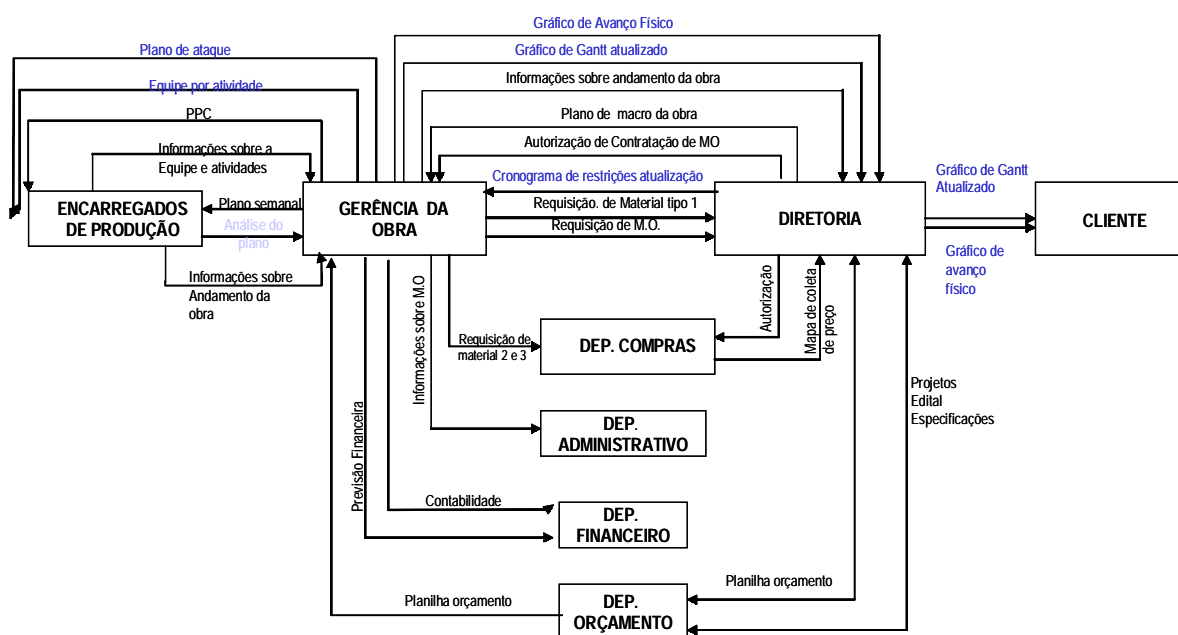


Figura 41 - DFD após a 2ª etapa do estudo de caso

O plano de longo prazo elaborado no *MSPProject* passou a conter os dados plano de ataque, necessário para definição do seqüenciamento dos pacotes de trabalho e equipe por tarefas, utilizada para cálculo das durações e recursos. O quadro 6 apresenta um dicionário dos dados apresentados no DFD (figura 41) para possibilitar um melhor entendimento da origem e destino das informações.

Quadro 6 - Dicionário de dados (2ª etapa – estudo de caso 1)

Nome	Descrição	Forma de comunicação
Informações de mão-de-obra	Descrição dos dados da mão-de-obra contratada.	Escrito
Cronograma de restrições	Informações sobre as restrições e data limite para remoção	Escrito
Requisição de mão-de-obra	Formulário preenchido na obra com o tipo e quantidade de mão-de-obra a ser contratada	Escrito
Autorização	Autorização da compra de materiais utilizando o mapa de coleta de preços	Escrito
Requisição de materiais classe I	Formulário de requisição de materiais para compra de grandes volumes/valores	Escrito
Previsão financeira	Planilha com a previsão financeira mensal da obra	Escrito
Contabilidade	Planilha de controle bancário da obra	Escrito
Mapa de coleta de preços	Planilha descrevendo a cotação de três fornecedores	Escrito
Edital, Projeto, Especificação.	Documentos relativos à etapa de projeto da obra	Escrito
Planilha de Orçamento	Planilha contendo os quantitativos de obra	Escrito
Requisição de materiais classe 2 e 3	Formulário de requisição de materiais para compras de volumes/valores pequenos	Escrito
Plano Semanal	Plano de comprometimento de curto prazo	Escrito
Informações sobre o andamento da obra	Informações sobre o cumprimento do plano semanal	Verbal
Informações sobre a equipe e atividades	Informações sobre a produção das equipes cumprimento de tarefas e causas de não cumprimento para subsidiar a análise do plano de curto prazo	Verbal
Autorização para contratação de mão-de-obra	Documento escrito com autorização da diretoria	Escrito
PPC	Indicador de percentual da programação concluída	Escrito
Equipe por atividade	Número de mão-de-obra por tarefa	Escrito
Plano de ataque	Estratégia de ataque da obra	Escrito
Gráfico de Gantt atualizado	Gráfico de Gantt após atualização	Escrito
Gráfico de avanço físico	Gráfico de avanço físico contendo dados sobre o percentual físico previsto/realizado	Escrito

4.1.6 Apresentação dos Resultados

Na figura 42, estão apresentados os PPC's da segunda etapa do estudo, após a implantação do planejamento de longo prazo. Observa-se que os percentuais nesta etapa reduziram para uma média de 56%. Ao se implantar o plano de longo prazo, o dimensionamento de cada pacote de trabalho passou a ser filtrado deste plano, ou seja, tem-se um plano de curto prazo, elaborado a partir de uma análise prévia mais detalhada em relação à produtividade da mão-de-obra e duração das tarefas.

Ao observar a elaboração dos planos de curto prazo e também analisando o número de pacotes de trabalho na primeira etapa, média de 56, para a segunda etapa, média 76, conclui-se que pode ter havido o sub-dimensionamento na primeira etapa do estudo, pois não havia uma preocupação tão grande com o prazo final da obra.

O período de 24/09 a 30/09 não possui indicador em função de problemas administrativos na obra, que impossibilitaram a realização do planejamento semanal.

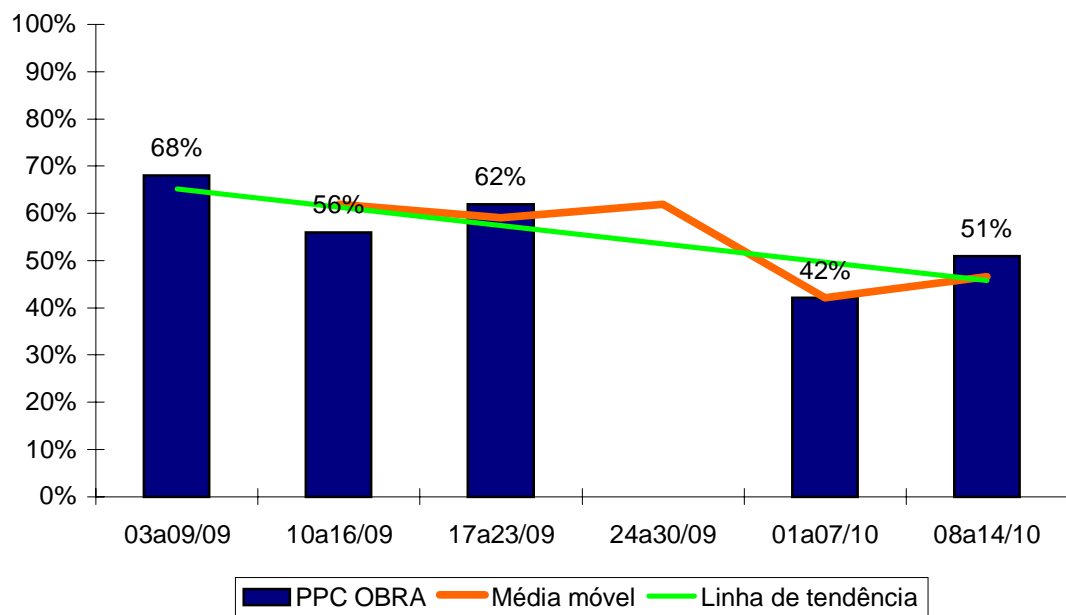


Figura 42 - PPC – Segunda etapa

Na segunda etapa do estudo, as causas do não cumprimento dos planos sofreram uma alteração significativa e os problemas mais importantes passaram a ser suprimentos (39%), absenteísmo (22%), projeto (10%), retrabalho (10%), planejamento (7%), condições adversas do tempo (7%) e outros (5%). Observa-se, assim, uma redução no percentual de problemas relacionados a falhas de planejamento, indicando que houve relativa aprendizagem na implementação do PCP em relação a primeira etapa. Entre as possíveis causas desta melhoria pode ser destacado o fato de que, através da geração do plano com

o uso do *MSPProject*, fez-se uma análise mais detalhada do conteúdo do trabalho a ser realizado e das interdependências entre tarefas.

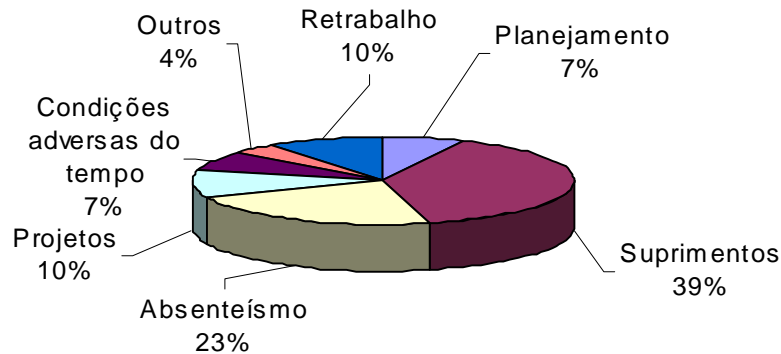


Figura 43 - Causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho

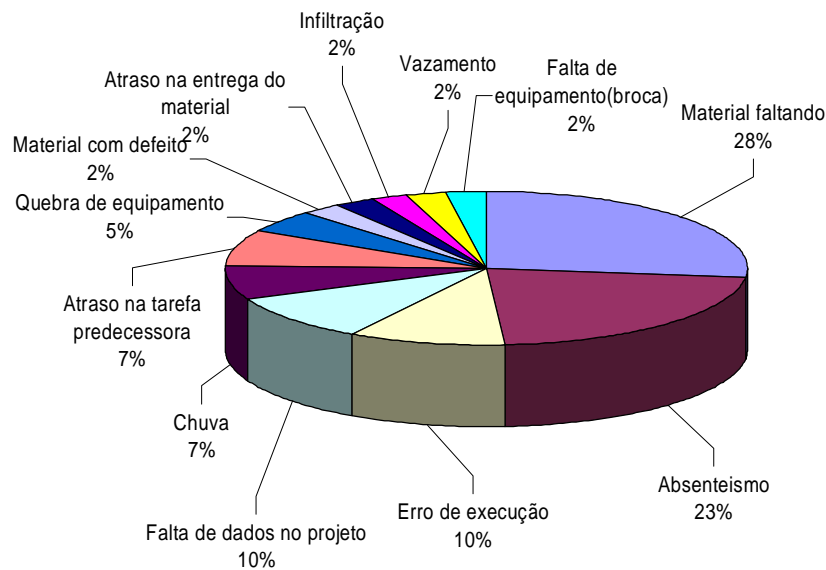


Figura 44 - Detalhamento das causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho – 2ª etapa do estudo de caso 01

Com relação ao processo de suprimentos, verificou-se que 28% das causas identificavam falta de material, 2% atraso na entrega de material, 2% material com defeito, 2% falta de equipamento e 5% quebra de equipamentos.

Nessa fase o absenteísmo teve um aumento no percentual passando para 23%, pois grande parte dos funcionários morava em outra cidade, e o número de feriados aumentaram em relação a etapa anterior. Isto fez com que os mesmos não comparecessem á obra em

período próximo ao feriado. Também houve um pequeno aumento em relação a condições adversas do tempo (7%) e falta de dados no projeto (10%). Um problema não identificado na etapa anterior, mas evidenciado nessa fase foi erros de execução (10%), provavelmente pela tendência de maior incidência destes na fase de acabamento. Outras ocorrências como problemas com vazamento e infiltração interferiram na realização das tarefas em 2% cada. Nesta etapa 47% das causas são referentes às restrições não removidas, apresentando uma redução em relação à etapa anterior (61%).

Outro indicador importante obtido a partir da implantação do planejamento de longo prazo, através do programa computacional *MSPProject*, foi o gráfico de avanço físico, apresentado na figura 45.

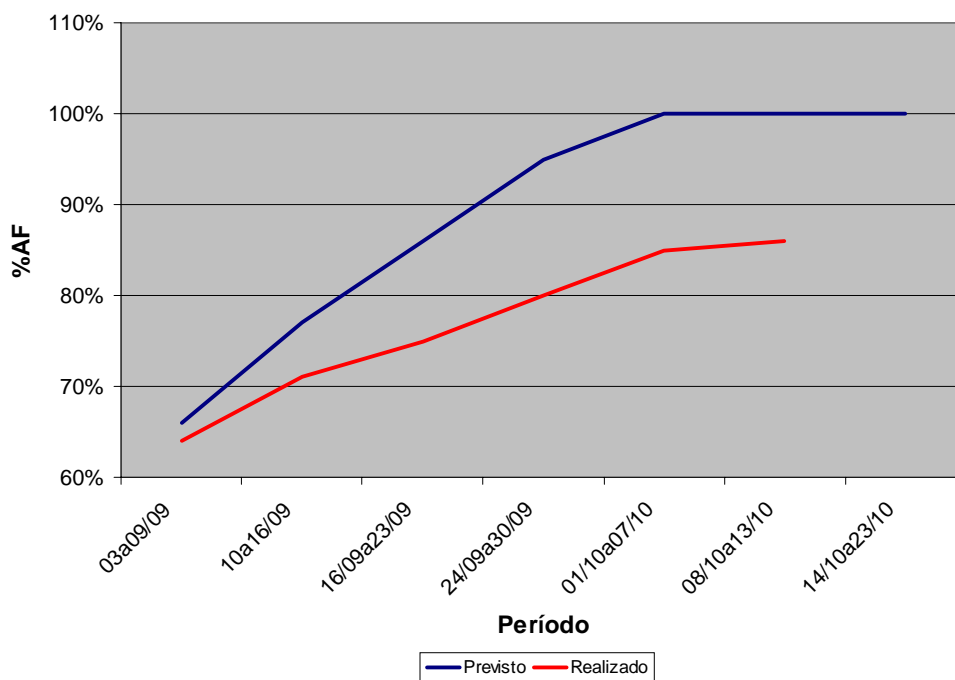


Figura 45 - Gráfico de avanço físico

Este gráfico era impresso semanalmente, a partir da atualização do plano de longo prazo, levando em conta os pacotes de trabalho que foram executados parcial ou completamente.

O gráfico acima mostra que, na primeira semana, o avanço físico previsto e realizado alcançaram, respectivamente, 66% e 64%. A partir da segunda semana, esses valores começam a se distanciar. Como a obra deveria acabar na quinta semana, o valor previsto para esta semana (100%) se repete para as demais.

Quando um pacote de trabalho é inserido, o número de horas de mão-de-obra total do projeto é alterado. Portanto o novo percentual passa a representar a relação entre a interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional *MSPProject*

quantidade de mão-de-obra gasta até o momento pelo novo valor de horas total previsto para realização dos pacotes de trabalho. Esta deficiência do indicador permite que seu resultado seja alterado, ao inserir uma tarefa que utilizou poucas horas para ser executada e alterar essa informação colocando um número de horas elevado o avanço físico da obra apresentará um resultado alto enquanto na realidade isso não aconteceu.

Um outro indicador obtido a partir do plano de longo prazo é a projeção do prazo para entrega da obra, apresentado na figura 46. Estes dados são obtidos também das atualizações semanais. Da análise desta figura, observa-se que o prazo da obra era inicialmente de 252 dias. Contudo as informações obtidas a partir das atualizações apontaram atrasos cada vez maiores e, na última semana do estudo, este valor representa 17 dias, ou seja, o prazo final passou para 269 dias.

Ao analisar a data final do empreendimento, a partir da rede de precedência montada, utilizando o *software* que utiliza como seqüência o plano de ataque traçado de forma clara pela equipe da obra, puderam-se realizar ações corretivas visando à redução do prazo ou modificando o plano de ataque ou alterando a quantidade de recursos (mão-de-obra) das tarefas que pertencem ao caminho crítico.

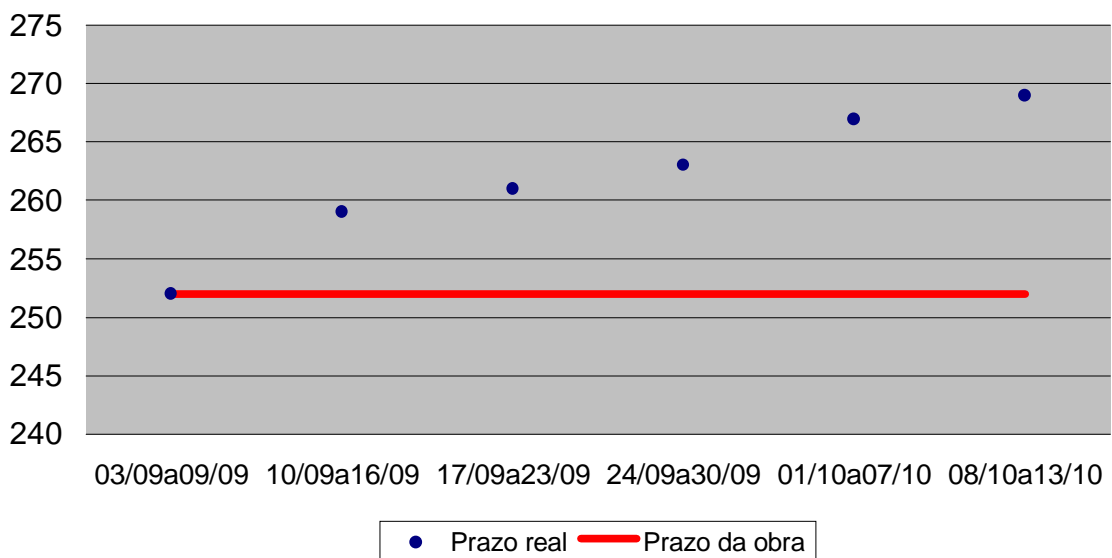


Figura 46 - Projeção de prazos

4.1.7 Indicadores de Desempenho do PCP

4.1.7.1 Análise Geral

Os indicadores descritos no quadro 7 correspondem as cinco últimas semanas do estudo de caso 1, sendo obtidos a partir do controle efetuado utilizando o pacote computacional *MSPProject*.

Quadro 7 - Resumo dos indicadores (estudo de caso 1)

PERÍODO		03a09/09	10a16/09	17a23/09	01a07/10	7a14/10	Média
Pacotes Totais		720	724	746	763	784	747,4
Pacotes Inseridos		162	5	22	17	21	45,4
Pacotes Removidos			1				
Pacotes Filtrados		116	147	188	169	136	151,2
Pacotes com Restrição		59	57	112	36	32	59,2
Pacotes sem Restrição		57	90	76	133	104	92
Pacotes utilizados		34	71	72	110	95	76,4
INDICADORES							
PP	P	252	252	252	252	252	-
	R	252	259	261	267	269	-
PPC		68%	56%	62%	42%	51%	56%
AF	P	66%	77%	95%	100%	100%	88%
	R	64%	71%	80%	85%	86%	77%
PPTM		23%	1%	3%	2%	3%	6%
IA		29%	48%	38%	65%	70%	50%
IRR		49%	61%	40%	79%	76%	61%
IUP		60%	79%	95%	83%	91%	81%

Na primeira semana o valor do PPTM (23%) foi o maior dentre todas as semanas devido à análise de restrições e avaliação do plano de longo prazo. O índice de remoção de restrição (IRR) foi baixo (49%), ou seja, 51% das restrições não foram removidas e somente 60% (IUP) dos pacotes que não possuíam restrições foram utilizados, ou seja, 29% (IA) dos pacotes filtrados pelo plano de longo prazo foram realizados naquela semana. Dos pacotes comprometidos somente 68% (PPC) foram concluídos. Como consequência, o AF% realizado (64%) foi inferior ao previsto (66%). Já o prazo final nesse período não se estendeu (252 dias), pois houve uma alteração no plano de ataque.

Na segunda semana houve poucas modificações no plano de longo prazo (PPTM = 1%). Dos pacotes filtrados somente 48% (IA) foi utilizado, pois 49% não tiveram suas restrições removidas (IRR= 49%). Além disso, somente 79% (IUP) dos pacotes sem restrição foram programados. Assim, apesar de não terem restrições, algumas tarefas não foram incluídas no momento da elaboração do plano de curto prazo. Das inclusas, 56% foram

concluídas (PPC baixo). O avanço físico realizado começa a se afastar do previsto com uma diferença de 6% (77% previsto, 71% realizado) e o prazo final apresenta um atraso de sete dias (PP previsto 252 dias, realizado 259 dias), com reflexos dos valores baixos dos indicadores acima.

Na terceira semana também houve poucas modificações no plano de longo prazo (PPTM = 3%). Dos pacotes filtrados, somente 38% (IA) foram utilizados. Desses 95% (IUP) foram comprometidos nos planos de curto prazo. Entretanto, o PPC (62%), apesar de apresentar o segundo maior valor dos períodos analisados, pode ser considerado baixo. 60% das restrições não foram removidas (IRR = 40%), ou seja, o planejamento de médio prazo tinham baixa eficácia. O avanço físico previsto realizado, acumulado, passa a ter uma diferença de 15% (AF% previsto 95%, realizado 80%) e o prazo final apresenta um atraso de nove dias (PP previsto 252, realizado 261).

Na quarta semana, também houve poucas modificações no plano de longo prazo (PPTM = 2%). Dos pacotes filtrados 65% (IA) foram utilizados. Houve aumento da eficácia do plano de médio prazo, pois 79% (IRR) das restrições foram removidas. Dos pacotes sem restrições, 83% (IUP) foram comprometidos nos planos de curto prazo, mas somente 42% (PPC) foram concluídos. O avanço físico previsto realizado acumulado passa a ter uma diferença de 15% (AF% previsto 100%, realizado 85%) e o prazo final apresenta um atraso de 15 dias (PP previsto 252 dias, realizado 267 dias).

Na quinta semana o PPTM continuou baixo (3%). Dos pacotes filtrados, 70% (IA) foram utilizados. Assim, a cada semana esses valores foram evoluindo. Desses 91% (IUP) foram comprometidos nos planos de curto prazo, mas somente, 51% (PPC) foram concluídos. 76% (IRR) das restrições foram removidas. Como consequência, o avanço físico previsto (100%) e o realizado (86%) acumulado, passa a ter uma diferença de 14% e o prazo final apresenta um atraso de 17 dias (PP previsto 252 dias, realizado 269 dias)

4.1.7.2 *Análise por Indicador*

a) Percentual de Pacotes de Trabalho Modificados, Adicionados ou Excluídos (PPTM).

Pela figura 47, observa-se que, na primeira semana, os pacotes sofreram mais modificações. Isso se deve às análises de restrições feitas na primeira, terceira e quinta semanas, o que provocou mudanças no dimensionamento dos pacotes e no plano de ataque da obra. Nas outras semanas, as alterações não foram tão significativas quanto na primeira. Durante a segunda etapa do estudo de caso este indicador teve uma média de aproximadamente 6% .

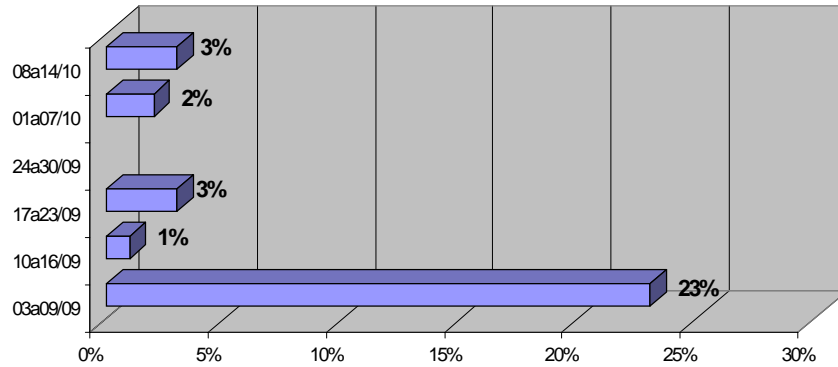


Figura 47 - Percentual de pacotes de trabalho modificados, adicionados ou excluídos (PPTM).

b) Indicador de Aderência (IA).

Observa-se na figura 48, que, nas primeiras três semanas, esse indicador resultou em uma média de aproximadamente 38%, sendo a média geral de 50%. Pode-se atribuir ao grande número de restrições que não foram solucionadas. Nas últimas duas semanas, este indicador aumentou para uma média de 68%. Esta evolução está coerente com o indicador de remoção de restrição, analisado abaixo, que indicou um aumento na remoção das restrições. Esse parece ser um comportamento típico, quando se implanta o PCP em uma obra, ou seja, após um determinado período de implantação começam a se obter melhores resultados nos planos de médio prazo.

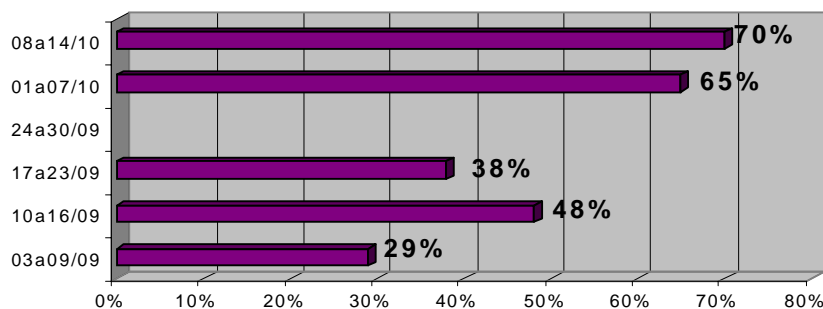


Figura 48 - Indicador de aderência

c) Indicador de Remoção de Restrição (IRR)

Pela figura 49, observa-se que, nas primeiras três semanas, a média desse índice gira em torno de 50%. Nas duas últimas semanas, este valor aumentou para 78%, o que mostra uma melhora na eficácia dos planos de médio prazo. Esse indicador nas cinco semanas apresentou uma média de 61%, o que pode ser considerado baixo, ou seja, as restrições não foram removidas nos prazos pré-estabelecidos ocasionando resultados insatisfatórios.

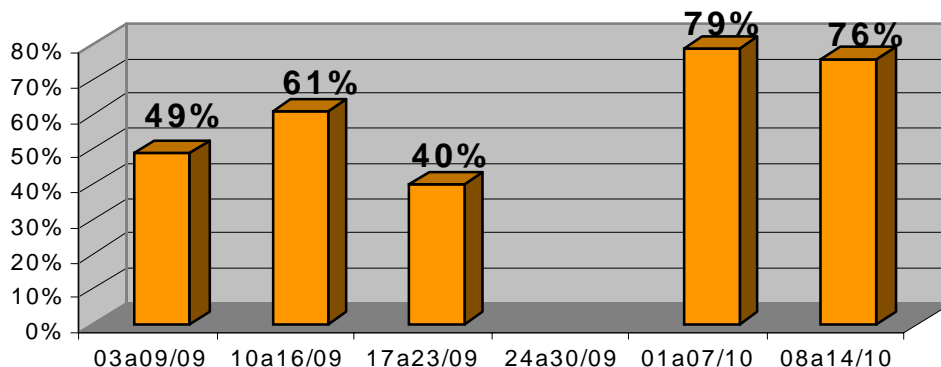


Figura 49 - Indicador de remoção das restrições (IRR)

d) Indicador de Utilização dos Pacotes de Trabalho (IUP)

Pela figura 50, constata-se que, nas primeiras três semanas, o número de pacotes utilizados foi de aproximadamente 78% em relação aos que poderiam ser utilizados, por não terem restrição. Nas últimas duas semanas, a média desse indicador aumentou para 87%. Pode-se atribuir a não utilização de todos os pacotes a mudanças de seqüenciamento, ocasionadas por problemas: financeiros, falta de espaço, restrições tecnológicas não identificadas, entre outros.

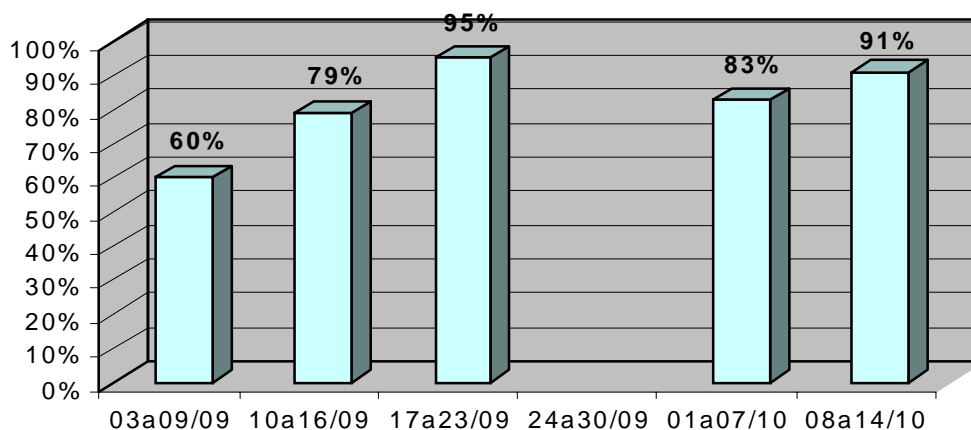


Figura 50 - Indicador de utilização dos pacotes de trabalho (IUP)

A alta média desse indicador (81%) e valores baixos de PPTM (6%) indica que o plano de longo prazo possuía boa qualidade, mas os baixos valores de IRR apontam um mau gerenciamento na aquisição de recursos.

4.2 ESTUDO DE CASO 2

4.2.1 Estrutura Organizacional

A estrutura organizacional da empresa está apresentada na figura 51. Observa-se que a empresa possui um diretor-presidente responsável por administrá-la; uma diretoria técnica, responsável por todas as obras; uma diretoria de produção, responsável pelo gerenciamento das obras; uma diretoria administrativa financeira, responsável por definir preços dos produtos e as condições de pagamentos dos empreendimentos; três coordenações, técnica, administrativa e financeira, diretamente ligadas às respectivas diretorias; três secretarias subordinadas às coordenações e uma secretaria responsável pelo arquivamento de toda a documentação da qualidade da empresa.

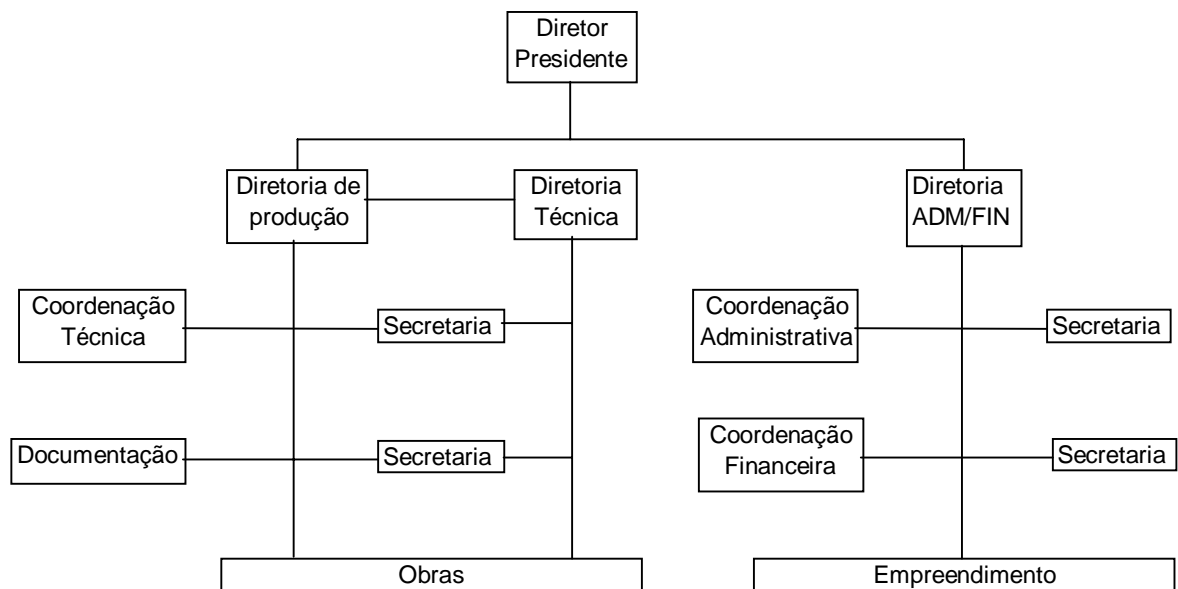


Figura 51 - Organograma da empresa

A empresa possui a certificação ISO9002 desde 2000. Isso, em alguns momentos, dificultou a introdução de melhorias no PCP, pois estas não podiam ser efetivamente implementadas até as auditorias de manutenção. Além disso, alguns passos do procedimento de PCP existente no sistema de gestão da qualidade eram incompatíveis com o novo sistema proposto. Por exemplo, quando uma tarefa não era realizada na sua totalidade, ela deveria ser totalmente re-planejada.

4.2.2 Descrição da Obra

A obra onde foi realizado o estudo de caso consistiu na construção de um edifício de vinte pavimentos-tipo, térreo e três pavimentos de garagem no sub-solo. O prédio possuía

*playground*¹⁴, sauna, piscina, átrio, salão de festas, sala de ginástica, salão de jogos, quadra poliesportiva, parque infantil, guarita de segurança, estacionamento para visitantes e três elevadores, ocupando um terreno com 11020 m². Cada pavimento tinha dois apartamentos, cada um deles com três suítes e um gabinete, sala de estar e jantar, lavabo, duas varandas e cozinha, apresentando um total de 195 m² de área privativa.

No início do estudo de caso, os serviços realizados na obra já estavam em andamento. As tarefas de estrutura já haviam sido concluídas. As tarefas de acabamento estavam sendo realizadas praticamente em todos os pavimentos e o revestimento da fachada estava se iniciando.

A estrutura organizacional da obra está apresentada na figura 52. A diretoria técnica é responsável pela concepção do empreendimento. Foi contratado um consultor para elaboração do planejamento de longo prazo, logo no início do empreendimento. O gerente de produção era um engenheiro civil, responsável pelo gerenciamento da obra. Havia também um engenheiro responsável pelo planejamento e controle da produção e pela documentação da qualidade; uma engenheira de suprimentos que realizava as compras e controle dos materiais e equipamentos; um auxiliar de suprimentos ajudava diretamente a engenheira de suprimentos; um encarregado administrativo e financeiro, que realizava os pagamentos e preparava a documentação para contratação ou demissão da mão-de-obra; e os encarregados, que participavam das reuniões de planejamento, lideravam as equipes de produção e eram responsáveis pela verificação da qualidade dos serviços.

As equipes de produção eram sub-contratadas em quase sua totalidade, ficando somente as tarefas de marcação das paredes de alvenaria e taliscamento a serem executados pela mão-de-obra própria. O encarregado geral que inspecionava as tarefas de campo também pertencia ao quadro dessa empresa.

¹⁴ O *playground* no Nordeste do Brasil é considerado a área térrea do prédio onde normalmente se localiza a área de lazer.

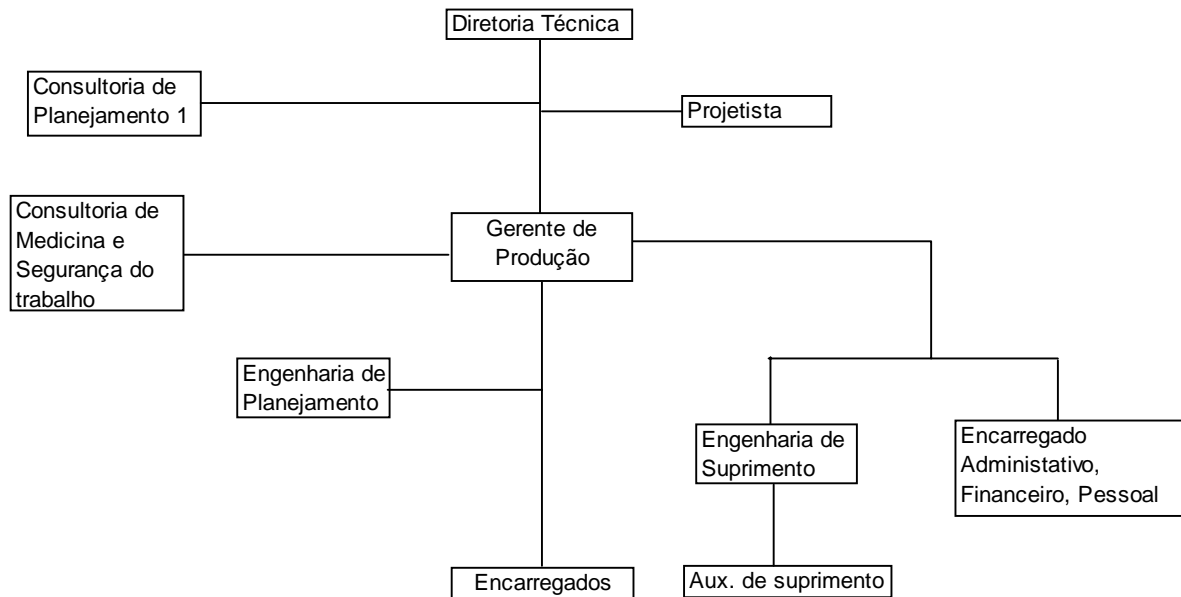


Figura 52 - Organograma da obra

4.2.3 Descrição do Processo de Planejamento Existente

O processo de planejamento e controle existente, antes do estudo de caso, era formalizado e informatizado, sendo que o PCP era dividido nos níveis de longo e curto prazo. Entretanto, não havia ciclos de controle claramente definidos.

O planejamento de longo prazo era realizado por uma empresa de consultoria, utilizando o programa computacional *MSPProject*. O plano de longo prazo existente possuía um grande número de pacotes (1259). Seu detalhamento acontecia de forma antecipada, mas não havia uma definição clara do zoneamento da obra e o plano de ataque real se diferenciava do planejado. Em função disto, o plano de longo prazo tornava-se desatualizado rapidamente, sendo a sua atualização bastante trabalhosa.

Não existia controle em tempo real, ou seja, o plano não era utilizado como ponto de partida para a tomada de decisões relacionadas a ações corretivas. Além disto, não era utilizado o conceito de pacote de trabalho, resultando em um número de frentes de trabalho por equipe relativamente elevado. Observou-se também a pequena participação dos engenheiros da obra na elaboração do plano de longo prazo, dificultando o seu entendimento e a execução.

Não havia implementação do plano de médio prazo e a aquisição de recursos era desencadeada através de requisição formal de materiais pela obra. Apesar desta requisição fazer parte de um processo padronizado pelo sistema de qualidade, o material muitas vezes era solicitado emergencialmente. A engenheira de suprimentos alocada na obra era

comunicada sobre a necessidade de materiais, ferramentas e equipamentos. Quando esses recursos chegavam ao canteiro, ela informava à gerência as quantidades recebidas.

O plano de curto prazo era elaborado e controlado pelo engenheiro de planejamento utilizando planilhas no *MSEXcel*. Esse plano era discutido com o gerente da obra, que, às vezes, propunha algumas alterações. Após as modificações, a programação era entregue nas reuniões semanais aos encarregados, que não participavam da elaboração, nem discutiam os planos recebidos.

Estas reuniões ocorriam às sextas-feiras, às onze horas. Além disto, não eram utilizados indicadores de eficácia do PCP. O DFD apresentado na Figura 53 representa o processo de planejamento antes da realização do estudo de caso. O quadro 8 contém o dicionário de dados referente a este DFD.

Conforme indica a figura 53, a diretoria foi a responsável por contactar o consultor de planejamento para a elaboração do plano de longo prazo. O orçamento, incluindo planilha de preço, composições e totalização de insumos, era elaborado pelo setor de orçamento da empresa e entregue à diretoria e gerência da obra antes do início do empreendimento. Essa gerência solicitava aos setores de suprimento, equipamentos, ferramentas, materiais, e ao administrativo-financeiro a mão-de-obra. O setor de planejamento passava para diretoria e gerência os novos prazos quando o plano de longo prazo era atualizado, e informações sobre o cumprimento dos planos semanais e também discutia com a gerência a elaboração dos planos de curto prazo e recebia dos encarregados as informações sobre o cumprimento desses planos ao término da semana.

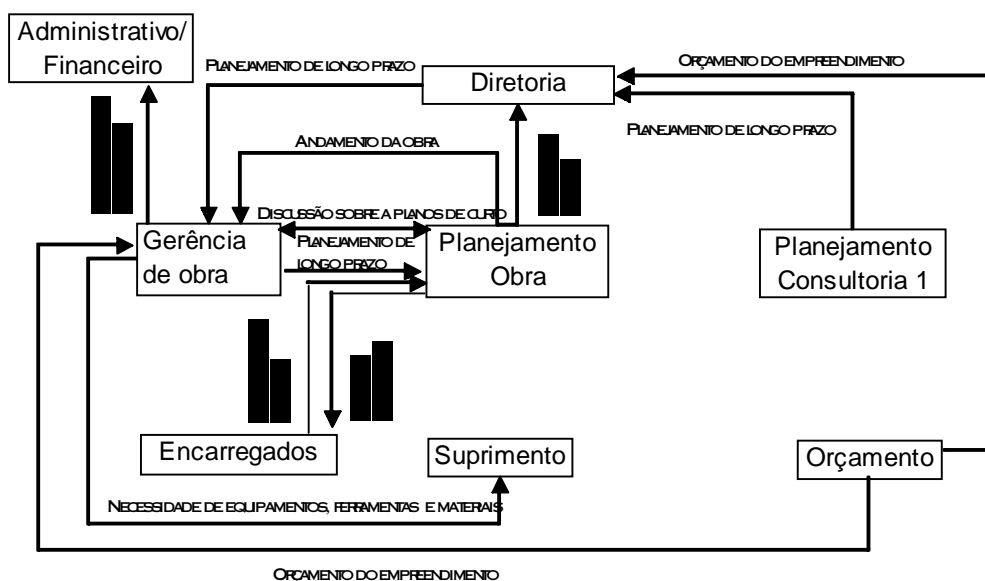


Figura 53 - DFD antes da implantação

Quadro 8 - Dicionário de dados (antes da intervenção - estudo de caso 2)

Nome	Descrição	Forma de Comunicação
Planejamento de longo prazo	Planejamento detalhado elaborado através do <i>MSPProject</i> pelo consultor externo.	Escrito
Orçamento do empreendimento	Planilhas contendo preço unitário e total, composições e insumos.	Escrito
Planilha atualizada	Informação sobre o cumprimento das tarefa	Escrito
Programações semanais	Planilha contendo as tarefas a serem realizadas na semana.	Escrito
Andamento da obra	Informações sobre o cumprimento do plano semanal e data de término da obra	Verbal
Discussão sobre planos de curto	Análise das tarefas a serem realizadas na semana, com possível inclusão ou exclusão de algumas tarefas.	Verbal
Necessidade de equipamento, ferramenta e material.	Levantamento da quantidade de equipamento, ferramenta e material com as respectivas datas de fornecimento.	Verbal
Necessidade de mão-de-obra	Quantidade de mão-de-obra direta a ser contratada.	Escrito

4.2.4 Primeira Etapa

4.2.4.1 Descrição do Processo de Planejamento Implementado

Mesmo sem a modificação do plano de longo prazo, a equipe de pesquisadores, em conjunto com a equipe da obra, iniciou os trabalhos utilizando alguns dados do *MSPProject* existente e elaborando os planos de médio prazo numa planilha do *MSEExcel*.

Foram realizadas nessa etapa duas reuniões para elaboração do plano de médio prazo, a primeira no início das atividades e a segunda após quatro semanas. Como o plano obtido a partir do *MSPProject* necessitava ser adequado, tanto os pacotes de trabalho filtrados quanto os inseridos eram listados em uma planilha *MSEExcel* para que suas restrições fossem analisadas pelo engenheiro de planejamento residente.

Para elaboração dos planos de curto prazo, o engenheiro de planejamento utilizava o plano de médio prazo, verificava em campo se a programação da semana anterior havia sido cumprida e discutia-se com os encarregados quais os pacotes de trabalho que necessitavam serem executados nesse período. Eram apontados as tarefas que deveriam

ser refeitas e algumas que não haviam sido previstas nos plano de médio prazo também eram inseridas.

Após elaboração das planilhas de curto prazo, eram realizadas reuniões semanais com a participação dos pesquisadores, gerente da obra, engenheiros e encarregados (da empresa e dos empreiteiros). Nas reuniões eram discutidos os planos semanais e avaliado o PPC. Era informado à diretoria o PPC dos encarregados, logo após as reuniões.

Enquanto os planos de médio e curto prazo eram implementados, o consultor de planejamento contratado pela empresa, fazia as alterações no plano de longo prazo de acordo com as diretrizes definidas pela equipe da obra (engenheiro de planejamento e gerente de produção).

Após a realização da primeira etapa do estudo de caso, a empresa deixou de contratar a consultoria para elaboração do planejamento de longo prazo, ficando as alterações e controle desse plano sob a responsabilidade do engenheiro de planejamento.

4.2.4.2 Apresentação dos Dados

Na figura 54 está apresentado o percentual de planos completos (PPC) na primeira etapa da pesquisa. Observa-se que o PPC teve uma média de 62%. Nota-se também uma variação relativamente alta no PPC (de 43 a 76%), indicando que o processo de planejamento e controle ainda não havia atingido níveis razoáveis de eficácia. Houve uma certa tendência de decréscimo no valor do PPC nas últimas três semanas. Em parte, isto se deve ao fato de que não era feita nessa etapa a análise de causas do não cumprimento dos planos.

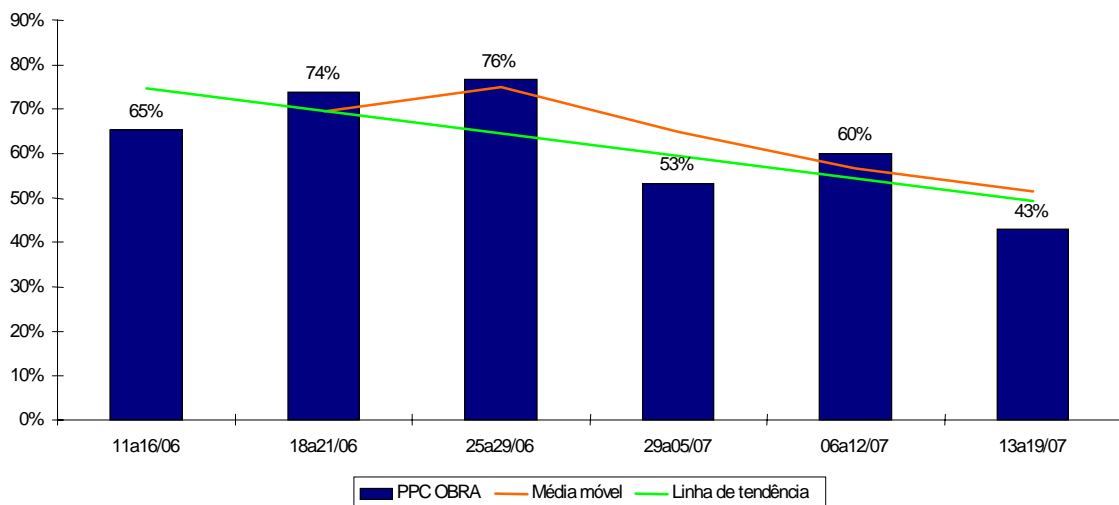


Figura 54 - PPC – Primeira etapa antes da revisão do plano de longo prazo

4.2.5 Segunda Etapa

4.2.5.1 Descrição do Processo de Planejamento Implementado

Esta etapa foi iniciada após a alteração do plano de longo prazo para adequá-lo à realidade da obra, com a definição de um novo plano de ataque. Essa mudança foi realizada pelo consultor de planejamento sendo orientada pelos engenheiros residentes (planejamento e gerente de obra) utilizando o conceito de pacote de trabalho, só ficando pronta após seis semanas do início da primeira etapa. O número de pacotes passou de 1259 para 1592. Foi feita pela gerência da obra uma reavaliação do orçamento inicial, com base nas quantidades reais levantadas, visando buscar diferenças entre o previsto e o realizado.

Mensalmente, a equipe de pesquisadores e a gerência da obra elaboravam o plano de médio prazo, analisando as restrições dos pacotes de trabalho a serem realizados com o horizonte de dois meses. Esse plano era elaborado diretamente no *MSPProject* e os seus dados eram transferidos para um planilha no *MSEExcel*. Após a análise dos pacotes de trabalho, obtinha-se um cronograma contendo as restrições, as datas das remoções e os respectivos responsáveis.

A elaboração dos planos de curto prazo era semelhante à etapa anterior sendo que eram filtradas do *MSPProject* os pacotes de trabalho da semana sendo utilizado uma nova planilha do *MSEExcel*. Os pacotes de trabalho não executados tinham as causas do não cumprimento analisadas.

A partir da terceira semana o plano de longo prazo começou a se distanciar da realidade da obra. O engenheiro de planejamento passou a fazer as alterações necessárias não utilizando mais os serviços do consultor. Por despenderem muito tempo estas alterações não eram feitas no momento da identificação da necessidade das mudanças.

Após as alterações serem efetuadas, a gerência da obra comunicava à diretoria a nova projeção do prazo final, a relação das tarefas que faziam parte do caminho crítico e mudanças de plano de ataque, caso ocorressem.

A figura 55 representa o DFD do sistema de planejamento após a segunda etapa do estudo de caso.

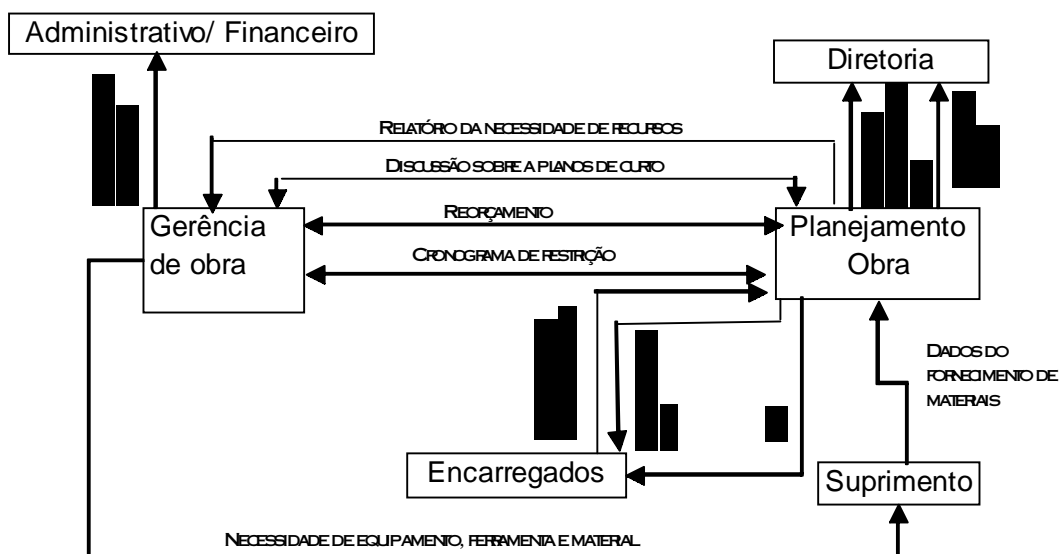


Figura 55 - DFD após a 2ª etapa de implantação

Quadro 9 - Dicionário de dados (2ª etapa – estudo de caso 2)

Nome	Descrição	Forma de Comunicação
Necessidade de equipamento, ferramenta e material	Levantamento da quantidade de equipamento, ferramenta e material com as respectivas datas de fornecimento.	Verbal
Dados do fornecimento do material	Materiais que já foram fornecidos	Verbal
PPC	Indicador de percentual da programação concluída	Escrito
Plano de curto prazo atualizado	Informação sobre o cumprimento das tarefas	Escrito
Reorçamento	Revisão do orçamento inicial	Escrito
Plano de curto prazo	Planilha contendo as tarefas a serem realizadas na semana.	Escrito
Cronograma de restrição	Cronograma contendo as restrições (mão-de-obra, material, projeto, local) de cada tarefa – MSEXcel.	Escrito
Revisão do plano de longo prazo	Mudança do plano de longo prazo adotando o conceito de pacote de trabalho sendo adaptado a nova realidade de ataque.	Escrito
Andamento da obra	Informações sobre o cumprimento do plano semanal e data de término da obra	Verbal
Discussão sobre planos de curto	Análise das tarefas a serem realizadas na semana, com possível inclusão ou exclusão de algumas tarefas.	Verbal
Relatório sobre a necessidade de recursos	Quantidade de mão-de-obra, material, equipamento e ferramenta necessários para realização das tarefas.	Verbal
Necessidade de mão-de-obra	Quantidade de mão-de-obra direta a ser contratada.	Escrito

No DFD representado pela figura 55 e no dicionário de dados do quadro 9, pode-se observar algumas mudanças. Os encarregados passaram a ter o PPC avaliado e discutido e sua participação, que antes praticamente se restringia a receber a programação, passou a ser mais intensa já que os mesmos passaram a participar da elaboração dos planos de curto prazo. O engenheiro de planejamento passou a alterar o plano de longo, mas ainda sem um ciclo de controle definido. Após a alteração era enviado um gráfico de Gantt para a diretoria e um relatório da necessidade de recursos para a gerência da obra. O gerente da obra e o engenheiro de planejamento passaram a elaborar o cronograma de restrições e a atualizar o orçamento da obra conjuntamente. A engenheira de suprimentos passou a enviar para o planejamento os dados de fornecimento de materiais.

4.2.5.2 Apresentação dos Dados

A Figura 56 apresenta a evolução do PPC após a implantação do plano de longo prazo modificado. Observa-se uma tendência de aumento do PPC (média de 77%), nesse período. Nota-se também que o PPC não oscila tanto como na primeira etapa, principalmente nas últimas seis semanas. Isto indica que houve um aumento na eficácia do processo de planejamento e controle da produção e um aprendizado da equipe.

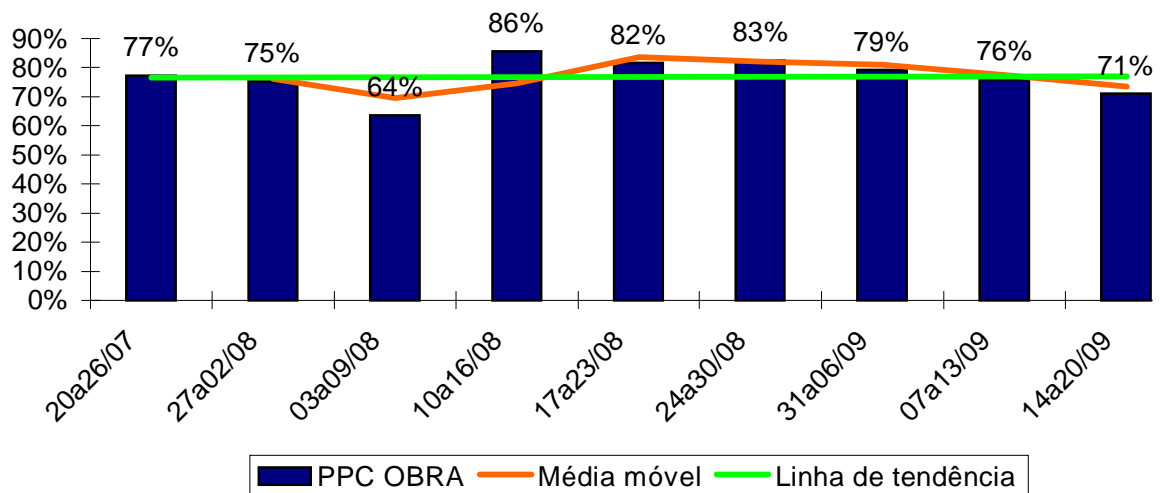


Figura 56 - PPC – Segunda etapa - Revisão do plano de longo prazo

Com relação às causas do não cumprimento das tarefas apresentadas na figura 57 observa-se que os problemas com origem no planejamento representavam cerca de 56% do total, condições adversas do tempo 24%, suprimento 10%, absenteísmo 7%, projetos 2% e execução 1%.

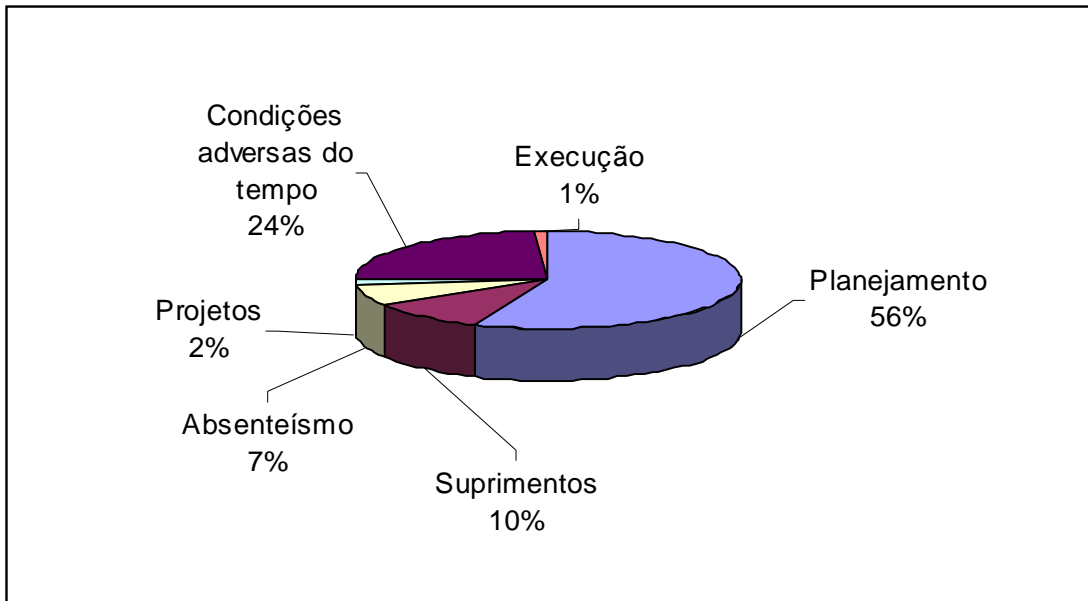


Figura 57 - Causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho - 2ª etapa do estudo de caso 02

Dos problemas relacionados ao planejamento, identificou-se que 29% (figura 58) eram referentes às tarefas predecessoras, ou seja, alguns pacotes de trabalho programados para a semana não eram realizados, pois algumas tarefas necessárias, programadas também para esta semana, não foram realizadas no prazo previsto. Por exemplo, algumas tarefas de instalações hidráulicas que não ficaram prontas, atrapalharam a execução das tarefas sucessoras como revestimento. Isso pode ser atribuído à falta de conhecimento da equipe em definir a duração das tarefas e a insegurança da equipe em aplicar o mecanismo de produção protegida (*shielding production*). Se isso fosse efetivamente implementado, alguns encarregados não teriam tarefas a realizar na sua programação.

Ainda com referência a planejamento, 13% correspondem a problemas na definição do plano de ataque, 12% ao mau dimensionamento das equipes e 2% a mudanças no plano de ataque. Dos problemas de suprimentos, 10% era referente à falta de material. Quanto a projeto, 2% correspondiam à falta de compatibilização e os problemas de execução (1%), referiam-se à falhas executivas. Das causas analisadas, 66% referia-se a restrições que não foram removidas.

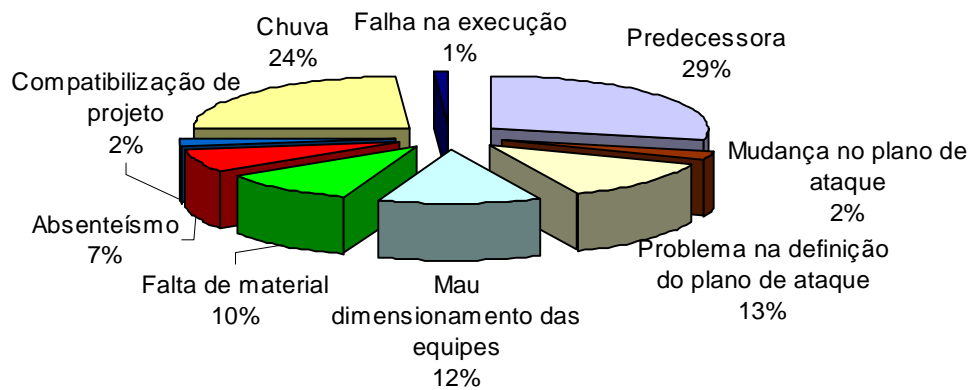


Figura 58 - Detalhamento das causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho – 2ª etapa do estudo de caso 02

Nessa etapa como a atualização do plano de longo prazo (*MSProject*) ocorria algumas semanas após a execução, não se pode colocar em prática os indicadores necessitando retornar a empresa após alguns meses.

4.2.6 Terceira Etapa

A terceira etapa de implantação foi iniciada cinco meses após o término da segunda etapa, sendo caracterizada pela elaboração de um novo planejamento de longo prazo restrito somente os pacotes de trabalho que necessitam ser realizados para concluir a obra: garagens, *playground*, quadra, acabamentos finais do pavimento tipo e fachada. Assim, foram desprezadas as tarefas já realizadas de forma a simplificar a atualização do plano de longo prazo. O número de pacotes que na versão anterior do plano era de 1592, envolvendo todos os pacotes de trabalho da obra, passou para 1093.

Após listar os pacotes, o engenheiro de planejamento e o gerente da obra estimaram as durações. Não foram levadas em conta as quantidades de recursos e de mão-de-obra necessários. Além disso, os sub-empregados não foram consultados sobre o prazo necessário para realização destes pacotes.

Na primeira reunião após a conclusão do novo plano, foi elaborado o plano de médio prazo com o horizonte de dois meses, sendo este atualizado mensalmente. Participavam dessa reunião a pesquisadora do projeto, o gerente da obra, o engenheiro de planejamento e, devido à elevada ocorrência de problemas com a programação de recursos (materiais e equipamentos) desde a etapa anterior, a engenheira de suprimentos foi convidada a contribuir nas reuniões.

A elaboração dos planos de curto prazo era semelhante à etapa anterior. Após elaboração das planilhas de curto prazo, usando os *softwares MSProject e MExcel*, eram feitas reuniões semanais com a participação dos pesquisadores, gerente da obra, os engenheiros e encarregados (da empresa e dos sub-empregueiros), tendo também a participação da engenheira de suprimentos. Sua presença foi fundamental no momento da análise de causas, esclarecendo a causa de muitos problemas cuja justificativa dada pelos encarregados era improcedente.

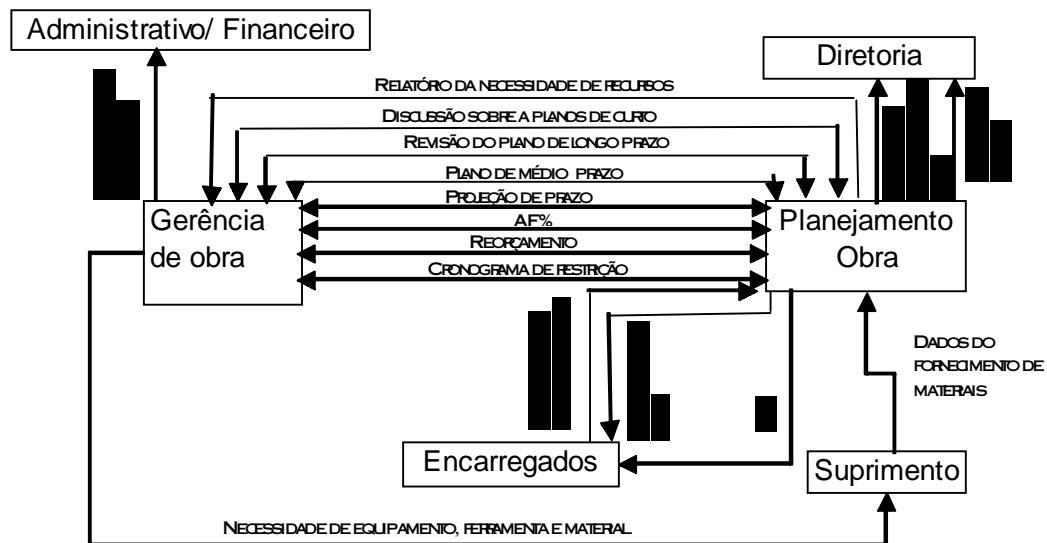


Figura 59 - DFD após a 2ª etapa da implantação

O DFD dessa etapa está apresentado na figura 59 sendo que as informações contidas nesse diagrama estão descritas no quadro 10. Entre as mudanças ocorridas pode-se destacar que o plano de médio prazo passou a ser executado em conjunto com a gerência da obra que inclusive analisava as restrições. Como resultado, obtinha-se o cronograma de restrições direto do *MSProject*. Como as atualizações do plano de longo prazo eram periódicas, pode-se obter os gráficos de avanço físico e desvio de prazo. Além disto foi feita uma nova revisão do orçamento com base nas novas quantidades levantadas. Foi elaborado também um novo plano de longo prazo considerando os pacotes restantes.

Quadro 10 - Dicionário de dados (3ª etapa – estudo de caso 2)

Nome	Descrição	Forma de Comunicação
Necessidade de equipamento, ferramenta e material.	Levantamento da quantidade de equipamento, ferramenta e material com as respectivas datas de fornecimento.	Verbal
Dados do fornecimento do material.	Materiais que já foram fornecidos	Verbal
PPC	Indicador de percentual da programação concluída	Escrito
AF%	Gráfico de avanço físico contendo dados sobre o percentual físico previsto/realizado	Escrito
Projeção de prazo	Gráfico que apresenta o prazo da obra após cada atualização.	Escrito
Plano de curto prazo atualizado	Informação sobre o cumprimento das tarefas	Escrito
Reorçamento	Revisão do orçamento realizado na etapa anterior	Escrito
Plano de curto prazo	Planilha contendo as tarefas a serem realizadas na semana.	Escrito
Plano de médio prazo	Planilha do <i>MSPProject</i> contendo os pacotes a serem realizados em 2 meses.	Escrito
Cronograma de restrição	Cronograma contendo as restrições (mão-de-obra, material, projeto, local) de cada pacote - <i>MSPProject</i> .	Escrito
Revisão do plano de longo prazo	Mudança do plano de longo prazo adotando o conceito de pacote de trabalho.	Escrito
Andamento da obra	Informações sobre o cumprimento do plano semanal e data de término da obra	Escrito
Discussão sobre planos de curto prazo	Análise das tarefas a serem realizadas na semana, com possível inclusão ou exclusão de algumas tarefas.	Verbal
Relatório sobre a necessidade de recursos	Quantidade de mão-de-obra, material, equipamento e ferramenta necessários para realização das tarefas.	Verbal
Necessidade de mão-de-obra	Quantidade de mão-de-obra direta a ser contratada.	Escrito

4.2.6.1 Análise de Dados

O PPC da obra apresenta uma média de aproximadamente 67% (figura 60). Na terceira e na quarta semana observa-se uma queda desse indicador que pode, em grande parte, ser atribuída à ocorrência de feriados não previstos na elaboração dos planos. Na terceira etapa do estudo há uma queda no PPC médio de 10%, 77% na segunda etapa para 67% na terceira etapa. Isso pode ser atribuído principalmente ao fato de que a obra entrou em sua fase final, próximo à entrega. Nesta fase tende a aumentar o número de pacotes de trabalho semanais (1ª etapa 46, 2ª etapa 75 e 3ª etapa 144) e o grau de interdependência entre os

Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional *MSPProject*

mesmos, dificultando o seu controle. Além disto, foi observado freqüentemente a inclusão de alguns pequenos pacotes de trabalho sem que suas restrições tivessem sido removidas, pela urgência em concluir os mesmos. Finalmente, nesta etapa, existe o surgimento de problemas imprevistos, típicos das tarefas de acabamento das obras.

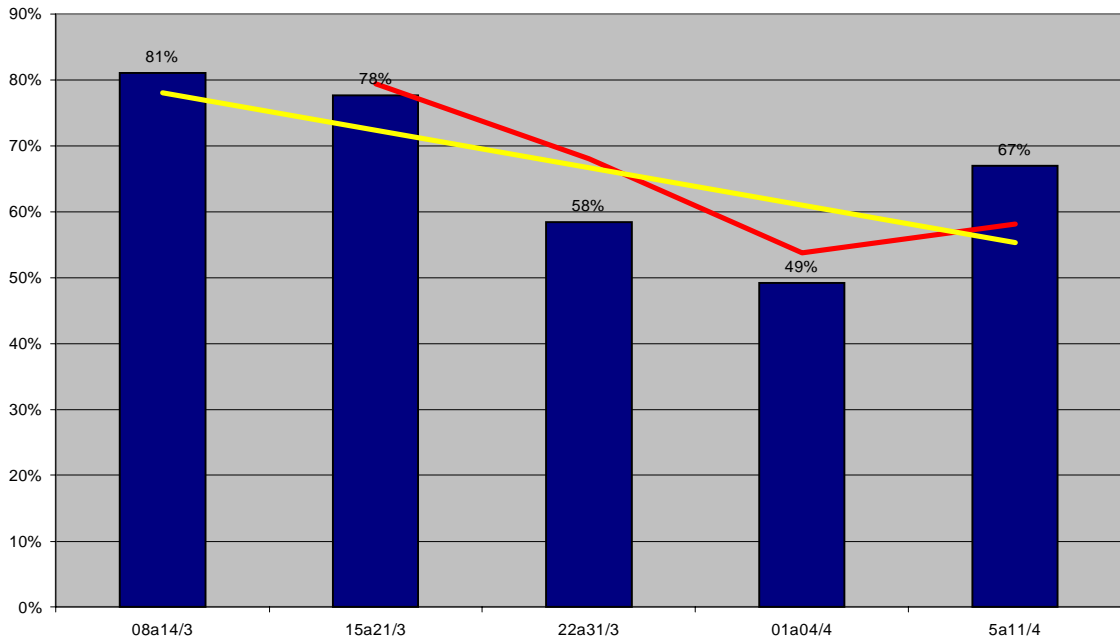


Figura 60 - PPC da Obra

Apesar da presença da engenheira de suprimentos nas reuniões de médio e curto prazo, os problemas relacionados à falta de materiais tiveram um aumento de 10% para 12,1%.

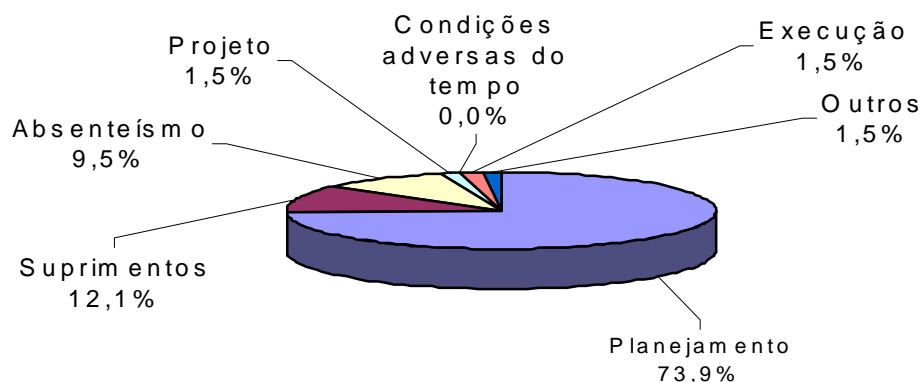


Figura 61 - Causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho - 3ª etapa do estudo de caso 02

Com relação às causas do não cumprimento das tarefas, apresentadas na figura 61, observa-se que os problemas de origem no planejamento aumentaram de 57% na segunda etapa para 73,9%. Absenteísmo, que antes representava 7%, aumentou para 9,5%. Os

problemas de projeto reduziram-se em 0,5% (2% para 1,5%). Condição adversa do tempo reduziu de 23% para 0% e para os problemas de execução houve um aumento de 0,5% (1% para 1,5%).

Dos problemas relacionados ao planejamento, identificou-se que 28,8% relacionavam-se ao mau dimensionamento, ou seja, a quantidade de homens horas estimada era inferior ao efetivamente necessário para realização do pacote; 22,1% eram relativos as tarefas predecessoras. Alguns pacotes de trabalho programados para a semana não eram realizados, pois as tarefas predecessoras, programadas também para esta semana, não foram concluídas no prazo previsto; 9,0% eram falhas na programação da tarefa, tarefas que não deveriam estar na programação, mas eram inseridas; 5,5% estavam relacionados a relocação da mão-de-obra, ou seja, a mão-de-obra era definida para realizar uma tarefa sendo deslocada para fazer outra; 3,5% referiam-se a mudanças no plano de ataque; 2,5% resultaram de baixa produtividade do empreiteiro; e 2,5% foram causados por interferência de outras tarefas.

Dos problemas de suprimentos, 8% foi identificado como falta de material; 2% material solicitado em quantidade insuficiente, 0,55% atraso na entrega e 0,55% material incorreto. Cerca de 1% era problema de falta de equipamento.

Entre os problemas de projetos pode-se citar: 1% falta de informação de projeto e 0,5% modificações de projetos. Falhas na execução representaram 1,5% e outras causas, tais como falhas na prestação do serviço (0,5%) e o esquecimento da realização da tarefa por um funcionário (1%), somaram 1,5%. Ao analisar as causas do não cumprimento das tarefas verifica-se que 85,5% refere-se as restrições não removidas, representando um aumento em relação a etapa anterior (66%).

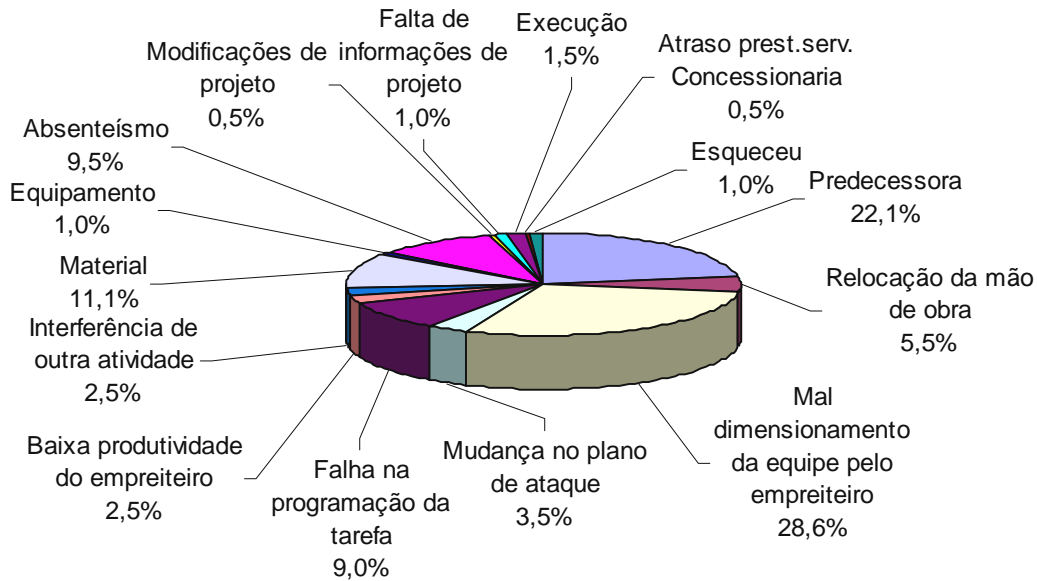


Figura 62 - Detalhamento das causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho – 3ª etapa do estudo de caso 02

Pelo gráfico de projeção de prazo representado na figura 63, verifica-se que nas duas primeiras semanas esse indicador não indicou o atraso da obra. Muitas tarefas previstas para serem realizadas nesse período já haviam sido concluídas antes da primeira reunião semanal. Isso pode ser percebido no gráfico de avanço físico (figura 64), no qual os percentuais realizados apresentam valores mais elevados que os previstos. A partir da terceira semana, a obra começa a apresentar atraso, pois as programações elaboradas não estavam sendo cumpridas, conforme figura 60, resultando na queda do PPC.

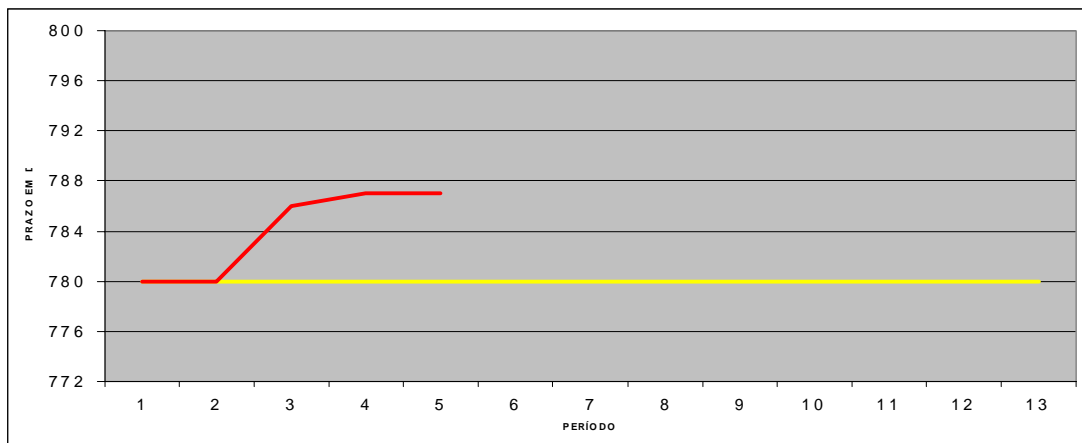


Figura 63 - Projeção de Prazo

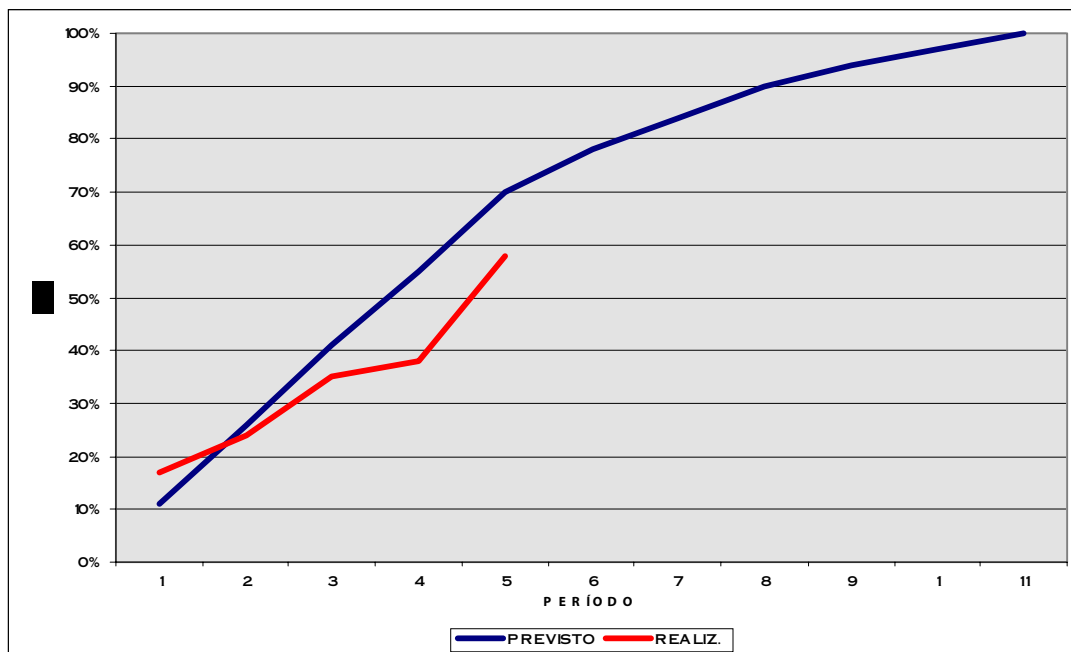


Figura 64 - Gráfico de Avanço Físico

4.2.7 Indicadores de Desempenho do PCP

4.2.7.1 Análise Geral

Os indicadores descritos no quadro 11 correspondem às cinco últimas semanas do estudo de caso 2, sendo também obtidos a partir do controle efetuado utilizando o pacote computacional *MSPProject*, semelhante ao estudo de caso 1.

Quadro 11 - Resumo dos indicadores (estudo de caso 2)

PERÍODO	08a14/03	15a21/03	22a28/03	29a04/04	05a11/04	MÉDIA	
Pacotes Totais	1093	1093	1093	1093	1093	1093	
Pacotes Inseridos e não lançados no MS	55	62	55	23	44	47,8	
Pacotes Removidos	0	0	0	0	0	0	
Pacotes Filtrados	146	119	220	175	233	178,6	
Pacotes com Restrição	40	42	96	70	53	60,2	
Pacotes sem Restrição	106	77	124	105	180	118,4	
Pacotes utilizados	71	57	117	89	147	96,2	
INDICADORES							
PP	P	780	780	780	780	780	-
	R	780	780	786	786	787	-
PPC		81%	78%	58%	49%	67%	67%
AF	P	11%	26%	41%	53%	70%	40%
	R	17%	24%	35%	38%	58%	34%
PPTM		5%	6%	5%	2%	4%	4%
IA		49%	48%	53%	51%	63%	53%
IRR		73%	65%	56%	60%	77%	66%
IUP		67%	74%	94%	85%	82%	80%

Na primeira semana o valor do PPTM (5%) foi só um ponto maior que a média. O índice de remoção de restrição (IRR) foi alto (73%) e 67% (IUP) dos pacotes que não possuíam restrições foram utilizados, ou seja, 49% (IA) dos pacotes filtrados pelo plano de longo prazo foram utilizados naquela semana. Dos pacotes comprometidos, 81% (PPC - alto) foram concluídos e o AF% realizado (17%) foi superior ao previsto (11%). Vale ressaltar que nesta semana houve a atualização do plano de longo prazo e médio prazo e muitos pacotes já haviam sido executados devido a defasagem entre o momento da elaboração e a atualização. O prazo final previsto nesse período não se estendeu (780 dias).

Na segunda semana houve um aumento de 1% nas modificações do plano de longo prazo em relação a semana anterior (PPTM = 6%), maior entre todas as semanas. Dos pacotes filtrados, somente 48% (IA) foram utilizado e o índice de remoção de restrições foi de 65%. Além disso, somente 74% (IUP) dos pacotes sem restrição foram programados. Assim, apesar de não terem restrições, alguns pacotes de trabalho eram excluídos no momento da elaboração do plano de curto prazo. Daqueles incluídos neste plano, 78% foram concluídos (PPC). O avanço físico realizado começa a se afastar do previsto com uma diferença de 2% (26% previsto, 24% realizado), mas, apesar disso, o prazo final se mantém (780 dias).

Na terceira semana houve modificações no plano de longo prazo semelhante à primeira semana (PPTM = 5%). Dos pacotes filtrados somente 53% (IA) foram utilizados. Desses 94% (IUP) foram comprometidos nos planos de curto prazo, refletindo um aprendizado da equipe e uma melhor adequação dos planos de longo prazo à realidade da obra. Entretanto, o PPC (58%) apresenta um valor mais baixo em relação aos períodos anteriores. 44% das restrições não foram removidas (IRR = 56%), ou seja, o planejamento de médio prazo teve sua eficácia diminuída. O avanço físico previsto realizado, acumulado, passa a ter uma diferença de 6% (AF% previsto foi de 41%, realizado de 35%) e o prazo final apresenta um atraso de seis dias (PP previsto de 780 e realizado de 786).

Na quarta semana, o indicador de modificações dos pacotes de trabalho foi menor (PPTM = 2%). Dos pacotes filtrados, 51% (IA) foram utilizados, sendo que 60% (IRR) das restrições foram removidas. Dos pacotes filtrados, 85% (IUP) foram comprometidos nos planos de curto prazo, mas somente 49% (PPC) foram concluídos, valor mais baixo desta etapa entre todas as semanas. O avanço físico previsto realizado acumulado passa a ter uma diferença de 15% (AF% previsto 53%, realizado 38%) e o prazo final manteve um atraso de seis dias (PP previsto de 780 dias e realizado de 786 dias), pois houve modificações no plano de ataque.

Na quinta semana o PPTM equivale à média (4%). Dos pacotes filtrados, foram utilizados 63% (IA), maior indicador entre todas as semanas de análise. Desses, 82% (IUP) foram comprometidos nos planos de curto prazo, mas somente, 67% (PPC) foram concluídos. 77% (IRR) das restrições foram removidas. Como consequência, o avanço físico previsto (70%) e o realizado (58%) acumulado, passa a ter uma diferença de 12% e o prazo final apresenta um atraso de sete dias (PP previsto de 780 dias e realizado de 787 dias)

4.2.7.2 Análise por Indicador

b) Percentual de Pacotes de Trabalho Modificados, Adicionados ou Excluídos (PPTM).

Pela figura 65, observa-se que, em média, os planos sofreram mudanças de 4%. Na quarta semana esse índice sofreu uma queda para 2% e na segunda semana esse índice atingiu o seu valor máximo de 6%.

Nas três primeiras semanas obtiveram-se os maiores valores desse indicador, principalmente em função da atualização do plano de longo prazo, que provocou a inclusão de muitas tarefas não previstas, sobretudo as tarefas que precisavam ser refeitas; e da análise de restrições (primeira e quinta semana), que provocou uma avaliação do plano de longo prazo, resultando no redimensionamento dos pacotes e alteração do plano de ataque.

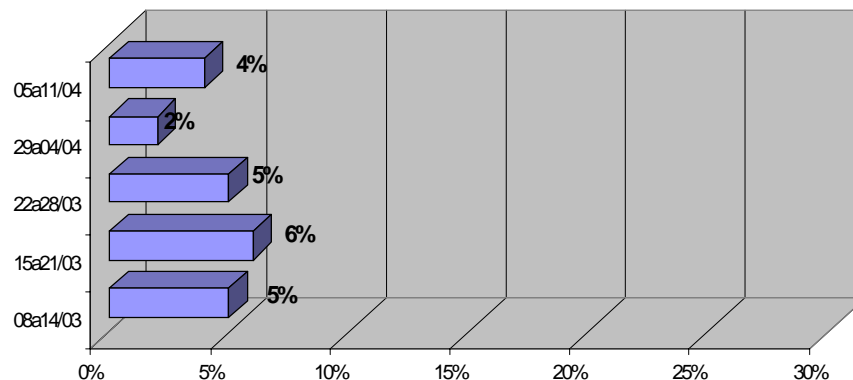


Figura 65 - Percentual de pacotes de trabalho modificados, adicionados ou excluídos (PPTM).

b) Indicador de Aderência (IA).

Pela figura 66, observa-se que esse indicador, nas duas primeiras semanas, manteve-se no nível de aproximadamente 48%. Pode-se atribuir este valor relativamente baixo à alteração dos planos de ataque, ou mudanças no fluxo de caixa. Nas últimas três semanas essa média aumentou para 56%. A quinta semana apresenta o melhor comportamento desse

indicador. A obra tinha 77% (IRR) dos pacotes sem restrições. Dessas, 82% foram incluídos no plano de curto prazo, o que equivale ao indicador de aderência de 63% .

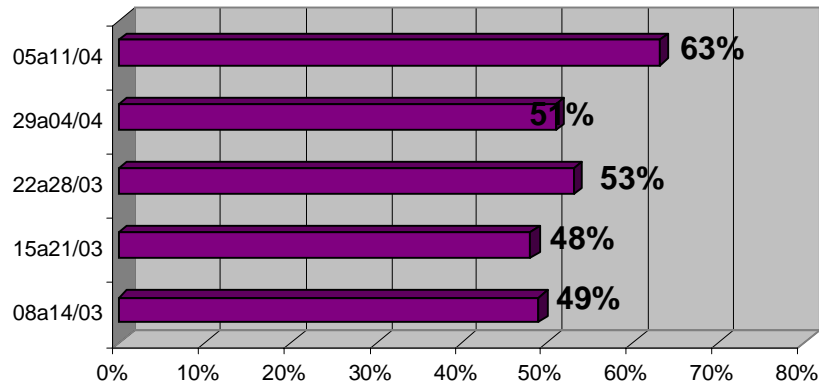


Figura 66 - Indicador de aderência

c) Indicador de Remoção de Restrição (IRR)

Pela figura 67, pode-se observar que a média desse índice gira em torno de 66%, atingindo um patamar de 77% na última semana. Essa média pode ser considerada baixa e indica que o gerenciamento das restrições não era feito de forma eficaz.

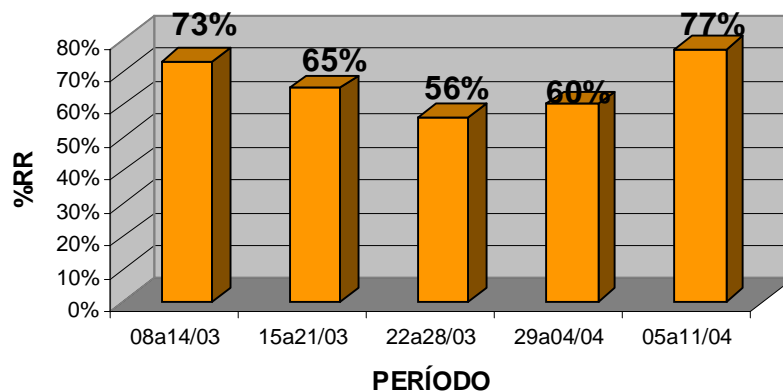


Figura 67 - Indicador de remoção das restrições (IRR)

d) Indicador de Utilização dos Pacotes de Trabalho (IUP)

Pela figura 68, observa-se que o número de pacotes utilizados foi de aproximadamente 80% em relação aos que poderiam ser utilizados, por não terem restrições. Pode-se atribuir a não utilização de todos os pacotes à mudança de seqüenciamento, ocasionadas por: problemas financeiros, falta de espaço e restrições tecnológicas não identificadas.

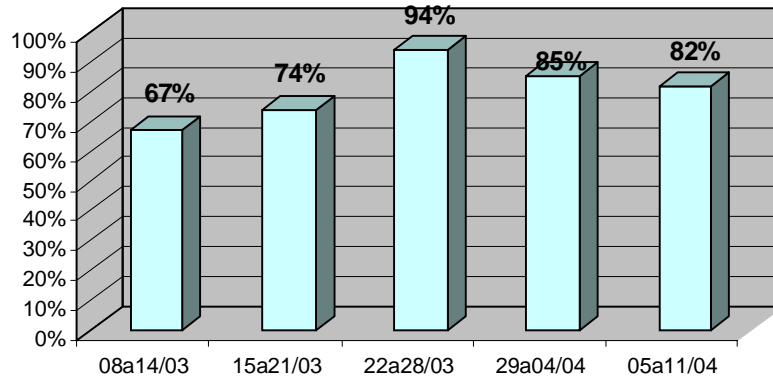


Figura 68 - Indicador de utilização dos pacotes de trabalho (IUP)

4.3 DISCUSSÃO

4.3.1 Análise dos Indicadores

Ao analisar o conjunto de indicadores apresentados nos quadros 7 e 11 pode-se dividi-los em duas categorias. Da primeira fazem parte os indicadores que avaliam a eficácia do processo de planejamento e controle da produção como um todo (PPC, AF% e PP), e a segunda categoria é composta dos indicadores que monitoram o grau de aderência entre os planos de longo, médio e curto prazo (IA, IRR e IUP). Segue abaixo exemplos de problemas que podem ser detectados através da análise conjunta desses indicadores:

a) Relação entre PPC, AF% e PP:

- Alto PPC, baixo avanço físico, aumento do prazo da obra – nem todas as tarefas previstas no plano de longo prazo são inseridas no plano de curto prazo (AF% baixo). Dentre as tarefas não programadas ou atrasadas estão as que fazem parte do caminho crítico (aumento do prazo da obra). Mas as tarefas comprometidas no plano de curto prazo são cumpridas em sua maioria (PPC alto) Isto pode ser atribuído ao sub-dimensionamento dos planos de curto prazo.
- Alto PPC, baixo avanço físico, redução do prazo da obra – nem todas as tarefas previstas no plano de longo prazo são inseridas no plano de curto prazo (AF% baixo). Dentre as tarefas programadas ou adiantadas estão as que fazem parte do caminho crítico (redução ou manutenção do prazo da obra). Mas as tarefas comprometidas no plano de curto prazo são cumpridas em sua maioria (PPC alto) Isto pode ser atribuído ao sub-dimensionamento dos planos de curto prazo.
- Alto PPC, alto avanço físico, aumento do prazo da obra – os pacotes previstos no plano de longo prazo, que fazem parte do caminho crítico, não estão sendo programados ou não estão sendo realizados no prazo, mas outros pacotes não previstos nesse período e que não fazem parte do caminho crítico estão sendo programados e executados.
- Alto PPC, alto avanço físico, redução ou manutenção do prazo – os pacotes previstos no plano de longo prazo estão sendo programados e realizados,

outros pacotes não previstos no longo prazo podem também estar sendo comprometidos e cumpridos no plano de curto prazo. As restrições são sistematicamente removidas, as tarefas do caminho crítico estão sendo realizadas. Um exemplo desta situação é a primeira semana do estudo de caso 2.

- Baixo PPC, baixo avanço físico, redução ou manutenção do prazo – nem todos os pacotes previstos nos planos de longo prazo estão sendo programados, mas aqueles que fazem parte do caminho crítico são programados, realizados nos prazos pré-estabelecidos e até mesmo adiantados. É o caso, por exemplo, da primeira semana do estudo de caso 1 e da segunda semana do estudo de caso 2.
- Baixo PPC, baixo avanço físico, aumento do prazo – os pacotes previstos não estão sendo programados e os pacotes programados não são realizados. É o caso, por exemplo, da segunda, terceira, quarta e quinta semanas do estudo de caso 1 e terceira, quarta e quinta semanas do estudo de caso 2.

Quadro 12 - Relação entre PPC, AF% e PP

PPC		AF%		PP		Conclusão	Exemplo
Alto	Baixo	Alto	Baixo	Reduz/ Mantém	Aumenta		
						Sub-dimensionamento dos planos de curto prazo	-
						Sub-dimensionamento dos planos de curto prazo. Tarefas do caminho crítico sendo cumpridas	-
						Atraso das tarefas que fazem parte do caminho crítico	-
						Bom desempenho dos planos	1a - E2
						Tarefas do caminho crítico sendo cumpridas	1a - E1 2a - E2
						Pior situação	2a,3a,4a,5a - E1 3a,4a,5a - E2

Relação entre IA, IRR, IUP

- IA baixo, IRR baixo, IUP alto - nesse caso os planos de curto prazo estão utilizando as tarefas previstas naquele horizonte, mas as restrições não estão sendo removidas. Como consequência, pode-se obter alto PPC e baixo avanço físico. Por exemplo, este foi o caso da segunda e terceira semana do estudo de caso 1 e terceira e quarta semanas do estudo de caso 2.
- IA baixo, IRR alto, IUP baixo - neste caso os planos de curto prazo não estão utilizando os pacotes previstos naquele horizonte, mas as restrições estão sendo removidas. Por exemplo, este foi o caso da primeira semana do estudo de caso 2. Nesse caso, o avanço físico apresentou uma distorção, pois muitas tarefas desse período não haviam sido comprometidas, pois já tinham sido executadas. O normal seria ocorrer um avanço físico inferior que o previsto e, como consequência, o prazo da obra se estender.
- IA alto, IRR alto, IUP alto – essa situação indica um bom desempenho dos planos de médio prazo. Como o valor IUP também é alto, constata-se que os planos de curto prazo também estão elaborados utilizando o longo prazo. São exemplos desta situação a quinta semana do estudo de caso 1.

- IA baixo, IRR alto, IUP alto – essa situação indica um bom desempenho dos planos de médio prazo. Como o valor IUP também é alto, constata-se que os planos de curto prazo também estão elaborados utilizando o longo prazo, mas os pacotes não estão sendo utilizados na sua totalidade. São exemplos desta situação a quarta semana do estudo de caso 1 e a quinta semana do estudo de caso 2.
- IA alto, IRR alto, IUP baixo – essa situação normalmente não deve ocorrer, pois se o valor de IUP for baixo IA também será baixo.
- IA baixo, IRR baixo, IUP baixo – esse seria o pior caso, pois as restrições não estão sendo removidas e os pacotes de trabalho previstos nessa semana não estão sendo programados. Na primeira semana do estudo de caso 1 observa-se esta situação.

Quadro 13 - Relação entre IA, IRR e IUP

IA		IRR		IUP		Conclusão	Exemplo
Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo		
						Restrições não são removidas mas os pacotes disponíveis no plano de longo prazo são utilizadas nos planos de curto	2a, 3a - E1 2a, 3a e 4a - E2
						Restrições removidas mas os pacotes disponíveis no plano de longo prazo não são utilizadas nos planos de curto	1a - E2
						Bom desempenho dos planos	5a - E1
						As restrições são removidas e os pacotes são utilizados, mas não em sua totalidade.	4a - E1 5a - E2
						Situação pouco provável	-
						Pior situação	1a - E1

Quanto aos pacotes de trabalho definidos no plano de longo prazo, pode-se concluir que os mesmos sofriam alterações mais substanciais quando o plano de médio prazo era elaborado, como, por exemplo, na primeira, terceira e quarta semana do estudo de caso 1 e na primeira e quinta semana do estudo de caso 2.

4.3.1.1 Definição de Pacote de Trabalho

As obras nas quais foram realizados os estudos de caso possuíam um plano de longo prazo detalhado. A definição dos pacotes de trabalho que faziam parte desse plano seguiu o roteiro abaixo:

- Levantamento das atividades a serem executadas: listagem dos pacotes de trabalho;

- b) Quantificação dessas atividades: determinação das quantidades de cada pacote de trabalho a ser executado;
- c) Determinação das durações e recursos: tempo e recursos necessários para sua execução de cada pacote a partir da definição das equipes - no estudo de caso 1 foi calculado com base em composições de custo utilizadas no orçamento e no estudo de caso 2 com base na experiência dos engenheiros residentes;
- d) Seqüenciamento: seqüência técnica necessária para realização das tarefas.

À medida que as atualizações aconteciam, foram adicionados outros critérios como:

- a) Tamanho do pacote de trabalho: não poderia ultrapassar o horizonte do plano em que estava inserido;
- b) Organização da mão-de-obra em equipes: a equipe de trabalho pode ser sub-dividida, pela necessidade de iniciar outra frente, de interromper a tarefa ao encontrar alguma dificuldade executiva ou de paralisar parte da tarefa por interferir em outra.

Foram incluídos, no momento da elaboração dos planos de longo prazo, atividades produtivas e algumas auxiliares que eram imprescindíveis para realização das produtivas. Entre elas, pode-se citar: montagem e desmontagem de andaimes e limpeza da obra. Desta forma, buscava-se aumentar o foco em algumas atividades que não agregavam valor, ao invés de somente programar as que agregam valor. À medida que o controle era efetuado, a partir das discussões nas reuniões de planejamento, surgiu a necessidade de inserir outras atividades auxiliares, tais como retrabalhos, inspeção final e limpeza para outras frentes.

Dos pacotes de trabalho adicionados no estudo de caso 1, 12% correspondiam às atividades auxiliares, 17% as atividades improdutivas e 71% às atividades produtivas (figura 69).

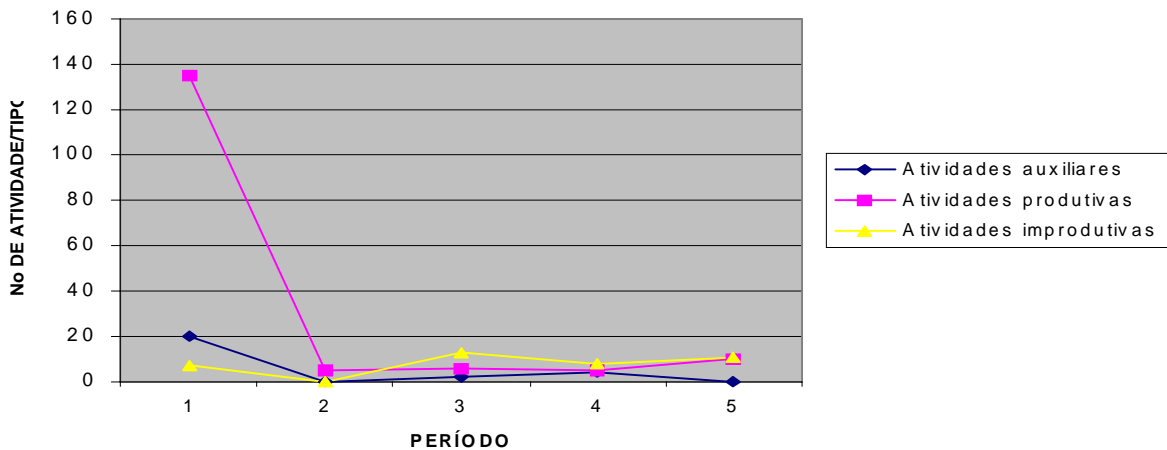


Figura 69 - Análise dos pacotes de trabalho - estudo de caso 1

Já no estudo de caso 2, 19% correspondiam as atividades auxiliares, 18% as atividades improdutivas e 62% as atividades produtivas (figura 70).

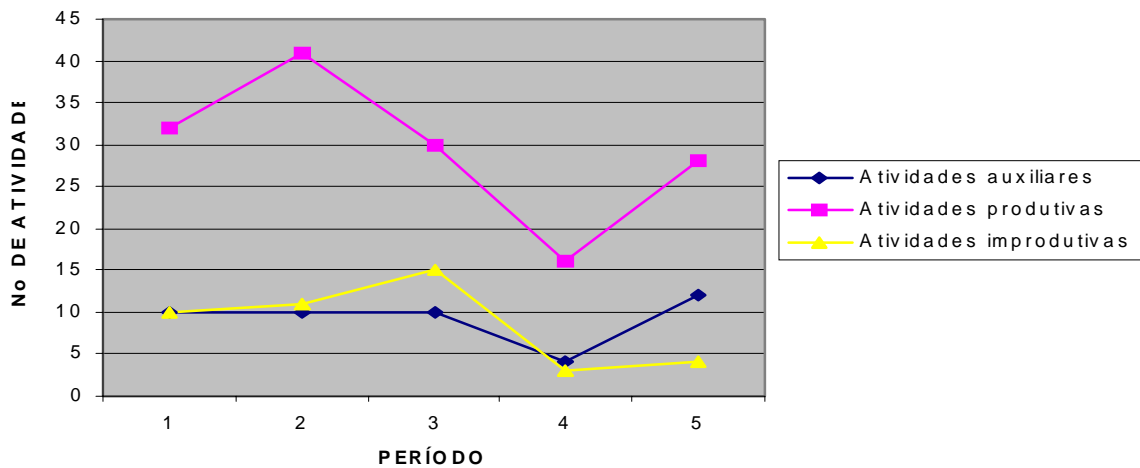


Figura 70 - Análise dos pacotes de trabalho - estudo de caso 2

À medida que o controle era efetuado, foi discutida, em reunião, a necessidade de inserir outras atividades auxiliares, tais como inspeção final e limpeza para outras frentes, pois o número de retrabalhos havia aumentado substancialmente à medida que se aproximava a data de entrega.

O número de tarefas que representavam retrabalhos somou no estudo de caso 1 (etapa 2) 17% e no estudo de caso 2 (etapa 3) 11% (quadros 12 e 13). Isto decorreu principalmente da quebra de alguns materiais já colocados ou tarefas mal feitas, visto que ambas as obras estavam na fase final de execução.

Muitos pacotes precisaram ser redivididos, 55% no estudo de caso 1, e 21% no estudo de caso 2 (quadros 12 e 13). Isto se deve ao fato de que muitos pacotes previstos para serem Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional *MSPProject*

feitos em uma só etapa precisarem ser divididos. Por exemplo, o piso do 1º pavimento era executado e só nas semanas seguintes faziam-se os arremates ou acabamentos, por falta de terminalidade.

Quanto aos pacotes inseridos que não estavam previstos no plano de longo prazo, no estudo de caso 2 esse valor é de aproximadamente 68%. Em contrapartida, no estudo de caso 1 foi de 23% (quadros 12 e 13). Pode-se atribuir ao fato de que no estudo de caso 2 a obra era maior, possuía um grande número de pacotes de trabalho distribuídos em 20 pavimentos e 3 garagens o que requeria uma avaliação dos pacotes de trabalho que restavam serem executados pelos engenheiros, inserindo-os no plano de longo prazo. Além disto, esse era o primeiro planejamento elaborado pelo engenheiro de planejamento.

Quadro 14 - Definição dos pacotes – estudo de caso 01

Tipo\ Período	3a9/09	10a16/09	17a23/09	24a30/09	01a7/10	8a17/10	Total
	1ºsem.	2ºsem.	3ºsem.	4ºsem.	5ºsem.	6ºsem.	
Pacotes inseridos	162	5	21	-	17	21	226
Pacotes não previstos	33	4	8	-	9	8	53
	17%	75%	38%	-	36%	38%	23%
Pacotes re-divididos	122	1	0	-	0	2	125
	75%	25%		-	0%	10%	55%
Pacotes refeitos	7	0	13	-	8	11	39
	4%	0%	62%	-	47%	52%	17%

Quadro 15 - Definição dos pacotes – estudo de caso 02

Tipo\ Período	08a14/03	15a21/03	22a28/03	29a04/04	05a11/04	12a19/04	Total
	1ºsem.	2ºsem.	3ºsem.	4ºsem.	5ºsem.	6ºsem.	
Pacotes inseridos	52	62	55	23	44	60	296
Pacotes não previstos	32	40	37	16	30	45	200
	62%	65%	67%	70%	68%	75%	68%
Pacotes re-divididos	10	12	12	6	12	10	62
	19%	19%	22%	26%	27%	17%	21%
Pacotes refeitos	10	10	6	1	2	5	34
	19%	16%	11%	4%	5%	8%	11%

4.3.2 Informatização com o Software Msproject

No estudo de caso 1, a introdução de um processo de PCP informatizado com a introdução do software MSProject trouxe alguns benefícios à empresa. O principal deles foi o fato de que a gerência da obra e a equipe de pesquisadores puderam entender a lógica com a qual o empreendimento deveria ser construído. A obra já havia sido iniciada e se caracterizava

por não possuir um controle sistemático das tarefas executadas, pela desorganização e mau gerenciamento. Faltava pouco tempo para o término da obra (três meses) e não se tinha uma visualização clara do que faltava ser realizado.

Entretanto, os benefícios deste plano foram decorrentes não só da rede de precedência elaborada, mas também pelo fato de que foi elaborado um plano de ataque. Este plano foi traçado em conjunto pela gerência da obra e equipe de pesquisadores utilizando o *software MSEXcel* visto que a rede de precedência do *MSPProject* não dava a transparência necessária, dificultando o entendimento de quem não conhece as técnicas de rede. Como resultado, os encarregados e engenheiros entenderem claramente as principais seqüências de ataque à obra e, quando sentiam necessidade de mudanças nas mesmas, não houve problemas na realização dessa atividade.

No segundo estudo de caso o fato preponderante para o mau funcionamento do processo informatizado pré-existente (etapas 01 e 02) foi a não participação da equipe da obra na preparação dos planos. Em função disto, havia muitas discrepâncias entre o plano de ataque previsto e o realizado, agravada pela falta de experiência do engenheiro de planejamento em manusear o *software*. Mesmo passando por várias alterações, não se conseguiu obter um plano que fosse controlado em tempo real devido à inconsistência na definição de uma seqüência para as tarefas, pois diversas frentes de trabalho eram atacadas ao mesmo tempo, ou seja, a mão-de-obra estava distribuída em quase todos os pavimentos realizando tarefas diversas.

Com relação ao controle, a utilização da informatização facilitou a definição das metas semanais vinculadas ao plano de longo prazo, pois fornece para a equipe da obra um ponto de partida no qual constam os pacotes de trabalho que deverão ser executados em determinados períodos para que o prazo final seja atingido. Além disso, permite a análise das tarefas que se desviaram do plano inicial e sua influência nas demais etapas da obra.

Para a definição das equipes, a informatização auxilia no estabelecimento dos recursos necessários à execução das tarefas, além de fornecer indicadores como, por exemplo, avanço físico, prazo final, quantidade de mão-de-obra, que ajudam no gerenciamento do empreendimento, desde que partam de dados confiáveis. Como muitas empresas não possuem um banco de dados de composições de custo, é necessário estabelecer algumas dessas durações e recursos em conjunto com a equipe de produção. Neste sentido, o mecanismo de aprendizagem desencadeado pelo plano de curto prazo pode contribuir para que esta deficiência da técnica seja, pelo menos em parte, compensada.

Uma das principais dificuldades na utilização da informática foi a falta de conhecimento da equipe da obra em manusear o *software*. Em ambos os estudos de caso, as alterações e atualizações foram possíveis, pois um dos pesquisadores e um dos estagiários tinham bom domínio dessa ferramenta. Um obstáculo a introdução do processo informatizado é obviamente a necessidade de um computador e impressora no canteiro, assim como o *software*. Finalmente, vale salientar que foram observadas algumas das dificuldades inerentes às técnicas de rede, salientadas no capítulo 3, como a sua falta de transparência e o grande trabalho demandado pela necessidade de mudanças ou inclusão de tarefas, assim como pelas mudanças no plano de ataque.

Através das entrevistas realizadas com os envolvidos efetivamente no processo de elaboração e controle dos planos, ou seja, diretor, engenheiro residente e estagiário, pôde-se concluir que o uso da informatização facilita e encanta os usuários, mas para a empresa propagar sua utilização faz-se necessário:

- a) desenvolver competência, dando treinamento aos envolvidos não só sobre técnicas de planejamento, como da utilização do *software* e do processo de planejamento na construção civil;
- b) adquirir os equipamentos e *software* necessários;
- c) entender o seqüenciamento das operações necessário para a identificação de relações de precedência;
- d) estudar e definir um plano de ataque para as tarefas;
- e) hierarquizar o processo de planejamento definindo os horizontes de controle.

Além disso, é necessário que o usuário tenha tempo disponível para realizar as mudanças que possam vir a ocorrer, pois, muitas vezes, devido ao grande número de horas gastas para a modificação dos planos e a necessidade em se tomar decisões rápidas, os planos feitos inicialmente se distanciam da realidade da obra, sendo os mesmos abandonados.

Finalmente, em função da falta de transparência dos relatórios obtidos no *MSPProject*, é necessário o uso de outro *software* para elaboração de gráficos e planilhas que facilitem o entendimento dos planos pela gerência e os encarregados. Para obter essa transparência, foi utilizada a técnica da linha de balanço no estudo de caso 2 (ANEXO D) e gráficos do *MSExcel*.

Entretanto, quaisquer que sejam as técnicas utilizadas para a preparação dos planos, as mesmas devem ser hierarquizadas através de níveis de planejamento, já que cada nível

possui uma função específica no processo, principalmente no que tangue a disponibilização e alocação de recursos no canteiro (HOWELL; BALLARD, 1996).

Além disso, segundo Lord (1993), essas técnicas, desde que corretamente aplicada podem, no mínimo, proporcionar uma estrutura de monitoramento do empreendimento para a gerência, agilizando as etapas de controle conforme verificado nas figuras 71 e 72.

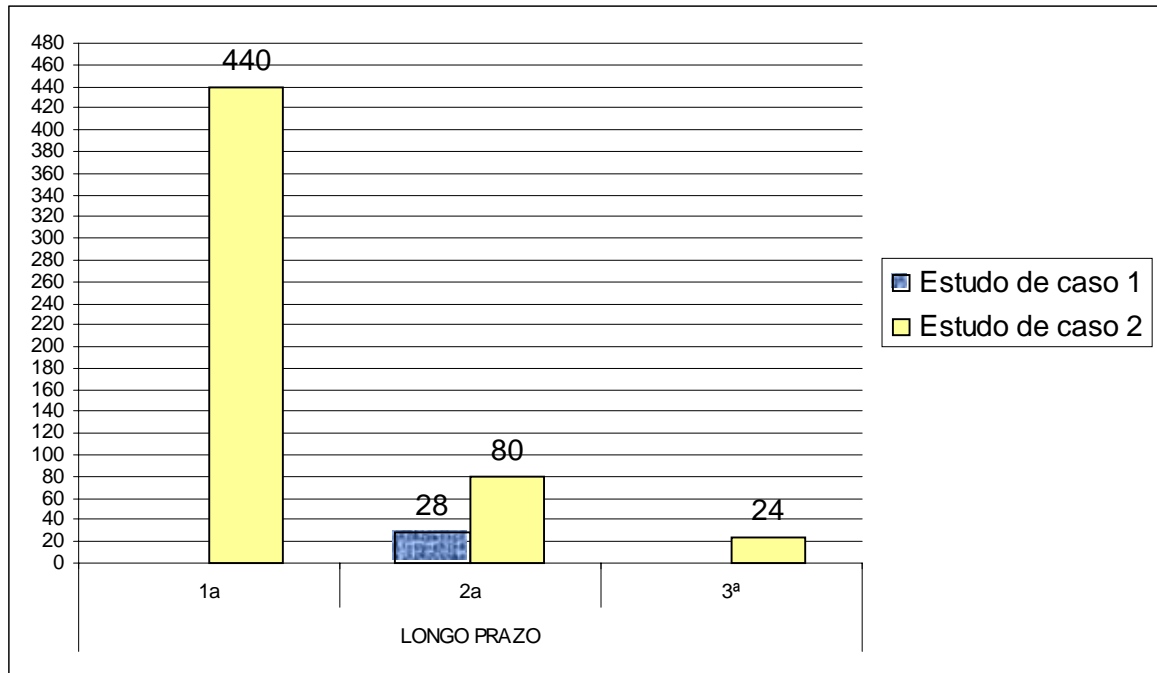


Figura 71 - Horas gastas para elaboração do plano de longo prazo

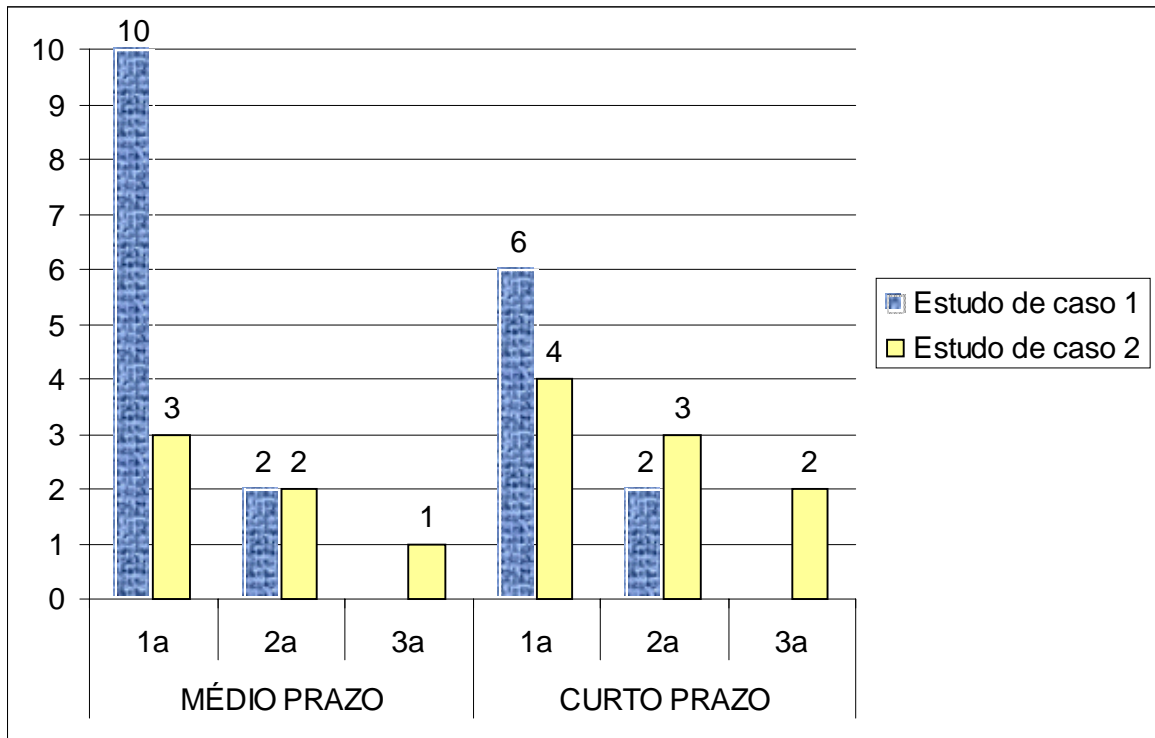


Figura 72 - Horas gastas para elaboração dos planos de médio e curto prazo

Segundo as figuras 71 e 72, pode-se constatar que o número de horas gasto para elaboração dos planos, na primeira etapa do estudo de caso 01 (sem o uso da informatização), é superior a outras etapas, mesmo quando os planos não representam a realidade da obra.

A utilização da informática como dispositivo para interligar os planos de longo, médio e curto prazo possui como desvantagens:

- a) Requer o detalhamento do plano de longo prazo;
- b) Requer a tomada de decisão de longo prazo nas reuniões de curto prazo - ao realizar o controle dos planos de curto prazo, os planos de médio e longo prazo são atualizados automaticamente.
- c) Gastar elevado número de horas para elaboração do plano de longo prazo;
- d) Tornar as mudanças necessárias mais trabalhosas, como, por exemplo, alteração no plano de ataque, redivisão dos pacotes de trabalho e inserção de novas tarefas;

Assim sugerem-se algumas mudanças na forma de utilizar os *softwares* de planejamento:

- a) Considerar, inicialmente, um plano com um nível de detalhe relativamente pequeno. À medida que os planos de médio prazo forem sendo atualizados, os projetos sendo definidos e as incertezas resolvidas, o grau de detalhamento poderá aumentar facilitando a preparação dos planos de curto prazo.
- b) Realizar o zoneamento nos três níveis de planejamento, desde que essas zonas possibilitem a quantificação das tarefas. Por exemplo, no longo prazo pode ser definida para o serviço de alvenaria global, no médio prazo podem ser divididas por pavimento e no curto prazo por pacotes de trabalho para aquele período.
- c) Deixar bem claro o horizonte de atualização, pois esse período definirá o tamanho dos pacotes e a periodicidade do detalhamento e atualização dos planos.
- d) Definir o plano de ataque à medida que o grau de detalhamento aumente. Mas, faz-se necessário a realização dessa atividade desde a elaboração do plano de longo prazo inicial. Isso facilita o entendimento da obra e a seqüência executiva dos processos.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONCLUSÕES

Conforme apresentado na seção 1.3, o objetivo geral do presente trabalho consistiu em contribuir para a consolidação e refinamento do modelo de PCP proposto por Formoso et al. (1999), estabelecendo diretrizes para interligação dos planos de longo, médio e curto prazo através da informatização do processo de planejamento e controle da produção. Como primeiro objetivo específico, buscou-se apontar as vantagens e desvantagens decorrentes da utilização de um pacote computacional tradicional, baseado na técnica CPM, na implementação do referido modelo. O pacote computacional escolhido foi o *MSPProject*, cujo uso é bastante disseminado na indústria.

A utilização do *software*, como veículo de interligação dos planos de longo, médio e curto prazo, faz com que o plano de longo prazo possua um nível de detalhes elevado mas esse detalhamento facilitou os engenheiros e a equipe de produção a entenderem a lógica de execução da obra, particularmente em um dos estudos de caso, no qual não havia um bom plano inicial de longo prazo. Entretanto, ambos os estudos de caso ofereceram evidências de que a eficácia da utilização do pacote computacional depende da elaboração de um plano de ataque adequado e da definição da seqüência de execução dos principais processos.

O plano de ataque das tarefas, traçado em conjunto com a equipe da obra, facilita aos encarregados e engenheiros entenderem os principais fluxos de trabalho. Estes devem ser explicitados graficamente, de forma a facilitar a sua análise crítica e também a sua disseminação durante a realização do planejamento de médio e curto prazo. Neste sentido, deve-se salientar a falta de transparência dos relatórios obtidos a partir da atualização dos planos utilizando o *MSPProject*, fazendo-se necessário o uso de outro *software* para elaboração de gráficos e planilhas, de forma a facilitar o entendimento dos planos pela gerência e encarregados. Para obter essa transparência foram utilizados nos estudos de caso a técnica da linha de balanço e gráficos elaborados a partir de uma planilha eletrônica.

Outra dificuldade observada em ambos os estudos de caso, que é amplamente reportada na bibliografia, é o excesso de tempo demandado para realizar mudanças no plano de longo prazo. Isto, em parte, se deveu à falta de conhecimento sobre a utilização de *softwares* de planejamento por parte da equipe da obra. Entretanto, esta é uma das dificuldades inerentes à utilização do CPM em ambientes de grande incerteza, uma vez que este exige um grande

detalhamento inicial dos planos. Quando o plano de longo prazo não é elaborado adequadamente, levando em conta as reais necessidades da gerência de produção, o esforço despendido na realização de alterações tende a ser muito grande, dificultando a utilização deste plano para controle em tempo real. Observou-se, nos estudos de caso, que se há muitas inconsistências na definição da seqüência de tarefas, a gerência tende a distribuir a mão-de-obra em quase todos os pavimentos, realizando tarefas diversas.

Com relação ao controle, a utilização da informatização facilita na definição das metas semanais vinculadas ao plano de longo prazo, pois fornece para a equipe da obra um ponto de partida para a elaboração do plano de curto prazo, no qual constam as tarefas que deverão ser executadas em determinados períodos para que o prazo final seja atingido.

Com base nas entrevistas feitas com os envolvidos efetivamente no processo de elaboração e controle dos planos (diretor, engenheiro residente e estagiário), pode-se concluir que o uso da informatização facilita o controle realizado pelos usuários, mas para a empresa efetivar sua utilização faz-se necessário:

- a) dar treinamento aos envolvidos, não só sobre técnicas de planejamento, mas também sobre a utilização do *software* escolhido, e principalmente sobre conceitos de planejamento e controle na construção civil;
- b) definir um plano de ataque a partir de uma discussão ampla entre os envolvidos na gestão da obra e explicitá-lo graficamente para facilitar a sua compreensão;
- c) definir o seqüenciamento dos principais processos, utilizando critérios para a divisão da obra em zonas de trabalho, a partir do qual são definidas relações de precedência entre atividades;
- d) hierarquizar o processo de planejamento definindo os horizontes de para cada nível e seus respectivos ciclos de controle;
- e) disponibilizar um profissional (da obra ou terceirizado) que tenha tempo disponível para realizar as mudanças no plano de longo prazo, evitando que este se distancie da realidade da obra, sendo, por esta razão, abandonado.

Como segundo objetivo específico, foram propostos indicadores de aderência entre os níveis hierárquicos do PCP, calculados a partir de dados obtidos ao utilizar o *software* de planejamento e controle. Alguns indicadores permitem fazer uma análise das tarefas que se desviam do plano inicial e avaliar sua influência nas demais etapas da obra.

De uma forma geral, a informatização facilita o cálculo de indicadores referentes ao avanço físico, projeção de prazo e eficiência na utilização da mão-de-obra. Entretanto, este procedimento pode ser de difícil implantação ou provocar distorções pela dificuldade de obter dados e também pelas limitações decorrentes da natureza das composições de custo tradicionais, utilizadas pelo *MSProject* para gerar estes controles.

A utilização da informática como dispositivo para interligar os planos de longo, médio e curto prazo possui como desvantagens:

- a) Requer o detalhamento do plano de longo prazo.
- b) Requer a tomada de decisão de longo prazo nas reuniões de curto prazo - ao realizar o controle dos planos de curto prazo, os planos de médio e longo prazo são atualizados automaticamente.
- c) Depende-se um elevado número de horas para elaboração do plano de longo prazo e também na introdução de mudanças, tais como alteração no plano de ataque, redivisão dos pacotes de trabalho e inserção de novas tarefas.

Assim sugerem-se algumas mudanças na forma de utilizar os *softwares* de planejamento:

- a) Considerar, inicialmente, um plano com poucos níveis de detalhes. À medida que os projetos vão sendo definidos e algumas incertezas eliminadas, pode elaborar planos de médio prazo mais detalhados, os quais facilitam a preparação dos planos de curto prazo.
- b) Realizar o zoneamento nos três níveis de planejamento, desde que essas zonas possibilitem a quantificação das tarefas. Por exemplo, no longo prazo pode ser definida para o serviço de alvenaria global, no médio prazo podem ser divididas por pavimento e no curto prazo por trechos de parede. Deve-se tomar o cuidado de usar critérios de segmentação que facilitem o controle desses pacotes e o comprometimento das equipes.
- c) Definir o horizonte de atualização, pois a partir deste período define-se o tamanho dos pacotes, a freqüência dos detalhamentos e das eventuais mudanças.
- d) Definir o plano de ataque à medida que o grau de detalhamento aumente. Entretanto, é necessário iniciar esta atividade durante a elaboração do plano

de longo prazo inicial. Isso facilita o entendimento da obra e a seqüência executiva dos processos.

O terceiro objetivo específico da presente pesquisa refere-se ao estabelecimento de diretrizes para orientar os intervenientes do processo de planejamento na definição dos pacotes de trabalho.

No planejamento de longo prazo tende a predominar a definição de pacotes de trabalho a partir de restrições de caráter tecnológico, pois no início da obra existe ainda muita incerteza sobre a configuração do sistema de produção. O maior esforço demandado para a definição de pacotes de trabalho tende a ocorrer quando o plano de médio prazo é elaborado. Este foi o caso, por exemplo, da primeira, terceira e quarta semana do estudo de caso 1, e da primeira e quinta semana do estudo de caso 2.

À medida que o plano de longo prazo é detalhado e atualizado, tendem a predominar outros critérios de segmentação da obra em pacotes de trabalho:

- a) Tamanho do pacote de trabalho: não pode ultrapassar o horizonte do plano em que estava inserido;
- b) Mão-de-obra disponível: o pacote deve ser dividido se houver uma reorganização das equipes, causada, por exemplo, pela necessidade de iniciar outra frente de trabalho, ou pela interrupção da tarefa ao encontrar alguma dificuldade executiva.
- c) Fluxo da mão-de-obra: o pacote deverá ser dividido se a tarefa for interrompida por interferência de outras.
- d) Falta de terminalidade: observou-se nos estudos de caso, de uma forma geral, que muitos pacotes de trabalho precisaram ser redivididos, principalmente nas etapas finais das obras, por falta de terminalidade de algumas tarefas.
- e) Atividades auxiliares: devem ser incluídas, além de atividades produtivas, algumas auxiliares que são imprescindíveis para realização das produtivas. Esta necessidade foi identificada nos estudo de caso. À medida que o controle era efetuado surgiu a necessidade de inserir atividades auxiliares, tais como montagem de andaimes, inspeções e limpeza, dada a sua importância no andamento da obra. Isto foi particularmente importante na etapa de conclusão da obra, na qual a incidência de re-trabalhos tende a

umentar substancialmente. Quanto aos pacotes inseridos que não estavam previstos no plano de longo prazo, sua incidência foi maior no estudo de caso 2. Pode-se atribuir ao fato de que esta obra era maior e possuía um grande número de tarefas distribuídas em 20 pavimentos e 3 garagens o que dificultava uma avaliação precisa por parte dos engenheiros das tarefas que restavam. Além disto, este era o primeiro planejamento elaborado pelo engenheiro de planejamento da obra.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir da pesquisa realizada, pode-se propor um conjunto de temas para serem investigados no futuro:

- a) Avaliar a utilização de *softwares* de planejamento em situações nas quais o plano de longo prazo tem um baixo grau de detalhamento, utilizando o níveis de médio e curto prazo para detalhar gradualmente os pacotes de trabalho;
- b) Propor diretrizes para determinar os horizontes de longo, médio e curto prazo, e os ciclos de controle, para diferentes tipos de obras;
- c) Investigar formas de elaborar planos de ataque, para obras com diferentes características;
- d) Estabelecer mecanismos para estimar de forma mais adequada durações de tarefas e consumo de recursos, considerando as necessidades do modelo proposto por Formoso et al. (1999);
- e) Desenvolver ferramentas computacionais que dêem maior transparência ao planejamento de fluxos;
- f) Testar os indicadores de aderência propostos para controle em tempo real.

REFERÊNCIAS

- ALVES, T. **Diretrizes para Gestão dos Fluxos Físicos em Canteiros de Obras**: proposta Baseada em Estudos de Caso. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- ANTUNES JUNIOR, J.A.V. Mecanismo Função Produção: A Análise dos Sistemas Produtivos do Ponto de Vista de uma Rede de Processos e Operações. **Revista de Engenharia de Produção**, São Paulo, v.4, n.1, p. 33-43, 1994.
- _____. **Em Direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção**: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero. 1998. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- ASSUMPÇÃO, J.F.P. **Gerenciamento de Empreendimentos da Construção Civil**: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios. 1996. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- BALLARD, G. **Work Structuring**, Las Vegas: Lean Construction Institute, 1999. (Write paper, 5).
- _____. Lookahead Planning: the missing link in production control. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 5., 1997, Gold Coast. **Proceedings...** Gold Coast: Griffith University, 1997. p. 77-89
- _____. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. 192 f. Thesis (Doctor of Philosophy) - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.
- BALLARD, G.; HOWELL G. Implementing Lean Construction: improving Downstream Performance. In: ALARCÓN, L. (Ed.). **Lean Construction**. Rotterdam: A.A.Balkema, 1997a.
- _____. Implementing Lean Construction: stabilizing work flow. In: ALARCÓN, L. (Ed.). **Lean Construction**. Rotterdam: A.A.Balkema, 1997b.
- _____. Shielding Production: essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v.124, n.1, p.11-17, Jan./Feb. 1998.
- _____. **Shielding Production from Uncertainty**: first step in an improvement strategy. Berkeley, CA: Construction Engineering and Management Program, Civil and Environmental Engineering. Department, 1997c. (Technical Report 97-1).
- BARROS NETO, J.P. **Proposta de um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional**. 1999. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-graduação em Administração, Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- BERNARDES, M.M.S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento da Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia

Civil) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BIRREL, G. Construction Planning: beyond the critical path. **Journal of the Construction Division**, New York, v.106, n.3, p.389-407, Set. 1980.

CHOO, H.; TOMMELEIN, I.; BALLARD, G.; ZABELLE, T. Workplan: database for work package production scheduling. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 6., 1998, Guarujá, SP. **Proceedings...** Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 2002. p.119-131.

COHENCA, D.; LAUFER, A.; LEDBETTER, F. Factors Affecting Construction Planning Efforts. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v.115, n.1, p.70-89, 1989.

DAVIS, G.; OLSON, M. **Sistema de Informação Gerencial**. Colômbia: McGraw-Hill, 1987.

DAVIS, M.; AQUILANO, N.J.; CHASE, R. **Fundamentos da Administração da Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

EDEN, C.; HUHMANN, C. Action research for management research. **British Journal of Management**, v. 7, p. 75-86, 1996.

FANIRAN, O.; OLUWOYE, J.; LENARD D. Effective Construction Planning. **Construction Management and Economics**, London, v.12, p. 485-499, 1994.

FARAH, M. Alterações na Organização do Trabalho na Construção Habitacional: A Tendência de Racionalização. In: ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM CIÊNCIAS SOCIAIS, 12., 1998, Caxambú. **Anais...** Caxambú: ANPOCS, 1988.

FORMOSO, C. **A Knowledge Based Framework for Planning House Build Projects**. 1991. Thesis (Doctor of Philosophy) - Department of Quality and Building Surveying, University of Salford, Salford, 1991.

FORMOSO, C.; BERNADES, M.M.S.; OLIVEIRA, L.; OLIVEIRA, K. **Uma Proposta de Protocolo para o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras**. Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1998.

_____. **Termo de Referência para o Processo de Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras**. Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1999.

GUINATO, P. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

HARRINGTON, J. **Aperfeiçoando Processos Empresariais**. São Paulo: Mackron Books, 1993.

HEINECK, L.F. Modelos para o Planejamento de Obras. In: ENCONTRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 1984, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1984.

HOWELL, G; BALLARD, G. Can Project Controls Do Its Job? In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4., 1996, Birmingham, UK. **Proceedings...** Birmingham: University of Birmingham, 1996.

_____. Implementing Lean Construction: reducing inflow variation. In : ALLARCÓN, L. (ED). **Lean Construction**: Rotterdam: A.A. Balkema, 1997.

HOPP, W; SPERMAN, M. **Factory Physics**: foundation of manufacturing management. Boston: McGraw-Hill, 1996.

ISHIWATA, J. **IE for the Shop Floor**: productivity through process analysis. Portland, Oregon: Productivity, 1991.

KENDALL, K.; KENDALL, J. **Análisis y Diseño de Sistemas**. México: Prentice-Hall, 1991.

KOSKELA, L. **An Exploration Towards a Production Theory and Its Application to Construction**. Espoo, Finlândia: Technical Research Centre of Finland, 2000. (VTT Publications, n. 488).

_____. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Salford: Center for Integrated Facility Engineering, 1992. (CIFE Technical Report, n. 72).

KOSKELA, L; BALLARD, G.; TANHUANPÄÄ, V. **Towards Lean design Management**. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 5., 1997, Gold Coast. **Proceedings...** Gold Coast: Griffith University, 1997. p. 1-12.

LAUFER, A.; COHENCA, D. Factors Affecting Construction Planning Outcomes. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v.116, n.1, p.135-156, 1990.

LAUFER, A.; TUCKER, R. Competence and Timing Dilemma in Construction Planning. **Construction Management and Economics**, London, v.6, n.6, p.339-355, Sept. 1988.

_____. Is Construction Planning Really Doing Its Job? A Critical Examination of Focus, Role and Process. **Construction Management and Economics**, London, v. 5, n.3, p.243-266, May 1987.

LAUFER, A.; TUCKER, R.; SHAPIRA, A.; SHENNAR, A. The Multiplicity Concept in Construction Project Planning. **Construction Management and Economics**, London, v.12, n.1, p.53-65, 1994.

LEVITT, R. Artificial Intelligence Techniques for Generating Construction Project Plans. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v.114, n.3, p.329-343, July/Sept. 1988.

LIRA, J. **Diagnostico, Evaluacion Y Mejoramiento de Processos de Planificacion de Proyectos en La Construcción**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, 1996.

LORD, M. Implementing Strategy Through Project Management. **Long Range Planning**, Oxford, v.26, n.1, p.76-85, Feb. 1993.

MARCHESAN, P. **Modelo Integrado de Gestão de Custos e Controle da Produção para Obras Civis**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MARTIN, J.; McCLURE, C. **Técnicas Estruturada e CASE**. São Paulo: Makron Books, 1991.

MEREDITH, J. Building operations management theory through case and field study. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, v.16, n.4, p.441-454, July 1998.

OLIVEIRA, K. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de Indicadores no processo de Planejamento e Controle da Produção**: proposta baseada em estudo de caso. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

SAURIN, T.A.; FORMOSO, C.T.; GUIMARÃES, L.B. Integrating Safety into Production Planning and Control Process: an exploratory study In: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION CONFERENCE, 9., 2001, Singapore. **Proceedings...** Singapore: University of Singapore, 2001.

SHAPIRA, A.; LAUFER, A. Evolution of Involvement and Effort in Construction Planning Throughout Project Life. **International Journal of Project Management**, New York, v.11, n.3, Aug. 1993.

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

SHINGO, S. **Sistemas Toyota de Produção**: do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996b.

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

TAYLOR, F.W. **Princípios Gerais da Administração Científica**. 8.ed. São Paulo: Atlas, 1995. 109 p.

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

TSAO, C.; TOMMELEIN, I.; HOWELL, G. Case Study for Work Structuring: Installation of Metal Door Frames. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighton, UK. **Proceedings...** Brighton: IGLC, 2000.

ULRICH, K; EPPINGER, S. **Product Design and Development**. New York: McGraw-Hill, 1995.

WACKER, J.G. A Definition of Theory: research guidelines for different theory, building research methods in operations management. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, v.16, n.4, p.361-385, July 1998.

WESTBROOK, R. Action research: a new paradigm for research in production and operations management. **International Journal of Operations and Production Management**, Bradford, v.15, n.12, p.6-20, Dec.1995.

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

YIN, R.K. **Case Study Research**: design and methods, 2nd. Ed. Thousand Oaks: Sage, 1994.

ANEXOS

ANEXO A - Entrevista para elaboração do DFD

ANEXO A: ENTREVISTA A ELABORAÇÃO DO DFD

FASE INICIAL

1. Quais são as informações que o Sr.(a) recebe ou fornece ao Setor de Planejamento para a realização de planejamento da produção?
2. De onde vêm estas informações fornecidas?
3. A que se destinam tais informações recebidas?
4. Que é feito com a informação recebida?
5. Que decisões são tomadas de posse dessas informações recebidas?
6. Após a tomada de decisão o que é feito?
7. Como é transmitida a informação para os outros setores?
8. Há alguma informação que o Sr(a) acha necessário para o seu trabalho e não é coletada?

PERGUNTAS COMPLEMENTARES

1. Pode explicar o relacionamento de seu setor com os demais setores da empresa?
2. Que ações poderiam ser tomadas para melhorar o fluxo de informações entre o seu processo e os intervenientes?

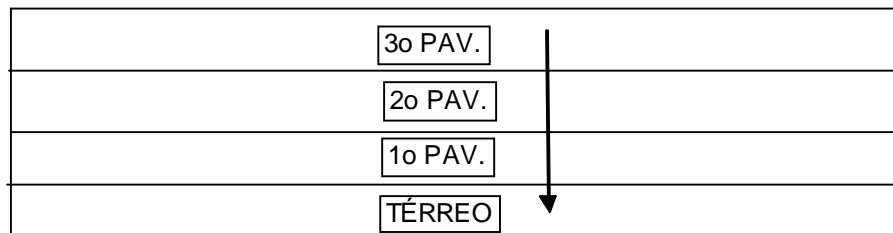
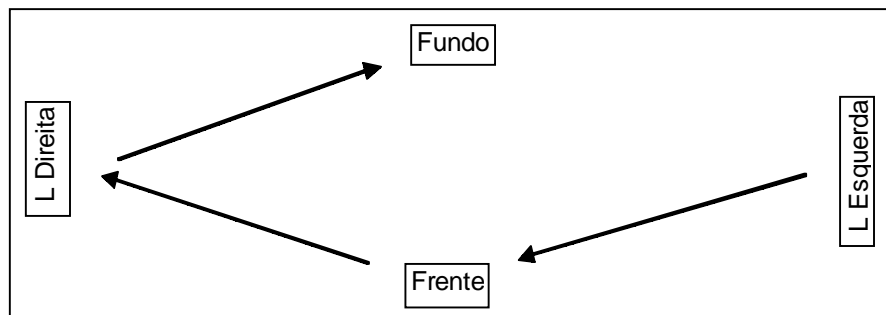
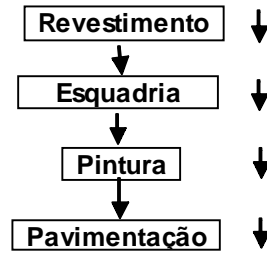
PERGUNTAS FINAIS

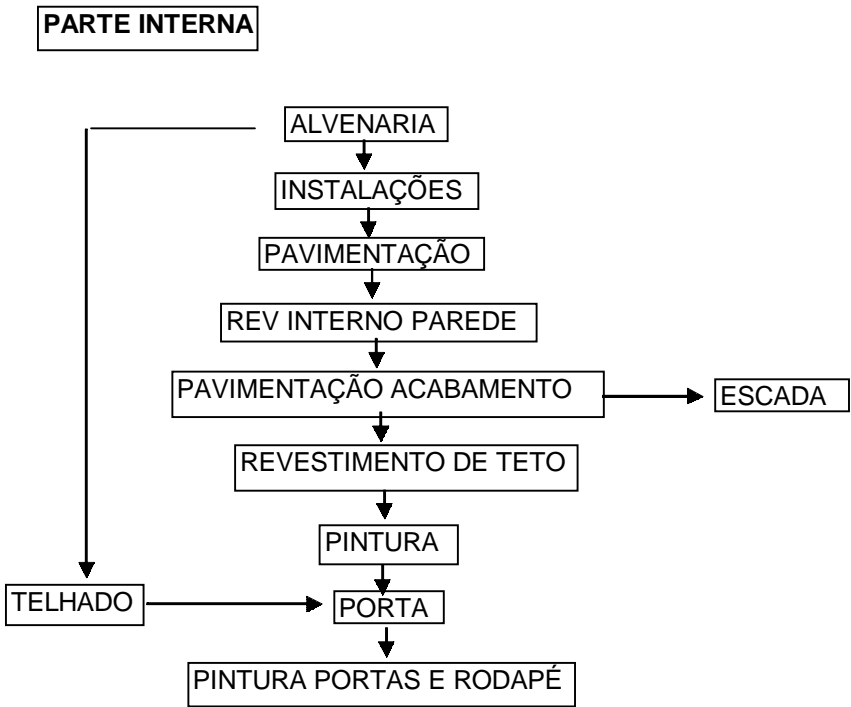
1. Gostaria de acrescentar alguma coisa que ainda não comentou?

ANEXO B - Plano de Ataque

ANEXO B: PLANO DE ATAQUE

Parte Externa





	3o PAV.	
	2o PAV.	
	1o PAV.	
	TÉRREO	

An upward-pointing arrow is located to the right of the table, indicating the vertical progression of the work from the ground floor to the third floor.

ANEXO C - Entrevista de Elaboração

ANEXO C: ENTREVISTA DE ELABORAÇÃO

- 1) Quais são as informações que o senhor recebe ou fornece para a realização do planejamento?
- 2) De onde vem essas informações?
- 3) A que se destinam?
- 4) Nas últimas semanas o senhor está usando somente a planilha do orçamento para a elaboração do planejamento de curto prazo?
- 5) Além das informações do *MSPProject* e da planilha de orçamento o senhor também recebe informações do pessoal da produção?
- 6) Quais as decisões são tomadas a partir do planejamento semanal?
- 7) O planejamento de médio prazo, aquele que vem às restrições explicitadas (no *Msproject*, os pacotes de trabalho pintados de rosa), ajudou no planejamento? Funcionou? Teve problemas?
- 8) O que faz depois de tomada a decisão?
- 9) As informações que são tomadas com base no planejamento, tanto de médio como de curto prazo, foram passadas para os outros setores da empresa? Quais os setores e quais informações são passadas?
- 10) Que informações eram repassadas para o cliente (fiscal)?
- 11) Você acha que tem alguma informação que deveria ter sido fornecida pela equipe de pesquisadores e não foi?
- 12) O setor de obras é independente ou interligado com os outros setores? Quais os setores?
- 13) A obra teve duas fases: antes e depois do *Msproject*. Quais os pontos positivos e negativos dessas duas fases?
- 14) Existem diferenças entre as tarefas fornecidas pelo *MSPProject* semanalmente e as reais da obra?
- 15) Quais os fatores que influenciaram na oscilação do PPC além dos problemas com o cliente?
- 16) Você conseguiria implantar este planejamento em outra obra?
- 17) Mesmo sem dominar o *Msproject*?
- 18) Qual a avaliação final do projeto?

ANEXO D - Linha de Balanço

ANEXO D: LINHA DA BALANÇO