

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**RICARDO LUIZ MACHADO**

**A SISTEMATIZAÇÃO DE ANTECIPAÇÕES GERENCIAIS  
NO PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO  
DE SISTEMAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**FLORIANÓPOLIS - SC**  
**BRASIL**  
**2003**

**RICARDO LUIZ MACHADO**

**A SISTEMATIZAÇÃO DE ANTECIPAÇÕES GERENCIAIS  
NO PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO  
DE SISTEMAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Luiz Fernando M. Heineck, *Ph.D.*

FLORIANÓPOLIS – SC  
BRASIL  
2003

**RICARDO LUIZ MACHADO**

**A SISTEMATIZAÇÃO DE ANTECIPAÇÕES GERENCIAIS  
NO PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO  
DE SISTEMAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina em 17 de março de 2003.

---

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr. Eng.  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção

Banca Examinadora:

---

Prof. Luiz Fernando M. Heineck, *Ph.D.*  
Orientador

---

Prof. Aguinaldo dos Santos, *Ph.D.*

---

Prof. Antônio Edésio Jungles, Dr. Eng.

---

Prof. Dálvio Ferrari Tubino, Dr. Eng.

---

Prof. José Francisco Pontes Assumpção, Dr. Eng.

---

Prof. Maurício Moreira e Silva Bernardes, Dr. Eng.

*Dedico este trabalho aos meus pais  
Marco Antonio Machado e Sara, pelo  
exemplo de vida que sempre seguirei.*

## AGRADECIMENTOS

Várias pessoas contribuíram para que eu atingisse o fim do longo percurso que foi o desenvolvimento desta tese. A contribuição de cada uma delas foi vital e de valor incomparável. Gostaria de expressar fraternalmente o meu agradecimento:

- aos meus pais;
- à minha companheira Luciana, pelo voto de confiança e por compartilhar comigo todas as dificuldades vividas ao longo dos anos dedicados a esta tese;
- à minha família catarinense Adolfo Corrêa, Nelsíria (muito obrigado!), Giovani e Gustavo;
- ao amigo Dario de Araújo Dafico, por sua incansável contribuição em todos os aspectos que permearam este trabalho;
- à amiga Ana Augusta Ferreira de Freitas, por suas doces palavras de motivação;
- ao Professor Luiz Fernando M. Heineck, estrela de primeira grandeza na restrita constelação de pesquisadores brasileiros, por ter transferido para mim parte de sua energia e de sua imensa sabedoria;
- ao Engenheiro Marcelo Borba por sua inestimável contribuição em permitir que eu desenvolvesse meus estudos em sua empresa;
- aos professores Márcio Barreto (muito obrigado!), João Bosco de Barros, José Alves de Freitas e Manoel Álvares, da direção da Universidade Católica de Goiás, pelo apoio ao meu trabalho;
- à amiga Cristiane Neves Brandão, por me ajudar incondicionalmente sempre que precisei;
- aos amigos que fiz na MB Engenharia, Aluísio Fontoura Soares, Marcos Mineo Nakamura, Ana Elisa, Maísa, José Elias e Miguelina;
- ao amigo Carlos de Macedo, por compartilhar comigo sua experiência profissional;
- ao Professor João Luis Calmon, por suas palavras orientadoras;
- ao Professor Aguinaldo dos Santos, por sua contribuição na orientação deste trabalho;
- á amiga Daniele Chein Trindade;
- à reitoria da Universidade Católica de Goiás pelo suporte ao desenvolvimento de minha tese;
- a Deus, por ter me concedido saúde;
- e a todos aqueles que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	xiii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xvi
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	xvii
<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>1.1. APRESENTAÇÃO</b> .....	01
<b>1.2. HISTÓRICO E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO</b> .....	03
<b>1.3. PROBLEMA DE PESQUISA</b> .....	09
<b>1.4. OBJETIVOS DO TRABALHO</b> .....	11
<b>1.5. HIPÓTESE GERAL</b> .....	11
<b>1.6. ESTRATÉGIA DE PESQUISA</b> .....	12
1.6.1. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	15
<b>1.7. ESTRUTURA DO TRABALHO</b> .....	16
<b>CAPÍTULO 2 – A ADMINISTRAÇÃO DE OPERAÇÕES NO ÂMBITO DO SETOR DA CONSTRUÇÃO</b> .....	18
<b>2.1. INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>2.2. A ADMINISTRAÇÃO DE OPERAÇÕES</b> .....	18
<b>2.3. SISTEMAS DE PRODUÇÃO</b> .....	21
<b>2.4. A CONSTRUÇÃO ENXUTA</b> .....	28
2.4.1. O PARADIGMA CONVENCIONAL DE GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO BASEADO NO MODELO DE CONVERSÕES .....	28

2.4.2. O PARADIGMA DE GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO BASEADO NA PRODUÇÃO ENXUTA .....	30
2.4.2.1. O Sistema Toyota de Produção .....	32
2.4.2.1.1. Elementos que constituem o Processo no contexto do Sistema Toyota de Produção .....	34
2.4.2.1.2. As Operações no contexto do Sistema Toyota de Produção .....	35
2.4.3. OS FUNDAMENTOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA .....	39
<b>2.5. CRÍTICA AO MODELO CONVENCIONAL DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS PRECONIZADO PELA ADMINISTRAÇÃO DE OPERAÇÕES .....</b>	<b>40</b>
<b>2.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTE CAPÍTULO .....</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO 3 – O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO NO ÂMBITO DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....</b>	<b>44</b>
<b>3.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>3.2. O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO .....</b>	<b>45</b>
3.2.1. PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO .....	47
3.2.2. O PROCESSO DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO .....	50
3.2.2.1. Instrumentos de diagnóstico da situação corrente do processo ..	50
3.2.2.2. Restrições genéricas impostas ao planejamento da produção ..	51
3.2.2.3. O horizonte de planejamento da produção .....	52
3.2.2.4. O período de replanejamento .....	54
3.2.3. A HIERARQUIA DO PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO .....	55
3.2.3.1. O planejamento de longo prazo .....	57
3.2.3.2. Os planejamentos de médio e curto prazo .....	58
3.2.3.2.1. Modelos de planejamento de curto prazo .....	59
3.2.3.3. O sistema de planejamento <i>Last Planner</i> .....	62
<b>3.3. O MODELO DE PLANEJAMENTO INTEGRADO PARA O SISTEMA PRODUTIVO DA CONSTRUÇÃO .....</b>	<b>64</b>

<b>3.4. A SISTEMATIZAÇÃO DAS ANTECIPAÇÕES A SEREM INCLUÍDAS NO PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO</b> .....	69
3.4.1. ANTECIPAÇÕES ESPECIAIS E REGULARES .....	75
3.4.2. ANTECIPAÇÕES E O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO .....	78
3.4.3. ANTECIPAÇÕES COMO PROCEDIMENTO DE PROTEÇÃO DA PRODUÇÃO .....	79
3.4.4. ANTECIPAÇÕES COMO INSPEÇÕES .....	81
3.4.5. ANTECIPAÇÕES COMO DECISÕES DE PROJETO DE PROCESSO DE PRODUÇÃO .....	82
3.4.6. A SISTEMATIZAÇÃO DE ANTECIPAÇÕES VISANDO A ELIMINAÇÃO DE PERDAS: O ENFOQUE SOBRE OS FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO .....	85
<b>3.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTE CAPÍTULO</b> .....	94
<b>CAPÍTULO 4 – O MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	96
<b>4.1. INTRODUÇÃO</b> .....	96
<b>4.2. ESTRATÉGIA DE PESQUISA</b> .....	97
<b>4.3. AS TÉCNICAS DE COLETAS DE EVIDÊNCIAS UTILIZADAS NA PESQUISA</b> .....	98
4.3.1. ANÁLISE DE DOCUMENTOS .....	98
4.3.2. ANÁLISE DE REGISTROS EM ARQUIVOS .....	99
4.3.3. OBSERVAÇÕES DIRETAS REALIZADAS EM CAMPO .....	100
4.3.4. A OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE .....	101
4.3.5. ENTREVISTAS .....	102
<b>4.4. O DELINEAMENTO DA PESQUISA</b> .....	103
4.4.1. O ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO .....	107
4.4.1.1. O Estudo de Caso 1: caracterização da empresa e da obra estudada .....	108
4.4.1.2. Descrição do Estudo de Caso 1 .....	110
4.4.2. A ETAPA DE ESTRUTURAÇÃO DA SISTEMATIZAÇÃO DE ANTECIPAÇÕES .....	113



4.4.2.1. O Estudo de Caso 2: caracterização da empresa e da obra estudada .....	114
4.4.2.2. Descrição do Estudo de Caso 2 .....	115
4.4.3. COLETA FINAL DE EVIDÊNCIAS OBSERVADAS EM CAMPO PARA CONSOLIDAÇÃO DA SISTEMATIZAÇÃO DE ANTECIPAÇÕES .....	117
4.4.3.1. O Estudo de Caso 3: caracterização da empresa e das obras estudadas .....	117
4.4.3.2. Descrição do Estudo de Caso 3 .....	122
4.4.4. OUTRAS OBRAS ANALISADAS .....	124
4.4.5. A ETAPA DE AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS .....	124
<b>4.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTE CAPÍTULO .....</b>	<b>125</b>
<b>CAPÍTULO 5 – A SISTEMATIZAÇÃO DAS ANTECIPAÇÕES .....</b>	<b>126</b>
<b>5.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>126</b>
<b>5.2. A DETERMINAÇÃO DE ANTECIPAÇÕES ATRAVÉS DOS ESTUDOS DE CASOS REALIZADOS .....</b>	<b>127</b>
5.2.1. ANTECIPAÇÕES REGISTRADAS NO ESTUDO DE CASO 1 .....	128
5.2.2. ANTECIPAÇÕES REGISTRADAS NO ESTUDO DE CASO 2 .....	140
5.2.3. ANTECIPAÇÕES REGISTRADAS NO ESTUDO DE CASO 3 .....	145
5.2.3.1. Antecipações observadas na Obra 3 .....	145
5.2.3.2. Antecipações observadas na Obra 4 .....	147
5.2.3.3. Antecipações observadas na Obra 5 .....	153
5.2.3.4. Antecipações observadas na Obra 6 .....	155
5.2.3.5. Antecipações observadas na Obra 7 .....	160
5.2.3.6. Antecipações observadas na Obra 8 .....	162
5.2.3.7. Antecipações determinadas no Estudo de Caso 3 através de análise documental .....	164
<b>5.3. A DEFINIÇÃO DE PROCEDIMENTOS PADRONIZADOS DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS INCLUINDO A SISTEMÁTICA DAS ANTECIPAÇÕES .....</b>	<b>169</b>
<b>5.4. A SISTEMATIZAÇÃO DAS ANTECIPAÇÕES COM BASE NAS</b>	

<b>EVIDÊNCIAS OBTIDAS NA PESQUISA .....</b>	<b>175</b>
<b>5.5. INCLUSÃO DA SISTEMÁTICA DE ANTECIPAÇÕES NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO .....</b>	<b>197</b>
<b>5.6. A DISCUSSÃO SOBRE A VIABILIDADE DO MODELO DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO INCLUINDO A SISTEMÁTICA DAS ANTECIPAÇÕES .....</b>	<b>199</b>
5.6.1. A ENTREVISTA EXPLORATÓRIA .....	200
5.6.2. A SEGUNDA ENTREVISTA .....	204
5.6.3. A TERCEIRA ENTREVISTA .....	207
5.6.4. A QUARTA ENTREVISTA .....	210
<b>5.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>211</b>
<b>CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>213</b>
<b>6.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>213</b>
.....	
<b>6.2. CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>213</b>
<b>6.3. ANÁLISE SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS .....</b>	<b>216</b>
<b>6.4. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>218</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>221</b>
<b>ANEXO A – ROTEIRO DA ENTREVISTA CONDUZIDA NA ETAPA DE VALIDAÇÃO DO MODELO .....</b>	<b>240</b>
<b>ANEXO B – ILUSTRAÇÕES ADICIONAIS DAS ILUSTRAÇÕES DOCUMENTADAS NOS ESTUDOS DE CASOS .....</b>	<b>242</b>
<b>ANEXO C – EXEMPLOS DE INSTRUÇÕES DE TRABALHO DA EMPRESA DO ESTUDO DE CASO 3 .....</b>	<b>247</b>
<b>ANEXO D – EXEMPLOS DE CONJUNTOS DE ANTECIPAÇÕES</b>	

**ORGANIZADAS POR SERVIÇOS ..... 255**

## RESUMO

Esta tese insere-se no campo de conhecimento da administração de operações, no que se refere ao planejamento da produção. Através de um enfoque voltado ao sistema produtivo da construção civil – sub-setor edificações - apresenta-se uma proposta de melhoria do planejamento da produção de projetos através da identificação e inclusão de ações gerenciais particulares nos planos de produção, intituladas nesta tese como antecipações.

Apresenta-se o modelo de inclusão da sistematização de antecipações no planejamento da produção, com base em um processo envolvendo a identificação de elementos que devem ser evitados ou fazerem parte no fluxo de produção, a interpretação desses elementos em termos de ações gerenciais a serem consideradas no planejamento da produção e a inclusão dessas antecipações nos planos gerados.

Nesse sentido, são formulados objetivos de pesquisa referentes à determinação das antecipações relevantes para o planejamento da produção e ao processo de inclusão nos planos de produção.

A estratégia de pesquisa do trabalho adota uma abordagem qualitativa baseada na interpretação de fatos ocorridos em sistemas produtivos da construção. Através do desenvolvimento de estudos múltiplos de casos são apresentados os resultados das pesquisas realizadas, gerando subsídios para o desenvolvimento e consolidação de uma sistematização das antecipações, através de um processo de triangulação de evidências científicas. Para isso diversas técnicas são utilizadas, como observações de campo, análises de documentos e de registros em arquivos.

Como resultados principais do trabalho apresenta-se uma sistematização de antecipações com base em evidências obtidas ao longo da pesquisa e uma proposta de inclusão das antecipações no planejamento da produção.

As conclusões confirmam a importância da sistematização de antecipações e a necessidade de integração desta sistemática ao planejamento da produção.

**Palavras-chave:** Planejamento da produção; Gerenciamento de projetos; Antecipações; Construção enxuta; Construção civil.

## **ABSTRACT**

*This thesis is concerned with production planning in the broad knowledge field of Operations Management. It presents a proposal for improving production planning considering a study directed to construction production processes, based on particular managerial identification and insertion on production plans.*

*The model proposed refers to the early identification of elements that can produce disturbances on the production flow, the use of these elements on the decision making process and the inclusion of these actions on production plans.*

*In order to validate the proposal of the thesis three main research objectives are formulated: to identify the anticipations that are important to the production planning, to organize these anticipations on typical categories and to produce a method to include these anticipations on production plans.*

*The research strategy adopts a qualitative approach based on interpretation of facts occurred on building sites. Through multiple cases studies the research is initialized with an exploratory study looking for anticipations evolving to a development, consolidation and systematization through scientific evidences analysis. A number of tools are used on case studies like site observation and documental analysis.*

*The main results show a systematization of anticipations and a proposal of anticipation planning inclusions on production planning.*

*The final conclusions confirm the importance of a system of anticipations in the production planning process.*

**Keywords:** *Production planning; Project management; Anticipation; Lean construction; Construction industry.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura</b>	<b>Descrição</b>	<b>Pág.</b>
Figura 2.1	O Modelo Geral de Administração da Produção	20
Figura 2.2	Sistema de produção	22
Figura 2.3	Matriz Produto X Processo de Produção	23
Figura 2.4	O modelo de conversões	29
Figura 2.5	O modelo da produção enxuta de fluxos e conversões	30
Figura 2.6	A Produção como uma rede de processos e operações (SHINGO, 1996)	33
Figura 3.1	A relação entre a influência do gerenciamento, a acurácia e o momento do planejamento (adaptado de LAUFER & TUCKER, 1988)	53
Figura 3.2	A relação entre incerteza na previsão e o horizonte de planejamento (adaptado de CORRÊA, GIANESI & CAON, 2000)	58
Figura 3.3	O modelo de planejamento hierárquico da produção para sistemas produtivos da construção	65
Figura 3.4	Os fluxos básicos de insumos a serem considerados no planejamento da produção	72
Figura 3.5	Ciclo de inclusão das antecipações nos planos de produção	75
Figura 4.1	O projeto de pesquisa da tese	103
Figura 4.2	O protocolo de investigação no Estudo de Caso 1	105
Figura 4.3	O protocolo de investigação no Estudo de Caso 2	106
Figura 4.4	O protocolo de investigação no Estudo de Caso 3	106
Figura 4.5	A obra do Estudo de Caso 1	110
Figura 4.6	O cartão de produção	112
Figura 4.7	A obra do Estudo de Caso 2	115
Figura 4.8	A Obra 3 do Estudo de Caso 3	120
Figura 4.9	A Obra 7 do Estudo de Caso 3	121
Figura 4.10	A Obra 9 do Estudo de Caso 3	122

### LISTA DE ILUSTRAÇÕES (continuação)

Figura 5.1	Exemplo de uma complicação que poderia ter sido gerado pela negligência com a antecipação de adequação do projeto de instalações elétricas à execução	128
Figura 5.2	Exemplo de um problema que poderia ter sido gerado pela negligência com a antecipação de adequação do projeto de instalação do exaustor do banheiro à sua execução	129
Figura 5.3	O problema que poderia ter acontecido em função da negligência com a antecipação de adequação do projeto de fixação da porta considerando a distância adequada à viga	130
Figura 5.4	O problema gerado pela negligência com a antecipação de coordenação entre o projeto hidráulico e o de acabamento da parede	131
Figura 5.5	O problema gerado pela negligência com a antecipação de coordenação volumétrica no projeto de abertura de uma porta	131
Figura 5.6	A consequência da negligência com a antecipação de coordenação volumétrica no projeto de localização da porta	132
Figura 5.7	O problema gerado na colocação de portais pela negligência com a antecipação de nivelamento	133
Figura 5.8	A antecipação de transparência sobre detalhes de projetos	134
Figura 5.9	A antecipação de transparência sobre o planejamento da produção	134
Figura 5.10	O atraso na execução da pintura externa em função da negligência com a antecipação de nivelamento	135
Figura 5.11	A consequência gerada pela negligência com a antecipação de terminação e limpeza do parapeito da janela	138
Figura 5.12	A consequência gerada pela negligência com a antecipação de terminação e limpeza do duto de ventilação da área de serviço	139
Figura 5.13	A antecipação de execução das primeiras fiadas da alvenaria da periferia da laje	141
Figura 5.14	A antecipação de execução da alvenaria da caixa de escada	141
Figura 5.15	A necessidade de antecipação de inspeção de materiais reutilizáveis	142
Figura 5.16	A consequência da negligência com a antecipação de inspeção de fôrmas reutilizáveis sobre a superfície da peça estrutural de concreto armado	143
Figura 5.17	Antecipação de construção do muro da obra	144
Figura 5.18	Antecipação de realização de teste de tonalidades de tintas	146
Figura 5.19	Negligência com a antecipação de segurança e saúde no trabalho	147

### LISTA DE ILUSTRAÇÕES (continuação)

Figura 5.20	Negligência com a antecipação de coordenação entre o projeto hidráulico e a definição da posição do suporte do condicionador de ar	148
Figura 5.21	Negligência com a antecipação de nivelamento do piso cimentado	148
Figura 5.22	Negligência com a antecipação de acessibilidade	149
Figura 5.23	Negligência com a antecipação de terminação na execução do serviço de assentamento cerâmico de fachada, gerando um retrabalho	150
Figura 5.24	Antecipação de transporte de materiais ao posto de trabalho	151
Figura 5.25	Antecipação de provimento de condições de trabalho	152
Figura 5.26	Antecipação de execução de serviços na fachada	153
Figura 5.27	Antecipação de garantia da declividade junto ao ralo	154
Figura 5.28	A consequência da negligência com a antecipação de drenagem	155
Figura 5.29	A negligência com a antecipação de drenagem aparecendo de forma recorrente	156
Figura 5.30	A antecipação de paginação de piso com revestimento cerâmico	157
Figura 5.31	Detalhes da antecipação de paginação de piso com revestimento cerâmico	157
Figura 5.32	Antecipação de execução do piso externo no pavimento térreo	158
Figura 5.33	Antecipação de proteção do piso externo do pavimento térreo	158
Figura 5.34	Antecipação de definição sobre a seleção de materiais	159
Figura 5.35	Antecipação técnica de reforço na base da alvenaria	161
Figura 5.36	Antecipação técnica de eliminação do transpasse nas armaduras	161
Figura 5.37	Antecipação de segurança do trabalho através da construção da mureta da sacada	162
Figura 5.38	Comunicação visual sobre o local de armazenagem de fôrmas plásticas	163
Figura 5.39	Antecipação na construção de muretas da periferia das lajes como medida de segurança	163
Figura 5.40	Antecipação de colocação do corrimão da escada como medida de segurança	164
Figura 5.41	A inclusão da sistemática de antecipações nos planos de produção	199



**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela</b>	<b>Descrição</b>	<b>Pág.</b>
Tabela 5.1	Antecipações identificadas na IT de Confecção, montagem e desmontagem de fôrmas de madeira	165
Tabela 5.2	Antecipações identificadas na IT de Corte, dobra e montagem de armaduras	166
Tabela 5.3	Antecipações identificadas na IT de Concretagem	166
Tabela 5.4	Antecipações identificadas na IT de Alvenaria	166
Tabela 5.5	Antecipações identificadas na IT de execução de piso cimentado	167
Tabela 5.6	Antecipações identificadas nas ITs de Emboço e Reboco	167
Tabela 5.7	Antecipações identificadas na IT de Revestimento cerâmico de parede	167
Tabela 5.8	Antecipações identificadas na IT de Revestimento cerâmico de piso	168
Tabela 5.9	Antecipações associadas ao provimento de projetos para serviços	178
Tabela 5.10	A inclusão das antecipações no planejamento da produção	198

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

*CPM – Critical Path Method*

EPI – Equipamento de Proteção Individual

IT – Instrução de Trabalho

*JIT – Just in Time*

MP – Mecanismo da Produção

PCP – Planejamento e Controle da Produção

*PERT – Program Evaluation and Review Technique*

*PPC – Percent Plan Complete*

STP – Sistema Toyota de Produção

U.P. – Unidade de Produção

# **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

## **1.1. APRESENTAÇÃO**

É comum ouvir quando se discute o planejamento da produção de obras da construção que não existe mistério em se definir o que deve ser feito em relação ao seu processo produtivo. Acredita-se que, embora o produto final da construção seja único, deve-se amenizar a complexidade relativa ao planejamento de seu sistema produtivo, pois seus processos construtivos são conhecidos de experiências similares vividas anteriormente. Isso acontece porque esses processos já estiveram presentes em projetos anteriores. Alteram-se as especificidades de cada processo, em função das peculiaridades de cada projeto, mas suas características gerais permanecem conhecidas. Uma atividade de execução de alvenaria, por exemplo, pode apresentar dimensões e vãos diferentes em projetos distintos, mas o processo de produção é o mesmo. Sempre que o processo de alvenaria estiver programado em um projeto da construção, serão executadas a marcação, a elevação e a fixação das paredes.

Se for esta a realidade do gerenciamento da construção, então por que não se consegue obter o sucesso esperado no planejamento da produção? Por que o processo produtivo apresenta tanta variabilidade? Uma das respostas sugere que os planos gerados negligenciam informações sobre o fluxo dos processos produtivos que acontecem na obra. Planeja-se de

forma agregada a execução das grandes etapas do projeto, como as fundações, a estrutura, a alvenaria e assim por diante. Relega-se ao plano da informalidade, ou das coisas que acontecem no cotidiano dos canteiros de obras, as ações gerenciais de provimento de condições para que os serviços incluídos no planejamento da produção efetivamente possam ser executados. De uma maneira geral, se aceita a convivência passiva com aspectos que podem gerar distúrbios ao fluxo normal de produção planejado de forma agregada. E justamente essa passividade, ou essa negligência com elementos ligados ao fluxo de produção, é que faz com que o planejamento não consiga atingir todo o potencial ao seu alcance.

Inserida nessa problemática, esta tese apresenta uma proposta baseada na inclusão sistemática de antecipações no planejamento da produção. Em uma primeira análise incluir antecipações no planejamento pode parecer algo redundante: planejar pode significar a antecipação de ações, visando atingir uma determinada condição no futuro. Entretanto o significado da palavra antecipações não deve ser considerado de uma forma denotativa, indicando meramente uma ação realizada antes do convencional.

No contexto desta tese as antecipações assumem, em um primeiro momento, o significado de identificação de aspectos que possam comprometer os fluxos dos processos e das operações produtivas em termos da qualidade e produtividade esperadas. Posteriormente, envolvem a determinação de ações gerenciais a serem realizadas, de modo a evitar (ou prevenir) que um aspecto negativo aconteça e prejudique o fluxo da produção, ou que um aspecto positivo deixe de acontecer.

Desse modo, as informações supostamente conhecidas a respeito do que deve acontecer no canteiro de obras passam a ser incluídas formalmente nos planos de produção a partir de um processo de sistematização de antecipações gerenciais.

## 1.2. HISTÓRICO E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

O contexto no qual se baseia a proposta desta tese insere-se no campo de conhecimento da Administração de Operações (*Operations Management*). De uma maneira geral, envolve a aplicação de práticas desenvolvidas originalmente nos sistemas de produção seriada para o âmbito dos processos produtivos do setor da construção. Propõe-se uma quebra de paradigma em relação à maneira com que a disciplina de administração de operações preconiza o gerenciamento dos sistemas produtivos da construção, caracterizados como sistemas de projetos. Princípios inicialmente desenvolvidos para resolver problemas de ambientes de produção repetitiva, como a redução do tempo de ciclo, por exemplo, passam a entrar na pauta das ações de melhoria da eficiência de canteiros de obras da construção.

De certa forma, o setor da construção historicamente buscou inspiração nas práticas da manufatura seriada para organizar seu processo produtivo (KEHL, 1997). No decorrer dos últimos anos a forma com que o trabalho foi organizado na construção recebeu forte influência das práticas da indústria seriada, desenvolvendo um modelo baseado nos fundamentos da teoria da divisão do trabalho (organização dos estágios da obra através de especialização de funções e transmissão de conhecimento entre operários oficiais e ajudantes) e da administração científica (com os conceitos de tarefas e de incentivos financeiros). Nesse sentido, a proposta defendida nesta tese baseia-se na modernização dos procedimentos aplicados na construção, como reforça Kehl (1997), sustentando que, a aplicação ainda mais extensiva de princípios da ciência da Engenharia de Produção à construção civil talvez seja a maior contribuição que se possa dar para este setor industrial, de modo a promover a redução de perdas em seus processos produtivos.

San Martin & Formoso (1998), analisando o passado recente de estudos científicos a respeito da administração da produção, destacam o novo paradigma da produção enxuta, que engloba princípios e premissas de novas filosofias de produção e assume, em sua base conceitual, o entendimento da função produção como um conjunto de fluxos compostos tanto por atividades que agregam valor como por outras que não agregam. A conclusão desses autores indica lamentavelmente que, nos diversos estudos desenvolvidos recentemente, é pequena a quantidade de pesquisas abordando o caso particular da construção.

Dentre os esforços recentes, buscando solucionar os problemas do setor da construção destacam-se as seguintes ações (KOSKELA, 1992):

- pré-fabricação e modularização de componentes;
- utilização de sistemas de integração do gerenciamento da construção com o auxílio do computador (abordagem intitulada Construção Integrada por Computador – CIC - Computer Integrated Construction - derivada dos sistemas de Manufatura Integrada por Computador - CIM - Computer Integrated Manufacturing);
- robotização e automação dos processos construtivos.

Embora algumas das propostas apresentadas anteriormente tenham obtido relativo sucesso, ainda se apresentam como soluções bastante limitadas (KOSKELA, 1992). Esta limitação deve-se à peculiaridade do processo produtivo da construção envolvendo a conformação das partes do produto no próprio canteiro de obras. Devido ao fato de produzirem produtos únicos, os processos produtivos da construção podem gerar incompatibilidades com a lógica da pré-fabricação de componentes (no sentido de dificultar a economia de escala, inviabilizando o uso intensivo de capital, caso não se aceite abrir mão da flexibilidade do produto). Existem ainda dificuldades no desenvolvimento de uma tecnologia de integração da construção por processamento de informações, em decorrência do grau de incerteza e complexidade existentes no processo produtivo. Sobre a robotização, parece

complicado contar com tecnologias sofisticadas de processamento de materiais em canteiros de obras ao se analisar as dificuldades de preparação do ambiente produtivo para prover condições favoráveis ao trabalho dessas máquinas.

Nesse âmbito, Koskela (1992) salienta que se deve considerar uma outra tendência da manufatura para o setor da construção, cujo impacto pode ser bem mais positivo que as tentativas de solução apresentadas anteriormente, baseadas no uso intensivo de capital e no trabalho com tecnologias sofisticadas de *hardware* e *software* (em termos de máquinas, robôs, sistemas computacionais de gestão ou de automação). Soluções tecnológicas mais simples baseadas na aplicação de teorias e princípios básicos de gestão passam a apresentar uma nova tendência de melhoria do processo produtivo da construção.

Nesse sentido, a Construção Enxuta apresenta-se como uma abordagem desenvolvida especialmente para esse contexto, consistindo na adaptação de filosofias de produção criadas originalmente na manufatura seriada, para o setor da construção (KOSKELA, 1992). O termo construção enxuta trata de uma nova filosofia de administração da produção que busca consolidar os conhecimentos obtidos na indústria de manufatura, aplicando-os na construção civil, observando as peculiaridades desse setor (CONTE, 1998). Tal filosofia de produção deriva da produção enxuta (*lean production*) uma denominação de uma nova concepção dos sistemas de produção, que teve origem na indústria japonesa, mais especificamente na Toyota Motor Company, a partir do trabalho desenvolvido pelos mestres Taiichi Ohno e Shigeo Shingo (HIROTA & FORMOSO, 2000).

De uma maneira geral, a construção enxuta representa uma revisão do paradigma convencional de administração de operações no setor da construção baseado tradicionalmente no Modelo das Conversões – ou das Transformações ou *Input-Conversão-Output* (SLACK *et al.*, 1997). Através dessa concepção do sistema produtivo da construção, o gerenciamento deve realizar a divisão do projeto (processo) em partes menores (sub-processos) a serem

administradas isoladamente na busca de eficiências individuais. O pressuposto que respalda tal procedimento é o de que, esta divisão do processo em sub-processos facilita o trabalho dos gerentes dos canteiros de obras e gera um resultado global positivo, em que a soma dos ganhos de eficiências individuais de cada parte da obra proporciona um aumento da eficiência do projeto como um todo, gerando o benefício da redução de seu custo total.

Embora a lógica do Modelo das Conversões pareça suficiente para administrar o sistema produtivo da construção, existem críticas (KOSKELA, 1993) sustentando que o modelo ideal de gerenciamento para a construção deve ser baseado não só em conversões, como preconiza o paradigma convencional. O maior potencial de obtenção de melhoria é obtido através de um balanceamento de esforços entre conversões, referindo-se às atividades que efetivamente promovem a agregação de valor ao produto acabado e fluxos, representando toda a atividade existente no sistema produtivo que não agrega valor diretamente ao produto acabado (atividades auxiliares) ou que somente representam perdas (consomem recursos, mas não geram qualquer espécie de valor, ainda que indiretamente).

O ponto de vista de Shingo (1996) reforça o argumento sustentado por Koskela (1992) apresentando a modelagem de todos sistemas de produção segundo fluxos de processos (referindo-se às transformações sucessivas pelas quais passam os materiais) e fluxos de operações (tratando da análise dos sujeitos do trabalho – homens e máquinas – sobre os materiais). Prioritariamente, o esforço de melhoria deveria esgotar a possibilidade de aperfeiçoamento do fluxo de processo para então se dedicar ao fluxo de operações, como preconizado pelo Sistema Toyota de Produção.

Diversas abordagens vêm sendo utilizadas dentro desse novo paradigma de gerenciamento da construção, através do balanceamento de ações entre fluxos de processos e de operações. De uma maneira geral essas abordagens envolvem



- a gestão sobre os projetos (BALLARD & KOSKELA, 1998; MILES, 1998; ALARCÓN & MARDONES, 1998; MELHADO, 1998; FORMOSO *et al.*, 1998; TZORTZOPOULOS, 1998; BALLARD, 2000; BOGUS, SONGER & DIEKMANN, 2000; FREIRE & ALARCÓN, 2000; GIL *et al.*, 2000; TZORTZOPOULOS, BETTS & COOPER, 2002; AQUINO & MELHADO, 2002);
- a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias (TAYLOR & BJORNSSON, 1999; THOMAZ, 2001; GIANDON, MENDES JR & SCHEER, 2002);
- a industrialização ou pré-fabricação (PASQUIRE & CONNOLY, 2002; BALLARD, HARPER & ZABELLE, 2002; MAWDESLEY & LONG, 2002; VRIJHOEF, CUPERUS, & VOORDIJK, 2002);
- a gestão sobre a cadeia produtiva (VRIJHOEF & KOSKELA, 1999; VILLAGARCIA & CARDOSO, 1999; SALAGNAC & YACINE, 1999; NAIM, NAYLOR & BARLOW, 1999; DA SILVA & CARDOSO, 1999; TAYLOR, & BJÖRNSSON, 1999; O'BRIEN, LONDON, VRIJHOEF, 2002; VRIJHOEF, CUPERIUS, & VOORDIJK, 2002; VAIDYANATHAN, 2002; TAYLOR, & BJÖRNSSON, 2002);
- a organização do trabalho e produtividade (BARLOW, 1996, 1998; FOWLER, 1997; GHIO, 1997; AKINCI, FISCHER & ZABELLE, 1998; SANTOS & POWELL, 1999; LONDON & KENLEY, 2000) e;
- o planejamento e controle da produção (BALLARD, 1994, 1997; BALLARD & HOWELL, 1998; CONTE, 1998; FORMOSO, BERNARDES & OLIVEIRA, 1998; MENDES JR & HEINECK, 1998, 1999; MECCA & MASERA, 2000; SEYMOUR & ROOKE, 2000; ALÁRCÓN, DIETHELMAND & ROJO, 2002; SOARES, BERNARDES & FORMOSO, 2002; BERNARDES & FORMOSO, 2002).

Enfocando especificamente a pesquisa na área de planejamento e controle da produção, no contexto da construção enxuta, constata-se que ainda há muito para se investir

na busca por melhorias, em função da importância dessa atividade gerencial para o setor da construção. Além dos estudos apresentados no parágrafo anterior, destacam-se, as pesquisas pioneiras de Alexander Laufer (LAUFER & TUCKER, 1987, 1988; LAUFER, 1990; LAUFER, HOWELL & ROSENFELD, 1992), que deram origem à idéia de melhoria do processo de planejamento da construção. Ressalta-se ainda o modelo de planejamento proposto nas obras de Glenn Ballard (BALLARD, 1994; BALLARD & HOWELL, 1998), resgatando as idéias originais de Laufer e culminando em uma tese de doutorado defendida no Reino Unido no ano 2000 (BALLARD, 2000). Ballard contribuiu com a apresentação do sistema *Last Planner* de controle da produção no curto prazo. No Brasil, trabalhos relevantes foram desenvolvidos como os de Mendes Jr (1999), que investigou a aplicação de um processo hierarquizado de planejamento da produção e de Bernardes (2001) que investigou a implementação desta proposta.

Embora todas essas pesquisas sobre planejamento e controle da produção já tenham sido realizadas, ainda há uma lacuna existente no que tange a melhoria das informações que alimentam os planos de produção. Decisões considerando questões operacionais do planejamento ainda ficam negligenciadas e relegadas ao campo da informalidade (MACHADO, 2000). Nesse sentido, torna-se necessário desenvolver pesquisas que contribuam para a consolidação do processo de planejamento na construção (KOSKELA, 1992; DAFICO & MACHADO, 1995; ALLEN & GIBB, 1996; LAUFER & TUCKER, 1997; BALLARD & HOWELL, 1998; CONTE, 1998b; MENDES JR, 1999; BERNARDES, CARVALHO & FORMOSO, 2000; MACHADO, 2000; BALLARD, 2000). É importante que o processo de planejamento esteja inserido no contexto da construção enxuta, envolvendo ações destinadas ao provimento de um fluxo integrado de produção. Nesse contexto, esta tese insere-se na busca de melhorias dos planos de produção através da identificação de aspectos que possam representar restrições ao fluxo normal do processo produtivo e na transformação

de tais aspectos identificados em ações gerenciais a serem incluídas nos planos de produção. Nesse sentido, pretende-se apresentar uma contribuição ao estado da arte do processo de planejamento da produção no setor da construção através da complementação dos modelos desenvolvidos recentemente como os de Ballard (2000), Mendes Jr (1999) e Bernardes (2001).

### **1.3. PROBLEMA DE PESQUISA**

A identificação de um problema que não tenha sido solucionado satisfatoriamente e que seja relevante para uma área do conhecimento representa o ponto de partida de uma pesquisa científica. A partir de da correta formulação do problema, determina-se como a pesquisa deverá ser desenvolvida. Para se tornar mais concreto, o problema transforma-se em questões de pesquisa que serão investigadas e solucionadas (SILVA & MENEZES, 2001).

Para Yin (2002) a definição das questões de pesquisas é provavelmente o passo mais importante a ser considerado em uma investigação científica. Esta observação é relevante, pois a estrutura de uma pesquisa é definida com base em suas questões. Nesse sentido, as seções seguintes, apresentando hipóteses e objetivos e descrevendo a estratégia de pesquisa deste trabalho estarão intimamente ligadas com o problema e as questões de pesquisa levantadas para estudo.

O problema estudado nesta tese envolve, genericamente, o levantamento e a organização de informações destinadas à melhoria do processo de planejamento da produção de sistemas construtivos. Aborda-se, em uma delimitação do contexto do problema de pesquisa, o levantamento, a organização e a avaliação de informações referentes aos

obstáculos que se interpõem ao fluxo normal dos processos produtivos existentes nos canteiros de obras. Nesse sentido, em um primeiro estágio busca-se a solução para o problema através da identificação e do tratamento das informações que possam provocar restrições aos fluxos dos processos. Posteriormente essas informações são transformadas em ações gerenciais, aqui denominadas antecipações, a serem incluídas nos planos de produção.

Para resolver o problema exposto anteriormente, torna-se necessário obter respostas para as seguintes questões básicas de pesquisa:

**Questão 1:** Que ações gerenciais - aqui intituladas antecipações<sup>1</sup> - devem ser consideradas no planejamento da produção da construção de modo a assegurar o fluxo de seu processo produtivo?

**Questão 2:** Por que as antecipações são importantes para os fluxos dos processos de sistemas produtivos da construção?

**Questão 3:** Como incluir essas informações (antecipações) no processo de planejamento da produção?

A obtenção de respostas às questões enunciadas anteriormente contribui de forma relevante para a solução de problemas atuais presentes no processo de planejamento e da produção da construção civil, promovendo a melhoria da compreensão deste campo do conhecimento.

---

<sup>1</sup> O conceito de antecipação será apresentado em detalhes no capítulo 3.

#### 1.4. OBJETIVOS DO TRABALHO

A partir do problema de pesquisa delineado e das questões de pesquisa enumeradas foram formulados os objetivos básicos do trabalho. Com o intuito de delimitar a pesquisa e permitir o aprofundamento necessário para gerar acréscimo de conhecimento ao estado da arte, procurou-se restringir os objetivos do trabalho.

**Objetivo 1:** Determinar que antecipações devem ser planejadas para garantir a execução das atividades da construção sem a ocorrência de perdas em seu processo produtivo.

**Objetivo 2:** Determinar a importância (e necessidade) da inclusão das antecipações no planejamento da produção e avaliar as consequências da execução adequada (ou não) das antecipações à montante e à jusante de um processo produtivo.

**Objetivo 3:** Apresentar uma proposta de melhoria do processo de planejamento da produção através da inclusão das antecipações nos planos.

#### 1.5. HIPÓTESE GERAL

As antecipações são necessárias à garantia do fluxo de produção e são constituídas, basicamente, por ações gerenciais referentes ao provimento de informações sobre detalhes de

projetos, materiais, equipamentos, ferramentas, mão-de-obra, organização do ambiente produtivo e execução de serviços anteriores.

## 1.6. ESTRATÉGIA DE PESQUISA<sup>2</sup>

Este item tem como objetivo descrever sucintamente a organização do processo de pesquisa conduzido nesta tese.

A pesquisa foi iniciada com uma revisão da bibliografia pertinente ao tema planejamento e controle da produção. Paralelamente, foi desenvolvido um estudo de caso em uma empresa construtora abrangendo uma intervenção em seu canteiro de obras. Esta primeira parte do trabalho teve um objetivo exploratório visando tornar o fenômeno investigado mais claro para que se pudesse estruturar um roteiro de investigação científica mais consistente.

A revisão bibliográfica teve como objetivo a determinação do estado da arte relativo ao projeto de pesquisa e envolveu a busca e análise de trabalhos oriundos das seguintes fontes:

- A) literatura geral sobre planejamento e controle da produção, oriunda da teoria da administração de operações desenvolvida pelas escolas da engenharia industrial e administração de negócios;
- B) literatura sobre planejamento e controle da produção voltada especificamente às peculiaridades do setor da construção civil, inserida na área acadêmica denominada gerência da construção (*Construction Management*);

---

<sup>2</sup> Como estratégia de pesquisa deve-se entender a arte de preparar e aplicar os meios disponíveis pelo pesquisador visando alcançar os objetivos fixados na tese, considerando as oportunidades e limitações existentes ao longo do estudo conduzido.

C) literatura geral sobre a Produção Enxuta (*Lean Production*) gerada a partir da combinação de princípios de administração da produção inspiradas pelo modelo japonês e influenciadas fundamentalmente pelo movimento da Gestão da Qualidade Total e pela filosofia *Just-in-Time*;

D) literatura recente do campo da construção enxuta gerada a partir dos anais de conferências internacionais organizadas pelo IGLC – *International Group for Lean Construction*, criado em 1993 por um grupo de pesquisadores e consultores do setor da construção de diversos países da Europa (Finlândia, Reino Unido e Holanda, dentre outros), América do Norte (principalmente Estados Unidos e Canadá), Ásia, Austrália e América do Sul (destaque para o Brasil e o Chile);

E) literatura geral oriunda da pesquisa iniciada no final da década de 40 no Reino Unido sobre os fatores que afetam a produtividade na construção civil.

O estudo de caso exploratório foi desenvolvido em um canteiro de obras de uma empresa de pequeno porte baseada em Florianópolis, nos meses de janeiro e fevereiro de 2000. Este estudo contou com a presença do autor desta tese, de dois mestrandos do curso de Engenharia Civil da UFSC e do professor orientador deste trabalho. Foi utilizada a abordagem da observação participante, envolvendo a estruturação de um processo de planejamento e controle da produção de médio e curto prazo baseado no modelo proposto por Ballard (1999). Detalhes deste estudo de caso podem ser conferidos em Machado (2000) e Heineck & Machado (2001). Os resultados obtidos propiciaram um maior entendimento do processo de planejamento e controle da produção, sobretudo da necessidade de melhoria no provimento de informações de médio e curto prazo para a geração de planos mais consistentes.

Terminada esta fase exploratória, foi iniciada uma pesquisa documental focalizada na análise do conhecimento gerado e documentado pela empresa construtora submetida a estudo

de caso por este autor<sup>3</sup>, em seu trabalho de mestrado, sobre seus métodos construtivos e procedimentos destinados à programação de serviços. Foram resgatadas, nessa análise documental, dezenas de procedimentos padronizados de programação de serviços que serviam, dentre outras finalidades, à orientação para a definição de ações gerenciais nos canteiros de obras da empresa citada anteriormente. Esta etapa resultou em um conjunto adicional de informações tratando do conjunto de ações gerenciais a serem consideradas na geração de planos de produção para a construção.

No final de 2001, entre os meses de outubro e dezembro, foi conduzido outro estudo de caso baseado em intervenção no processo de planejamento e controle da produção, desta vez em uma construtora de médio porte localizada em Goiânia – GO. Neste estudo de caso procurou-se explorar a geração de planos através de um processo de construção de redes de operações contendo um nível mais detalhado de informações sobre o processo de produção. O objetivo foi novamente o de aumentar a compreensão sobre os aspectos restritivos do processo produtivo através da intervenção no processo de planejamento.

Em janeiro de 2002, a proposta de tese foi submetida a uma banca de pesquisadores em um processo de qualificação para o doutoramento. Ao final de análises e discussões foi delimitado um encaminhamento para a conclusão da tese, enfocando no levantamento e análise de dados relacionados às ações gerenciais a serem incluídas no planejamento da construção de modo a evitar distúrbios no processo produtivo.

Em fevereiro de 2002 iniciou-se uma pesquisa de campo em uma empresa construtora sediada em Goiânia possuindo obras nesta cidade e em Brasília, local onde se concentraram as investigações, em função do número de canteiros de obras disponíveis para estudo. De fevereiro a julho de 2002 foram coletados dados referentes a canteiros de obras em diversas etapas construtivas. O enfoque foi direcionado aos aspectos relativos aos problemas de

---

<sup>3</sup> Ver a dissertação de mestrado “Incentivos Financeiros e Produtividade na Construção Civil: Estudo de Caso em uma Empresa do Setor”, defendida em 1997.



pesquisa indicados anteriormente. Além disso, foram analisados registros de atividades em processos produtivos e documentos de instruções de serviços da empresa submetida ao estudo de caso.

A abordagem de pesquisa adotada considerou uma investigação qualitativa buscando a interpretação dos fenômenos presentes nos canteiros de obras especificamente relacionados ao planejamento da produção. Esses fenômenos foram submetidos à análise e atribuição de significados buscando generalizar as descobertas de campo e formular elementos destinados ao acréscimo de conhecimento ao estado da arte (SILVA & MENEZES, 2001).

A pesquisa de campo teve uma estrutura descritiva envolvendo o desenvolvimento e uso um roteiro de observação sistemática dos fatores presentes no processo produtivo relacionados ao planejamento da construção. Além disso, a pesquisa teve um caráter explicativo visando identificar e explicar os fatores referentes à ocorrência dos fenômenos associados ao problema de pesquisa. A análise conduzida no trabalho envolveu a mesma lógica proposta por Santos (2000) estabelecendo a generalização analítica ao invés da generalização estatística (YIN, 2002). Esta generalização analítica usou o ambiente teórico previamente desenvolvido como uma referência para comparação com os resultados empíricos observados.

O maior detalhamento do método de pesquisa será apresentado no capítulo 4 desta tese.

#### 1.6.1. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Em decorrência do aprofundamento necessário ao trabalho científico *strictu sensu*, a pesquisa restringiu-se ao campo de atuação do setor da construção, subsector edificações. Além disso, limitou-se a quantidade de estudos de casos com base na capacidade individual

de coleta de evidências e análise do pesquisador. Nesse sentido, foi utilizada a abordagem interpretativista de fenômenos, sem preocupação em obter validações positivistas, como é discutido no capítulo 4. Outra delimitação do trabalho envolveu a apresentação das evidências registradas na pesquisa de campo por meio de fotografias. Em função de restrições de tamanho da tese, foram selecionadas para apresentação no texto somente fotografias consideradas mais expressivas dos fenômenos observados nos estudos de casos.

## **1.7. ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho está estruturado em seis capítulos. Na introdução é apresentado o contexto, o histórico e a justificativa desta tese. Além disso, inicia-se a discussão do estudo realizado através da descrição do problema, dos objetivos e da estratégia de pesquisa.

No segundo capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica onde se discute o contexto geral da Administração de Operações e do Gerenciamento de Projetos.

No capítulo três são apresentados os fundamentos do planejamento da produção. Discute-se o conceito e a sistematização das antecipações através da apresentação de diversas abordagens. Este capítulo procura estabelecer uma base conceitual sobre o assunto desenvolvido ao longo da tese.

O quarto capítulo trata do método de pesquisa. Descreve-se inicialmente como foi formulada a estratégia de pesquisa adotada no trabalho. Em seguida é apresentado o delineamento da investigação, relatando os estudos de casos realizados e descrevendo as empresas e as obras estudadas.

O quinto capítulo envolve a apresentação das evidências obtidas nos estudos de casos e a sistematização dos resultados obtidos. Neste capítulo são relatadas as observações do autor para os fenômenos registrados ao longo da pesquisa. Ao final deste capítulo apresenta-se uma estruturação para as antecipações identificadas ao longo da pesquisa.

No capítulo seis conclui-se o trabalho confrontando os resultados obtidos nos estudos de casos com os objetivos e hipóteses levantadas na pesquisa. Ao final do capítulo são apresentadas recomendações para trabalhos posteriores visando complementar as lacunas deixadas por este estudo devido às suas delimitações.

## **CAPÍTULO 2 - A ADMINISTRAÇÃO DE OPERAÇÕES NO ÂMBITO DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **2.1. INTRODUÇÃO**

Este capítulo irá apresentar o ambiente conceitual sobre o qual esta tese foi desenvolvida. Em um primeiro momento será discutida a razão pela qual o assunto desta tese insere-se no campo de conhecimento da Administração de Operações. Em seguida será apresentado o modelo convencional preconizado pela disciplina de Administração de Operações para estruturar os sistemas produtivos da construção. Ao término desta introdução será discutida a filosofia de gestão da Construção Enxuta como uma quebra de paradigma em relação à visão convencional da Administração de Operações, no que se refere aos sistemas de produção de produtos únicos, como é o caso da construção.

### **2.2. A ADMINISTRAÇÃO DE OPERAÇÕES**

A administração de operações representa o termo usado para indicar as atividades, decisões e responsabilidades envolvidas com o gerenciamento da produção em uma

organização. O gerenciamento da produção significa a administração da função produção, que por sua vez envolve a reunião dos recursos destinados à produção dos bens que a empresa oferece ao mercado em que atua (SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON, 2002).

Voltando a definição genérica de Slack, Chambers & Johnston ao âmbito do setor da construção, identifica-se, preliminarmente, a Administração de Operações como as atividades dos gerentes dos canteiros de obras ligadas ao provimento dos insumos para os projetos sob suas responsabilidades e a transformação destes no produto final da construção – a edificação. Esta tese insere-se neste contexto, de gerenciamento da produção dos canteiros de obras da construção.

Para Chase, Aquilano & Jacobs (1998) a Administração de Operações pode ser definida como o projeto, operação e melhoramento dos sistemas de produção de uma organização que geram bens e/ou serviços. A definição destes autores amplia o conceito de Administração de Operações incluindo responsabilidades para os gerentes de produção que se iniciam com os projetos dos sistemas produtivos, percorrem as atividades de transformação de insumos em produtos finais e avançam até as atividades de melhoria contínua da produção.

Slack, Chambers & Johnston (2002) acrescentam a gestão estratégica à lista de atividades da função produção. Para estes autores constituem-se como responsabilidades diretas dos gerentes de produção:

- **o entendimento dos objetivos estratégicos da produção:** implicando no desenvolvimento de uma visão sobre como contribuir para a consecução dos objetivos organizacionais e como traduzir estes objetivos para aspectos de desempenho estratégico da função produção;
- **o desenvolvimento de uma estratégia de produção para a organização:** envolvendo a definição de princípios orientadores de tomada de decisão em direção aos objetivos organizacionais de longo prazo, a inclusão da estratégia de produção na estratégia geral da

organização e a conciliação de requisitos conflitantes de mercado com as capacitações dos recursos de produção;

- **o projeto de produtos, serviços e processos de produção:** envolvendo a rede de fornecimento de insumos, a distribuição de produtos acabados e a estruturação de fluxos de processos, arranjos físicos, utilização de tecnologias, organização do trabalho e do fluxo de informações;

- **o planejamento e controle da produção:** envolvendo as decisões sobre o melhor emprego dos recursos de produção, assegurando, a execução do que foi previsto;

- **a melhoria do desempenho da produção.**

Acrescentam-se às atribuições dos gerentes de produção responsabilidades indiretas, ligadas à interação com as demais funções dentro da organização, e responsabilidades mais amplas, como a proteção ambiental, a responsabilidade social, a consciência tecnológica, a gestão do conhecimento e a globalização (SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON, 2002).

A Figura 2.1 ilustra o conjunto de atividades presentes na Administração de Operações e o relacionamento existente entre elas, de acordo com o modelo geral proposto por Slack, Chambers & Johnston, 2002:

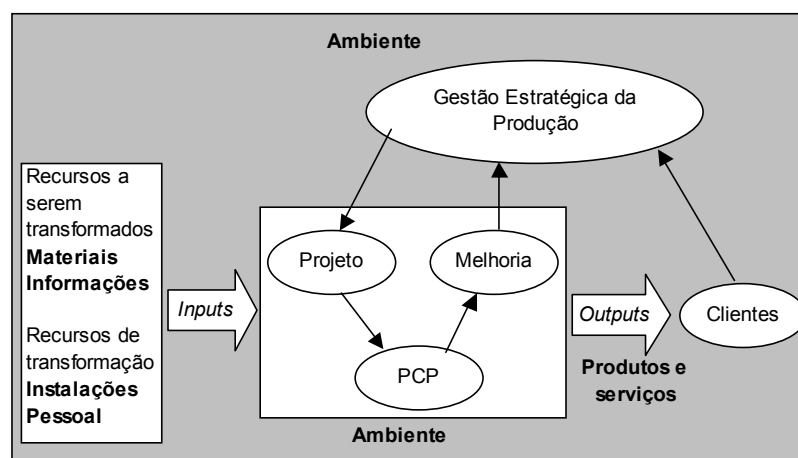


Figura 2.1 – O Modelo Geral de Administração da Produção

Segundo o modelo apresentado na Figura 2.1 a atividade de produção inicia-se com a inserção estratégica da função produção na organização. Esta inserção direciona estratégias de produção para o desenvolvimento de projetos, o planejamento e controle da produção – PCP - e a melhoria contínua do sistema produtivo. Este último gera produtos e serviços que ao chegarem aos clientes passam por avaliações sobre suas percepções a respeito do que experimentaram. A análise das percepções dos clientes orienta a inserção estratégica da produção, os projetos, o PCP e a busca por melhoria, gerando um ciclo virtuoso.

Dentro do sistema produtivo observa-se uma relação íntima entre projetos e o PCP. Segundo este modelo, estrutura-se o sistema de produção detalhando especificações de produtos e processos produtivos na etapa de projeto. Em seguida, coloca-se o sistema produtivo em funcionamento através da atividade de PCP. À medida que o sistema vai funcionando busca-se continuamente a melhoria do desempenho da produção, gerando outro ciclo virtuoso interno. Observa-se que, ao incluir a atividade de projeto no gerenciamento da produção, em especial o projeto do processo produtivo, estabelece-se uma estreita relação entre ações gerenciais voltadas à preparação e ao planejamento do funcionamento do sistema produtivo. Esta relação possui especial significado para a proposta desta tese, no sentido de levantar um conjunto das diversas ações a serem desempenhadas pelo gerente de produção para cada processo produtivo, com a finalidade de evitar a ocorrência de perdas.

### **2.3. SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

Um conceito importante em Administração de Operações é o de Sistema de Produção. Para Chase, Aquilano & Jacobs (1998) “o coração da administração de operações é o

gerenciamento de sistemas de produção”. Um sistema de produção usa recursos das operações para transformar insumos nos produtos desejados. Um insumo pode ser uma matéria-prima ou um produto acabado oriundo de outro sistema de produção. Os recursos das operações consistem de pessoas (mão-de-obra direta e indireta), instalações (ambiente onde a produção é desenvolvida), partes (materiais que fluem através do sistema), processos (incluindo equipamentos e etapas para realização da produção) e sistemas de planejamento e controle da produção (que são os procedimentos e as informações usadas para operar o sistema).

Pires (1995) sustenta que um sistema de produção é a disposição dos elementos relacionados às atividades de produção de forma coordenada entre si, formando uma estrutura organizada, sendo capaz de transformar alguns recursos de entrada (*inputs*) em produtos ou serviços (*outputs*) como elementos de saídas (Figura 2.2).

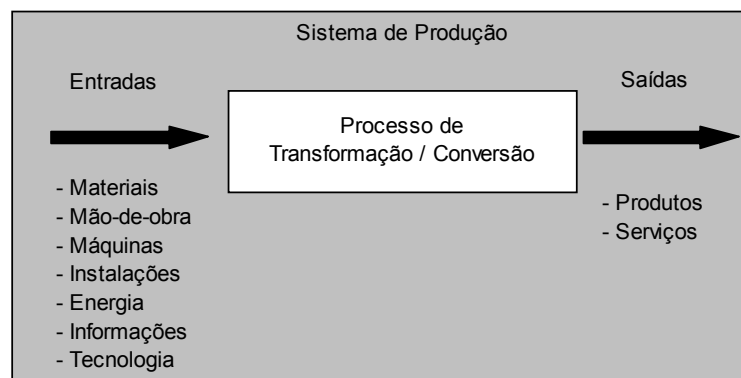


Figura 2.2 – Sistema de produção

Existem diversas propostas de classificação de sistemas de produção. Buffa & Sarin (1987) apresentam propostas baseadas na tecnologia empregada e na forma de produção: para estoque ou sob encomenda. Burbidge (1990) sugere uma classificação com base na variedade de materiais que entram no sistema produtivo para transformação e na variedade de produtos gerados. Wemmerlöv *apud* Pires (1995) sustenta que os sistemas produtivos devem ser classificados de acordo com as formas de interação com os clientes.



A Administração de Operações preconiza a necessidade de identificação de um sistema de produção para poder determinar estruturas típicas e apresentar diretrizes para gerenciá-los desde a atividade de gestão estratégica da produção, passando pelo desenvolvimento de projetos até o PCP.

Uma forma bastante usada pela literatura (TUBINO, 1997, 1999; CHASE, AQUILANO & JACOBS, 1998; DAVIS, AQUILANO & CHASE, 2001; GAITHER & FRAZIER, 2001; SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON, 2002) para a classificação de sistemas produtivos é a preconizada por Hayes & Wheelwright (1984) conhecida como Matriz de Produto *versus* Processo ou Classificação Cruzada Volume *versus* Variedade de Produção (Figura 2.3). Essa proposta surgiu a partir da constatação de que existia uma elevada correlação entre volume de produção e as características dos processos produtivos relativas ao *mix* de produção (HILL, 1993). De acordo com a Matriz Produto x Processo pode-se diferenciar categorias de sistemas de produção através da análise de variáveis relacionadas à variedade de saídas e ao volume de produção.

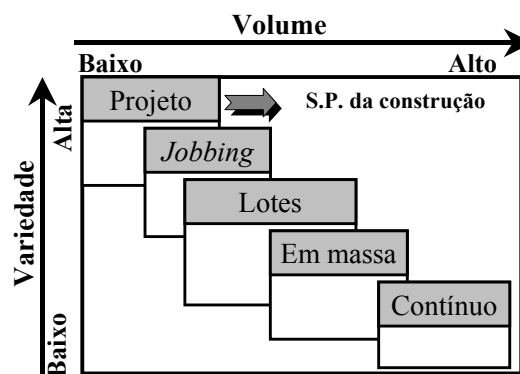


Figura 2.3 - Matriz de Produto X Processo de produção

Para Slack, Chambers & Johnston (2002), ao se analisar a Matriz Produto X Processo não se deve pensar na identificação de categorias de sistemas produtivos com limites perfeitamente definidos. Os sistemas de produção devem estar dispostos em um *continuum* de classificação onde não existe delimitação perfeita entre categorias adjacentes. De acordo com

esta proposta, a indústria da construção caracteriza-se por possuir sistemas produtivos por projetos. Sistemas desta natureza são peculiares pela geração de elevada variedade de produtos finais e pelo reduzido volume de produção (a rigor ocorre a produção de produtos ou lotes de produtos únicos – *one-of-a-kind products*).

Segundo Slack, Chambers & Johnston (2002):

Processos do tipo projeto são os que lidam com produtos discretos, usualmente bastante customizados. Com muita frequência, o período de tempo para fazer o produto é relativamente longo, como é o intervalo entre a conclusão de cada produto ou serviço. Logo, baixo volume e alta variedade são características do processo de projeto. As atividades envolvidas na execução do produto podem ser mal definidas e incertas, às vezes modificando-se durante o próprio processo de produção. [...] A essência de processos de projetos é que cada trabalho tem início e fim bem definidos, o intervalo de tempo entre o início de diferentes trabalhos é relativamente longo e os recursos transformadores que fazem o produto provavelmente serão organizados de forma especial para cada um deles (p. 129-130).

Um sistema produtivo por projeto pode ser caracterizado genericamente pelos seguintes aspectos:

- **objetivo**: envolve um resultado final definido em termos de custo, qualidade e prazos dos resultados das atividades do projeto;
- **complexidade**: muitas tarefas diferentes são necessárias para atingir os objetivos de um projeto;
- **unicidade**: um projeto é usualmente único, não um empreendimento repetitivo;
- **incerteza**: como os projetos são únicos, nunca foram executados antes e, portanto, carregam um elemento de risco;
- **natureza temporária e ciclo de vida**: como os projetos possuem início e fim definidos, requerem um processo de mobilização temporária e desmobilização de recursos na medida em que se avança sua evolução.

Sistemas por projetos são usualmente planejados e controlados por técnicas como gráficos de Gantt (ou gráficos de barras) e métodos de planejamento em redes, conforme sustentam Slack, Chambers & Johnston (2002).

Os gráficos de Gantt representam a forma mais simples de mostrar o plano global do projeto, porque têm um forte impacto visual e são fáceis de entender. Também são úteis para comunicar planos e andamentos de projetos. Todavia, esses gráficos apresentam limitações quanto ao número de atividades que podem lidar antes que fiquem congestionados e desapareçam as vantagens em sua utilização (SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON, 2002).

Os métodos de planejamento em redes mais comuns são o *CPM – Critical Path Method* (Método do Caminho Crítico) e o *PERT – Program Evaluation and Review Technique* (Técnica de Avaliação e Revisão do Programa). O *CPM* consiste em modelar o projeto através do estabelecimento de relacionamentos entre as suas atividades. O método *PERT* diferencia-se do *CPM* basicamente pela maneira com que reconhece as durações das atividades e os custos envolvidos com o gerenciamento do projeto. No *CPM* essas variáveis são tratadas de forma determinística. No *PERT* utiliza-se a teoria da probabilidade para se fazer estimativas. Em relação à lógica de planejamento as duas técnicas são semelhantes.

Segundo Mendes Jr (1999) existem diversas técnicas destinadas à preparação dos planos de obras. As técnicas baseadas no planejamento em redes são as mais difundidas em função do número elevado de programas computacionais disponíveis no mercado para seu processamento. Existem diversas vantagens associadas ao uso dessas técnicas. Heineck (1984) destaca o auxílio na determinação da lógica em relação à qual a obra será construída. Maziero (1990) salienta como pontos fortes à visualização das operações que se desviaram do programa inicial e suas influências nas demais etapas da obra e o auxílio no estabelecimento de recursos necessários à execução dos serviços.

O planejamento em redes, no entanto, apresenta também um grande número de desvantagens, quando se analisa a sua lógica à luz das novas filosofias de administração de operações aplicadas no setor da construção. Bernardes (2001), analisando ampla bibliografia tratando do assunto, destaca as seguintes deficiências existentes nas técnicas de planejamento em redes:

- necessidade de especialistas para gerar ou alterar o plano da obra;
- dificuldade de aplicação da técnica pela variabilidade das durações das atividades e falta de precisão na estimativa de atividades e recursos;
- dificuldade de se assegurar a continuidade das operações de canteiro, visto que a técnica focaliza mais as restrições tecnológicas do que as restrições de recursos;
- incompatibilidade com o processo produtivo da construção, visto que a técnica é aplicável a processos que envolvem montagens de componentes, exigindo, portanto, um seqüenciamento bem detalhado das operações envolvidas, o que em geral não acontece durante determinadas fases da construção, nas quais a seqüência de execução de atividades não é rígida;
- dificuldade dos profissionais encarregados do gerenciamento da construção em entender a complexidade das redes;
- dificuldade de se explicitar atividades de fluxo de produção.

Para Melles & Wamelink (1993) quanto mais complexo torna-se o projeto maior será a complexidade para o planejamento com a abordagem de redes. Comumente, o planejamento não conseguirá um detalhamento preciso no futuro devido à falta de informações referentes a durações e entregas. Além disso, o fato de ter um Caminho Crítico implica em ter Caminhos não Críticos, possuindo folgas. Isto significa que o planejamento da construção incorpora perdas que divergem significativamente dos fundamentos das filosofias modernas de produção.

Segundo Mendes Jr (1999) os métodos convencionais destinados ao planejamento e controle da produção de sistemas por projetos podem ser considerados estáticos e, portanto inadequados às necessidades dinâmicas do ambiente produtivo da construção.

Nestes modelos a performance do sistema é avaliada por comparação entre a situação real e uma meta estabelecida. As correções apenas permitem mudanças organizacionais que procurarão retornar à situação planejada visando o atendimento de outra meta futura. Nestes modelos de controle não há espaço para as atividades de fluxo e de administração da produção (p. 23).

Outros autores apresentam críticas ainda mais contundentes ao método de planejamento em redes preconizado pela Administração de Operações para os sistemas por projetos. Peer (1974) *apud* Koskela (2000) sustenta que os métodos de análise em redes são incapazes de prover uma programação prática da construção devido aos pressupostos que assume referentes a recursos ilimitados, durações definidas para as atividades e independência de cada atividade em relação a projeto como um todo. Birrel (1980) *apud* Koskela (2000) critica as técnicas *CPM* e *PERT* afirmando que não são modelos válidos para o processo produtivo da construção. Alternativamente, este autor apresenta um método baseado na Teoria das Filas.

A crítica ao modelo convencional de planejamento e controle de projetos da construção recebe destaque especial nas pesquisas conduzidas por Lauri Koskela e Greg Howell, a partir de 2000 (HOWELL & KOSKELA, 2000; KOSKELA & HOWELL, 2001; KOSKELA & HOWELL 2002a, 2002b e 2002c). A importância das pesquisas conduzidas por Koskela e Howell para este trabalho situa-se no ambiente conceitual da construção enxuta, onde são desenvolvidas discussões sobre o gerenciamento convencional de projetos baseado nas técnicas de redes.

Como apresentado no capítulo introdutório desta tese, a construção enxuta representa uma quebra de paradigma no modelo gerencial sobre o qual o sistema produtivo da construção é administrado. No contexto teórico preconizado pela Administração de Operações, este trabalho apresenta uma nova quebra de paradigma, de forma subjacente em relação ao modelo de gerenciamento da construção enxuta, sobre a forma de planejar e controlar a produção dos canteiros de obras da construção. Nesse sentido, será apresentado um modelo de gerenciamento destinado a substituir o método convencional de análise de redes que, por sua vez estará inserido em um novo paradigma de gerenciamento da construção enxuta.

Nas próximas seções serão apresentadas, com mais detalhes, a filosofia de administração da produção da construção enxuta e as críticas de Koskela e Howell ao gerenciamento de projetos. No capítulo 3 será apresentado o modelo de planejamento *Last Planner* a ser utilizado nesta tese como instrumento de implementação da lógica de sistematização de antecipações.

## **2.4. A CONSTRUÇÃO ENXUTA**

### **2.4.1. O PARADIGMA CONVENCIONAL DE GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO BASEADO NO MODELO DE CONVERSÕES**

No contexto da tradução das práticas da manufatura para o setor da construção torna-se necessário, em um primeiro momento, entender o paradigma organizacional adotado pelas empresas construtoras nas últimas décadas. Influenciados pela manufatura seriada, os

sistemas produtivos da construção foram configurados ao longo de vários anos de acordo com o modelo de conversões (ou de transformações) segundo o qual o que acontece em um sistema de produção envolve, genericamente, a entrada de determinados recursos, a conversão destes e a geração de saídas do processo – o edifício, de acordo com a Figura 2.4:

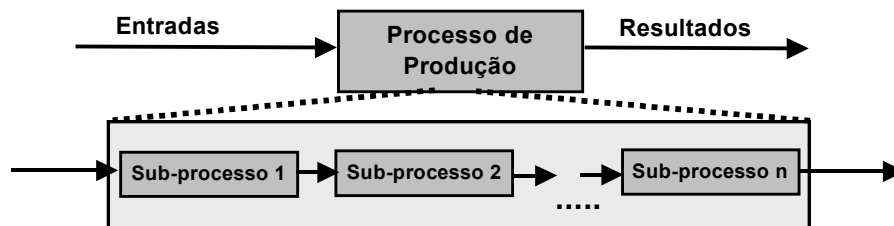


Figura 2.4 – O modelo de conversões

Segundo a lógica do modelo de conversões, um processo de produção pode, e deve, ser dividido em sub-processos a fim de facilitar a gestão sobre o mesmo. Busca-se, então, a otimização dos sub-processos como forma de otimizar o processo de produção como um todo. Esse último, por sua vez, alcança a maior otimização possível através da agregação de todas as melhorias geradas em cada sub-processo isoladamente. A melhoria dos sub-processos é comumente baseada na adoção de tecnologias e a avaliação da performance obtida é feita através do monitoramento de índices de desempenho, determinados especificamente para cada atividade produtiva. A melhoria da eficiência de uma atividade produtiva, representando um sub-processo, é obtida pelo aumento do valor de seu índice de desempenho.

De uma maneira geral, o modelo de conversões segundo o qual o processo produtivo da construção está estruturado apresenta as seguintes peculiaridades (KOSKELA, 1992):

- o processo de produção é uma conversão de entradas (insumos como materiais, informações, energia, ferramentas, equipamentos e mão-de-obra) em uma única saída (uma obra);
- o processo de produção pode ser dividido em sub-processos, os quais também são considerados como conversões;

- o custo do processo como um todo pode ser otimizado através da minimização do custo de cada sub-processo isoladamente;
- o valor do produto (resultado final) de um processo está associado aos custos dos insumos (entradas) consumidos.

#### 2.4.2. O PARADIGMA DE GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO BASEADO NA PRODUÇÃO ENXUTA

Uma concepção modernizadora do processo produtivo da construção é apresentada pela filosofia da produção enxuta, considerando um sistema de produção como um fluxo contínuo de materiais e/ou informações partindo da matéria-prima até o produto final (KOSKELA, 1992). Neste fluxo, o material é processado sujeitando-se às operações de inspeção e movimentação, além de poder estar na situação de espera (onde não acontece processamento, inspeção ou movimentação). A conversão é representada pelo processamento enquanto que as atividades de inspeção, movimentação e espera constituem o fluxo da produção, que também podem ser caracterizadas por tempo e custo, mas não agregam valor.

O processo produtivo da construção, sob a ótica da produção enxuta, pode ser esquematizado de uma maneira simplificada pela Figura 2.5, onde os retângulos escuros representam as atividades do processo que não agregam valor em contraste com aquelas que agregam, representadas pelos processamentos:

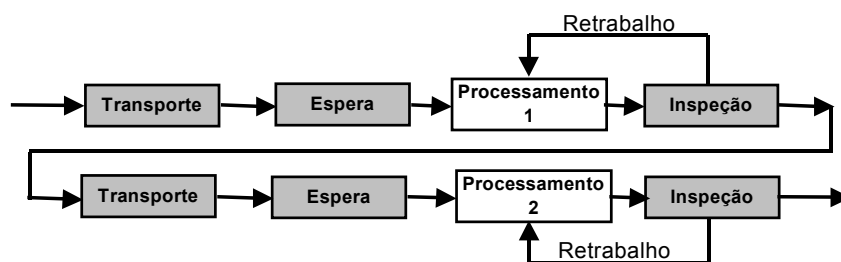


Figura 2.5 – O modelo da produção enxuta de fluxos e conversões.



De uma maneira geral, pode-se dizer que o fundamento básico que rege a filosofia da produção enxuta consiste na consideração dos elementos do processo produtivo não apenas como uma seqüência de conversões, mas também, os fluxos existentes entre elas. A eficiência do processo, além de depender das atividades de conversões (os processamentos), é atribuída também à maneira como são tratados os fluxos existentes entre estas (SHINGO, 1996). Considera-se apenas as atividades de conversões como agregadoras de valor ao produto final, levando a concluir que as atividades de fluxo devem ser eliminadas ou na impossibilidade disto, reduzidas, ao se buscar a melhoria do processo como um todo.

Womack *et al.* (1990) modelam essa nova filosofia de produção da seguinte maneira:

- é um sistema produtivo integrado, com enfoque no fluxo de produção, produção em pequenos lotes segundo a filosofia *Just-in-time* e um nível reduzido de estoques;
- envolve ações de prevenção de defeitos em vez da correção;
- trabalha com produção puxada em vez da produção empurrada baseada em previsões de demanda;
- é flexível, sendo organizada através de times de trabalho formados por mão-de-obra polivalente;
- pratica um envolvimento ativo na solução das causas de problemas com vistas à maximização da agregação de valor ao produto final;
- trabalha com um relacionamento de parceria intensivo desde o primeiro fornecedor até o cliente final.

Krajewski & Ritzman (1992) apontam diversos fundamentos relevantes da produção enxuta, tais como: tamanho de lotes de produção reduzidos, tempos de *setup* minimizados, padronização dos componentes e dos métodos de trabalho, qualidade, mão-de-obra polivalente e com boas condições de trabalho, formação de parcerias, manutenção preventiva, melhoria contínua, foco no produto e estoques reduzidos.

De uma maneira geral, as prescrições indicadas por outros autores com trabalhos realizados na área da produção enxuta, como Krafick (1988), Cusumano (1994), Karlsson (1996), Ahlström & Karlsson (1997, 1998), Barker (1994) e Harrison (1998), direcionam para os mesmos caminhos indicados anteriormente.

Torna-se necessário salientar que os fundamentos da produção enxuta não são rigorosamente novos; muitos deles podem ter suas origens rastreadas nos trabalhos de pioneiros como Taylor e seus princípios da administração científica (TAYLOR, 1990), Gilbreth (1911) com os estudos de movimentos no posto de trabalho, Shingo (1996) e Ohno (1997) através do Sistema Toyota de Produção, Deming (1986), Feigenbaun (1983), Garvin (1988) e Juran & Gryna (1991) em suas pesquisas sobre qualidade, além de vários outros pesquisadores contemporâneos (por exemplo, WOMACK, JONES & ROSS, 1990 e SCHONBERGER, 1993). Embora o conceito de produção enxuta já pudesse ter sido formulado com base nesses trabalhos conduzidos ao longo do último século, somente após o estudo da indústria automobilística japonesa, todo o potencial dessa nova forma de administração da produção pôde ser realmente compreendido e expandido para outros setores industriais através da estruturação do Sistema Toyota de Produção (JAMES-MOORE & GIBBONS, 1997).

#### 2.4.2.1. O Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção – STP - teve o início de seu desenvolvimento em 1945 a partir do que Shigeo Shingo intitulou de Mecanismo da Produção – MP (SHINGO, 1996).

Para Shingo todos os sistemas de produção podem ser concebidos como redes funcionais de processos e operações. A lógica do MP consiste em visualizar os sistemas

produtivos a partir da estrutura de uma rede que envolve nos eixos X e Y os processos e as operações, como na Figura 2.6:

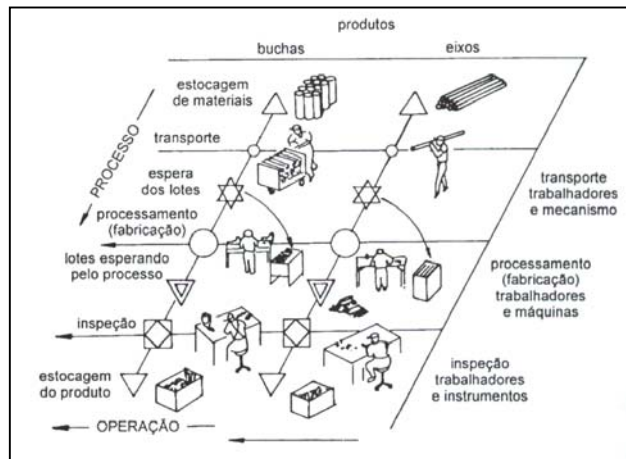


Figura 2.6 – A Produção como uma rede de processos e operações (SHINGO, 1996)

Os sistemas produtivos são visualizados a partir de uma combinação do acompanhamento dos fluxos de materiais e de pessoas e equipamentos no tempo e no espaço. Portanto cada nó da rede corresponde a um encontro dos processos e das operações. Por exemplo, em um dado nó da rede pode-se ter uma operação de inspeção. Neste caso, em um dado tempo e espaço encontrar-se-ão reunidos o objeto (materiais) e os sujeitos (pessoas e equipamentos de inspeção) da produção.

Observa-se também que em outros pontos localizados no tempo e no espaço não existirá a interseção do objeto e dos sujeitos da produção. Por exemplo, uma análise para um certo tempo e espaço específico poderá identificar que um lote de material está esperando para ser processado (análise do processo) enquanto as pessoas estão executando uma preparação de uma máquina para o processamento deste mesmo lote (análise da operação).

Shingo destaca que, embora pontos de vistas de análises de processos e operações sejam distintos e autônomos, estão intimamente e indissociavelmente inter-relacionados.

Segundo Shingo, para maximizar a eficiência da produção deve-se analisar profundamente e melhorar o processo antes de tentar melhorar as operações.

Essa priorização sugerida por Shingo pode ser exemplificada quando se analisa uma operação de transporte presente no processo. O transporte ou movimentação de materiais representa um custo que não agrega valor. A maioria das pessoas tenta melhorar o transporte investindo em equipamentos sofisticados como empilhadeiras e guias, por exemplo. Para Shingo, na verdade estão melhorando o trabalho de transporte, pois melhorias reais neste aspecto do processo buscam a eliminação da função de transporte tanto quanto possível. Nesse sentido, a meta deve consistir em aumentar a eficiência de produção, o que é conseguido com o aprimoramento do arranjo físico dos processos.

Nesse exemplo, Shingo (1996) explica que:

É fundamental reconhecer que a melhoria no transporte e a melhoria das operações de transporte são dois problemas nitidamente diferentes. O transporte apenas aumenta os custos, nunca agrega valor. [...] Mesmo quando o transporte manual é mecanizado, estes custos com mão-de-obra são simplesmente transferidos para as máquinas – um investimento sem retorno. [...] Somente depois das possibilidades de melhoria do *layout* terem sido esgotadas é que o trabalho de transporte que resta inevitável deve ser melhorado através da mecanização (p. 60).

#### 2.4.2.1.1. Elementos que constituem o Processo no contexto do Sistema Toyota de Produção

Um Processo refere-se ao fluxo de materiais ou produtos de um trabalhador para outro nos diferentes estágios nos quais pode-se observar a transformação gradativa das matérias-primas em produtos acabados (SHINGO, 1996). Este conceito não foi originalmente proposto por Shingo. Sua criação deve-se a F.B. Gilbreth, que no ano de 1921 postulou para o *Journal of the American Society of the Mechanical Engineering* que os fenômenos relacionados com a produção, incluíam o fluxo que levava as matérias primas aos produtos acabados – o fenômeno denominado processo – e que, além disso, os processos eram compostos

basicamente por quatro fenômenos distintos e universais: processamento, inspeção, transporte e espera.

De uma maneira geral, os seguintes elementos constituem o fluxo de transformação de matérias primas em produtos (SHINGO, 1996):

- **o processamento**: uma mudança física no material ou na sua qualidade;
- **a inspeção**: comparação com um padrão estabelecido;
- **o transporte**: movimento de materiais ou produtos (mudanças nas suas posições);
- **a espera**: período de tempo durante o qual não ocorre nenhum processamento, inspeção ou transporte. Há dois tipos de espera:
  - **a espera do processo**: um lote inteiro permanece esperando enquanto o lote precedente é processado;
  - **a espera do lote**: durante as operações de um lote, enquanto uma peça é processada, outras se encontram esperando. As peças esperam para serem processadas ou pelo restante do lote ser fabricado. Este fenômeno também ocorre na inspeção e no transporte.

#### 2.4.2.1.2. As Operações no contexto do Sistema Toyota da Produção

De acordo com Shingo, a operação refere-se à análise dos diferentes estágios nos quais os trabalhadores podem estar trabalhando em diferentes produtos, ou seja, representa uma análise do comportamento humano na produção, no tempo e no espaço. Como obviamente as pessoas utilizam máquinas, equipamentos e ferramentas para trabalharem, pode-se dizer mais amplamente que o fluxo do sujeito do trabalho não consiste somente das pessoas (trabalho vivo), mas também dos equipamentos e ferramentas (trabalho morto) para a execução dos procedimentos operativos no tempo e no espaço. Em outras palavras as operações representam fluxos de homens e máquinas no tempo e no espaço.

No caso da análise da operação a ótica de observação é distinta do processo. Assim, por exemplo, um trabalhador retira um material A do almoxarifado de matéria prima até uma dada máquina A, posteriormente descansa um certo tempo, transporta um material B até a máquina A, vai ao lavatório, posteriormente leva um material C do almoxarifado até a máquina A. Esta seria uma típica análise da operação.

Verifica-se que a diferença entre análise de processo e de operação é uma questão de foco. No caso exposto acima o foco está voltado para o sujeito do trabalho que é o operador e não para o objeto do trabalho que é o material sendo transformado.

As operações podem ser classificadas da seguinte maneira:

- **preparação**: refere-se aos ajustes que ocorrem desde que a última peça boa do lote precedente é produzida até a fabricação da primeira peça boa do lote que se segue. Também é conhecida por *setup*.
- **operação principal**: são as funções essenciais diretamente ligadas ao processamento em si como inspeção, transporte, espera e estocagem. Pode ser dividida em duas categorias: **essenciais e auxiliares**.

**- Operações essenciais:**

Constituem a execução dos processos de produção. São os pontos da rede do MP onde as operações e os processos encontram-se num dado tempo e espaço. Nestes pontos encontram-se os homens, as máquinas e equipamentos (sujeitos do trabalho) e os materiais (objeto do trabalho). São agrupadas em:

- **operação essencial de processamento**: constituem-se na fabricação e montagem dos produtos;
- **operação essencial de inspeção**: constituem-se na observação, da qualidade dos produtos em nível operacional;

- **operação essencial de transporte:** constitui-se na mudança de posição dos produtos em nível operacional;
- **operação essencial de estocagem:** refere-se à estocagem de produtos.

**- Operações auxiliares:**

Envolvem a execução de atividades que se encontram imediatamente antes e imediatamente depois da realização das operações essenciais. São atividades operativas que se relacionam diretamente com as operações essenciais suportando as mesmas. São categorizadas em:

- **operação auxiliar de processamento:** refere-se à alimentação e desalimentação das máquinas e linha de produção;
- **operação auxiliar de inspeção:** refere-se às atividades que precedem e antecedem a operação principal de inspeção como, por exemplo, manipulação de instrumentos, equipamentos e produtos visando a efetivação da inspeção;
- **operação auxiliar de transporte:** refere-se basicamente aos carregamentos que precedem ao transporte efetivo em si e os descarregamentos que sucedem o transporte efetivo em si. Implicam no carregamento e descarregamento dos equipamentos de transporte;
- **operação auxiliar de estocagem:** refere-se basicamente às atividades de colocação e retirada dos produtos dos locais específicos de estocagem.

**- Folgas não ligadas ao pessoal:**

São períodos de tempos onde os operadores não estão realizando as atividades fim. As causas dessas folgas encontram-se em operações irregulares (não previstas) que ocorrem de forma inesperada na produção.

Podem ser subdivididas em duas categorias gerais: folgas na operação e folgas entre as operações.

As **folgas na operação** referem-se aos trabalhos irregulares que ocorrem e são ligados diretamente à operação. Como exemplos, pode-se citar lubrificações, renovações de ferramentas e recolocações de ferramentas danificadas. Embora SO não tenha identificado esta categoria de operações é interessante incluir nas **folgas na operação** não só os trabalhos irregulares, mas também os trabalho regulares ligados diretamente às operações. Como trabalhos regulares identificam-se operações de manutenção preventiva.

As **folgas entre operações** são trabalhos irregulares que ocorrem entre operações consecutivas, como, por exemplo, espera para suprimento de materiais.

Enquanto as folgas nas operações ligam-se às operações de processamento em si, inspeção, transporte e espera, as folgas entre operações referem-se a problemas de sincronização entre diferentes operações.

Pode-se resolver o problema do aparecimento dessas folgas através de planos de manutenção preventiva e programação da produção.

**- Folgas ligadas ao pessoal:**

Caracterizam-se por trabalhos irregulares ligados diretamente às pessoas e não conectadas com as máquinas e operações. Podem ser subdivididas em duas categorias gerais: folgas por fadiga e folgas físicas (higiênicas).

As folgas por fadiga caracterizam-se em tempos de não atividade produtiva dos operadores relacionados à necessidade de recuperação das fadigas física ou mental. As folgas físicas caracterizam-se por um tempo de não atividade produtiva relacionada com a satisfação de suas necessidades fisiológicas.



Aqui também cabe uma crítica ao modelo proposto por Shingo para categorização das operações ao identificar as folgas ligadas ao pessoal como sendo caracterizadas somente por trabalhos irregulares. Na verdade pode-se incluir nesta categoria de operações as atividades ligadas ao pessoal que, embora não sendo produtivas, podem - e devem - ser programadas, como treinamentos, sessões de ginástica laboral, descompressão do stress do trabalho ou lanches.

#### 2.4.3. OS FUNDAMENTOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Tendo apresentado alguns fundamentos da produção enxuta e do Sistema Toyota de Produção, torna-se necessário discutir a adaptação desses conceitos para o contexto específico da construção.

Koskela (1992) apresenta um conjunto de princípios operacionais, enfocando a necessidade de balanceamento entre conversões (operações) e fluxos (processos). Para este autor, viabiliza-se a construção enxuta quando são praticados os seguintes princípios:

1. a redução da participação de atividades que não agregam valor ao produto final;
2. o aumento do valor presente nos produtos acabados através da consideração dos requisitos dos clientes finais;
3. a redução de variabilidade no processo produtivo;
4. a redução dos tempos de ciclo;
5. a simplificação do processo através da minimização de etapas, componentes e ligações entre atividades;
6. o aumento na flexibilidade das saídas do processo;
7. o aumento na transparência do processo;

8. o controle focado no processo como um todo, e não em sub-processos isoladamente, como sustenta o modelo de conversões;
9. a geração de melhoria contínua no processo;
10. o balanceamento de esforços gerenciais entre melhorias nos fluxos e nas conversões;
11. a aplicação de práticas de *benchmarking*.

Para os objetivos deste trabalho destacam-se as considerações de Koskela (1992) adaptando a concepção da produção enxuta às peculiaridades do sistema produtivo da construção, dando origem à construção enxuta, o que é visto na próxima seção.

## **2.5. CRÍTICA AO MODELO CONVENCIONAL DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS PRECONIZADO PELA ADMINISTRAÇÃO DE OPERAÇÕES**

Segundo Koskela & Howell (2002c) o problema da teoria do gerenciamento de projetos inicia-se em sua base conceitual equivocada. Para tais autores o gerenciamento de projetos é estruturado através de uma teoria de projetos e de uma teoria de gerenciamento.

A teoria de projetos é baseada exclusivamente no Modelo de Transformações concebendo o projeto como uma simples transformação de *inputs* em *outputs*. Apresenta os seguintes princípios:

- a transformação total de um projeto pode ser decomposta em tarefas, que são gerenciáveis e compreensíveis;
- um projeto pode ser realizado de forma otimizada através da otimização da forma de execução de cada tarefa e da otimização da seqüência de execução de todas as tarefas em conjunto.

O corolário associado a tais princípios é o de que a performance do projeto pode ser melhorada através de melhorias nas performances das tarefas.

Com base nesta concepção, a teoria de projetos do gerenciamento de projetos assume os seguintes pressupostos:

- as tarefas são independentes, exceto em relação a seus inter-relacionamentos;
- a incerteza associada a pré-requisitos e a tarefas é baixa;
- todo o trabalho a ser executado pode ser determinado através de um exercício de decomposição da transformação total;
- pré-requisitos existem no início do projeto e podem ser decompostos ao longo do trabalho.

Koskela & Howell (2002c) propõem uma substituição da doutrina do gerenciamento de projetos através da utilização de teorias alternativas mais aderentes ao contexto da construção, como é o caso da construção enxuta. Para estes autores a concepção convencional de gerenciamento de projetos apresenta negligências em relação aos elementos de fluxo de produção e de geração de valor, que demandam considerações sobre tempo, variabilidade e necessidades dos clientes, por exemplo. Além disso, o gerenciamento envolve-se apenas com o planejamento, quando deveria considerar também a estruturação do ambiente no qual as ações produtivas serão desenvolvidas.

No tocante à execução do plano, também aparecem deficiências segundo Koskela & Howell. A comunicação das tarefas a serem executadas é realizada considerando-se apenas a comunicação sobre seu início, conforme estabelecido em um plano, através de um processo convencional de comunicação de mão única. Na realidade a liberação de ordens de serviços representando a execução de tarefas deveria acontecer somente quando restrições à sua execução fossem retiradas. Isto demanda ações gerenciais que envolvem um processo estruturado em uma via de dois sentidos, estabelecida através de comunicação e comprometimento, considerando a dinâmica do sistema produtivo, antes da execução.

Em relação ao controle, existe um princípio de que a performance das tarefas pode ser medida e no caso de desvios em relação ao planejado, deve-se promover alterações nos níveis de desempenho para se adequar às metas pré-determinadas. Este processo despreza a oportunidade de geração de aprendizado através da determinação das causas dos desvios e da obtenção de melhoria por meio da ação sobre essas causas.

Koskela & Howell concluem, sustentando que as críticas ao modelo convencional de gerenciamento de projetos e a proposta de melhoria através de modelos já existentes ainda não são suficientes para que se forme uma nova base conceitual dessa disciplina. Nesse sentido, são necessárias novas pesquisas para que se chegue a resultados que permitam modelar uma teoria mais próxima da realidade dos sistemas de produção de produtos únicos.

Este trabalho apresenta a crítica sobre a teoria de gerenciamento de projetos no sentido de questionar a rigidez com que a disciplina de Administração de Operações preconiza métodos para se fazer o planejamento da produção de projetos, como é o caso da construção. Nesse sentido esta tese apresenta uma discussão livre das amarras preconizadas pela Administração de Operações, incluindo o desenvolvimento de um modelo baseado na construção enxuta que, embora desenvolvido originariamente para sistemas de produção repetitiva, consegue adequar-se às necessidades dos sistemas de produção discreta.

## **2.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTE CAPÍTULO**

Neste capítulo foi apresentada uma discussão sobre a eficácia da teoria de gerenciamento de processos produtivos por projetos, preconizada pela Administração de Operações para o gerenciamento de sistemas de produção geradores de produtos únicos, como é o caso do setor da construção, objeto de análise desta tese.

Foi mostrado que a teoria de gerenciamento de projetos necessita de adaptações de forma a flexibilizá-la no sentido de acomodar fundamentos preconizados para o gerenciamento de sistemas produtivos geradores de produtos de natureza repetitiva.

Foram apresentados, nesse contexto, os fundamentos da construção enxuta como um ambiente conceitual destinada a suportar a quebra de paradigma que deve ser imposta à teoria contemporânea de gerenciamento de projetos.

## **CAPÍTULO 3 - O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO NO ÂMBITO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **3.1. INTRODUÇÃO**

O capítulo 2 discutiu a Administração de Operações no contexto da construção. Foram apresentadas críticas à base teórica do Gerenciamento de Projetos, para se concluir que é necessário desenvolver métodos destinados ao planejamento e controle dos sistemas produtivos da construção que possuam mais aderência às suas peculiaridades (KOSKELA & HOWELL, 2002c).

Este capítulo tem como objetivo preliminar apresentar o estado da arte do planejamento da produção. Em seguida será discutida a adequação do planejamento da produção ao contexto da construção. Será apresentada a proposta de inclusão da sistematização de antecipações no planejamento da produção, como método complementar destinado à melhoria do processo de planejamento desenvolvido até o presente momento para o setor da construção. Inicialmente serão apresentados e discutidos conceitos relacionados às antecipações para se esclarecer o seu objetivo e sua contribuição de melhoria para a geração de planos de produção para o setor da construção. Posteriormente serão apresentadas classes de antecipações identificadas através de novas interpretações dos trabalhos produzidos na

linha de pesquisa referente aos fatores que afetam a produtividade na construção. O capítulo 5 apresentará os resultados obtidos nos estudos de casos conduzidos ao longo da pesquisa.

### **3.2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO**

A literatura apresenta de forma agregada os conceitos de planejamento e controle da produção, denominando este conjunto de atividades como PCP. Inicialmente serão apresentados conceitos de PCP segundo diversos autores, com vistas a contextualizar de forma mais abrangente este conjunto de ações gerenciais para, em seguida, focar a análise exclusivamente no planejamento da produção, que constitui o tema desta tese.

Segundo Ballard (2000) as funções básicas dos sistemas de gerenciamento da produção são planejamento e controle. O planejamento estabelece metas e uma seqüência desejada de eventos para atingi-las. O controle faz com que os eventos aproximem-se da seqüência desejada, inicia o replanejamento quando a seqüência não é viável ou desejável, e proporciona a geração de aprendizagem quando eventos falham em se conformar ao plano. Quando o sistema de produção é dinâmico e o ambiente que o envolve é incerto e variável, um planejamento confiável não pode ser desenvolvido em detalhes muito antes dos eventos ocorrerem, demandando, nesse caso, o desenvolvimento de planos considerando horizontes menores de tempo.

Para Slack, Chambers & Johnston (2002) o planejamento é a formalização no presente sobre o que se pretende que aconteça em determinado momento no futuro. Envolve definições sobre o que fazer, isto é, determina as ações necessárias para atingir um determinado objetivo. Controle é um conjunto de ações que visam o direcionamento do planejamento, incluindo

atividades que verificam o que efetivamente aconteceu e comparam com o planejado, além de providenciar as mudanças necessárias para o realinhamento do plano. Estes mesmos autores reforçam a definição de PCP sustentando que tais atividades gerenciais significam conciliar capacidade de fornecimento de uma operação com a demanda existente sobre ela. Essa conciliação pode ser vista sob dois enfoques: o da empresa em relação ao seu mercado, envolvendo o fornecimento de produtos para seus clientes e o da empresa em relação às suas atividades internas, tratando do suprimento de insumos para as operações produtivas, considerando um relacionamento cliente-fornecedor interno.

Vollmann, Berry & Whybark (1997) definem o PCP basicamente como um sistema que provê informações para o gerenciamento eficiente de fluxos de materiais, o trabalho com pessoas e equipamentos, a coordenação de atividades internas com as atividades de fornecedores e a comunicação com clientes a respeito de necessidades mercadológicas. Um ponto chave nessa definição é a necessidade dos gerentes usarem informações para tomar as melhores decisões. Nesse sentido, um sistema de planejamento e controle da produção não decide ou gerencia as operações: gerentes realizam estas atividades. O sistema somente provê o suporte necessário para que os gerentes decidam.

Caso o PCP seja analisado rigorosamente à luz do fundamento principal da produção enxuta, que preconiza a redução de quaisquer esforços que não agreguem valor ao produto final (perdas), poderia se concluir, equivocadamente, que as atividades básicas de planejamento da função produção deveriam também ser eliminadas ou reduzidas. Entretanto, conforme salienta Koskela (2000), atividades como o planejamento, geram valor para os clientes internos presentes no processo. Dessa forma, são fundamentais para que se consiga gerar valor para o cliente externo a partir das práticas internas presentes no processo produtivo.



### 3.2.1. PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

Segundo Formoso (1991), é possível citar uma grande quantidade de conceitos e de autores tratando do conceito de planejamento, gerando conseqüentemente, um enorme número de definições distintas. Laufer (1990) apresenta o mesmo ponto de vista, afirmando que o significado do termo planejamento ainda é tema de bastante controvérsia. Russomano (2000) posiciona-se da mesma forma, sugerindo não haver um acordo semântico sobre a definição do planejamento da produção e do mínimo de funções que lhe cabe exercer. Para Russomano, isto advém do fato de que, na prática, as empresas têm necessidades de sistemas peculiares de planejamento dependendo de fatores como o tipo de produção, o tamanho da empresa, o número de produtos produzidos e a estrutura administrativa.

De acordo com Laufer (1990) o planejamento é um processo composto por diversos elementos. Quanto maior a presença desses elementos, mais facilmente pode-se identificar o processo de planejamento. Tais elementos relacionam-se a:

- um processo de tomada de decisão;
- um processo de antecipação na tomada de decisões para decidir o que e/ou como executar ações em função de eventos futuros;
- um processo de integração de decisões interdependentes em um sistema decisório;
- um processo hierárquico evolutivo a partir de diretrizes gerais, para a determinação de meios e restrições que conduzam a um plano de ações;
- um processo que inclua uma cadeia de atividades (ou parte dela) compreendendo a busca e análise de informações, o desenvolvimento, a avaliação e a escolha de alternativas;
- o emprego de técnicas e procedimentos formais;
- a apresentação documentada de planos;
- a implementação.

Para Laufer (1990) o elemento mais importante dentre os que compõem o planejamento é a implementação. Para realizar a implementação satisfatoriamente, o planejamento deve envolver também as seguintes atividades complementares:

- previsões sobre o ambiente futuro da companhia e do projeto e as restrições existentes, para determinar um plano compatível com seus objetivos e as bases sobre as quais as decisões de planejamento podem ser tomadas;
- obtenção de informações destinadas a permitir uma análise contínua da viabilidade e adequação dos objetivos do projeto e dos pressupostos do planejamento;
- realização de estudos especiais como, por exemplo, a disponibilidade da mão-de-obra ou a capacidade da infra-estrutura disponível;
- tomada de decisões preventivas e orientadoras destinadas a evitar que erros sejam cometidos;
- exame do impacto das decisões correntes sobre as atividades futuras e adequação aos objetivos do projeto.

Segundo Laufer, planejar é necessário para:

- obter um melhor entendimento dos objetivos do projeto, tornando-os claros e aumentando a probabilidade de atingi-los com sucesso;
- definir todo o trabalho necessário de modo a possibilitar que cada participante do processo de planejamento identifique e planeje sua parte (planejamento do processo de planejamento);
- desenvolver uma base destinada ao desenvolvimento do orçamento e da programação do projeto com maior acurácia;
- possibilitar melhor coordenação e integração de dados de entrada e decisões no processo de planejamento nos diversos níveis (integração vertical), funções (integração horizontal) e estágios (consistência) existentes;

- evitar decisões equivocadas através do questionamento do futuro por meio das decisões correntes;
- melhorar o planejamento através da consideração e análise de diversas alternativas;
- acelerar as respostas às mudanças futuras;
- providenciar indicadores destinados ao monitoramento, revisão e controle da execução do projeto e;
- explorar a experiência acumulada no gerenciamento e execução de projetos em um processo sistemático de aprendizagem.

Para Conte (1998), um bom plano de produção é aquele que prevê a seqüência correta de atividades e a correta quantidade de serviços e garante que o trabalho planejado possa efetivamente ser realizado. Segundo este autor, considerando a incerteza que caracteriza o processo produtivo no setor da construção, mais importante que planejar é ter competência para replanejar e reprogramar a seqüência de serviços.

Segundo Corrêa, Gianesi & Caon (2000) a definição de planejamento deve considerar a idéia de inércia de decisão<sup>4</sup>, entendida como o tempo que necessariamente tem de decorrer desde que se toma determinada decisão até que efetivamente tenha efeito. Nesse sentido, sustentam que diferentes decisões demandam diferentes tempos para tomarem efeito, em função de diferentes inércias. A consequência disso é a necessidade de geração de planos em diversos níveis, correspondendo a horizontes de tempo distintos. Os mesmos autores concluem a discussão sobre o conceito de planejamento, enfatizando a necessidade da observação dos seguintes aspectos: a dependência existente de uma visão adequada do futuro, requerendo sistemas eficazes de previsão; o conhecimento fiel sobre a situação presente; a

---

<sup>4</sup> Os autores explicam melhor o significado da inércia de decisão utilizando o seguinte exemplo: “A partir do momento em que se toma a decisão de, por exemplo, incrementar em 60% a capacidade de uma unidade produtiva que trabalha em regime de um turno, decorre necessariamente um tempo antes que os 60% de capacidade adicional estejam disponíveis para uso efetivo. Esse tempo inclui, por exemplo, atividades de recrutamento, seleção, treinamento de pessoas, já que provavelmente um incremento de 60% na capacidade produtiva demanda a utilização de um turno adicional de trabalho. Para esse nível de incremento de capacidade no exemplo hipotético apresentado, a inércia de decisão pode ser quantificada em alguns meses. Para incrementos maiores, normalmente uma inércia maior pode ser esperada. [...]”.

existência e disponibilidade de um bom modelo lógico que traduza a situação presente em termos de indicadores gerenciais; e a determinação de objetivos claros sobre o que se pretende atingir.

### 3.2.2. O PROCESSO DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO

Para Laufer & Tucker (1987) o processo de planejamento deve ser desenvolvido como uma forma de garantir um melhor relacionamento entre os vários intervenientes existentes no processo produtivo, auxiliando a direção da empresa a esclarecer os objetivos do empreendimento e estabelecendo um padrão segundo o qual o processo da construção possa ser monitorado. Nesse sentido, Bernardes *et al.* (2000) apresentam um estudo de caso em que se desenvolve uma nova estrutura do fluxo de informações sobre a realidade de uma organização com diversos empreendimentos, resolvendo um problema de interação entre o responsável pelo planejamento e os demais integrantes da empresa.

#### 3.2.2.1. Instrumentos de diagnóstico da situação corrente do processo

Tratando o planejamento da produção como uma interferência em um estado futuro - com base em considerações sobre o presente e objetivos a serem alcançados - torna-se importante realizar a cada momento inicial do planejamento (ou do replanejamento) um diagnóstico adequado da situação do processo produtivo. Como diagnóstico entende-se uma descrição do que existe em um certo momento.

Mendes Jr & Heineck (1998) apresentam uma aplicação de um instrumento destinado a diagnosticar o andamento da produção através do gráfico de processo e do quadro de

controle. O primeiro instrumento de controle consiste em mostrar as diversas partes já iniciadas em uma obra e o estágio em que se encontram em relação à sua conclusão, por meio de uma avaliação considerando a evolução dos serviços programados em uma linha de balanço. O quadro de controle, ao contrário do gráfico de processo que mostra apenas uma situação já passada, incorpora também a função de indicar uma meta a ser cumprida, através da inclusão de atividades programadas para execução em um quadro que pode ser usado na forma de um painel colocado no canteiro de obras.

#### 3.2.2.2. Restrições genéricas impostas ao planejamento da produção

Slack *et al.* (1997) destacam a existência dos seguintes fatores ligados às limitações às quais as atividades de planejamento e controle estão sujeitas:

- restrições de custos - os produtos devem ser produzidos dentro de custos determinados;
- restrições de capacidade - os produtos devem ser produzidos dentro de limites de capacidade projetados para a operação;
- restrições de tempo - os produtos devem ser produzidos dentro de um intervalo de tempo, no qual eles ainda têm valor para o consumidor;
- restrições de qualidade - os produtos devem ter conformidade às tolerâncias projetadas.

Ballard (2000) analisa a questão ao nível operacional e sugere que tipos diferentes de ordens de serviço possuem diferentes restrições. Estas restrições podem ser contratuais, de projeto, de materiais, de serviços preliminares, de espaço, de equipamentos, de mão-de-obra, de permissões, de inspeções e de aprovações. Segundo Ballard, o responsável pelo planejamento deve envolver-se em uma análise das restrições impostas à execução de cada atividade que entra na programação de modo que consiga gerenciar ativamente sua produção

e entrega de todos os insumos necessários. Na ausência de análise de restrições, a tendência é tornar-se reativo ao que acontece.

### 3.2.2.3. O horizonte de planejamento da produção

Corrêa, Gianesi & Caon (2000) definem horizonte de planejamento da produção como o intervalo de tempo futuro em relação ao qual se tenha interesse em desenvolver um plano que tenha eficácia. Para estes autores não existe uma fórmula única para se definir um horizonte de planejamento ideal que sirva para todas as situações possíveis. Constatase que o horizonte de planejamento depende do nível de incerteza que existe no ambiente onde o sistema produtivo atua. Quanto maior o nível de incerteza menor deverá ser o horizonte de planejamento. De uma maneira geral, define-se o horizonte de planejamento com base na consideração do momento mais distante no futuro em que decisões do presente ainda possuam eficácia ou a probabilidade de obter resultados eficazes seja elevada.

A determinação de um horizonte de planejamento equivale no mínimo ao tempo necessário para se realizar o replanejamento. Entretanto, torna-se necessário considerar também o período compreendendo a inércia de decisão, pois do contrário as decisões estariam sempre defasadas em relação ao que estaria acontecendo no processo produtivo. Indo um pouco mais adiante nesta análise, deveria ser considerado ainda um período adicional de tempo correspondendo a um horizonte de informações úteis, ou seja, a um certo período de tempo em que ações planejadas possam ser efetivamente executadas no futuro.

Para Laufer & Tucker (1988) o horizonte de planejamento é o intervalo de tempo compreendido entre a geração dos planos e a ação. Segundo estes autores, o planejamento deve ser iniciado em um momento à frente da ação de modo a permitir a gestação adequada do processo de tomada de decisão. No caso típico do setor da construção, onde as decisões

são altamente inter-relacionadas, o planejamento demanda um amplo horizonte de tempo (ACKOFF, 1970 e GALBRAITH, 1977 *apud* LAUFER & TUCKER, 1988).

Laufer & Tucker ressaltam a importância do amplo horizonte de tempo no planejamento na construção sustentando que, o quanto antes os planos forem produzidos, menores serão as dificuldades relativas às restrições do projeto e maior será o grau de influência sobre seus custos.

De forma similar à validade do horizonte de planejamento sugerida por Corrêa, Giansesi & Caon (2000), Laufer & Tucker (1988) discutem a acurácia do plano de longo prazo em função da incerteza presente em seu processo de planejamento devido à carência de informações. Na medida em que o intervalo de tempo compreendido entre o planejamento e a ação diminui, a disponibilidade de informações necessárias à tomada de decisão aumenta e melhora a precisão dos planos gerados. Este fato provoca uma tendência natural de atrasos na geração dos planos ou da criação de novos horizontes envolvendo prazos menores. A Figura 3.1 indica a eficácia do planejamento em função do horizonte sobre o qual é considerado em relação à sua acurácia e à influência que pode exercer sobre o projeto.

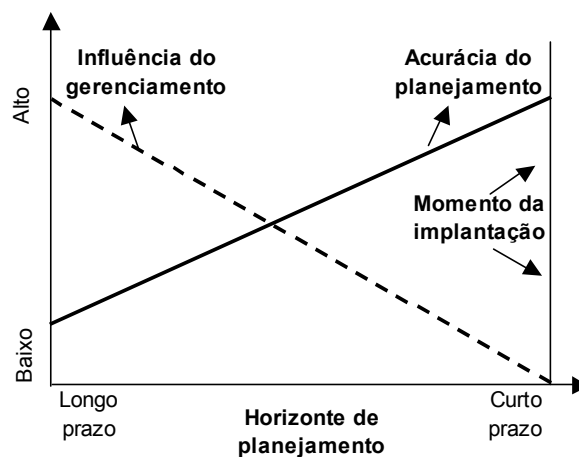


Figura 3.1. A relação entre a influência do gerenciamento, a acurácia e o momento do planejamento (adaptado de LAUFER & TUCKER, 1988)

De acordo com a lógica da Figura 3.1, à medida que se aproxima o momento da implementação do plano, reduz-se a capacidade de influência do gerenciamento no que acontece na obra. Por outro lado, obtém-se um aumento da acurácia do planejamento em função da maior disponibilidade de informações. Em outras palavras Laufer & Tucker sustentam que no horizonte de planejamento de longo prazo a margem de manobra do gerenciamento é ampla enquanto no curto prazo as ações gerenciais vão ficando cada vez mais limitadas em decorrência da necessidade de implementação.

#### 3.2.2.4. O período de replanejamento

Segundo Corrêa, Giansesi & Caon (2000) o período de replanejamento depende do nível de incerteza presente no ambiente da situação em análise. Quanto mais incerto o ambiente em questão, menor tende a ser o período de replanejamento. Genericamente o período de replanejamento deve ser definido considerando aspectos como o tamanho do *lead time*, a estabilidade da demanda e a confiabilidade do processo produtivo e dos fornecedores. Quanto menores forem os valores destas variáveis, menor deve ser o período de replanejamento. Deve-se considerar ainda a importância da atualização dos dados de entrada para o novo planejamento, pois do contrário o processo de replanejamento pode ser inútil, tornando-se inócuo devido ao fato de ter sido feito em bases irreais e podendo ser até mesmo prejudicial ao desempenho da organização em alguns casos.

Na discussão sobre o intervalo de replanejamento é interessante destacar as conclusões do trabalho de Nathan & Venkataraman (1998). Segundo estes autores, embora a abordagem convencional tratando do assunto preconize a realização de replanejamentos a cada período considerado no plano, é preciso analisar caso a caso. Nathan & Venkataraman analisaram diversas combinações de horizontes de tempo no planejamento tático da produção com



intervalos variados de replanejamento. A pesquisa considerou desde situações de replanejamentos freqüentes (a cada período considerado no plano) até situações onde o intervalo de tempo do replanejamento coincidia com a duração do plano. As análises consideraram os custos associados às decisões do planejamento mestre<sup>5</sup> em termos de custos de produção e de estoques gerados. Os melhores resultados foram obtidos quando intervalos de replanejamento intermediários foram considerados. Embora este resultado não possa ser generalizado, deve ser considerado relevante no sentido de orientar para uma análise das condições de cada ambiente de produção onde a atividade de planejamento está sendo considerada, antes de se definir o intervalo de replanejamento mais apropriado como sustentam Chung & Krajewski (1986), Yano & Carlson (1987) e Sridharan *et al.* (1988).

### 3.2.3. A HIERARQUIA DO PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

Segundo Chase, Aquilano & Jacobs (1998) as decisões sobre o planejamento da produção podem ser divididas em três grandes áreas: decisões estratégicas (de longo prazo), decisões táticas (de médio prazo) e decisões de planejamento operacional e controle (de curto prazo). Para estes autores as decisões estratégicas normalmente são bastante abrangentes, tratando de questões sobre a forma de se produzir o produto, a localização do sistema produtivo e de suas partes, o dimensionamento da capacidade produtiva e os momentos em que esta capacidade deve ser ampliada. As decisões tomadas neste nível estratégico tornam-se os elementos condicionantes ou limitantes operacionais da forma pela qual o sistema produtivo deverá ser operado nos níveis de médio e curto prazo.

---

<sup>5</sup> Segundo Tubino (1997) o planejamento mestre da produção está encarregado de desmembrar os planos de longo prazo em planos específicos de produtos acabados para o médio prazo, no sentido de direcionar a programação e a execução das atividades operacionais da empresa.

Ao nível tático, a preocupação volta-se para o direcionamento da programação de material e mão-de-obra, considerando as restrições de recursos definidas previamente pelo planejamento estratégico. Neste nível de médio prazo as decisões concentram-se na quantidade de mão-de-obra necessária, no momento em que esta mão-de-obra será necessária, na determinação de turnos de trabalho, nos prazos de entrega e em níveis de estoques a serem mantidos. Estas decisões táticas, por sua vez, tornam-se as restrições do planejamento operacional, que se preocupa com que serviços executar diariamente ou ao longo da semana de trabalho, que recursos alocar a cada tarefa e com que prioridade estas tarefas devem ser realizadas dentro de um ambiente de escassez de recursos.

Silva Leme *apud* Contador (1997) tratando do processo hierárquico do planejamento e controle sustenta que:

De um modo geral, podemos dizer que a distribuição da função do planejamento entre os diversos níveis hierárquicos da empresa se faz reduzindo a extensão e aumentando o detalhe dos planos, quando se passa de um nível superior para um nível inferior. Os planos elaborados pelo nível superior abrangem campo muito mais extenso do que os de responsabilidade do nível inferior, sendo, por esta razão, menos detalhados. A coordenação é obtida pelo fato de um plano geral fixar os objetivos de todos os planos particulares que o detalharão.

O controle também perde em extensão e ganha em detalhe, quando passamos de um nível superior para um inferior da escala hierárquica. Nos níveis hierárquicos inferiores são controlados todos os atributos do produto: o custo, a quantidade produzida, a data de produção, a qualidade e a eficiência das operações. Subindo na escala hierárquica, os controles passam a ser de natureza mais global e, em conseqüência, menos detalhada.

Ballard & Howell (1998) apresentam uma concepção de planejamento da produção voltada às peculiaridades da construção, bastante parecida com a proposta por Chase, Aquilano & Jacobs, também preconizando a elaboração dos planos em três níveis.

Em um primeiro nível é desenvolvido o plano inicial, que define o cronograma geral da obra, tratando de questões relativas ao desembolso financeiro, ao seqüenciamento de atividades e à previsão de recursos necessários à produção. Nesse planejamento, a tendência é de direcionar o enfoque aos objetivos globais e restrições, tratando do projeto como um todo

(BALLARD, 2000). Os planos podem ser gerados através de redes *CPM*, gráficos de Gantt ou Linhas de Balanço (MACHADO, 2000).

Em um segundo nível, realiza-se uma previsão mais detalhada, envolvendo um horizonte de tempo que varia de duas a seis semanas, conforme a estabilidade existente no processo. Os planos gerados neste nível tático são guiados pelos planos de níveis mais elevados e visam especificar os meios para se atingir os objetivos do plano de longo prazo (BALLARD, 2000).

Em um terceiro nível, faz-se um planejamento de compromissos das atividades que devem ser realizadas no curto prazo, usualmente de um dia de trabalho até a quinzena, detalhando as necessidades de recursos para a execução de atividades e as tarefas de cada dia. Segundo Ballard (2000), este plano, ao nível operacional, envolve a definição sobre o trabalho físico a ser realizado no dia seguinte (equivale às ordens de produção<sup>6</sup>). São considerados únicos porque conduzem ao trabalho direto em vez da produção de outros planos, como nos níveis estratégico e tático.

#### 3.2.3.1. O planejamento de longo prazo

O planejamento de longo prazo, contendo os serviços agregados como na forma dos itens orçamentários, justifica-se em função da incerteza gerada pela desagregação. Nesse sentido, Corrêa, Giansi & Caon (2000) apresentam um gráfico relacionando incertezas existentes nas previsões realizadas sobre dados agregados em relação a estes mesmos dados analisados de forma detalhada. A proposição feita por estes autores trata da questão da imprecisão gerada pela decomposição de famílias de produtos em seus componentes isoladamente, como apresentado na Figura 3.2:

---

<sup>6</sup> Conjunto de documentos e tabelas que determina a produção de partes específicas do produto em quantidades determinadas (GURGEL, 2002).

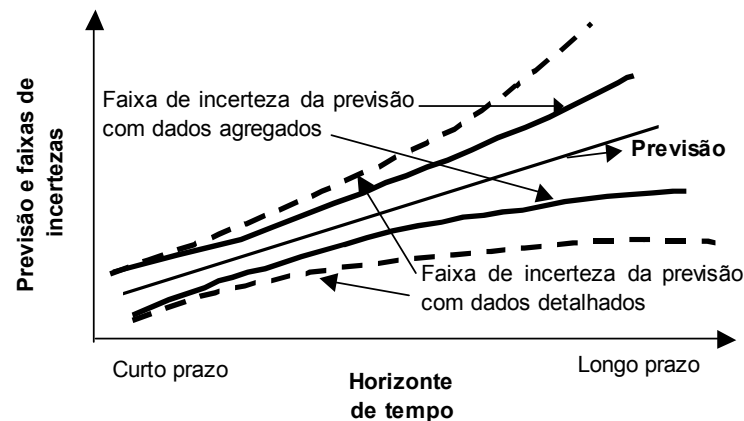


Figura 3.2 – A relação entre incerteza na previsão e o horizonte de planejamento (adaptado de CORRÊA, GIANESI & CAON, 2000)

Como se pode constatar na Figura 3.2, a desagregação gera uma faixa ampliada de incerteza dos dados na medida em que se caminha para o longo prazo. Por outro lado consegue-se realizar previsões de forma mais acurada com dados agregados, indicando que no planejamento de longo prazo é assim que as informações devem alimentar as decisões. Fazendo uma analogia com o processo de planejamento da construção, conclui-se que no longo prazo os serviços devem mesmo estar agregados e no curto prazo é que eles podem ser explodidos nas operações que os compõem. Intuitivamente pode-se concordar com isto quando se consideram as incertezas presentes na etapa de execução nos sistemas produtivos da construção, e a possibilidade de que a influência dessas incertezas nas operações seja acomodada dentro do serviço constituído por todas elas.

### 3.2.3.2. Os planejamentos de médio e curto prazo

A necessidade de se planejar considerando horizontes de médio e curto prazo deve-se às incertezas naturalmente presentes no ambiente no qual o sistema produtivo atua. Nesse sentido, muitas decisões só poderão ser tomadas ao se aproximar do momento em que os eventos acontecerão. Logo, necessariamente o plano de longo prazo deverá ser decomposto

em planos destinados a horizontes de tempo menores. Pode-se considerar essa questão também sob o ponto de vista da inércia de decisão em que o planejador estará envolvido com decisões de curto, médio e longo prazo.

#### 3.2.3.2.1. Modelos de planejamento de curto prazo

Para Laufer *et al.* (1992) o planejamento de curto prazo na construção consiste na habilidade de uma organização em coletar informações, identificar e resolver problemas, e implementar mudanças operacionais, indo muito além de uma simples interpretação de um projeto. A necessidade de um planejamento eficaz de curto prazo é relevante, já que diversos fatores existentes nos canteiros somente podem ser identificados quando a construção se inicia. Nesse sentido, a decisão sobre a execução desses fatores passa a ser tomada em uma base de curto período de tempo. Para Laufer *et al.* a preparação de planos operacionais com muita antecedência em relação ao momento de sua execução é inviável porque esbarra em numerosas incertezas, tais como a dispersão de informações relacionadas ao ambiente físico do canteiro, a disponibilidade e fornecimento de recursos, os problemas inesperados de coordenação entre equipes e os conflitos relativos a questões técnicas desconhecidas.

A respeito dos aspectos que deveriam estar contemplados no planejamento de curto prazo é preciso considerar os meios de produção, envolvendo os equipamentos e o *layout* do canteiro, a alocação dos recursos humanos, a seqüência de trabalho, a programação do projeto e o orçamento.

Laufer *et al.* (1992) identificam três ferramentas para se realizar o planejamento de curto prazo: o planejamento dos mestres-de-obras, os círculos da qualidade formados por gerentes e supervisores e as análises de sistemas e de operações. Para estes autores, quando

essas três ferramentas são utilizadas em conjunto obtêm-se melhores resultados nos planos de curto prazo.

O planejamento do mestre-de-obras consiste na tradução de planos de curto prazo para ordens de serviços a serem repassadas às equipes de trabalho, com base na utilização de desenhos e especificações, seqüência construtiva e na situação corrente do trabalho no canteiro. Estes planos são usualmente preparados considerando horizontes de tempo semanais ou quinzenais, provendo a coordenação básica dentro das equipes, a logística do canteiro de obras e determinando quem faz o que e quando. O planejamento do mestre-de-obras é a forma mais comum de planejamento de curto prazo (LAUFER *et al.*, 1992).

Os círculos da qualidade de supervisores consistem na realização de encontros voluntários semanais entre gerentes, mestres de obras e encarregados de serviços, dedicados a solucionar problemas ligados ao trabalho no canteiro de obras e ao planejamento.

Para a construção civil tornou-se necessário adaptar o conceito original de círculos da qualidade oriundo da teoria da gestão da qualidade total. Inicialmente concebidos para receber a participação de funcionários de todos os níveis hierárquicos dentro da organização, estes círculos tiveram que ser adaptados à peculiaridade do setor da construção civil no tocante à elevada rotatividade de funcionários alocados em níveis mais baixos da hierarquia funcional. Dessa forma, limitaram-se as reuniões somente aos mestres de obras, encarregados e gerentes, que comumente permanecem por mais tempo nas empresas. A razão disso sustenta-se nos gastos incorridos com treinamento de pessoal participante dos encontros<sup>7</sup> e assimilação dos valores da empresa.

Laufer *et al.* (1992) defendem a utilização destes círculos nos processo produtivos sustentando dois argumentos: a vantagem decorrente de informações sempre atuais sobre o processo produtivo, já que os encontros acontecem nos momentos em que os trabalhos estão

---

<sup>7</sup> A este respeito, Leal *et al.* (1995) relatam problemas na realização destes círculos em função do despreparo do pessoal ligado diretamente à produção.

sendo realizados; e o envolvimento de um grande número de pessoas em um processo inovador de planejamento, gerando um aumento no volume de idéias.

As análises de sistemas e operações são utilizadas quando surgem necessidades imediatas no projeto que requerem soluções rapidamente, em decorrência de oportunidades de melhorias ou por meio de auditorias de produtividade. São usualmente realizadas por pessoas externas à organização – não diretamente ligadas ao processo produtivo – que utilizam procedimentos clássicos destinados à solução de problemas, envolvendo as seguintes etapas: identificação do problema; coleta e análise de dados; solução do problema e planejamento da mudança; implementação da mudança e verificação e medição dos resultados.

No processo produtivo da construção, verifica-se que a técnica de análise de sistemas e operações trabalha com a perspectiva clássica do estudo do trabalho, oriunda do campo de conhecimento da engenharia industrial. O pressuposto desta técnica é que o processo de coleta de dados provê uma valiosa fonte de informações a respeito da situação corrente de um aspecto de um processo produtivo. O analista utiliza essas informações para encontrar problemas e desenvolver soluções situadas em um nível superior ao grau de conhecimento de um gerente com habilidades normais. O resultado dessa análise origina planos de curto prazo que devem ser implementados o mais breve possível. É desta forma que acontece o relacionamento entre esta técnica, anteriormente destinada a estudos de melhoria de produtividade, e a geração de um planejamento de curto prazo.

O que se pode constatar a respeito das técnicas apresentadas por Laufer *et al.* (1992) é que a questão do planejamento de curto prazo envolve um diagnóstico do processo produtivo, a identificação de eventuais problemas ou desacordos em relação ao planejado, a solução destes problemas identificados e, aí sim, o planejamento de curto prazo para transformar decisões para solucionar problemas ou conduzir a evolução do projeto em um planejamento de curto prazo. Então se pode concluir que muito do planejamento de curto prazo está

relacionado com questões técnicas, ou seja, não se trata apenas de explodir serviços de um planejamento feito em um nível mais longo para detalhes operacionais de canteiro. Envolve também garantir que o dia a dia da obra seja conduzido da melhor forma, mesmo que isso signifique reuniões para resolver problemas técnicos.

### 3.2.3.3. O sistema de planejamento *Last Planner*

O sistema *Last Planner* (BALLARD, 2000) representa uma contribuição efetivamente relevante para a melhoria do processo de planejamento da produção da construção. Tal sistema envolve, de uma maneira geral, um controle proativo do processo de produção envolvendo um balanceamento entre o controle das unidades produtivas - U.P<sup>8</sup> - e do fluxo de produção.

O controle das U.P. trata da execução do trabalho dentro das unidades produtivas, como as equipes de construção, por exemplo. O controle do fluxo de produção abrange a coordenação do fluxo de projeto, suprimento e instalação, através das unidades de produção. O controle é alterado do enfoque sobre o trabalho da mão-de-obra para a consideração sobre o fluxo de trabalho, fazendo com que o trabalho se mova entre as unidades de produção em uma seqüência e ritmo desejados.

Para viabilizar o controle do fluxo de trabalho, Ballard (2000) sustenta a necessidade de utilização dos programas *Lookahead*. Segundo Ballard, os programas *Lookahead* são comuns nas práticas da indústria seriada (embora não sejam citados na literatura da área). Nestas aplicações desempenham apenas uma função de destacar o que deveria ser feito no curto prazo. O processo *Lookahead* no sistema de planejamento *Last Planner*, ao contrário da aplicação na indústria seriada, desempenha múltiplas funções, tais como:

---

<sup>8</sup> Ballard (2000) define Unidade de Produção como um grupo de trabalhadores que realizam ou compartilham responsabilidades por trabalhos similares, desempenhando-os com as mesmas técnicas e habilidades (p. G-15).



- a formatação da seqüência e do ritmo do fluxo de trabalho;
- a harmonização entre fluxo de trabalho e capacidade de produção;
- a decomposição das atividades do programa mestre em pacotes de trabalho e operações;
- o desenvolvimento de métodos detalhados para a execução do trabalho;
- a manutenção de estoques de serviços disponíveis para execução;
- a atualização e revisão dos programas dos níveis mais elevados de planejamento quando necessário.

As funções do *Lookahead* são alcançadas através de vários processos específicos, incluindo a definição das atividades, a análise de restrições, a programação puxada e a harmonização entre carga de trabalho e capacidade de produção.

O controle das unidades de produção efetiva-se através da emissão de ordens de serviços incluídas em instrumentos de planejamento de curto prazo, tipicamente para períodos semanais ou quinzenais. Através de um instrumento de avaliação da eficácia do planejamento ao nível operacional, chamado *PPC – Percent Plan Complete* (que indica o percentual de ordens de serviços que foram planejadas e efetivamente executadas), controla-se a qualidade dos planos gerados, promovendo benefícios para a garantia do fluxo de trabalho e para a produtividade.

De uma maneira geral a preocupação de Ballard é com a quebra do paradigma do processo convencional de planejamento, que não consegue enxergar uma distinção entre o que deveria ser executado no canteiro de obras (em função dos objetivos do projeto) e o que pode efetivamente ser realizado, com base na análise das restrições impostas ao projeto, na carga de trabalho e na capacidade produtiva disponível. O sistema proposto por Ballard envolve, então, uma melhoria no processo de planejamento (e conseqüentemente nos resultados operacionais) através da geração de planos mais confiáveis.

Alguns pesquisadores trabalharam empiricamente com o modelo sugerido por Ballard chegando sempre a resultados favoráveis (AUADA JR, SCOLA & CONTE, 1998; CONTE, 1998; MENDES JR, 1999; MACHADO 2000 e BERNARDES, 2001).

Auada Jr, Scola & Conte relataram os seguintes resultados obtidos com a utilização do *Last Planner* na execução da obra de uma loja do grupo McDonalds durante um período de três meses: redução do tempo de conclusão da obra; redução do nível de retrabalhos; melhor alocação de recursos aos postos de trabalho; melhoria geral da organização do canteiro e redução de aproximadamente 25% no número de horas de trabalho da equipe de gerenciamento do canteiro nas semanas próximas à conclusão da obra.

Conte (1998) apresentou os seguintes avanços obtidos em uma obra com duração prevista de dezoito meses: conclusão na data programada, mesmo frente a diversas alterações de projeto por interferências do cliente; redução de 42% do custo de mão-de-obra em relação ao planejado; eliminação de problemas de interrupção na execução de serviços devido a falta de materiais ou de equipamentos; melhoria no desempenho nas atividades de compras de materiais e contratação de serviços e melhoria do fluxo de desembolso financeiro para a obra.

### **3.3. O MODELO DE PLANEJAMENTO HIERÁRQUICO PARA O SISTEMA PRODUTIVO DA CONSTRUÇÃO**

O planejamento da produção no setor da construção tradicionalmente envolve apenas a consideração do horizonte de longo prazo. Tipicamente utiliza-se apenas um cronograma de barras ou eventualmente uma rede *CPM* para se planejar o longo termo do projeto (MENDES JR, 1999).

O que acontece no dia a dia nos canteiros de obras fica sob responsabilidade de planos informais, preparados sem maiores preocupações com detalhes de execução, de ritmo de produção, de capacidade produtiva, de sincronização entre atividades e integração com o nível de planejamento de longo prazo. Esse mau hábito reflete-se em situações que comumente provocam o atraso do cronograma de execução da obra em função de problemas ligados à inércia de decisão.

A solução envolve a redefinição do modelo de planejamento que deve passar a incluir planos destinados especialmente a horizontes temporais menores, em função da incerteza existente no ambiente envolvendo o sistema produtivo da construção. Nesse sentido, é preciso construir um modelo baseado na hierarquia do planejamento, como apresentado na Figura 3.3:

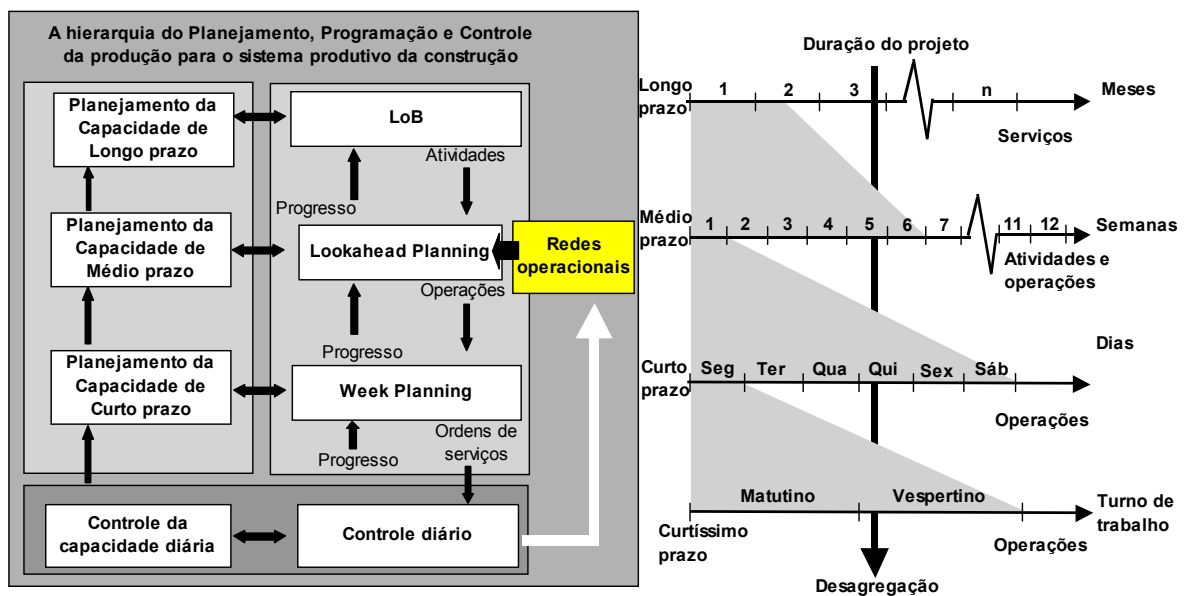


Figura 3.3 - O modelo de planejamento hierárquico da produção para sistemas produtivos da construção

De acordo com o modelo da Figura 3.3, o processo de planejamento deve ser iniciado com as decisões de longo prazo. Para este horizonte de planejamento, genericamente são utilizados os diagramas de *Gantt*, as técnicas de planejamento em rede *CPM* ou *PERT* ou a Linha de Balanço (MACHADO, 2000). No caso deste modelo, em função da maior eficiência à resposta das questões básicas do planejamento (O que produzir / comprar? Quem vai

produzir? Onde produzir - local da obra? Quando produzir?) adota-se a técnica da Linha de Balanço (DAFICO & MACHADO, 1995).

A tendência dos planos gerados neste nível é a de considerar objetivos globais e restrições tratando do projeto como um todo (BALLARD, 2000). Como restrições genéricas de capacidade, o planejamento deve preocupar-se com questões ligadas às orientações estratégicas como o prazo de execução do projeto, características de qualidade e custos. O planejamento da capacidade é feito através da harmonização com a carga de trabalho, considerada genericamente em termos de horas disponíveis para trabalho. A compatibilização entre carga de trabalho e capacidade de produção pode ser feita através da análise com curvas de agregação de recursos (DAFICO & MACHADO, 1995).

As informações sobre o que deve ser executado aparecem de forma bastante agregada, tratando de serviços, e normalmente correspondem aos elementos indicados no orçamento da obra. O horizonte de planejamento é definido pelo prazo total de execução do projeto e o período de tempo considerado é comumente o mês.

A integração com o médio prazo efetiva-se através da desagregação dos serviços incluídos na Linha de Balanço em atividades e operações que devem poder ser incluídas em períodos de tempo semanais no plano tático. Por meio de redes operacionais, geradas previamente para as atividades comuns a todos canteiros de obras, promove-se a desagregação necessária dos serviços considerados de forma agregada no longo prazo. A preocupação na geração do plano tático é a de prover meios para se atingir os objetivos definidos no longo prazo.

Apresenta-se no modelo da Figura 3.3 a utilização do *Lookahead Planning* preconizado por Ballard (2000) como um instrumento viabilizador do planejamento e controle do fluxo de trabalho. O planejamento de médio prazo através do *Lookahead Planning* apresenta o mérito de proporcionar a ligação (antes negligenciada) entre as decisões

estratégicas tomadas no longo prazo, oriundas da Linha de Balanço, com a necessidade de definição de ações ao nível operacional, em bases que vão usualmente do dia de trabalho até a quinzena.

O horizonte de planejamento (número de semanas) considerado no *Lookahead* é definido em função das características de projeto, da confiabilidade do sistema de planejamento e de *lead times* de aquisição de informações, materiais, mão-de-obra e equipamentos. Comumente varia de 3 a 12 semanas, dependendo da confiabilidade do sistema produtivo planejado.

O planejamento da capacidade de produção de médio prazo envolve a conciliação entre a quantidade de horas homem disponíveis em cada U.P. (cada equipe de produção ou cada operário) e a carga (em termos de horas de trabalho) demandada nas operações programadas para execução em cada U.P. na janela de tempo da programação *Lookahead*.

A ligação do plano tático com o plano operacional dá-se através da inclusão de operações programadas para serem executadas no planejamento semanal (*Week Planning*). Segundo Ballard (2000), o plano semanal de produção tem a importância fundamental de gerar ações no canteiro através das ordens de serviços. O horizonte de planejamento considerado no plano semanal, como o próprio nome diz, é a semana de trabalho e o período de tempo considerado é o dia. Estas ordens devem ser emitidas obedecendo algumas características de qualidade como:

- a sua correta definição;
- a seleção da quantidade certa de trabalho;
- a seleção da seqüência adequada de trabalho;
- a possibilidade concreta de se executar um trabalho selecionado (significa que todos os pré-requisitos já foram executados e que todos os recursos já estão disponíveis);
- a geração de aprendizagem.

O planejamento da capacidade de produção para o curto prazo baseia-se no nivelamento da quantidade de horas-homem disponíveis para cada elemento da equipe de produção (U.P.) para realizar as diversas operações das atividades alocadas para execução dentro da semana de trabalho.

O curtíssimo prazo é controlado diariamente através da avaliação do fluxo de produção ao longo dos turnos do dia de trabalho. Neste horizonte de planejamento as ações gerenciais envolvem coordenação e direção. O controle da capacidade inclui ações rápidas destinadas a reforçar momentaneamente a capacidade de trabalho de uma U.P. através da realocação de operários. Neste horizonte de tempo, através dos esforços proativos do controle da produção descobrem-se eventuais causas de desvios que só podem ser identificadas no dia a dia do canteiro. Estes desvios devem ser analisados e incluídos nas redes operacionais que alimentam o *Lookahead* gerando um processo de melhoria contínua através de um planejamento de antecipações em relação à ocorrência de eventos indesejáveis.

Uma observação relevante a respeito dos planos de capacidade produtiva é a de que podem eventualmente gerar a necessidade de atualizações de planos superiores na hierarquia do planejamento, provocando ações de aquisição de equipamentos e ferramentas adicionais e ampliação da força de trabalho. Tais ações constituem importantes antecipações a serem incluídas nas atribuições dos responsáveis pelo gerenciamento dos canteiros de obras.

Os planos mais baixos na hierarquia do planejamento devem prover continuamente informações sobre restrições removidas e novas restrições identificadas e o progresso obtido pela execução das atividades e operações programadas. Isto se torna necessário para a viabilização de uma programação puxada, baseada na real possibilidade de execução das tarefas a serem programadas futuramente.

### **3.4. A SISTEMATIZAÇÃO DAS ANTECIPAÇÕES A SEREM INCLUÍDAS NO PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO**

A sistematização de antecipações refere-se a quatro aspectos vitais para os processos produtivos da construção:

1. a identificação de elementos que causem (ou que possam causar) distúrbios aos fluxos dos processos e das operações do sistema produtivo e a transformação destes elementos em ações gerenciais destinadas a fazer com que eles não ocorram (de modo a evitar perdas);
2. a identificação de aspectos que proporcionem a melhoria dos fluxos dos processos e das operações do sistema produtivo e a transformação destes aspectos em ações gerenciais destinadas a garantir que ocorram (também de modo a evitar perdas);
3. a inclusão dessas ações nos planos de produção;
4. a avaliação dos resultados obtidos nos planos gerados na busca de melhoria contínua.

A antecipação possui o significado de colocar o gerente antes da ocorrência de possíveis complicações aos processos de produção através de ações gerenciais. Identifica-se um problema em potencial e se antecipa uma ação gerencial de modo a evitá-lo. Em um sentido contrário, identifica-se um aspecto benéfico ao fluxo de um processo e toma-se a dianteira, agindo gerencialmente para garantir que aconteça. A antecipação associa-se à precipitação de uma ação gerencial, mesmo antes do momento convencionalmente oportuno (quando isto é formalmente considerado), destinada a garantir que o processo produtivo flua de acordo com aspectos de produtividade e qualidade esperados.

A inclusão das antecipações no planejamento da produção não visa mudar completamente o paradigma em que o processo de PCP é realizado no setor da construção. O real objetivo é o de despertar para um aspecto que é negligenciado na abordagem

convencional de planejamento da produção. O processo convencional preocupa-se apenas com os processos agregados que envolvem todo o conjunto de atividades necessárias para executar o plano. A inclusão das antecipações no planejamento da produção pode ser entendida como um aspecto destinado ao melhoramento do processo de PCP, ou seja, não se constitui um fim em si mesmo, mas um elemento de complementação.

Laufer (1990) foi um dos primeiros pesquisadores preocupados com a melhoria do processo de planejamento da produção a considerar a importância da inclusão das antecipações nos planos de produção. Para Laufer um processo de antecipação na tomada de decisões para decidir o que e/ou como executar ações em função de eventos futuros configura-se como um importante componente do processo de planejamento e controle da produção como um todo. Segundo este autor, a implementação do plano é a etapa de maior importância no processo de planejamento. E para gerar resultados satisfatórios a implementação deve incluir, dentre outras atividades complementares, a tomada de decisões preventivas e orientadoras destinadas a evitar que erros sejam cometidos.

Olomolayie *et al.* (1987) ressaltam a importância dos gerentes de obras programarem os seus projetos mais sistematicamente visando à antecipação de problemas. Para estes autores, os gerentes de canteiros deveriam reconhecer que existem circunstâncias presentes nos canteiros de obras que podem sair de controle, como, por exemplo, a falta repentina e inesperada de materiais e a impossibilidade de reparar um equipamento importante.

De acordo com Bernardes (2001), muitos dos problemas que causam interferências no ritmo de produção podem ter seus efeitos minimizados, caso as restrições existentes no ambiente produtivo sejam analisadas e tomadas as devidas precauções durante a elaboração dos planos, de forma a reduzir ou eliminar seus efeitos. Nesse caso, o planejamento de médio prazo cumpre papel fundamental na medida que facilita a identificação dessas restrições e estabelece um período necessário para a gerência da obra atuar sobre as mesmas.



Para Russel *et al.* (1994) o primeiro passo para a melhoria dos processos produtivos consiste em evitar a ocorrência de problemas. Isto é feito através da observação e registro de aspectos que podem causar distúrbios futuramente. Na indústria da construção significa realizar um esforço formal para reconhecer problemas durante as fases de projeto e planejamento ao invés de descobri-los somente durante a etapa de construção.

Alves (2000), analisando a gestão de fluxos físicos nos canteiros de obras, sustenta que é preciso reduzir a incerteza através da antecipação dos problemas e redução das variações nos fluxos de recursos e insumos que abastecem a produção. Nesse sentido, a partir do momento em que a incerteza passa a ser abreviada nesses fluxos, a tendência é a redução da variabilidade nos processos e, conseqüentemente, diminuição da presença das atividades que não agregam valor ao produto final.

A mesma autora sustenta que uma forma de reduzir a incerteza associada aos elementos necessários para a produção consiste em estabelecer pontos de verificação quando do planejamento das atividades. Outra forma de se proteger a produção contra a incerteza envolve a adoção dos requisitos de qualidade indicados por Ballard & Howell (1998) para a elaboração de planos de curto prazo. Contudo, também nos planos de médio e longo prazo existem formas de diminuir a incerteza que atinge a produção. Na etapa de elaboração do plano de médio prazo devem ser definidos os pacotes de trabalho e as ações necessárias para torná-los prontos para execução, tais como obtenção e aprovação de projetos, aquisição de recursos, entre outros.

No plano de longo prazo, podem ser desenvolvidas parcerias com fornecedores que, além de oferecerem insumos com qualidade, sejam pontuais nas entregas solicitadas pela empresa. Além disso, os projetistas devem estar comprometidos com a entrega dos projetos antes do início previsto dos trabalhos da obra. Para que esses procedimentos não sejam esquecidos, a empresa pode criar documentos contendo as datas previstas para a entrega de

recursos, os quais devem ser assinados pelos envolvidos como forma de comprometer-se com o que foi estabelecido. Além disso, a programação do empreendimento deve indicar de forma transparente as datas para solicitação dos recursos, as quais devem ser observadas pela administração da obra, para que não ocorram atrasos no abastecimento do processo.

Ainda segundo Alves (2000) as antecipações servem como critério para a liberação de planos, por exemplo, usando uma lista de verificação de ações gerenciais. Dessa forma, em cada nível do planejamento podem ser estabelecidos critérios para a liberação de planos, procedimentos ou tarefas. Podem ser elaboradas listas de verificação, contendo requisitos mínimos, para que os produtos de cada etapa do planejamento atendam a critérios relacionados ao combate de perdas nos fluxos físicos.

Para Koskela (2000) o planejamento de antecipações associa-se à necessidade de evitar a ocorrência de qualquer fato que possa provocar distúrbios no fluxo de produção e garantir, dessa forma, que o processo apresente uma menor variabilidade através da identificação e eliminação das causas de tal fenômeno. Koskela (1999) considera vital a gestão sobre ao menos sete fluxos (ou condições) de recursos que devem ser considerados no planejamento da produção visando a geração dos resultados do plano. Esses fluxos são apresentados pela Figura 3.4:

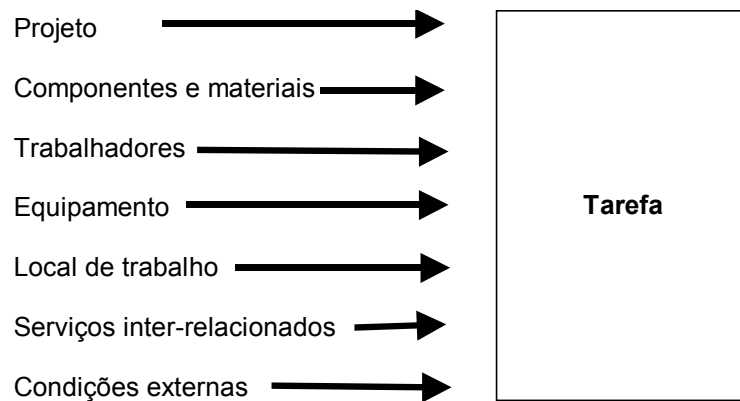


Figura 3.4 - Os fluxos básicos de insumos a serem considerados no planejamento da produção

Analisando os fluxos de insumos apresentados na Figura 3.4 identifica-se uma importante atribuição da administração de operações, relacionada à garantia da chegada dos insumos necessários à execução de um processo. Esta atividade que parece trivial em um primeiro momento acaba representando um pesado encargo para os gerentes de produção quando se considera o grande número de insumos de fornecedores existentes no sistema produtivo da construção. Koskela (2000) ressalta a importância da gestão sobre os fluxos de chegadas de recursos, afirmando não ser incomum no dia a dia dos canteiros de obras ocorrerem atrasos no início de algumas tarefas em decorrência de, por exemplo, detalhes de projetos não chegarem a tempo, ou condições externas ligadas à temperaturas e chuvas provocarem adiamentos na programação.

Chua & Shen (2001) consideram como sendo uma atividade de gerenciamento de restrições o que se intitula neste trabalho como inclusão da sistemática de antecipações no planejamento da produção. Para estes autores o gerenciamento de restrições é o assunto principal do planejamento e controle da produção durante o curso de um projeto. Envolve a identificação de restrições (mão-de-obra, materiais, máquinas e informações sobre pré-requisitos) que devem ser eliminadas para reduzir os níveis de distúrbios que possam aparecer nos processos de produção, gerando maiores performances em situações em que os recursos disponíveis encontram-se limitados, como é o caso da construção.

Segundo Chua & Shen existem diversos métodos disponíveis para resolver o problema do gerenciamento de restrições. Tais métodos baseiam-se em abordagens heurísticas ou em sistemas de simulação e auxiliam a encontrar soluções ótimas ou quase-ótimas para problemas de alocação de recursos ligados a restrições, superando as deficiências das abordagens básicas *CPM* ou *PERT*. Existe, no entanto, uma grande barreira à implementação desses métodos relacionada a inexistência de lista de restrições relevantes aos processos a serem consideradas no planejamento. A validade da programação está fortemente relacionada

com a confiabilidade da seleção de restrições gerenciadas. Para estes autores uma complicação adicional consiste no fato de que as restrições a serem gerenciadas formam um conjunto de variáveis, ao invés de constantes, como seria mais conveniente para a programação. Além disso, as restrições a serem gerenciadas estão sujeitas a níveis elevados de incertezas referentes a cadeia de suprimentos e ao fluxo de trabalho.

Ainda conforme Chua & Shen as restrições podem ser descritas como quaisquer recursos e / ou informações sobre os pré-requisitos indispensáveis associados a um processo de produção. O gerenciamento das restrições exerce um papel importante para determinar se o processo está pronto para ser executado. Nem todos os tipos de restrições necessitam ser incluídas no planejamento. Algumas devem ser resolvidas ao nível da emissão de ordens de serviços. Alguns recursos comuns compartilhados (como por exemplo, mão-de-obra) não são significantes para serem modelados a menos que representem limitações de capacidade de trabalho no atendimento a dois ou mais processos simultaneamente. Neste caso, a coordenação próxima ao momento em que o trabalho vai ser executado é necessária, tipicamente antes da ordem de serviço ser emitida.

As restrições que demandam entregas pontuais (como, por exemplo, concreto, componentes pré-fabricados, e desenhos) devem receber atenção especial. O propósito da modelagem de restrições é o de atender a três objetivos principais. O primeiro é gerar planos de trabalho confiáveis onde assuntos relativos a restrições de recursos e disponibilidade de informações tenham sido resolvidos antecipadamente gerando ordens de serviços de qualidade (BALLARD & HOWELL, 1998). O segundo é o de aumentar a utilização de recursos no plano e incrementar os resultados da produção. O terceiro é o de manter um fluxo de trabalho estável através da redução de incertezas na cadeia de suprimentos e no fluxo de informações. A rigor gerenciar restrições ajuda a desenvolver *buffers* apropriados para proteger gargalos das atividades de incertezas relativas a disponibilidade de recursos.

Cada atividade a ser realizada no canteiro de obras consiste de dois tipos de restrições integradas. As restrições de recursos representam a disponibilidade de recursos físicos, como materiais, mão-de-obra, equipamentos e espaços físicos. As restrições de informações representam a disponibilidade de pré-requisitos de informações referentes a detalhes de projetos. Dentre as diversas restrições, somente algumas merecem atenção especial dependendo de sua disponibilidade no canteiro ou do histórico de performance dos fornecedores. São consideradas como restrições chaves para os processos. Dessa forma, estas restrições devem ser identificadas e gerenciadas adequadamente no planejamento. As restantes não necessitam de monitoramento, entretanto devem ser resolvidas pelo gerente de canteiro antes das ordens de serviços serem emitidas.

#### 3.4.1. ANTECIPAÇÕES ESPECIAIS E REGULARES

As antecipações aparecem de forma cíclica considerando o projeto como um todo ou etapas que acontecem de forma repetitiva. O ciclo de inclusão de antecipações no planejamento da produção é apresentado pela Figura 3.5:

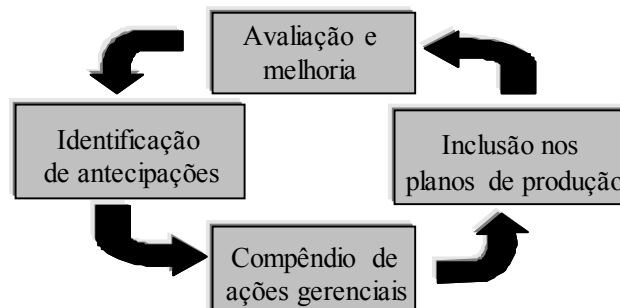


Figura 3.5 - Ciclo de inclusão das antecipações nos planos de produção

É importante explicar alguns aspectos do ciclo de antecipações da Figura 3.5. As antecipações podem ser especiais (sendo neste caso de natureza inusitada em relação ao

projeto ou aos processos construtivos em função de especificidades do projeto) ou regulares (acontecendo a cada ciclo de execução de um serviço repetitivo do projeto).

Para Shingo (1996) é possível obter melhorias substanciais em um sistema produtivo sempre que se procura maneiras de impedir que os problemas ocorram, ao invés de corrigi-los após seu aparecimento. Nesse sentido, Shingo sustenta que o processo é constituído por operações úteis e inúteis. As operações úteis podem estar relacionadas a atividades regulares no tempo (repetitivas) ou atividades que não ocorrem de forma regular no tempo (não repetitivas). Problemas podem ocorrer nas duas espécies de atividades. Nesse sentido, a análise de processos buscando sua melhoria deve ser feita em sua totalidade e não apenas nas atividades regulares ou no período do horizonte de planejamento.

A antecipação especial é normalmente realizada uma só vez ao longo do projeto e a sua inclusão no planejamento depende de um exercício gerencial de identificação de possíveis complicações que possam acontecer futuramente, conforme as peculiaridades identificadas na análise detalhada de um projeto. Neste caso, a etapa de avaliação e melhoria apresentada na Figura 3.5 ocorre na forma do aprendizado obtido no projeto como um todo, gerando um conhecimento que deve ser usado em projetos futuros que contenham características similares.

As antecipações regulares são identificadas em cada processo de produção e devem ser documentadas na forma de compêndios de ações gerenciais consideradas como essenciais para que se possa executar os serviços incluídos nos planos.

Rosso (1990) identifica treze categorias regulares de antecipações associadas a um serviço:

1. aluguel de equipamentos;
2. compra de materiais, ferramentas e equipamentos (seguindo especificações de acordo com um projeto executivo);

3. recebimento (envolvendo inspeções de volume e qualidade). Para esta operação deve-se pensar em aplicar os fundamentos do *comakership*<sup>9</sup>. Pode gerar um plano operacional preparatório, detalhando horários adequados para os recebimentos e locais para descarga de materiais. Esta operação envolve também a armazenagem (compreendendo o transporte até o local provisório de armazenagem – almoxarifado - ou até o posto de trabalho). O ideal é que o próprio fornecedor seja treinado para fazer a descarga do material. A inspeção volumétrica e de qualidade visa assegurar que o recurso que está sendo recebido irá efetivamente estar disponível para a operação;
4. seleção de materiais para as tarefas;
5. transporte de insumos até o posto de trabalho (deve ser reduzido, dentro dos fundamentos do *JIT*). Isto significa que a questão não envolve desenvolver melhores meios de transporte (solução paliativa), mas reduzir ou eliminar esta operação do processo produtivo. Envolve a deposição dos insumos no posto de trabalho de modo que se torne efetivamente disponível para o processamento. Abrange o transporte de materiais, de equipamentos e ferramentas ao posto de trabalho e o deslocamento de pessoal ao posto de trabalho;
6. locação, envolvendo a transferência de medidas dos projetos para o canteiro de obras;
7. montagem de equipamentos como andaimes, equipamentos de proteção e balancins. Segundo Sanders & Thomas (1991) esta categoria é particularmente importante naqueles dias em que operações de movimentação e a montagem tornam-se significativas em relação ao tempo necessário à execução da operação de conversão;
8. aspectos relativos à execução do serviço envolvendo treinamento, tecnologia e eliminação de tempos improdutivos, dentre outros aspectos a serem considerados;
9. arremate / acabamento (visa garantir que não existirá qualquer interferência em serviços posteriores);

---

<sup>9</sup> É a estratégia dirigida ao envolvimento solidário dos fornecedores no complexo empresarial do cliente. Realiza-se através do *just in time* podendo alcançar inclusive uma integração estratégica. Também é conhecida por *Partnership*.

10. testes (deve ser considerado em serviços como instalações, por exemplo);
11. limpeza;
12. inspeção;
13. desmobilização de equipamentos e ferramentas (como andaimes, equipamentos de proteção e balancins.).

#### 3.4.2. ANTECIPAÇÕES E O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

A produção é um mecanismo formado por uma rede de processos e operações (SHINGO, 1996). A melhoria da produção envolve ações gerenciais sobre os processos de produção e sobre as operações produtivas. Segundo Shingo, para maximizar a eficiência da produção deve-se analisar profundamente e melhorar o processo antes de melhorar as operações.

Analisando pelo ponto de vista do Mecanismo da Função Produção, Shingo sustenta que as antecipações são os elementos da rede (de processos e operações) que têm como objetivos garantir a integração entre os fluxos de processos e de operações e evitar a ocorrência de perdas. Usando a concepção de Shingo, o planejamento da produção deve determinar que ações devem ser realizadas para melhorar o processo, procurando antecipar informações para o gerente de produção que o auxilie a impedir que problemas ocorram. Estas antecipações incluídas no planejamento da produção contribuem então para a melhoria do processo produtivo.



### 3.4.3. ANTECIPAÇÕES COMO PROCEDIMENTO DE PROTEÇÃO DA PRODUÇÃO

De uma maneira geral, pode-se pensar nas antecipações como procedimentos destinados a proteger o processo produtivo da construção das incertezas inerentes aos sistemas produtivos dessa natureza.

A proteção da produção é uma prática antiga da Administração de Operações (SLACK *et al.*, 1997) e preconiza a criação de estoques para combater incertezas ligadas a quebras de máquinas, atrasos de fornecedores, variabilidade no processo ou oscilações de demanda. Além disso, pode ainda proteger o sistema produtivo através de uma estrutura organizacional que não sobrecarregue a função produção.

Os sistemas contemporâneos de administração da produção<sup>10</sup> considerados mais modernos desprezam os conceitos convencionais de proteção da produção. No entanto, mesmo sistemas como o *Just-in-time - JIT* ou a Teoria das Restrições apresentam princípios referentes à proteção da produção.

O *JIT* faz isto de uma maneira mais filosófica, orientando ações gerenciais ativas com vistas à melhoria do processo. Por meio da melhoria geral do sistema produtivo promove-se a redução de incertezas. Uma observação relevante trata da coerência entre o conceito de antecipação considerado nesta tese e os fundamentos da filosofia *JIT*. Shingo (1996) reforça o princípio de fazer os recursos chegarem ao processo só no momento necessário afirmando que talvez o melhor nome para essa prática fosse *Just-on-Time* (no momento exato) ao invés de *Just-in-Time* (chegar a tempo).

Nesse sentido o significado de antecipação – chegar antes, realizar antes do tempo previsto ou oportuno – pode gerar alguma controvérsia em relação ao sentido usado nesta tese. Deve-se considerar as peculiaridades do processo produtivo por projeto que configura o

---

<sup>10</sup> Como por exemplo o *Just-in-time* ou o OPT – *Optimized Production Technology* (CORRÊA & GIANESI, 1995).

ambiente de produção da construção e difere-se substancialmente do ambiente industrial onde o *JIT* foi desenvolvido. Como o produto de um sistema de produção por projeto é único e o processo convive com um nível significativo de variabilidade é compensatório realizar a antecipação (no contexto apresentado nesta tese) para garantir o fluxo de produção como planejado. Nesse sentido, no caso dos projetos da construção, abre-se mão do rigor da aplicação do fundamento do *JIT* que preconiza a chegada de recursos ou a execução de serviços nos momentos estritamente necessários em prol da garantia do fluxo dos processos de produção, aspecto prioritário para o sistema produtivo segundo Shingo.

A Teoria das Restrições, por outro lado, preconiza o combate à incerteza existente no ambiente de atuação de um sistema através da criação de *time buffers* entre o recurso gargalo e os demais recursos existentes no processo, que nada mais são que estoques. Além disso, o recurso gargalo deve ser explorado ao máximo. No caso dos sistemas de produção repetitiva isto significa identificar uma máquina ou um centro produtivo cuja taxa de produção define as taxas das demais máquinas ou centros produtivos e programar a sua utilização com o maior nível de eficiência possível (RAHMAN, 1998). Já no caso do sistema produtivo da construção e da concepção de produção adotada neste trabalho, pensa-se em processos concorrendo para a geração do produto final. Dentro dos processos, pode-se pensar nas operações de processamento como sendo restrições para se atingir seus objetivos, pois sem o processamento não existe agregação de valor ao produto final (que deve ser o maior objetivo de um sistema produtivo por projeto). Não interessa transportar materiais com eficiência, reduzir esperas ou inspeção se não existe o processamento. Portanto, este se constitui no objetivo do sistema. Logo, é preciso garantir que o recurso gargalo (que representa a restrição do sistema produtivo) sempre terá todas as condições preparadas para que possa ser utilizado em sua máxima capacidade produtiva. Em outras palavras, é preciso garantir o provimento dos insumos necessários ao processamento para garantir que este aconteça conforme o

planejado. As antecipações configuram-se, nesse contexto, como proteções geradas pelos gerentes de forma a garantir que todas as operações que antecedem o processamento tenham sido realizadas.

Conclui-se que mesmo nas filosofias de administração da produção consideradas mais modernas, a prática da proteção da produção ainda existe. Isto acontece pelo fato de que todos os sistemas produtivos convivem com algum nível de variabilidade em seu ambiente de produção, pois são sistemas abertos. Do ponto de vista da natureza dos sistemas produtivos, o contexto a partir do qual foi gerada a teoria do *JIT* ou da Teoria das Restrições é de uma situação muito mais controlável em termos dos intervenientes que atuam sobre o processo de produção.

Já no caso do ambiente produtivo da construção a situação é muito mais complexa na questão ligada à incerteza existente. As antecipações atuam nestes sistemas susceptíveis a níveis de incertezas ainda maiores do que nos sistemas produtivos de onde originaram as teorias do *Just-in-time* e da Teoria das Restrições de forma a executar as operações que concorrem para a conclusão de um processo no momento mais breve possível. A lógica das antecipações é a de em um primeiro momento identificar as diversas operações que atuam sobre o fluxo do processo e executá-las mais breve que se puder com o objetivo de evitar que incertezas possam atrasá-las e provocar distúrbios na produção normalmente programada.

#### 3.4.4. ANTECIPAÇÕES COMO INSPEÇÕES

Na discussão sobre inspeções, Shingo (1996) afirma que é importante perceber que há dois tipos de esquecimentos. Eventualmente todas as pessoas podem esquecer-se ou estarem distraídas. Este é o primeiro tipo de esquecimento. O segundo é esquecer que se pode

esquecer. Isto acontece quando o gerente de produção se esquece de certificar de não haver deixado passar alguma coisa. Para evitar isso, lança-se mão de listas de verificação. Os métodos *poka-yoke* incorporam a função de uma lista de verificação em uma operação, de maneira que não se esqueça de que pode se esquecer.

A inclusão das antecipações no planejamento da produção insere-se no contexto da discussão sobre inspeções, no sentido de identificar eventuais problemas que possam aparecer à jusante de um processo após a sua conclusão, em função de negligências associadas a aspectos de qualidade. Nesse sentido, as antecipações de inspeção sobre o resultado de um serviço procuram informar sobre todos os elementos que devem ser inspecionados, de modo a assegurar que os pré-requisitos para o início de serviços subsequentes tenham sido atendidos de forma satisfatória.

No Anexo D são apresentados diversos exemplos de antecipações de inspeções a jusantes de serviços.

### 3.4.5. ANTECIPAÇÕES COMO DECISÕES DE PROJETO DE PROCESSO DE PRODUÇÃO

Para Slack, Chambers & Johnston (2002), as antecipações relacionam-se com a atividade de projeto no contexto da gestão da produção. Segundo estes autores, o projeto envolve o atendimento às necessidades de determinados consumidores através da moldagem da forma física e do propósito não só de produtos, mas também dos processos produtivos que os produzem. Nesse sentido, a atividade de projeto torna-se muito mais ampla.

A maneira de projetar o processo que fabrica o produto terá um impacto significativo na habilidade da produção em atender às necessidades de seus consumidores. Um processo implantado em local errado, com capacidade insuficiente, com um arranjo físico

desordenado, com equipamentos inadequados, ou com pessoal incapaz, não pode satisfazer aos consumidores porque pode apresentar desempenho insuficiente.

Quando analisado dessa forma, considerando também o aspecto de produção dos produtos, o projeto passa a ser o responsável por toda a ação gerencial de antecipação em relação aos aspectos geradores de valor para o consumidor final.

Segundo Gaither & Frazier (2001) o resultado do planejamento e projeto de processos produtivos é uma completa determinação das etapas do processo tecnológico a ser usado e as ligações entre estas etapas. Envolve também a escolha do equipamento, o projeto de construções e facilidades de *layout*, a quantidade de pessoal necessário, suas habilidades e suas necessidades de supervisão.

Conte (2002) sustenta que um projeto de processo deve ser desenvolvido para cada pacote de trabalho incluído no planejamento. O projeto do processo determina o conteúdo do trabalho a ser executado, a seqüência diária de metas parciais, o dimensionamento da equipe de produção, os materiais, os equipamentos e ferramentas necessárias e o momento em que devem estar disponíveis nos postos de trabalho, os padrões de execução de serviço e qualidade esperados e, por fim, os aspectos relativos à segurança do trabalho. Então, as soluções adotadas podem ser estudadas e discutidas do ponto de vista do processo executivo em um documento simples, bem como a logística relativa à matéria-prima, mão-de-obra, equipamentos e ferramentas necessárias à execução dos serviços dentro do cronograma definido. A preparação deste documento deve envolver o engenheiro-residente no canteiro, o mestre-de-obras e todas as partes sub-contratadas envolvidas em cada pacote de trabalho.

Em seguida, com base em um plano elaborado com a técnica da Linha de Balanço e o Projeto do Processo, torna-se possível desenvolver um novo indicador de desempenho para o projeto, representado pela previsão de datas de conclusões de serviços calculadas semanalmente. Para Conte esta abordagem provê mais tempo para as equipes de produção se

adaptarem aos próximos serviços e permite a adoção de estratégias mais avançadas de negociações futuras referentes a suprimentos de materiais e de serviços, além do estudo de novas soluções técnicas. Segundo este autor, é a chave para a aplicação da Produção Puxada na construção.

Conte conclui suas diretrizes para o planejamento sustentando que o controle semanal do trabalho deve seguir a técnica do *Last Planner*. A análise de restrições envolvidas nos planos de médio-prazo deve ser bastante detalhada de modo a gerar antecipações a eventuais barreiras que se interponham ao ritmo natural do projeto. Para este autor, geralmente existem dois tipos distintos de restrições, dependendo do momento em que o pacote de trabalho é analisado:

- restrições de compras e de contratações, caracterizadas por aspectos referentes ao produto e/ou serviço, projeto, especificações técnicas, compra e/ou contratação de matérias-primas, mão-de-obra, equipamentos, ferramentas e especificações de serviços. Estes aspectos são geralmente analisados antes do início da execução dos pacotes de trabalhos;
- restrições de alocação e disponibilização, caracterizadas pela otimização da logística interna dos serviços de canteiro com o objetivo de garantir que cada ciclo de planejamento possa efetivamente ser executado. Devem ocorrer após o início dos respectivos serviços e da análise de restrições ligadas a materiais, equipamentos, ferramentas e mão-de-obra.

A abordagem de projetar processos produtivos assemelha-se à lógica da inclusão das antecipações no planejamento da produção no sentido de levantar possíveis barreiras à execução dos serviços e transformá-las em ações gerenciais desempenhadas antecipadamente. Para antecipações especiais torna-se essencial o projeto do processo. No caso de antecipações regulares, o projeto do processo restringe-se à adaptação de listas de restrições e listas de verificações previamente documentadas através do aprendizado obtido em experiências anteriores ou ações envolvendo atualizações do projeto em busca de melhoria contínua.

### 3.4.6. A SISTEMATIZAÇÃO DE ANTECIPAÇÕES VISANDO A ELIMINAÇÃO DE PERDAS: O ENFOQUE SOBRE OS FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO

Diversos estudos foram realizados desde o trabalho de Frank Gilbreth em 1911 (GILBRETH, 1911) a respeito dos fatores que influenciam a produtividade na construção. Em meados da década de 40 a partir de estudos conduzidos pelo *Building Research Establishment* – BRE - do Reino Unido estruturou-se uma linha de pesquisa sobre a produtividade na construção que talvez possa ser considerada como um dos trabalhos mais bem organizados nos últimos anos no campo de conhecimento da gerência da construção (*Construction Management*). A linha de pesquisa dos fatores que afetam a produtividade na construção (HERBSMAN & ELLIS, 1990) recebeu a adesão de pesquisadores espalhados pelo mundo inteiro ao longo de mais de cinco décadas de estudo (BRIGHAM, 1943a, 1943b; CLARK, 1945; CRASKE, 1945; BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT, 1948, 1949, 1950, 1953, 1954, 1960, 1962, 1965; AIRD, 1963; BISHOP, 1966, 1979; McNALLY & HAVERS, 1967; ADVISORY SERVICE FOR THE BUILDING INDUSTRY, 1969; PIGOTT, 1974; BISHOP, 1979; HEINECK, 1983; SHADDAD & PILCHER, 1984; SILVA, 1986; PANZETER, 1988; HERBSMAN & ELLIS, 1990; DOZZI & ABOURIZK, 1993; SMITH & HANNA, 1993; HANDA & THOMAS, 1993; THOMAS, 1994; REVAY, 1994; SOUZA, 1996; JONSSON, 1996 e MACHADO, 1997).

A pesquisa sobre os fatores que afetam a produtividade buscou consistentemente a explicação da eficiência obtida nos canteiros de obras. Pesquisas distintas conduzidas em canteiros de obras, momentos e enfoques variados permitiram que ao longo dos anos o estado da arte crescesse a ponto de chegar ao momento culminante da publicação do trabalho do Professor Horace Randolph Thomas, dos quadros da Pennsylvania State University nos EUA,

com o Modelo dos Fatores, que foi apresentado ao mundo como o primeiro modelo matemático cientificamente validado de predição da produtividade na construção (THOMAS, 1994).

Lamentavelmente a elevada complexidade do Modelo dos Fatores em termos da sistemática de levantamento de dados, da manipulação de equações matemáticas e da interpretação dos resultados gerados fez com que diversos pesquisadores se tornassem céticos em relação à sua aplicabilidade e abandonassem a linha de pesquisa que o originou.

Com o objetivo de promover o resgate do acervo gerado pelos estudos sobre produtividade através de uma reinterpretação dos resultados obtidos esta seção direciona a análise para a identificação dos elementos que exercem influência sobre os processos produtivos e a transformação de tais elementos em ações gerenciais de antecipação a serem incluídas no planejamento. Dessa maneira pretende-se aproveitar o conhecimento gerado pelas pesquisas sobre produtividade para evitar a ocorrência de influências negativas sobre os serviços e ao mesmo tempo garantir condições para que os resultados positivos possam aparecer.

Herbsman & Ellis (1990) sugerem que a ação sobre os fatores que afetam a produtividade seja concentrada nos fatores que exercem maior influência, desprezando aqueles que a afetam sem muita significância. Além disso, o enfoque deve estar voltado com exclusividade para aqueles fatores ao alcance da ação gerencial (THOMAS *et al.*, 1991).

A análise dos fatores que afetam a produtividade pode ser entendida também como um esforço na direção da redução da variabilidade que acontece nos canteiros. Nesse sentido procura-se agir sobre o que pode influenciar negativamente a produtividade através de ações de antecipação incluídas no planejamento. Ballard (1994), nessa mesma linha de raciocínio, aponta para a necessidade da análise das não-conformidades que surgem nos canteiros, sugerindo que o resultado dessa análise possa levar à melhoria dos processos através da



identificação e ação sobre as causas das falhas diretamente em suas origens. Identificar causas de falhas e agir sobre elas nada mais é do que parte da proposta de inclusão das antecipações no planejamento da produção, conforme proposto nesta tese.

Passa-se, a seguir, à apresentação de uma descrição sucinta dos fatores que afetam a produtividade e de como podem ser convertidos em ações gerenciais de antecipação no planejamento da produção. Parte das antecipações apresentadas a seguir foi obtida através da leitura e interpretação de artigos relatando resultados de pesquisas sobre produtividade.

**- Antecipações baseadas no gerenciamento operacional:**

Representa a formalização de ações gerenciais por parte dos gerentes de produção sobre as diversas operações existentes no canteiro de obras.

É possível identificar o seguinte conjunto de antecipações associadas ao gerenciamento operacional (SILVA, 1988): determinação do número e tipo de operações necessários ao cumprimento das especificações de projeto, determinação da seqüência de execução das operações, determinação dos métodos de execução, determinação da duração das atividades, dimensionamento das equipes e deslocamento de seus membros ao longo da duração da obra, estabelecimento do cronograma de execução com a previsão de datas de início e fim das atividades, garantia do provimento de recursos (mão-de-obra, materiais, ferramentas e equipamentos) de acordo com a programação, garantia de provimento de um fluxo de informações adequado à programação de forma que todos os elementos envolvidos recebam as instruções necessárias previamente ao início do trabalho, supervisão da execução e provimento de condições de circulação no interior do canteiro.

### **- Antecipações baseadas na construtibilidade:**

A construtibilidade é um neologismo significando a integração do conhecimento e experiência construtiva durante as fases de concepção, planejamento, projeto e execução da obra, visando a consecução de objetivos gerais do projeto (CONSTRUCTABILITY, 1986 *apud* RUSSEL *et al.*, 1994). Pode-se pensar em cinco categorias de princípios gerais destinados a melhoria da construtibilidade: a simplificação do projeto, a padronização, a seqüência executiva e interdependência entre as atividades, a acessibilidade e espaços adequados para o trabalho e a comunicação entre projetos e obra (OLIVEIRA, 1993).

Identificam-se as seguintes antecipações genéricas ligadas à construtibilidade (FERGUSON, 1989; RUSSEL *et al.*, 1994; HANLON & SANVIDO, 1995; FISCHER & RAHMAN, 2000, FISCHER & TATUM, 1997; ANDERSON, FISCHER & RAHMAN, 2000; O' CONNOR & MILLER, 1994 e KARTAM & FLOOD, 1997): simplificação de detalhes de projetos visando permitir a flexibilidade de métodos construtivos e substituições de materiais, desenvolvimento de desenhos especificando detalhes de projeto que simplifiquem a execução dos serviços, exploração da padronização dos elementos construtivos, compatibilização de projetos de naturezas distintas e exploração da modularização das partes da obra.

### **- Antecipações baseadas na transparência:**

A transparência constitui-se um dos fundamentos principais da filosofia da construção enxuta. De uma maneira simplificada pode-se dizer que este aspecto envolve a habilidade de um sistema produtivo em se comunicar com as pessoas envolvidas com a produção.

A análise conceitual da transparência deve resgatar os fundamentos do tradicional Modelo de Conversões ainda praticado pela maioria das empresas do setor da construção, e que concebe um sistema de produção como um conjunto de transformações de entradas em

saídas. De forma contrária, outros modelos alternativos, vêem a produção como um sistema composto de fluxos de operações (máquinas e pessoas) e fluxos de processos (materiais e informações). Quando a construção é vista como um fluxo, as demandas por melhores condições em lidar com grandes quantidades de informações é maior. Nesse sentido, a aplicação do princípio da transparência é um ponto chave para viabilizar o Modelo de Fluxos (SANTOS, 1999).

São antecipações genéricas associadas ao princípio da transparência: facilitação da interação com o cliente na obra, comunicação em dois sentidos sobre o planejamento da produção e orientação em relação a operações produtivas, ao seqüenciamento de ordens de produção e à administração de materiais.

**- Antecipações baseadas no efeito aprendizagem e efeito de fim:**

Segundo Dozzi & Abourizk (1993) o efeito aprendizagem aplica-se a operações manuais altamente repetitivas. Na primeira vez em que um operário executa uma determinada operação ele o fará lentamente porque está aprendendo como fazer. A partir da segunda repetição, o tempo necessário para executar a mesma operação ou tarefas similares começa a ser reduzido. Entretanto, para que isto aconteça é necessário que as mesmas pessoas sejam mantidas nas mesmas operações repetidas.

São antecipações genéricas associadas ao efeito aprendizagem e efeito de fim (DOZZI & ABOURIZK, 1993; SANDERS & THOMAS, 1991; SILVA, 1988 e HEINECK, 1995): acompanhamento da produtividade alcançada nas repetições das tarefas através dos registros sistemáticos de índices de produtividade; registro dos problemas ocorridos nos processos construtivos visando evitá-los nas repetições futuras no mesmo projeto e em projetos futuros que tenham serviços da mesma natureza; padronização dos processos construtivos melhorados; aplicação de incentivos financeiros visando gerar motivação constante para a

obtenção de melhores resultados ao longo da série de execuções das unidades repetitivas; padronização de características de projeto que devem possuir os mesmos detalhes repetitivos e modulações; treinamento dos trabalhadores em unidades iniciais de repetição que funcionarão como protótipos (treinamento para execução da tarefa); manutenção preventiva de ferramentas e equipamentos para evitar interrupções durante a execução dos serviços; prática da limpeza dos postos de trabalho para evitar operações auxiliares desnecessárias desta natureza; contratação da tarefa por empreita global; planejamento do suprimento de materiais e equipamentos para evitar descontinuidade dos serviços; planejamento das etapas de serviço (planejamento operacional) e programação para que não exista interferência de outras operações na execução de uma tarefa.

**- Antecipações baseadas na manutenção de um fluxo contínuo de produção:**

O congestionamento do posto de trabalho ocorre quando equipes de trabalho de categorias profissionais distintas, que deveriam estar trabalhando seguindo uma seqüência de trabalho, são obrigadas a trabalhar simultaneamente em um mesmo espaço limitado. Quando isto acontece, a área de trabalho torna-se pequena porque todas as equipes de trabalho tentam ao mesmo tempo depositar os materiais e equipamentos no local onde suas tarefas serão executadas. A conclusão do trabalho realizado por cada equipe é dificultada pela falta de coordenação do seqüenciamento das atividades.

Antecipações genéricas associadas ao congestionamento do posto de trabalho (ALVES, 2000): levantamento sistemático de indicadores de produtividade visando o monitoramento das eficiências atingidas por configurações diversas de equipes de serviços e análise da compatibilização entre integrantes das equipes para realizar o estudo da distribuição temporal e espacial dos trabalhos.

**- Antecipações baseadas na administração de materiais:**

Entende-se por administração de materiais o sistema de gerenciamento destinado ao planejamento e controle de todos os esforços necessários para garantir que materiais em quantidade e qualidade adequadas sejam especificados de forma apropriada, obtidos a um custo razoável, armazenados adequadamente e disponibilizados no local de trabalho quando necessário (THE BUSINESS ROUNDTABLE, 1983).

Como antecipações genéricas destacam-se (OLOMOLAIYE *et al.*, 1987; CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE, 1988; THOMAS, 1989; DOZZI & ABOURIZK, 1993; CHRISTIAN & HACHEY, 1995; ZAKERI *et al.*, 1996 e KOSKELA, 2000): estabelecimento de especificação correta de materiais e inspeção no recebimento; requisição para cotação de materiais; análise de propostas; emissão de ordens de compras; elaboração de cronogramas de insumos com monitoramento do engenheiro em relação a etapas de serviços, prevendo datas de pedidos e entrega dos insumos materiais; verificação antecipada da possibilidade de estocagem dos materiais na obra; armazenamento apropriado, controle de estoque e programação do transporte no canteiro de obras.

**- Antecipações baseadas na gestão de ferramentas e equipamentos:**

Envolve as decisões sobre a escolha de equipamentos e o momento de disponibilização na obra. Além disso, abrange a elaboração de esquemas apropriados de manutenção como lubrificações periódicas ou substituição preventiva de peças desgastadas.

Destacam-se as seguintes antecipações genéricas (OLOMOLAYIE *et al.*, 1987; ELAZOUNI & BASHA, 1996 e WATANABE *et al.*, 1997): definição de metodologias de manutenção preventiva para os equipamentos; previsão de prazos de colocação e montagem de equipamentos e ferramentas na obra; manutenção de ferramentas e equipamentos sempre limpos e previamente preparados para executar uma tarefa.

**- Antecipações baseadas no planejamento do canteiro de obras:**

O planejamento do canteiro contempla aspectos como escavações, drenagens, remoções de entulhos, construção de acessos temporários, organização de *layouts*, locação de escritórios da gerência da obra, almoxarifados, ferramentarias, cantinas, dormitórios e sanitários (DOZZI & ABOURIZK, 1993). Comumente estes aspectos são relegados à informalidade, provocando perdas decorrentes da estruturação inadequada da logística interna do canteiro de obras.

**- Antecipações baseadas na segurança do trabalho:**

A melhoria das condições de segurança no trabalho, além de propiciar benefícios quanto ao bem estar físico e a saúde dos trabalhadores, contribui para o ambiente da construção enxuta em termos da garantia do progresso do trabalho (DAVIES, 1986).

São antecipações genéricas (HINZE & PARKER, 1978; ZOCHIO, 1996; HINZE & GAMBATESE, 1996; COSTELLA *et al.*, 2000 e HINZE, 1981): provimento de equipamentos de segurança apropriados a cada atividade; instrução para os trabalhadores sobre as situações potenciais de ocorrência de acidentes de trabalho; treinamento prévio dos trabalhadores para a execução das atividades; implantação de disciplina rígida no trabalho para evitar o mau comportamento e o absenteísmo; cumprimento das normas estabelecidas no NR 18 através de programas de segurança; sinalização no local de trabalho e treinamento de funcionários novos até a ambientação com o local de trabalho.

**- Antecipações baseadas nas condições climáticas:**

As condições climáticas envolvem temperatura, umidade, vento e chuvas. Embora não possam ser previstas com precisão, devem ser consideradas. Determinados serviços são incompatíveis com condições climáticas desfavoráveis envolvendo chuva, por exemplo, como

é o caso da execução de fundações. Assim, serviços de tal natureza devem ser antecipados ou postergados de acordo com as previsões do tempo.

São antecipações genéricas relacionadas a condições climáticas (McNALLY & HAVERS, 1967, OGLESBY, 1989, SANDERS & THOMAS, 1991, HALLIGAN *et al.*, 1994 e LEWIS & ATHERLEY, 1996): o estudo de dados meteorológicos históricos ou consulta sobre o conhecimento popular da região sobre o clima ao longo das estações do ano, visando evitar a programação da realização de atividades que sofram influência direta do ambiente em momentos onde as adversidades podem acontecer e a programação de atividades que possam substituir outras atividades comprometidas pela ação da natureza.

**- Antecipações baseadas em métodos motivacionais:**

Este fator envolve a busca por melhorias de produtividade através da geração de condições que possam gerar motivação nos trabalhadores. Slack *et al.* (1997) sugerem que, genericamente, a motivação pode ser gerada através da realização de trabalhos que sejam projetados com a preocupação de preencher necessidades de auto-estima e desenvolvimento pessoal. Segundo tais autores, um trabalho, para gerar motivação deveria: possibilitar que as pessoas se sentissem pessoalmente responsáveis por uma porção identificável e significativa do trabalho; proporcionar um conjunto de tarefas intrinsecamente significativas e que valessem a pena do ponto de vista do responsável por sua execução; proporcionar retroalimentação sobre a eficácia do desempenho.

Como antecipações genéricas associadas aos aspectos motivacionais destacam-se (REVAY, 1984; MALONEY & McFILLLEN, 1985; OGLESBY *et al.*, 1989; HERBSMAN & ELLIS, 1990; THOMAS *et al.*, 1990; ROSSLER, 1991; DOZZI & ABOURIZK, 1993; KHAN, 1993 e MACHADO, 1997): estabelecimento de canais eficazes de comunicação;

organização do ambiente de trabalho; atribuição de autonomia relativa aos trabalhadores na execução dos serviços em casos de decisões programáveis; envolvimento dos trabalhadores no processo de tomada de decisão; provimento de boas condições de alimentação no canteiro; oferta de planos de saúde, seguros desemprego e planos de pensão aos trabalhadores; estímulo às atividades de trabalho e recreação em grupo; estabelecimento de condições igualitárias de tratamento aos trabalhadores; supervisão das atividades e investimento em melhoria do ambiente de trabalho incluindo boas condições de higiene, alimentação e convivência (limpeza de instalações sanitárias e refeitório).

### **3.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTE CAPÍTULO**

Este capítulo teve como objetivo preliminar a apresentação de conceitos básicos referentes ao planejamento da produção. Foi apresentado também um modelo hierárquico de planejamento para os sistemas produtivos do setor da construção que servirá como base para a inclusão da sistemática de antecipações apresentada no capítulo 5.

Além disso, este capítulo apresentou o conceito de antecipação usado nesta tese e a estrutura de uma sistematização de antecipações a serem incluídas no planejamento da produção. Foram referenciadas diversas citações de trabalhos correlatos, tratando o problema de gerenciamento das antecipações de maneira similar à proposta apresentada neste trabalho. Com isso procurou-se indicar um referencial teórico destinado a sustentar a idéia central desta



tese, de que a melhoria do processo de planejamento pode ser obtida pelo gerenciamento dos fatores que podem gerar distúrbios nos fluxos de produção.

## **CAPÍTULO 4 – O MÉTODO DE PESQUISA**

### **4.1. INTRODUÇÃO**

Os capítulos 2 e 3 apresentaram a revisão teórica sobre a qual esta tese foi estruturada. O capítulo 2 descreveu como a Administração de Operações preconiza o gerenciamento dos processos produtivos da construção. Foram apresentadas críticas ao gerenciamento de sistemas produtivos por projetos e discutidos os fundamentos da filosofia de gestão da produção baseada na Construção Enxuta. O capítulo 3 aprofundou a discussão sobre o planejamento da produção visando preparar a base conceitual para a sistematização de antecipações.

Neste capítulo será descrito o método de pesquisa. Inicialmente será discutida a estratégia de pesquisa adotada neste trabalho para atingir seus objetivos. Posteriormente serão apresentadas técnicas de coletas de evidências utilizadas na pesquisa. Por fim, será apresentado o delineamento do trabalho, descrevendo suas etapas e o processo de obtenção e análise de dados.

## 4.2. A ESTRATÉGIA DE PESQUISA

O capítulo 1 apresentou o problema de pesquisa investigado nesta tese envolvendo, genericamente, a realização do levantamento, organização e avaliação de informações destinadas à melhoria do processo de planejamento de sistemas produtivos da construção. Como delimitação do problema de pesquisa, a investigação foi direcionada para os obstáculos que se interpõem aos fluxos normais dos processos produtivos existentes nos canteiros de obras. Para resolver um problema dessa natureza torna-se necessário desenvolver um método de pesquisa que identifique fenômenos reais, presentes nos sistemas produtivos da construção, e posteriormente converta as situações observadas em informações estruturadas, na forma de ações gerenciais a serem incluídas no planejamento da produção.

É inerente ao problema de pesquisa levantado anteriormente, a construção de uma abordagem baseada na interpretação de fatos ocorridos (ou relatados) no mundo real dos canteiros de obras da construção. Nesse sentido, a estratégia de pesquisa deve adotar uma abordagem interpretativista (ou fenomenológica) baseada em estudos de caso. Essa abordagem de pesquisa, segundo Santos (1999), busca compreender e explicar um fenômeno, ao invés de procurar por causas externas ou leis fundamentais que o expliquem. Yin (2001) complementa a definição de estudo de caso, sustentando que constitui uma investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e seu contexto não são claramente evidentes. Para Yin, o estudo de caso é a estratégia escolhida quando acontecimentos contemporâneos são investigados em um contexto em que não se pode manipular comportamentos relevantes.

Nesse sentido, a estratégia de pesquisa adotada consistiu em observar (e às vezes interagir com) fenômenos reais ocorridos nos canteiros de obras com o intuito de interpretá-los criticamente. Essas observações foram feitas sem a interferência do pesquisador no

fenômeno observado, de modo a evidenciar na dinâmica dos processos analisados, a confirmação (ou refutação) da hipótese geral inicialmente estabelecida neste trabalho.

### **4.3. AS TÉCNICAS DE COLETAS DE EVIDÊNCIAS UTILIZADAS NA PESQUISA**

Diversas técnicas de coletas de dados foram utilizadas ao longo da pesquisa. Segundo Yin (2001) a utilização de fontes múltiplas de coletas de evidências (como ocorreu neste trabalho) constitui-se um dos princípios fundamentais do desenvolvimento de estudos de casos bem sucedidos. Para Yin, isto se deve à necessidade de viabilização do fundamento de pesquisa da triangulação, que consiste na investigação em fontes distintas em busca de evidências associadas a um mesmo fenômeno.

Yin (2001) sustenta que a triangulação é um princípio importante para reforçar as conclusões de uma pesquisa científica porque provê várias fontes de evidências fornecendo diversas avaliações do mesmo fenômeno. Tais avaliações podem corroborar o mesmo fato ou fenômeno, permitindo a verificação de hipóteses do trabalho.

Serão apresentadas a seguir algumas técnicas típicas da abordagem de estudo de caso que foram utilizadas nesta pesquisa.

#### **4.3.1. ANÁLISE DE DOCUMENTOS**

Segundo Yin (2001) as informações documentais são relevantes a provavelmente todos os tipos de estudos de caso. O uso mais importante de documentos é corroborar e

validar as evidências oriundas de outras fontes na pesquisa (como aconteceu nesta pesquisa quando se recorreu à análise documental para auxiliar a estruturação dos dados obtidos nas pesquisas de campo e consolidar a sistematização das antecipações). Além disso, também é possível fazer inferências a partir da análise documental. Um dos pontos fortes desta análise consiste na possibilidade de realização de inúmeras revisões sobre os documentos obtidos.

A análise de documentos foi utilizada em todos os estudos de casos realizados ao longo do desenvolvimento da tese. De uma maneira geral, foram analisados documentos descrevendo as estruturas organizacionais das empresas estudadas e procedimentos documentados de execução de serviços. Além disso, foram particularmente importantes para a pesquisa os planos de produção das empresas estudadas. Como será apresentado em detalhes posteriormente, não houve um protocolo único de busca de documentos em todos os estudos de casos realizados. Isto aconteceu em decorrência do caráter exploratório dos estudos, além das diferenças organizacionais existentes entre as empresas que serviram como objetos de pesquisa.

#### 4.3.2. ANÁLISE DE REGISTROS EM ARQUIVOS

Os registros em arquivos podem ser encontrados na forma de anotações sobre serviços realizados, tabelas e listas de itens importantes, dados oriundos de levantamentos e notas pessoais (YIN, 2001). Em alguns estudos, os registros podem ser tão importantes que acabam se transformando no objeto de restauração e análise de fenômenos ocorridos. Em outros pode ser apenas de importância superficial. Quando se julga como importantes os registros internos armazenados em arquivos das organizações estudadas, o pesquisador deve tomar o cuidado de verificar sob quais condições eles foram produzidos e qual é o seu grau de precisão.

#### 4.3.3. OBSERVAÇÕES DIRETAS REALIZADAS EM CAMPO

As observações podem variar de atividades formais a atividades informais de coletas de dados. Mais formalmente, podem ser desenvolvidas rotinas de observação como parte do protocolo do estudo de caso (YIN, 2001). As provas observacionais são, em geral, úteis para fornecer informações adicionais sobre o tópico que está sendo estudado. Se o estudo de caso for sobre uma nova tecnologia, por exemplo, a observação dessa tecnologia em seu ambiente de trabalho prestará uma ajuda inestimável para se compreender seus limites ou seus problemas.

As observações podem ser documentadas através de fotografias, que ajudarão a transmitir as características importantes do caso a observadores externos. Este tipo de observação constituiu um dos elementos mais importantes de coleta de evidências para este trabalho. Isto ocorreu em função das especificidades observadas nos canteiros de obras submetidos aos estudos de caso. As fotografias, nesse contexto, representaram um meio bastante importante para transmitir as descobertas de campo. Além das fotografias, outra fonte de documentação das observações de campo foi baseada nos escritos redigidos pelo pesquisador no momento da ocorrência dos fenômenos observados. Sempre que se tornou possível, os registros pessoais do pesquisador foram acompanhados por fotografias. Procurou-se, dessa forma, descrever o fato observado com a maior quantidade de elementos que se dispunha no momento.

#### 4.3.4. A OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE

Para Yin (2001) a observação participante é uma modalidade especial de observação, na qual o pesquisador deixa de ser passivo (como no caso da observação direta) e assume uma variedade de funções dentro do estudo de caso, podendo, inclusive, participar dos eventos que estão sendo estudados.

Segundo este autor, existem vantagens e desvantagens associadas à abordagem da observação participante. Dentre os aspectos positivos destacam-se:

- a possibilidade de participar de eventos ou de grupos, que são, de outro modo, inacessíveis à investigação científica;
- a possibilidade de perceber a realidade do ponto de vista de alguém de dentro do estudo de caso;
- a capacidade de manipular eventos menos importantes, como, por exemplo, marcar uma reunião de um grupo de pessoas no estudo de caso.

Como limitações associadas à observação participante pode-se identificar:

- a redução da capacidade do pesquisador em trabalhar como observador externo e ser obrigado a advogar funções contrárias aos interesses da boa prática científica;
- a possibilidade de o pesquisador ser induzido a apoiar o grupo ou a organização que está sendo estudada;
- o comprometimento da função de observador em decorrência da função de participante exigir muita atenção.

A observação participante foi utilizada nos dois primeiros estudos de caso. A primeira experiência aconteceu com a participação do autor deste trabalho em um grupo de pesquisadores envolvidos com uma intervenção no processo de planejamento de uma empresa de Florianópolis – SC. A segunda experiência, ocorrida na etapa intermediária da pesquisa,

foi conduzida individualmente pelo autor deste trabalho em uma empresa localizada em Goiânia – GO.

Na primeira experiência, através da participação em reuniões de planejamento da obra, foram geradas diversas informações sobre as dificuldades encontradas no processo de identificação de antecipações. Constatou-se a complexidade envolvida nesta tarefa, por meio da observação crítica das interações entre os envolvidos com o processo de planejamento. A segunda experiência foi importante para confirmar a dinâmica do processo de planejamento observada durante o primeiro estudo de caso.

#### 4.3.5. ENTREVISTAS

Yin (2001) considera a entrevista uma das mais importantes fontes de informações para um estudo de caso. Segundo Yin, as entrevistas são fontes de evidências essenciais no desenvolvimento de estudos de caso, sendo uma de suas principais vantagens a de possibilitar a realização de inferências sobre os dados registrados de acordo com a percepção dos entrevistados.

As entrevistas foram utilizadas nesta pesquisa para descobrir categorias de antecipações não reveladas nos estudos de caso e corroborar as conclusões obtidas no trabalho, com pontos de vista dos envolvidos no processo onde os dados foram coletados. De uma maneira geral, as entrevistas seguiram o objetivo básico de interagir com as pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado.

Foram utilizadas duas formas básicas de entrevistas: a espontânea e a focal. A pesquisa espontânea foi a primeira da série de entrevistas realizadas. Teve como objetivos a indagação do respondente sobre os fatos investigados e a busca de opiniões sobre



determinados eventos que apresentavam dúvidas em relação ao seu entendimento. Além disso, foi pedido ao respondente que apresentasse suas próprias interpretações sobre os eventos registrados pela pesquisa. A entrevista focal foi estruturada para argüir o respondente por um curto intervalo de tempo com o objetivo de buscar a confirmação de fatos que já haviam sido considerados como estabelecidos em função das evidências obtidas anteriormente.

As entrevistas assumiram um importante papel de corroboração dos resultados obtidos na pesquisa por parte de elementos que viveram o processo analisado pelo autor deste trabalho.

#### 4.4. O DELINEAMENTO DA PESQUISA

Nesta seção serão descritas as etapas da pesquisa, detalhando as características das empresas e obras analisadas e os estudos de casos desenvolvidos. A Figura 4.1 apresenta a estrutura geral do projeto de pesquisa.

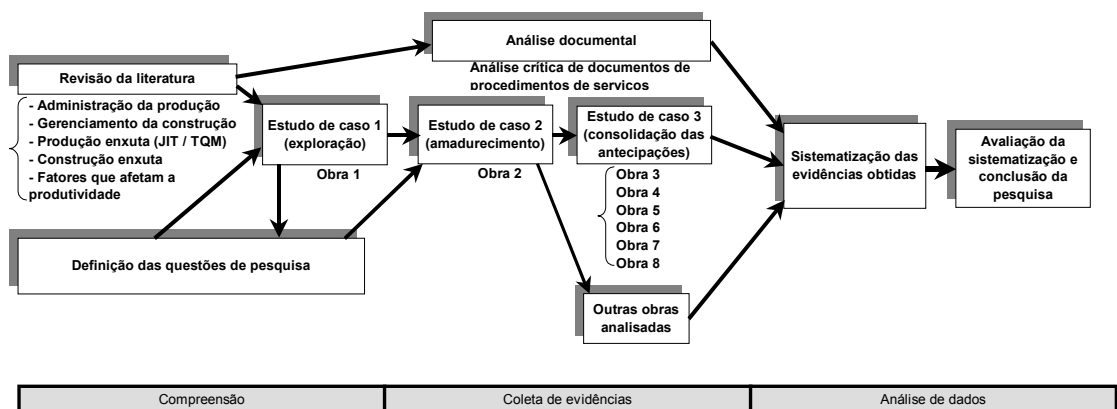


Figura 4.1 – O projeto de pesquisa da tese

**- A revisão da literatura:**

A pesquisa foi iniciada com uma ampla revisão bibliográfica percorrendo vertentes distintas do estado da arte do gerenciamento da produção. Em um primeiro momento, buscou-se referências sobre o aspecto da antecipação no acervo produzido no campo de conhecimento da Administração de Operações. Apresentou-se como relevante a concepção de Slack, Chambers e Johnston (2002) a respeito da antecipação de detalhes associados às peculiaridades do processo produtivo na fase de projeto, tratando simultaneamente de aspectos referentes ao produto e à forma de produzi-lo. Outro aspecto considerado envolveu a análise da teoria do gerenciamento de projetos, que se mostrou particularmente limitada à apresentação dos fundamentos do planejamento em redes e pouco contribuiu para os objetivos desta tese. Os resultados obtidos nesta primeira revisão colaboraram apenas superficialmente para a formação da base conceitual sobre a sistematização das antecipações.

Foi pesquisada também a bibliografia conhecida como gerenciamento da construção (*Construction Management*). Nessa etapa foi verificada uma evolução da sustentação teórica desta tese, baseada nos trabalhos desenvolvidos por Alexander Laufer (LAUFER & TUCKER, 1987, 1988; LAUFER, HOWELL & ROSENFELD, 1992) referentes ao processo de planejamento e controle da construção. Surgiu a noção de sistematização de antecipações na concepção de planejamento da produção proposta nestes trabalhos. Essa concepção, no entanto, apareceu superficialmente contribuindo de forma limitada para a construção do embasamento conceitual desta tese.

As obras da produção enxuta e construção enxuta auxiliaram na formação da base teórica, no sentido de prescrever a necessidade de visualização da produção como uma combinação de fluxos e conversões. A lógica de antecipações foi associada à inclusão de ações gerenciais no planejamento da produção, com o objetivo de viabilizar os fluxos de

produção e as atividades de conversão, como no modelo apresentado por Koskela (1999) na Figura 3.4.

Por fim, a nova leitura dos trabalhos tratando dos fatores que afetam a produtividade na construção colaborou de forma mais objetiva para a identificação de antecipações. Nesse sentido, foram levantadas diversas antecipações associadas aos aspectos com potencial de exercer influência sobre a produtividade.

### - O Estudo de Caso 1:

O Estudo de Caso 1, considerado exploratório, foi necessário para tornar mais concretas as questões de pesquisa levantadas na fase inicial do trabalho. Esse estudo de caso permitiu constatar, através de observações diretas e observações participantes, toda a complexidade envolvida na definição de antecipações gerenciais a serem incluídas no processo de planejamento da produção. Além disso, foi coletado um amplo conjunto de evidências sobre as antecipações. O protocolo de pesquisa adotado neste primeiro estudo foi bastante aberto, em função de sua natureza exploratória como indica a Figura 4.2.

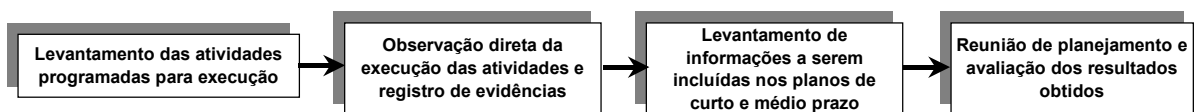


Figura 4.2 - Protocolo de investigação no Estudo de Caso 1

A pesquisa ocorreu em ciclos semanais, consistindo em levantar informações sobre a programação da produção, observar a dinâmica de execução das atividades no canteiro de obra, registrando evidências através de fotografias e notas de campo, levantar as ações a serem incluídas nos planos de produção (instrumentadas por cartões de produção) e participar de reuniões de planejamento todo último dia útil da semana de trabalho.

### - O Estudo de Caso 2:

O Estudo de Caso 2 foi estruturado de forma semelhante ao Estudo de Caso 1, como mostra o protocolo de pesquisa apresentado pela Figura 4.3. A variação em relação ao primeiro protocolo envolveu a construção de redes de operações (intituladas seqüências de serviços na empresa estudada) associadas a cada serviço programado. Estas redes foram desenvolvidas com base no levantamento de informações a respeito da execução dos serviços (através de entrevistas com especialistas) e em observações de campo registradas em estudos do primeiro ciclo de execução. Estes dois conjuntos de informações geraram dados sobre antecipações. O primeiro foi documentado através de notas e o segundo através de fotografias.

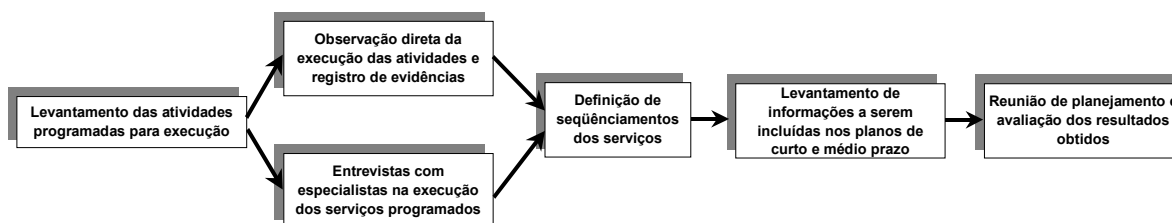


Figura 4.3 – O protocolo de investigação no Estudo de Caso 2

### - O Estudo de Caso 3:

O Estudo de Caso 3 envolveu observações diretas nas diversas obras adotadas como objetos de investigação e análises de documentos referentes à execução de serviços. O protocolo apresentado na Figura 4.4 apresenta as atividades desenvolvidas neste estudo.

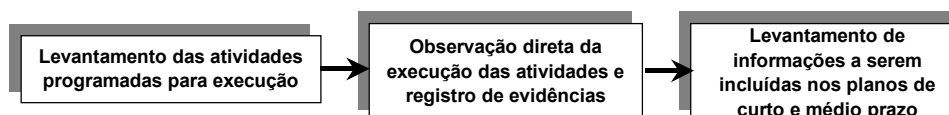


Figura 4.4 – O protocolo de investigação no Estudo de Caso 3

**- A análise documental:**

Além dos estudos de casos realizados, contribuiu de forma significativa para a sistematização das antecipações, uma análise documental descrita em detalhes na seção 5.3. Esta etapa envolveu a análise detalhada de aspectos técnicos de antecipações associados à execução de diversos serviços. As informações obtidas nesta etapa proporcionaram a formação de um conjunto mais objetivo de referências sobre as antecipações.

**- Outras obras analisadas:**

É preciso considerar ainda o conjunto de informações surgidas em outras obras visitadas paralelamente à realização dos estudos de casos. As observações feitas nestas obras foram também registradas através de fotografias e serviram para consolidar o processo de convergência da sistematização de evidências obtidas nos estudos de casos formais e na análise documental.

**- Análise de dados:**

Após a realização de todas as etapas descritas anteriormente, chegou-se ao resultado final do trabalho, envolvendo a sistematização das antecipações e a apresentação de diversas conclusões referentes ao processo de pesquisa.

#### 4.4.1. O ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO

Nesta etapa inicial da pesquisa foi feito um estudo de caso exploratório, realizado em uma obra em execução, de uma empresa de construção localizada em Florianópolis – SC. Os objetivos dessa fase – considerada exploratória - consistiram em compreender melhor o

processo de planejamento e controle da produção e determinar que informações deveriam ser levantadas para se melhorar os planos gerados através da inclusão de ações gerenciais de antecipações.

#### 4.4.1.1. O Estudo de Caso 1: caracterização da empresa e da obra estudada

##### **- Características da empresa estudada:**

A empresa submetida ao primeiro estudo de caso adotava um posicionamento no mercado da região de Florianópolis – SC através de uma estratégia de diferenciação baseada na personalização do produto. Tal estratégia foi adotada em função da análise sobre os resultados de uma pesquisa do mercado imobiliário local, identificando suas necessidades e tendências.

A empresa contava com onze funcionários em seu escritório e treze funcionários na obra, sendo que deste último conjunto, apenas três eram efetivos da empresa (os demais trabalhavam em regime de sub-contratação). A equipe de gerenciamento da obra era composta por quatro pessoas: um engenheiro responsável pela administração geral; um mestre de obras com atribuições ligadas ao controle de qualidade e à alocação de pessoal aos serviços programados; um técnico em edificações, responsável pela aquisição de materiais para o abastecimento da obra e uma arquiteta, encarregada de promover as modificações de projeto, solicitadas pelos proprietários dos apartamentos. A maioria dos serviços relacionados à produção era executada por equipes de sub-empregados. Com base em sua quantidade de funcionários a empresa era classificada como uma microempresa, segundo critério do SEBRAE.

A atuação da empresa restringia-se ao município de Florianópolis. No momento da realização da pesquisa estava executando apenas um projeto de um edifício residencial de

médio padrão. O processo de trabalho existente na obra estudada era convencional. A exceção limitava-se ao uso de paredes de gesso acartonado.

**- Características da obra estudada:**

A obra que serviu como objeto do estudo de caso foi um edifício residencial com oito pavimentos tipo, um pavimento térreo com garagens, salão de festas e recepção, um pavimento acima do térreo destinado exclusivamente para a acomodação de garagens e uma cobertura com barrilete, casa de máquinas e reservatório superior. Os pavimentos tipo eram constituídos por cinco apartamentos por andar. A obra possuía área total de 4.537,71 m<sup>2</sup>.

Existia nessa obra um sistema de personalização dos apartamentos, em que os clientes possuíam liberdade para apresentarem solicitações de mudanças na compartimentação e escolher materiais de acabamento. Em decorrência da elevada flexibilidade permitida pela empresa, chegou-se a uma situação em que praticamente todos os apartamentos do edifício apresentaram configurações diferenciadas. Na grande maioria dos casos, as personalizações foram concentradas na escolha de revestimentos cerâmicos, cores de pinturas nos ambientes dos apartamentos e em modificações de pontos de energia e água.

No momento em que o estudo de caso foi realizado, a obra encontrava-se em fase de acabamento. A Figura 4.5 apresenta a fachada da obra estudada (a fotografia foi gerada após o término do estudo de caso). Para permitir uma melhor comunicação a partir deste ponto da tese, a obra da Figura 4.5 será intitulada Obra 1.



Figura 4.5 – A obra do Estudo de Caso 1

#### 4.4.1.2. Descrição do Estudo de Caso 1

O estudo de caso ao qual foi submetida a Obra 1 foi realizado com a participação do autor deste trabalho, durante cinco semanas, entre os dias 10 de janeiro e 11 de fevereiro de 2000.

Constatou-se, no primeiro contato com o pessoal de obra, que o processo de planejamento era desenvolvido pelo engenheiro da obra ao nível tático enquanto o mestre-de-obras preocupava-se com os aspectos operacionais. Ao técnico em edificações cabia o levantamento das especificações dos materiais e a colocação de pedidos a tempo de permitir a chegada de insumos nos momentos definidos pela programação da obra.

Logo no início da intervenção, foram fotografados todos os apartamentos da obra, com a finalidade preliminar de se obter uma noção prática e sistêmica de sua evolução e de ritmos de trabalho existentes. O objetivo operacional, ao fotografar a obra, era de determinar todos os serviços necessários para se executar nos próximos dias até a conclusão final do projeto. Em termos da pesquisa desta tese, o intuito foi o de antecipar detalhes construtivos associados à



necessidade de operações futuras (ordens de serviços). As fotos geradas foram organizadas em um fichário contendo informações sobre as diversas partes da obra, considerando as atividades que aconteciam nos pavimentos, nos apartamentos, na cobertura, na escada, na circulação, nas antecâmaras, nas garagens, no térreo, no arruamento, na fachada frontal, nas fachadas laterais e na fachada traseira. A rotina de fotografar a obra foi incorporada ao protocolo de pesquisa do Estudo de Caso 1, como descrito no início desta seção e apresentado na Figura 4.2.

A partir da determinação preliminar dos serviços necessários à conclusão da obra, foi produzida uma grande lista de ordens de serviço contendo todas as ações que se conseguia prever para se atingir a conclusão da obra. Essa lista de ordens de serviço foi organizada em função das diversas tarefas a serem executadas considerando a capacidade produtiva disponível. Em outras palavras, obedecendo a uma seqüência lógica, as ordens de serviços foram incluídas nos planos de médio e curto prazo (*Lookahead planning* e *Weekly planning*) de forma a dimensionar uma carga compatível com a capacidade de trabalho disponível e com a necessidade de conclusão da obra. Essa harmonização entre capacidade produtiva e carga de trabalho acabou sendo feita pelo mestre de obras, que possuía maior domínio sobre o andamento do projeto naquele momento. Em função de esta tarefa não ter sido bem elaborada era freqüente a ocorrência de problemas ligados ao fluxo de produção. A operacionalização das ordens de serviços geradas se deu na forma de cartões de produção, como no modelo apresentado na Figura 4.6. Foram geradas centenas de cartões de produção, produzindo assim um estoque de ordens de serviços a serem liberadas nos momentos oportunos.

<b>CARTÃO DE PRODUÇÃO</b>	
EQUIPE:	<input type="text"/>
TAREFA:	<input type="text"/>
LOCAL:	<input type="text"/>
DATA DE INÍCIO:	<input type="text"/>
DATA DE TÉRMINO:	<input type="text"/>
Preparação da Tarefa:	
<input type="text"/>	
Quantidade realizada:	
<input type="text"/>	
Data realizada:	
Início:	<input type="text"/>
Término:	<input type="text"/>

Figura 4.6 – O cartão de produção

As ordens de serviços eram seqüenciadas considerando-se, sempre, o trabalho da próxima semana. O repasse das ordens de serviços aos trabalhadores era feito por intermédio do mestre de obras, que levava diversos cartões a cada líder de equipe, informando exatamente o que deveriam fazer em termos de local, quantidade de serviço, equipe e aspectos de qualidade de execução.

As reuniões com o mestre de obras para discutir a evolução dos serviços planejados e para a entrega de novos cartões de produção, contendo novas ordens de serviços, aconteceram nas primeiras duas semanas, nas terças e sextas-feiras. Na reunião das sextas-feiras, procurava-se seqüenciar todas as ordens de serviços para a programação da semana seguinte. Essas ordens de serviços eram organizadas por equipes de trabalhos e dispostas para cada dia da semana. Às terças-feiras, verificava-se o andamento do planejamento das sextas-feiras e se promovia o replanejamento, caso necessário, em função de algum atraso em uma atividade programada para acontecer naquela semana.

O não cumprimento de tarefas decorreu, principalmente, de interferências de chuvas, falta de materiais e carência de informações de projeto. Essas discrepâncias entre o planejado e o executado alimentavam um indicador de eficácia do planejamento chamado *PPC - Percent Plan Complete*, ou Percentual de Atividades Planejadas que foram Efetivamente Concluídas.

No início do processo de planejamento, verificou-se que este percentual era bastante reduzido, ficando na casa dos 50 % - somente metade das atividades planejadas eram efetivamente terminadas. No decorrer da intervenção, o *PPC* aumentou para cerca de 80%, em função da melhoria no provimento de condições para a execução dos serviços, promovida pelo planejamento de curto prazo.

Na última semana de intervenção foi feito um planejamento *Lookahead* para o período remanescente até o final da obra, envolvendo um seqüenciamento de atividades, definido em função de todos os serviços restantes necessários ao término da obra e da capacidade de produção disponível (definida considerando o uso efetivo de recursos de produção existentes na obra). Com relação a este último aspecto, foi considerada como limitação de capacidade apenas o efetivo de pessoal já alocado na obra, devido à dificuldade de adaptação ao contexto da empresa de novos funcionários em função do pouco tempo até sua conclusão.

O trabalho de geração dos cartões de produção permitiu constatar a grande complexidade associada à tarefa de antecipação das atividades a serem realizadas para a conclusão do projeto estudado. Muitas das operações auxiliares, preliminares àquelas efetivamente produtivas, eram conhecidas somente pelo pessoal de canteiro, em função de suas experiências passadas.

#### 4.4.2. A ETAPA DE ESTRUTURAÇÃO DA SISTEMATIZAÇÃO DE ANTECIPAÇÕES

Na segunda etapa da pesquisa uma nova empresa foi submetida a estudo de caso. O objetivo foi o de levantar novas antecipações e de investigar a dinâmica de implementação dessas ações gerenciais nos planos de produção de médio e curto prazo.

#### 4.4.2.1. O Estudo de Caso 2: caracterização da empresa e da obra estudada

##### **- Características da empresa estudada:**

A empresa submetida a estudo de caso na segunda etapa da pesquisa localizava-se em Aparecida de Goiânia, na região metropolitana da capital de Goiás. A empresa não possuía um enfoque bem definido de atuação no mercado e suas atividades diversificavam-se entre obras públicas e privadas desde 1989. No momento em que a pesquisa foi realizada a empresa estava executando uma obra por incorporação de um edifício residencial de doze pavimentos e quatro apartamentos por andar. Além disso, existia uma obra pública de infra-estrutura no interior do estado de Goiás.

A estrutura organizacional era bastante enxuta, contando com uma mão-de-obra direta de 22 funcionários, sendo seis deles ligados à administração e os demais à produção. Todas as demais funções dentro da empresa e serviços ligados à produção eram realizados em regime de terceirização ou de sub-contratação. A administração da obra submetida ao estudo de caso era conduzida por uma engenheira auxiliada por dois mestres de obras. A engenheira responsável pela obra possuía auxílio de um escritório para as atividades de suprimentos de insumos e administração de recursos humanos. Além disso, havia uma estagiária estudante de engenharia civil que recebia atribuições de levantar dados necessários para o planejamento e controle da produção.

##### **- Características da obra estudada:**

Foi adotado para estudo de caso uma obra de um edifício residencial com 12 pavimentos tipo, um pavimento térreo com garagens, piscina, playground e salão de festas e uma cobertura com barrilete, casa de máquinas e reservatório superior. Os pavimentos tipo possuíam quatro apartamentos de três quartos por andar. Cada apartamento possuía área

privativa de 109,77 m<sup>2</sup>. No momento da pesquisa a obra estava em fase de conclusão da etapa de estruturas e já iniciava o levantamento de alvenaria em alguns pavimentos (Figura 4.7). Esta obra será intitulada Obra 2.



Figura 4.7 – A obra do Estudo de Caso 2

#### 4.4.2.2. Descrição do Estudo de Caso 2

O Estudo de Caso 2 foi conduzido pelo autor deste trabalho entre os dias 26 de novembro de 2001 e 13 de fevereiro de 2002. Baseou-se em orientações sobre a implantação de um processo hierárquico de planejamento de médio e curto prazo e observações sobre o andamento dos serviços na obra, com o intuito de identificar novas informações sobre antecipações.

Como primeiro passo, foi implementado um novo processo de planejamento da produção baseado no sistema *Last Planner* (BALLARD, 2000). Foram gerados planos táticos de produção com horizonte de cinco semanas e planos operacionais desenvolvidos semanalmente. Além disso, foram desenvolvidos planos táticos para materiais, mão-de-obra,

equipamentos e recursos financeiros. Estes diversos planos eram compatibilizados entre si considerando restrições financeiras. O plano tático da produção direcionava a realização dos demais planos. Segundo os responsáveis pelo gerenciamento da obra, a implementação do processo de planejamento da forma apresentada anteriormente representou uma importante melhoria.

Visando a geração de informações sobre as antecipações a serem incluídas no planejamento, como é o objetivo deste trabalho, foi adotado um procedimento de elaboração de redes operacionais que procuravam descrever em detalhes as demandas existentes na execução dos serviços programados. As redes operacionais eram produzidas através de discussões com mestre de obras e encarregados pela execução dos serviços a respeito de processos construtivos. Ficaram conhecidas internamente como seqüências de operações constituintes dos serviços. Durante o intervalo de tempo no qual o estudo de caso foi desenvolvido, foram geradas redes para os serviços de montagem de fôrmas, montagem de armaduras, concretagem e elevação de alvenaria. O procedimento de geração de redes foi incluído no processo de planejamento da produção a partir da terceira semana do estudo de caso.

Além da intervenção no processo de PCP, foi realizado um programa sistemático de visitas ao canteiro de obras com o intuito de identificar in loco as antecipações, como descrito anteriormente e indicado no protocolo da Figura 4.3. Os registros dos fatos que geravam informações sobre as antecipações eram documentados através de fotografias e notas pessoais do observador. Infelizmente este processo de documentação ficou limitado aos serviços existentes na obra no momento do estudo de caso. Esta limitação, entretanto, contribuiu para o direcionamento da etapa seguinte da pesquisa, estruturada de forma a buscar uma empresa (ou várias) com obras em estágios evolutivos diversos, de modo a gerar um acervo mais rico de informações sobre antecipações.

#### **4.4.3. COLETA FINAL DE EVIDÊNCIAS OBSERVADAS EM CAMPO PARA CONSOLIDAÇÃO DA SISTEMATIZAÇÃO DE ANTECIPAÇÕES**

Os estudos de caso da terceira etapa da pesquisa ocorreram nos canteiros de obras de uma empresa que possuía projetos em Goiânia – GO e Brasília – DF. O objetivo foi o de levantar novas informações sobre antecipações e consolidar o conjunto gerado até o término do Estudo de Caso 2.

##### 4.4.3.1. O Estudo de Caso 3: caracterização da empresa e das obras estudadas

###### **- Características da empresa estudada:**

A empresa estudada tinha sua matriz localizada em Goiânia -GO. Iniciou suas atividades nesta capital no ano de 1986, na área de construções de edifícios residenciais em regime de obras por administração. No momento em que a pesquisa foi realizada, a empresa possuía atuação em diversas regiões do país, com obras em Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Rio Grande do Norte, Ceará e Maranhão.

Em divulgação promocional de abril de 2002 haviam sido contabilizados mais de 1.000.000 de metros quadrados construídos e em construção. Os projetos executados diversificavam-se entre construções residenciais, comerciais e *shopping centers*.

A principal região de atuação da empresa estava localizada em Águas Claras, um bairro na região periférica de Brasília. A empresa iniciou seus trabalhos em Águas Claras no ano de 1994, através de um contrato de construção de dez edifícios residenciais para a cooperativa COOPERSEFE – Cooperativa Habitacional dos Servidores do Senado. Posteriormente, foram firmados contratos da mesma natureza com outras cooperativas (COOPERJUS, COOPERCÂMARA, COOPHEDUC, COOPERBRAPA, COOPERGRAF e

HABITASEEL), dentro de uma estratégia do Governo do Distrito Federal para construir rapidamente o bairro de Águas Claras, como uma nova alternativa habitacional para a população de Brasília. Os contratos com cooperativas ampliaram-se totalizando cerca de 43 edifícios residenciais, com 2078 apartamentos, até julho de 2002. Além das obras em Águas Claras, a empresa assumiu a conclusão da construção de diversas obras interrompidas no Distrito Federal em decorrência da falência de uma construtora que atuava na região. Existiam obras nessa situação no Plano Piloto de Brasília e em Taguatinga.

A estrutura organizacional da empresa estudada funcionava como uma *holding*, constituída por um Conselho de Gestão, congregando três divisões: a Divisão de Construções, a Divisão de Negócios Especiais e a Divisão Corporativa (que era uma área prestadora de serviços para as duas primeiras). A Divisão de Construções era subdividida em diversas unidades de negócios espalhadas pelas regiões onde a empresa executava suas obras. A Divisão de Negócios Especiais tinha como objetivo a prospecção e geração de novos contratos, produzindo novas receitas para a *holding* e garantindo a rentabilidade dos projetos existentes. A Divisão Corporativa tinha como responsabilidade a implementação do modelo de gestão na *holding* e nas diversas Divisões de Negócios, fornecendo suporte para todo desenvolvimento organizacional da empresa. Existia um sistema de processamento de dados que permitia o gerenciamento de informações de todos os negócios da empresa de forma integrada. Esse sistema proporcionava a integração de dados sobre o que acontecia em cada projeto da empresa, de modo que a gerência central pudesse monitorar o andamento de seus negócios à distância. O quadro funcional era constituído, no momento da realização da pesquisa, por cerca de 400 empregados, sendo aproximadamente 90 engenheiros.



O processo construtivo, como pôde ser observado nos canteiros de obras, ainda utilizava, preponderantemente, tecnologia convencional de construção<sup>11</sup>. Existiam testes de algumas inovações tecnológicas em algumas obras, mas isto não representava uma organização consistente abrangendo toda a empresa.

#### **- Características das obras estudadas:**

Os estudos concentraram-se no Distrito Federal em função da diversidade de projetos e de estágios evolutivos das obras que estavam sendo executadas nessa região. Foram selecionadas para análise as obras que possuíam ritmos estáveis de construção (sem interrupções prolongadas). Nesse sentido, foram adotadas seis obras como estudos de casos: cinco delas na região de Águas Claras e uma no Plano Piloto.

#### **A Obra 3:**

Envolvia um projeto constituído de forma integrada por um *shopping center* e um conjunto de salas comerciais. O *shopping center* envolvia 112 lojas, com espaços destinados a supermercados, cinemas, praça de alimentação, moda, serviços e lazer. O conjunto de salas comerciais foi projetado para comportar 200 unidades destinadas a escritórios, consultórios, clínicas e afins. Essa obra encontrava-se nas fases de fundações e de estruturas no momento em que a pesquisa foi realizada (Figura 4.8).

---

<sup>11</sup> Usando a mesma definição apresentada por Bernardes (2001), uma tecnologia convencional de construção envolve a execução da estrutura dos prédios em concreto armado e as vedações em alvenaria de blocos cerâmicos.



Figura 4.8 – A Obra 3 do Estudo de Caso 3

#### **A Obra 4:**

Constituía-se em um edifício comercial de 5 pavimentos com 320 salas, localizado na Asa Sul do Plano Piloto em Brasília. No momento da pesquisa esta obra encontrava-se na fase de acabamento.

#### **A Obra 5:**

Constituía-se em um edifício residencial de doze pavimentos, com oito apartamentos de dois quartos por andar. No momento da pesquisa a obra encontrava-se no início da fase de acabamento.

#### **Obra 6:**

A Obra 6 era um projeto de um edifício residencial de doze pavimentos com oito apartamentos de dois quartos por andar.

**Obra 7:**

Constituía-se em um edifício residencial de dois blocos de doze pavimentos cada com dois apartamentos de quatro quartos por andar. Esta obra encontrava-se na fase de estrutura no início da pesquisa, como mostra a Figura 4.9.



Figura 4.9 – A Obra 7 do Estudo de Caso 3

**Obra 8:**

Esta obra localizava-se no Plano Piloto de Brasília no Setor de Rádios e TVs. Constituía-se em um condomínio de 796 salas comerciais e 18 lojas. No momento da pesquisa encontrava-se na fase de execução da estrutura, como mostra a Figura 4.10:



Figura 4.10 – A Obra 8 do Estudo de Caso 3

#### 4.4.3.2. Descrição do Estudo de Caso 3

A abordagem de pesquisa utilizada no Estudo de Caso 3 foi baseada em observações sistemáticas nos canteiros de obras seguindo um protocolo definindo o procedimento de coleta de dados (Figura 4.4). O protocolo envolvia conversas regulares com responsáveis pela gestão do programa de qualidade da empresa estudada a cada semana. Inicialmente o autor deste trabalho reunia-se com os responsáveis pelas auditorias internas do programa de qualidade que estava sendo implementado. Em seguida, o grupo formado por auditores e pesquisador se dirigia para uma das obras da empresa. Ao chegar à obra, este grupo reunia-se com o quadro de responsáveis pelo gerenciamento do canteiro (geralmente um engenheiro residente, um engenheiro *trainee*, um mestre-de-obras, líderes de produção e responsáveis pelo almoxarifado).

A oportunidade de visitar as obras com os auditores da qualidade foi bastante interessante para a condução da pesquisa porque facilitava a apresentação do pesquisador ao

peçoal de obra (no primeiro contato). Além disso, permitia obter uma grande interação com o que acontecia em cada obra já na primeira interação.

As demais visitas aos canteiros de obras eram realizadas geralmente apenas pelo pesquisador. Isto foi decidido para conseguir levantar os dados buscados na pesquisa sem perdas de tempo relativas a questões fora desse contexto, como acontecia, por exemplo, ao acompanhar os auditores da qualidade em assuntos burocráticos da empresa. Essas visitas realizadas apenas pelo pesquisador seguiam uma rotina de conversas com os responsáveis pelo gerenciamento da obra a respeito do que estava programado para executar na semana corrente e nas próximas semanas. Com isto, conseguia-se determinar mais precisamente as antecipações que se tornavam necessárias para os serviços vindouros. Cada obra recebia pelo menos uma visita semanal. A documentação dos fatos geradores de antecipações observados nas obras era realizada através de notas em uma agenda de mão e de fotografias que procuravam registrar visualmente os fenômenos nos momentos em que ocorriam. Ao final da visita a cada obra procurava-se discutir com os gerentes do canteiro de obras as antecipações detectadas.

As visitas às obras descritas anteriormente aconteceram entre os dias 20 de fevereiro e 5 de julho de 2002. Além das visitas aos canteiros de obras, foram coletados dados referentes aos registros das auditorias da qualidade e a documentos internos tratando de instruções de serviços e normas para organização das obras. Estes dados eram coletados no escritório central da empresa em Águas Claras. Neste escritório ficavam os departamentos de gestão da qualidade e de controladoria. Também era neste mesmo local que os engenheiros reuniam-se para receber atualizações referentes à organização da empresa e para tratar de assuntos referentes ao andamento das obras.

A maturidade atingida na ocasião na pesquisa realizada nesta última etapa de trabalho de coleta de dados em campo permitiu que as observações fossem feitas com um senso crítico

que até então não havia sido praticado. Isto aconteceu em decorrência da consolidação da fundamentação teórica, das discussões promovidas entre o pesquisador e pessoas entendidas da área e do banco de dados gerado ao final da segunda etapa da pesquisa. Ao final desta fase da pesquisa foi feito um trabalho de análise e estruturação dos dados obtidos em categorias particulares de antecipações.

#### 4.4.4. OUTRAS OBRAS ANALISADAS

Para consolidar e enriquecer os dados sobre as antecipações foram analisados também registros produzidos em obras diversas documentados através de fotografias. Foram realizadas observações pelo autor deste trabalho em duas obras adicionais localizadas em Goiânia. Uma delas referente a um edifício residencial alto e outra envolvendo a construção de uma residência unifamiliar de dois pavimentos. Todos estes dados foram coletados considerando os objetivos deste trabalho de identificação das antecipações.

#### 4.4.5. A ETAPA DE AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Os dados coletados nas pesquisas de campo foram estruturados de forma a identificar categorias típicas de antecipações gerenciais a serem incluídas nos planos de produção.

Estes dados foram organizados na forma de um relatório apresentando os resultados obtidos na pesquisa. Antes de apresentar o relatório aos responsáveis pelo gerenciamento da produção da empresa submetida a estudo de caso na última etapa da pesquisa, foi realizada uma entrevista preliminar que serviu como teste e subsidiou a adequação e reestruturação do

discurso nas entrevistas finais. Esta entrevista preliminar levou cerca de sete horas de duração em dois encontros.

Tendo feito os ajustes necessários ao roteiro usado para as entrevistas finais, foram marcadas reuniões de discussão dos resultados obtidos com gerentes de obras de Brasília e Goiânia. Os gerentes escolhidos para estas entrevistas foram selecionados nos níveis mais elevados da hierarquia da organização. Esta decisão foi tomada com base na experiência que detinham em função de anos de trabalhos em obras. Isto era necessário para aprofundar a discussão sobre a validade das antecipações definidas como relevantes e do modelo de planejamento preconizado que as utilizava. Procurou-se ainda discutir como a proposta de inclusão das antecipações no planejamento da produção poderia ser viabilizada na da empresa.

Foram realizadas entrevistas com três gerentes da empresa que possuíam as atribuições mais elevadas em relação ao gerenciamento das construções de Goiânia e Brasília. Cada entrevista levou cerca de quatro horas.

#### **4.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTE CAPÍTULO**

Este capítulo apresentou a estratégia de pesquisa adotada nesta tese e descreveu os objetos de estudos de casos. No capítulo 5 serão apresentadas as diversas antecipações identificadas na pesquisa.

## **CAPÍTULO 5 – A SISTEMATIZAÇÃO DAS ANTECIPAÇÕES**

### **5.1. INTRODUÇÃO**

No capítulo anterior discutiu-se o método de pesquisa adotado neste trabalho. Foram apresentadas a estratégia e as técnicas de pesquisa utilizadas e descritas as empresas e as obras submetidas aos estudos de casos. Além disso, foram relatados os objetivos e os protocolos dos estudos de casos desenvolvidos.

Neste capítulo serão apresentadas as diversas evidências associadas às antecipações gerenciais, detectadas durante a realização dos estudos de casos.

Através de um processo de generalizações obtidas a partir da convergência de dados obtidos ao longo da pesquisa será apresentado um modelo de sistematização de antecipações gerenciais. Em seguida será discutida a inclusão dessas antecipações no planejamento da produção, com base no modelo *Last Planner*, proposto por Ballard (2000).

Por fim, serão apresentados os resultados de entrevistas realizadas na empresa do Estudo de Caso 3, visando corroborar a proposta de sistematização de antecipações.



## **5.2. A DETERMINAÇÃO DE ANTECIPAÇÕES ATRAVÉS DOS ESTUDOS DE CASOS REALIZADOS**

O processo de determinação de antecipações foi baseado nos fenômenos registrados nos estudos de casos desenvolvidos. Os dados coletados foram documentados sistematicamente através de notas de campo e geração de fotografias. Na medida em que a pesquisa foi avançando nos estudos de casos, pôde-se sentir claramente um refinamento do senso crítico de descoberta de novas antecipações.

De uma maneira geral, o modelo teórico que serviu como referência para a identificação das antecipações baseou-se na proposta de Koskela (1999), como indicado na Figura 3.4, descrita no capítulo 3. Inicialmente, as antecipações trataram de aspectos mais visíveis, como o provimento de materiais ou de equipamentos, por exemplo. Posteriormente, os registros de antecipações passaram a se referir a aspectos mais sofisticados, associados, por exemplo, a ações gerenciais de provimento de acessos aos postos de trabalho, realização de testes de preparação para a execução do serviço ou execução de inspeções específicas.

A partir da triangulação de evidências registradas nos estudos de casos, ocorreu um processo de convergência dos resultados obtidos. Esse processo de convergência de fenômenos observados permitiu chegar à generalização de antecipações.

As próximas seções relatarão as evidências observadas nos estudos de casos, com prioridade de apresentação daquelas consideradas mais sofisticadas, como discutido anteriormente. Antes de apresentar as antecipações em categorias gerais será descrita uma seleção de registros presenciados em cada estudo de caso desenvolvido.

### 5.2.1. ANTECIPAÇÕES REGISTRADAS NO ESTUDO DE CASO 1

Diversas evidências relacionadas a antecipações foram registradas neste estudo de caso. O critério usado para a determinação das antecipações considerou o conceito apresentado na seção 3.4. Nesse sentido, destacaram-se as seguintes ações gerenciais:

- **Adequação de projetos à execução:** esta antecipação foi observada de diversas formas no Estudo de Caso 1. Foram constatadas ações ligadas à adequação do projeto às peculiaridades existentes durante a execução como indicado pelos exemplos das ilustrações 5.1 e 5.2. Na Figura 5.1 aparece o exemplo de um chuveiro elétrico, cuja instalação poderia sofrer atrasos em função da distância entre o ponto de saída do cabo de eletricidade do aparelho e a tomada de energia elétrica. A antecipação, nesse caso, envolveria implementar uma operação de verificação da distância da tomada elétrica até o chuveiro de forma a garantir que o cabo de energia fosse do tamanho adequado para possibilitar a instalação do aparelho.



Figura 5.1 – Exemplo de uma complicação que poderia ter sido gerado pela negligência com a antecipação de adequação do projeto de instalações elétricas à execução

Na Figura 5.2 aparece um outro exemplo de adequação do projeto às peculiaridades associadas a seu processo executivo. Nesse caso, a abertura destinada à fixação do aparelho de exaustão do banheiro não possuía dimensões de modo a permitir a fixação do exaustor. Deveria ter sido realizada uma antecipação envolvendo a verificação da abertura da alvenaria destinada à instalação do *kit* de ventilação do banheiro, de maneira que a evitar problemas futuros de fixação do equipamento exaustor.



Figura 5.2 – Exemplo de um problema que poderia ter sido gerado pela negligência com a antecipação de adequação do projeto de instalação do exaustor do banheiro à sua execução

Também se observou a necessidade de planejar antecipações ligadas à coordenação de projetos executados em regiões adjacentes de um mesmo plano. A Figura 5.3 ilustra essa antecipação, apresentando um caso de coordenação entre a projeção da viga sobre a parede e a necessidade de espaço para permitir a fixação da guarnição da porta. Como se pode notar na Figura 5.3, esta antecipação deve ser realizada através da garantia de disponibilização de espaços laterais para as guarnições da porta, no momento da fixação do contra-marco. Deve-se notar que a antecipação, nesse exemplo, visa evitar a ocorrência de problemas futuros que podem acontecer associados à necessidade de cortar peças de guarnições da porta.



Figura 5.3 – O problema que poderia ter acontecido em função da negligência com a antecipação de adequação do projeto de fixação da porta considerando a distância adequada à viga

Outra forma de antecipação ligada à adequação de projetos aparece na Figura 5.4. Neste exemplo, constata-se que a posição em que o ralo foi instalado é inadequada, porque vai gerar o contato de água com a madeira do rodapé. A consequência será a rápida deterioração do rodapé na região próxima ao ralo e a transferência de umidade para a parede. Além disso, não será possível conseguir um caimento do piso para dentro do ralo. A Figura B1 (no Anexo B) apresenta um exemplo da mesma natureza, envolvendo coordenação de detalhes de execução de projetos, onde existe um problema de interação da abertura da porta do armário da cozinha com a posição da tomada elétrica. Outro caso pode ser conferido pela Figura B2 (também no Anexo B), em que a posição do ralo é inadequada em decorrência da modulação das peças cerâmicas de revestimento da sacada. A consequência disso vai ser observada futuramente no desempenho insatisfatório de coleta de água servida na sacada.



Figura 5.4 – O problema gerado pela negligência com a antecipação de coordenação entre o projeto hidráulico e o projeto de acabamento da parede

Em um outro exemplo, a antecipação de adequação de projetos demandou uma ação de coordenação volumétrica entre seus elementos. A Figura 5.5 apresenta este caso, indicando o resultado da negligência com a antecipação de verificação de coordenação volumétrica da abertura de uma porta.



Figura 5.5 – O problema gerado pela negligência com a antecipação de coordenação volumétrica no projeto de abertura de uma porta

Na Figura 5.5 constata-se a impossibilidade de percurso de noventa graus da porta que se encontra semi-aberta, em decorrência do obstáculo oferecido pela parede em ângulo. Trata-se de um erro de projeto cuja solução implica no afastamento da porta em relação à posição em que se encontra na Figura 5.5. A operação de antecipação que deveria ter sido realizada neste caso é a de assegurar a distância entre o contramarco da porta e o início da parede angulada que está em seu percurso. A Figura 5.6 apresenta a solução adotada para o problema:



Figura 5.6 – A consequência da negligência com a antecipação de coordenação volumétrica no projeto de localização da porta

Nesta figura pode-se constatar o resultado do deslocamento da porta pelo corredor, para fora do quarto, para permitir o seu fechamento contra a parede ortogonal. Houve um trabalho não esperado pelo planejamento, em função da propagação de um equívoco no projeto, dilatando o *lead time* de produção.

- **Nivelamentos e transferências de níveis:** a necessidade de realizar esta antecipação apareceu diversas vezes na Obra 1. Por negligência, ocorreram diversos problemas em

decorrência de nivelamentos e transferências de níveis. Um exemplo da negligência com essa antecipação apareceu na fixação das portas prontas. Neste caso, os vãos de algumas portas possuíam alturas insuficientes para acomodá-las, como mostra a Figura 5.7. A solução envolveu o corte de vergas, visto que era inviável compensar a altura desgastando o piso ou cortando portais e portas.



Figura 5.7 – O problema gerado na colocação de portais pela negligência com a antecipação de nivelamento

- **Transparência (comunicação visual):** esta antecipação apareceu na Obra 1, na forma de quadros contendo detalhes de projetos (Figura 5.8), colocados nos acessos aos apartamentos. Isto foi necessário em decorrência do alto nível de personalização existente nos apartamentos, de acordo com a política adotada pela empresa de flexibilização do produto para o cliente.



Figura 5.8 – A antecipação de transparência sobre detalhes de projetos

Além do exemplo apresentado na Figura 5.8, destacou-se também a forma com que a gerência da obra se comunicava com seus funcionários a respeito do planejamento da produção. Seguindo a orientação dos pesquisadores que conduziram o Estudo de Caso 1 foi gerado um mural apresentando o planejamento da produção das próximas cinco semanas (Figura 5.9), que ficava na entrada da obra. Esse planejamento era atualizado semanalmente e permitia aos operários terem uma visão de médio prazo da obra.



Figura 5.9 – A antecipação de transparência sobre o planejamento da produção



- **Acessibilidade:** a necessidade de uma antecipação de provimento de acessos surgiu na observação de um serviço de pintura externa executado na parede junto à rampa de acesso à garagem. A inclinação da rampa dificultou o apoio de um andaime para realizar a pintura em uma determinada região da parede, impedindo o acesso dos pintores. A falta de organização de um acesso especial fez com que a equipe de pintura adiasse o serviço na região de difícil acesso, como destacado pela seta na Figura 5.10.



Figura 5.10 – O atraso na execução da pintura externa em função da negligência com a antecipação de nivelamento

Outro exemplo que apareceu gerando a necessidade de uma antecipação de provimento de acessos foi o de descida do balancim pela região da fachada que possuía um detalhe arquitetônico com projeção da platibanda. Em função do afastamento da platibanda as vigotas de sustentação do balancim tiveram que ser lançadas excessivamente para fora da projeção do edifício, causando o afastamento do balancim em relação ao plano da fachada e dificultando a realização do serviço (como mostram as ilustrações B3 e B4 no Anexo B).

- **Produção de gabaritos:** esta antecipação apareceu em decorrência da necessidade de corte de pedras para bancadas com tamanhos e traçados diferenciados para algumas cozinhas personalizadas. Os gabaritos eram produzidos usando isopor em tamanho natural.

- **Preparação de espaço físico para armazenagem de insumos:** na Obra 1 surgiu uma demanda repentina por um local de armazenagem dos componentes do elevador definitivo da obra. A empresa responsável pela montagem do equipamento exigiu a disponibilização de um abrigo adequado para a armazenagem temporária de suas peças. Esse local teve que ser preparado às pressas, causando a desmobilização de pessoal que estava comprometido com a produção na obra, conforme programação anterior. A Figura B5 (Anexo B) mostra o espaço físico preparado para armazenagem de componentes do elevador.

- **Estratégia de *marketing*:** esta antecipação apareceu na Obra 1 através da execução do pórtico de entrada do edifício como elemento inicial da obra em função de uma estratégia de *marketing*. Além disso, foi observada também a execução do salão de festas do edifício como a primeira parte a ser concluída da obra. Este salão de festas foi usado para reuniões com proprietários de apartamentos e clientes interessados em adquirir as unidades ainda não comercializadas. O objetivo dessas iniciativas era de gerar uma imagem de que a obra já estava tomando a feição de um produto pronto. As ilustrações B6 e B7 (Anexo B) apresentam esses exemplos.

- **Proteção provisória de serviços terminados:** essa antecipação apareceu algumas vezes no canteiro de obras visando evitar a necessidade de retrabalhos sobre serviços terminados. Pôde-se verificar, por exemplo, a proteção de tubulações do barrilete com plástico grosso e fitas adesivas e o cobrimento de um piso cerâmico executado no terraço do

apartamento do primeiro pavimento da obra. No primeiro caso a proteção foi feita contra respingos de argamassa do emboço da parede e no segundo caso contra quedas de argamassas e respingos de tintas usados nos serviços de acabamento da fachada. As ilustrações B8 e B9 (Anexo B) apresentam a proteção da tubulação do barrilete antes e depois da execução do emboço na parede adjacente. Além desses exemplos, foram observadas proteções nos seguintes elementos: tubulação de espera de águas pluviais na cobertura através do fechamento da abertura dos canos; colocação de vidros ou lonas nas esquadrias dos cômodos com piso de madeira (ou laminado) no momento da aplicação de verniz e cobrimento com lona de corrimões de escadas.

- **Gestão de equipamentos:** esta antecipação envolve diversos aspectos. Apareceu, por exemplo, uma antecipação de montagem de equipamentos de recalque de água para provimento aos serviços realizados na obra. Houve uma iniciativa interessante de montar esses equipamentos em seus lugares definitivos, que haviam sido preparados antecipadamente através da construção de um abrigo com piso cimentado, parede revestida e base de apoio do conjunto motor-bomba construída.

Foi observada ainda uma antecipação ligada à **manutenção preventiva de equipamentos**. Na Obra 1 o elevador de carga (guincho) teve que ser paralisado para restabelecimento de seu funcionamento normal. A paralisação afetou todos os serviços que estavam sendo executados em pavimentos elevados da obra e que necessitavam de argamassa para produção. Isto ocorreu porque as roldanas das polias do guincho deslizavam excessivamente gerando risco de acidente para o elevador quando em uso, impedindo seu funcionamento. Segundo o engenheiro responsável pelo gerenciamento da obra isto poderia ter sido evitado através de uma simples ação gerencial de manutenção preventiva do equipamento.

- **Terminação e limpeza de serviços:** envolveu assegurar que os serviços executados fossem efetivamente concluídos de modo a evitar a necessidade de operações especiais de preparação para serviços subseqüentes ou o não atendimento de requisitos de qualidade esperados. A antecipação de terminação e limpeza assume um caráter técnico de inspeção de um serviço terminado na busca de possíveis defeitos ou imperfeições. Além disso, esta antecipação estará presente em qualquer serviço realizado no canteiro de obras. As figuras 5.11 e 5.12 apresentam dois exemplos de limpeza técnica. Na Figura 5.11 o revestimento externo com argamassa na fachada deixou resíduos sobre a pedra do parapeito da janela. A consequência de não fazer a limpeza no momento em que o emboço externo é executado é a necessidade de criação de uma operação adicional de limpeza externa, que normalmente não é incluída na programação.



Figura 5.11 – A consequência gerada pela negligência com a antecipação de terminação e limpeza do parapeito da janela

Na Figura 5.12 aparecem resíduos de argamassa no duto de ventilação da área de serviço. Nota-se nessa na figura que o duto já foi vedado com uma tela metálica. A remoção

dos resíduos de argamassa no ponto em que se encontra o duto custará mais caro do que custaria caso a limpeza fosse realizada anteriormente.



Figura 5.12 – A consequência gerada pela negligência com a antecipação de terminação e limpeza do duto de ventilação da área de serviço

- **Planejamento da produção e distribuição de argamassas na obra:** a necessidade dessa antecipação surgiu quando a Obra 1 encontrava-se executando serviços de contrapiso em alguns apartamentos. Isto fazia com que existisse uma grande demanda de abastecimento simultâneo de argamassa para diversos pavimentos. No início do dia, em decorrência do congestionamento de demanda, diversas equipes ficavam temporariamente sem abastecimento de argamassa. A antecipação para um problema dessa natureza envolve a análise da programação de serviços e a compatibilização da carga de trabalho programada com a capacidade de produção disponível. Isto pode ser feito antecipadamente quando se elabora o plano de médio prazo. A solução adotada na Obra 1 consistiu em fazer uma lista de necessidades de argamassa pelos diversos serviços programados com pelo menos um dia de antecedência em relação ao consumo.

- **Compatibilização entre carga de trabalho e capacidade produtiva das equipes de produção presentes no canteiro de obras:** esta antecipação envolve o agrupamento de serviços incluídos na programação que sejam comuns às equipes de produção presentes na obra de forma a dimensionar a carga de trabalho a que serão submetidas e compatibilizar com as capacidades produtivas de cada uma delas de modo que não fiquem ociosas nem incapacitadas de realizar os serviços programados. Na Obra 1 ocorreram não cumprimento de serviços em decorrência de negligência com a antecipação de compatibilização entre carga de trabalho e capacidade produtiva.

- **Execução dos elementos da cobertura até se atingir a conclusão do telhado:** na Obra 1 houve uma negligência com a conclusão da execução do telhado. Serviços internos de acabamento, como aplicação de massa corrida nas paredes e tetos e pinturas, foram iniciados sem que o telhado estivesse concluído. Ocorreu uma forte chuva que fez com que problemas reativos à umidade gerassem a necessidade de retrabalhos nesses serviços. Além disso, houve adiamentos na programação de execução de outros serviços subsequentes. A Figura B10 (Anexo B) mostra a cobertura no dia da chuva.

### 5.2.2. ANTECIPAÇÕES REGISTRADAS NO ESTUDO DE CASO 2

O Estudo de Caso 2 ficou marcado por problemas de variabilidade no ritmo de produção praticado na Obra 2. Além disso, durante o estudo de caso existiram apenas atividades de estrutura e alvenaria, limitando o processo de obtenção de dados sobre antecipações somente aos elementos associados a esses serviços. Dentre as antecipações observadas destacaram-se as seguintes:

- **Segurança do trabalho:** essa antecipação foi observada na execução da alvenaria do perímetro externo de uma laje considerando um número de fiadas suficiente para atender a altura de segurança da norma e evitar a necessidade de instalação de guarda-corpos na periferia das lajes. Foi observada outra antecipação voltada à segurança do trabalho na execução da alvenaria da caixa de escadas. Nesse caso, o objetivo foi o de proteger os operários durante a movimentação pelo local e evitar a necessidade de construir guarda-corpos provisórios. As figuras 5.13 e 5.14 apresentam, respectivamente, os dois exemplos comentados anteriormente:



Figura 5.13 – A antecipação de execução das primeiras fiadas da alvenaria da periferia da laje



Figura 5.14 – A antecipação de execução da alvenaria da caixa de escada

- **Inspeção (e eventuais substituições) de materiais reutilizáveis:** essa antecipação apareceu na Obra 2 através de um exemplo envolvendo a análise de peças de madeira usadas na fôrma da estrutura de concreto armado. Após o uso sucessivo das peças da fôrma em lajes repetidas aparecem deteriorações superficiais na madeira demandando substituições, como mostra a Figura 5.15. A negligência com a antecipação de inspeção (e substituição caso necessário) pode gerar conseqüências indesejáveis para serviços posteriores. A Figura 5.16 indica que a negligência com a antecipação de inspeção gera uma operação extraordinária de remoção dos restos de madeira que ficaram aderidos à peça de concreto. O problema pode ser negligenciado nos momentos de concretagem ou desfôrma, sem causar aparentemente maiores implicações ao processo. No entanto, isto se trata de uma ilusão, porque na etapa de acabamento (no revestimento do teto com argamassa) será necessária uma operação não programada de remoção de lascas de madeira incorporadas à peça de concreto. O adiamento do problema para a etapa de acabamento pode ser pior porque haverá a necessidade de realizar uma operação não planejada.



Figura 5.15 – A necessidade de antecipação de inspeção de materiais reutilizáveis





Figura 5.16 – A consequência da negligência com a antecipação de inspeção de fôrmas reutilizáveis sobre a superfície da peça estrutural de concreto armado

- **Programação da ascensão do elevador de carga da obra:** na Obra 2 o elevador de carga era alugado e o pagamento do aluguel era feito com base na quantidade de componentes usados na montagem do equipamento (em outras palavras o aluguel baseava-se na altura da torre do elevador). Com base nisso, era necessário programar o aumento da altura do elevador com base na programação de elevação da estrutura do edifício. Ocorreu um problema referente ao atraso no pedido de adequação do elevador que teve como consequência o atraso de um dia na programação da obra destinada à elevação de mais uma laje.

- **Construção do muro do edifício:** foi observada esta antecipação na Obra 2. O muro foi construído de acordo com sua estrutura definitiva já no início da obra, como mostra a Figura 5.17.



Figura 5.17 – Antecipação de construção do muro da obra

Na Figura 5.17 é possível constatar ainda uma outra antecipação que apareceu na Obra 2 ligada à **estratégia de marketing** da empresa. O muro da obra era usado para apresentar propagandas do edifício e de fornecedores.

- **Ação voltada à motivação dos trabalhadores:** foi observada a necessidade de uma antecipação voltada para a motivação dos operários. Ocorreu que a empresa realizou o pagamento com cheques na sexta-feira véspera de um feriado prolongado, após o fim do expediente bancário. Isto gerou desmotivação para os operários porque eles passaram o feriado sem dinheiro esperando a abertura dos bancos. Era previsto o trabalho em um dos dias do feriado prolongado, mas ocorreram boicotes por parte de alguns operários e baixa produtividade por parte de outros. Em função da desmotivação causada por este fato não percebido pela gerência do canteiro, a programação da produção não foi cumprida.

- **Aquisição de materiais:** uma experiência vivida na Obra 2 relacionada ao provimento de materiais gerou esta antecipação que passou a ser incluída no planejamento.

Ocorreu que o mercado local apresentou desabastecimento completo de argamassa industrializada durante alguns dias. Isto fez com que este insumo passasse a ser gerenciado considerando um estoque mínimo e um ponto de pedido de segurança.

### 5.2.3. ANTECIPAÇÕES REGISTRADAS NO ESTUDO DE CASO 3

Diversas obras foram analisadas no Estudo de Caso 3. Por uma questão de organização didática, essas obras serão apresentadas separadamente. Além disso, serão selecionadas para discussão somente as antecipações consideradas mais relevantes, como discutido anteriormente.

#### 5.2.3.1. Antecipações observadas na Obra 3

No decorrer da pesquisa, esta obra possuía um ritmo de evolução muito lento. Praticamente não se pôde presenciar a execução de serviços de forma relevante para a identificação de informações sobre antecipações. Entretanto alguns registros foram realizados. Dentre eles destacam-se:

- **Definição de projetos:** em decorrência de atrasos na definição de projetos a obra encontrava-se parada a espera de informações.

- **Seleção preliminar de materiais para utilização na obra:** foi observada uma antecipação referente a testes de tonalidades de tintas. Os resultados desses testes eram submetidos à aprovação dos projetistas da Obra 3 antes da definição final do projeto. Essa

antecipação envolveu, em termos práticos, a construção de um painel que recebia diversas tonalidades de tintas para aprovação. A Figura 5.18 apresenta o registro dessa antecipação:



Figura 5.18 – Antecipação de realização de teste de tonalidades de tintas

- **Segurança do trabalho:** foram observadas duas antecipações relevantes associadas à segurança do trabalho. Uma delas envolveu a construção de um abrigo para o operador do elevador de carga. Em outro exemplo, foi observada a execução antecipada da parede da escada como relatado no Estudo de Caso 2. Apareceu ainda um caso de negligência com a antecipação de segurança do trabalho, como mostra a Figura 5.19. A antecipação de segurança, nesse caso, envolve a drenagem da laje através de um furo para escoar a água de chuva.



Figura 5.19 – Negligência com a antecipação de segurança e saúde no trabalho

#### 5.2.3.2. Antecipações observadas na Obra 4

A Obra 4 estava na fase de acabamento quando as visitas foram realizadas. Várias antecipações foram documentadas. A seguir são apresentadas as mais relevantes:

- **Adequação de projetos à execução:** esta antecipação apareceu com a mesma natureza observada no Estudo de Caso 1. Houve um caso de coordenação entre o projeto hidráulico e o de instalação dos aparelhos condicionares de ar, como mostra a Figura 5.20. Verifica-se na seqüência de fotografias que o suporte do condicionador de ar do lado esquerdo não pode ser fixado em sua posição correta devido ao cano que passa pelo local. Por negligência em relação à antecipação de coordenação entre projetos a gerência do canteiro foi obrigada a adotar como solução a furação da viga para poder passar o cano em uma posição alternativa de modo a não impedir a colocação do suporte do aparelho condicionador de ar. Isto representou uma perda no fluxo de produção.



Figura 5.20 – Negligência com a antecipação de coordenação entre o projeto hidráulico e a definição da posição do suporte do condicionador de ar

- **Nivelamentos e transferências de níveis:** esta antecipação esteve presente de forma análoga ao Estudo de Caso 1. Em um exemplo observado, por negligência com essa antecipação, surgiu uma operação de retrabalho dos pisos cimentados de alguns apartamentos, como mostra a Figura 5.21.



Figura 5.21 – Negligência com a antecipação de nivelamento do piso cimentado

Na Figura 5.21 a região do piso cimentado próxima ao lavabo não apresentava um nível adequado para colocação da soleira de modo que a água pudesse ser escoada. Isto gerou a necessidade de desgastar o piso em alguns locais da sala para se obter o nivelamento definido no projeto.

- **Acessibilidade:** também apareceu da mesma forma que no Estudo de Caso 1. A negligência com essa antecipação dificultou a execução do serviço de instalação hidráulica apresentado pela Figura 5.22. Nesse exemplo, a alvenaria do corredor foi concluída antes do término da instalação da tubulação de incêndio dificultando o acesso e a movimentação no posto de trabalho e gerando a necessidade de produzir uma abertura na alvenaria.



Figura 5.22 – Negligência com a antecipação de acessibilidade

- **Provimento de energia elétrica aos postos de trabalhos:** essa antecipação foi observada em diversos pontos da Obra 4. Apareceram exemplos de instalação elétrica destinada à iluminação da escada e de disponibilização de tomadas de energia elétrica.



- **Limpeza e terminação:** tal como no Estudo de Caso 1, aspectos associados a esta antecipação foram observados diversas vezes no Estudo de Caso 3. A Figura 5.23 ilustra um exemplo observado na Obra 4, em que houve retrabalho em função da negligência com a antecipação de terminação.



Figura 5.23– Negligência com a antecipação de terminação na execução do serviço de assentamento cerâmico de fachada, gerando um retrabalho

Neste exemplo, algumas poucas regiões da fachada não receberam revestimento cerâmico adequadamente, provocando a necessidade de um serviço extra de terminação. O retrabalho é indesejável porque representa uma nova mobilização de recursos para um mesmo posto de trabalho que não é prevista no planejamento ordinário.

- **Suprimentos de materiais:** essa antecipação apareceu através de uma discussão com o gerente da obra sobre o principal problema relacionado à garantia do fluxo de produção. Segundo os envolvidos com a gerência do canteiro, o suprimento de materiais representa a antecipação mais visível de todas, quando são levantados os fluxos necessários aos serviços. Além disso, na etapa de acabamento esta antecipação torna-se ainda mais importante devido



ao elevado nível de inter-relacionamento existente entre os serviços. Foram observados diversos exemplos associados ao suprimento de materiais. A Figura 5.24 ilustra o resultado do transporte antecipado dos insumos necessários ao serviço de assentamento de revestimento cerâmico ao posto de trabalho.



Figura 5.24 – Antecipação de transporte de materiais ao posto de trabalho

A antecipação de transporte de materiais ao posto de trabalho evita que essa operação aconteça dentro do intervalo de tempo destinado à conversão.

- **Instalação antecipada do elevador definitivo da obra:** foi observada uma antecipação de instalação do elevador definitivo da obra. Essa decisão gerencial gera o benefício de evitar o atraso de execução de serviços na região onde fica o elevador provisório de carga.

- **Medição *in loco* de componentes da obra:** essa antecipação foi observada em uma operação de medição dos vãos destinados a esquadrias.

- **Inversões técnicas na seqüência de execução dos serviços:** a empresa responsável pela construção da Obra 4 possuía um banco de dados contendo uma seqüência padronizada de execução de serviços típicos das suas obras. Os responsáveis pelo gerenciamento de cada obra promoviam pequenas alterações nessa seqüência padronizada de forma a promover adequações às peculiaridades de um projeto. No caso da Obra 4 foram observadas duas mudanças no seqüenciamento dos serviços. Uma delas consistiu em executar a primeira demão de pintura antes do assentamento de revestimento cerâmico no piso. O motivo desta antecipação foi evitar serviço adicional de proteção do piso contra respingos de tinta. Outro antecipação observada dessa natureza envolveu a execução da segunda e terceira demãos de tinta antes da colocação de espelhos de interruptores e louças de banheiros, contrariando também o definido banco de seqüência da obra, mas contribuindo para a agilidade do processo de produção.

- **Provisionamento de condições adequadas de higiene no trabalho:** essa antecipação apareceu na forma de instalação de banheiros portáteis em um pavimento elevado. Um dos benefícios, nesse exemplo, consiste em evitar o deslocamento excessivo dos operários entre os postos de trabalho e os sanitários (Figura 5.25).

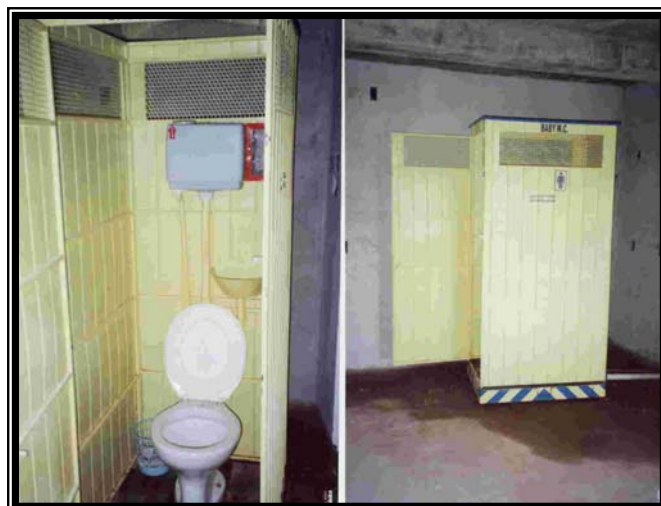


Figura 5.25 – Antecipação de provimento de condições de trabalho

### 5.2.3.3. Antecipações observadas na Obra 5

A Obra 5 apresentou bastante atividade, gerando diversas informações sobre antecipações. Dentre elas destacaram-se:

- **Execução de serviços na fachada:** esta antecipação foi observada na decisão de executar serviços de acabamento na fachada em áreas adjacentes à faixa comprometida pelo elevador de carga da obra, como mostra a Figura 5.26.



Figura 5.26 – Antecipação de execução de serviços na fachada

- **Adequação de projetos à execução:** foi observado um exemplo de coordenação entre o projeto hidráulico (de colocação de um ralo) e o projeto de revestimento cerâmico de piso, em um dos cômodos de um apartamento visitado. Houve uma antecipação de preparação da declividade do piso cimentado para receber o revestimento cerâmico na região próxima ao ralo, como mostra a Figura 5.27.



Figura 5.27 – Antecipação de garantia da declividade junto ao ralo

- **Integração do PCMAT ao planejamento da produção:** esta foi uma discussão levantada pelo responsável pela segurança do trabalho nas obras da empresa. Segundo ele, os gerentes das obras (como foi o caso da Obra 5) comumente relegavam a um segundo plano as ações de segurança do trabalho, em decorrência da priorização do cumprimento de metas de produção. A sugestão era a de incluir metas de segurança do trabalho de forma integrada com as metas de produção.

- **Detalhamento do projeto visando à execução:** essa antecipação apareceu na forma de um projeto de paginação da cerâmica a ser assentada nos apartamentos. Este projeto fazia parte de um caderno técnico previamente elaborado que continha detalhes de execução de diversos serviços.

- **Estudos do primeiro ciclo de produção (execução de protótipos):** essa antecipação apareceu em um exemplo envolvendo um serviço de revestimento cerâmico, em que se produziu uma amostra no primeiro apartamento tipo. A antecipação incluiu a chegada

na obra de uma equipe completa de assentadores de cerâmicas para executar o serviço nos demais apartamentos do edifício somente após a execução da amostra.

- **Preparação de espaço físico para armazenagem de materiais frágeis:** a necessidade dessa antecipação surgiu em decorrência de problemas de estragos causados em algumas esquadrias em decorrência do armazenamento em local inadequado. Também foram registrados problemas com o material vermiculita que foi empilhado diretamente sobre o solo gerando perdas. De uma maneira geral, além do local de armazenagem, é preciso definir antecipadamente a forma de transportá-los e de depositá-los.

#### 5.2.3.4. Antecipações observadas na Obra 6

Nessa obra destacaram-se as seguintes ocorrências associadas a antecipações:

- **Drenagens:** a Figura 5.28 mostra a consequência da negligência com a antecipação de drenagem no subsolo que provocou a formação de poças de água próximas aos componentes do elevador que haviam sido depositados provisoriamente no local.



Figura 5.28 – A consequência da negligência com a antecipação de drenagem

Além do risco de deterioração dos componentes do elevador, a obra sofreu uma pane no sistema telefônico em função da infiltração de água no equipamento de telefonia, ficando sem comunicação externa por alguns dias. A Figura 5.29 mostra o mesmo lugar, três meses depois, ainda susceptível à ação das chuvas devido à negligência em relação à antecipação da operação de drenagem.



Figura 5.29 – A negligência com a antecipação de drenagem aparecendo de forma recorrente

Neste caso em função de uma forte chuva, o subsolo ficou alagado e quase ocorreram estragos nos materiais estocados e ao maquinário do elevador.

- **Coordenação de detalhes de execução de projetos:** essa antecipação apareceu em um exemplo de paginação do revestimento cerâmico do piso em um cômodo de um apartamento. A Figura 5.30 mostra uma fiada de peças cerâmicas rente à parede que dispara o assentamento. Outra fiada perpendicular à primeira passa pelo corredor considerando a coordenação modular com as paredes da sala para que as peças não necessitem de cortes.





Figura 5.30 – A antecipação de paginação de piso com revestimento cerâmico

A Figura 5.31 complementa a descrição dessa antecipação de detalhamento de projetos. O detalhe apresentado nessa figura indica a posição onde a fiada passa no corredor. É possível perceber que à esquerda existe um espaço para a colocação de peças inteiras e se decidiu pela colocação de peças cortadas à direita da fiada de referência. Esta fiada teve como partida uma referência da porta de entrada do apartamento.



Figura 5.31 – Detalhes da antecipação de paginação de piso com revestimento cerâmico

**-Execução antecipada do térreo:** foi observada uma antecipação de execução de serviços do térreo como mostra a Figura 5.32 (execução de revestimento do piso externo). Neste caso pode acontecer um problema de interferência com serviços executados na fachada. Quando isto acontece, a área sob projeção do balancim deve ser interditada. Logo se pode pensar em antecipar este serviço no térreo, desde que seja **protegido posteriormente**, antes de iniciar qualquer serviço com balancim, como mostra a Figura 5.33.



Figura 5.32 – Antecipação de execução do piso externo no pavimento térreo



Figura 5.33 – Antecipação de proteção do piso externo do pavimento térreo



- **Atualização de projetos:** apareceu em um exemplo de atualização da versão atual de cada projeto presente em obra a cada momento em que recebia modificações. A cada alteração promovida era necessária também uma ação de verificação da compatibilização entre projetos distintos. Esses procedimentos faziam parte das normas de qualidade da empresa.

- **Seleção de materiais:** no exemplo apresentado pela Figura 5.34 aparece um painel em um mostruário de opções de revestimentos cerâmicos onde os clientes da Obra 6 possuíam o direito de escolher modelos a serem usados nos cômodos de seus apartamentos. Esta antecipação envolve definir as configurações de projeto a serem oferecidas aos clientes e estabelecer datas para que os clientes apresentem suas escolhas.



Figura 5.34 – Antecipação de definição sobre a seleção de materiais

- **Terminação:** apareceu um exemplo de negligência com a antecipação de terminação na execução de um piso cimentado. Nesse caso não houve a remoção de alças metálicas usadas anteriormente para o apoio de bandejas de proteção instaladas na laje. A antecipação

para o início do serviço de execução do piso cimentado consiste em remover quaisquer materiais agregados à laje e nesse caso isto não foi feito.

- **Definição prévia de um local para o depósito de materiais apresentando não conformidades com especificações:** havia no almoxarifado da Obra 6 uma área identificada especialmente para depositar de materiais não-conformes a espera de decisões sobre suas disposições.

- **Treinamento:** foi observada através de uma não-conformidade detectada em uma auditoria da qualidade em que um pedreiro auditado apresentou uma resposta errada sobre o procedimento do serviço que estava executando.

#### 5.2.3.5. Antecipações observadas na Obra 7

Esta obra encontrava-se na fase de estrutura quando foi iniciado o estudo de caso. No decorrer da série de visitas à Obra 7, diversas antecipações foram identificadas. Dentre elas destacaram-se as seguintes:

- **Antecipações técnicas:** diversas ações gerenciais baseadas nas experiências vividas em projetos anteriores foram presenciadas na Obra 7. A Figura 5.35 apresenta o exemplo da aplicação de argamassa na fiada de marcação da alvenaria para evitar um problema futuro no assentamento de rodapés de madeira. Caso essa antecipação não seja realizada, futuramente, quando os rodapés de madeira forem fixados na alvenaria podem aparecer rompimentos nos blocos cerâmicos próximos ao piso, acarretando uma operação adicional de reforço nessa região.



Figura 5.35 – Antecipação técnica de reforço na base da alvenaria

Outro exemplo de antecipação técnica foi observado na montagem de armaduras de pilares do sub-solo da Obra 7. As armaduras dos pilares eram fixadas em tamanho inteiro (considerando a altura até o pavimento térreo) nos blocos de encabeçamento da fundação no momento da concretagem. Isto gerava economia da ferragem de transpasse. A Figura 5.36 apresenta este exemplo:



Figura 5.36 – Antecipação técnica de eliminação do transpasse nas armaduras

- **Segurança do trabalho:** foi observado um caso destinado ao provimento de segurança do trabalho através da construção antecipada das muretas das sacadas dos apartamentos, como mostra a Figura 5.37.



Figura 5.37– Antecipação de segurança do trabalho através da construção da mureta da sacada

#### 5.2.3.6. Antecipações observadas na Obra 8

Esta obra encontrava-se em fase de estrutura no decorrer do estudo de caso. O ritmo lento de produção possibilitou a identificação de um conjunto reduzido de antecipações. Dentre elas destacaram-se as seguintes:

- **Transparência:** foram observadas diversas antecipações ligadas à comunicação visual indicando juntas da obra, riscos de acidentes e locais de armazenagem de materiais (Figura 5.38).



Figura 5.38 - Comunicação visual sobre o local de armazenagem de fôrmas plásticas

- **Planejamento de localização e uso de equipamentos especiais de transportes de materiais:** como a Obra 8 era bastante extensa e envolvia a realização de serviços em locais bastante espalhados entre si, apresentou-se como um elemento essencial o uso de equipamentos de transporte de materiais como uma grua instalada no canteiro de obras. Nesse sentido, foi observada uma antecipação de preparação de áreas para transporte integrado de materiais usando a grua e os elevadores de carga montados na obra.

- **Segurança no trabalho:** foi observado um exemplo referente à segurança do trabalho em uma antecipação na construção de muretas da periferia das lajes, como mostra a Figura 5.39.



Figura 5.39 – Antecipação na construção de muretas da periferia das lajes como medida de segurança

Também apareceu uma antecipação de segurança do trabalho envolvendo a instalação do corrimão metálico definitivo da caixa de escada do edifício já na etapa de obra bruta (Figura 5.40).



Figura 5.40 – Antecipação de colocação do corrimão da escada como medida de segurança

#### 5.2.3.7. Antecipações determinadas no Estudo de Caso 3 através de análise documental

Além das observações nos canteiros de obras, o Estudo de Caso 3 envolveu também uma análise documental sobre instruções técnicas de execução de serviços pertencentes ao manual da qualidade da empresa. No momento em que a pesquisa estava sendo conduzida existiam oito Instruções de Trabalho – IT – documentadas formalmente (Anexo C).

Cada IT apresentava informações sobre seus objetivos, documentos de referência, responsáveis pela execução, materiais, equipamentos, condições para o início do serviço e método executivo. Existiam ITs para os serviços de confecção, montagem e desmontagem de fôrmas; corte, dobra e montagem de armaduras; concretagem; alvenaria; piso cimentado; reboco e emboço interno; revestimento cerâmico de parede e revestimento cerâmico de piso.



Com o intuito de verificar se a empresa do Estudo de Caso 3 planejava a inclusão de antecipações em suas Instruções de Trabalho, foram analisadas todas as ITs que haviam sido homologadas no manual da qualidade. Essas análises permitiram constatar diversas antecipações, que apareceram no provimento de documentos de referência, nas providências relativas a materiais, equipamentos e condições para início dos serviços e nos métodos executivos. As tabelas 5.1 a 5.8 apresentam as diversas antecipações identificadas.

Tabela 5.1: Antecipações identificadas na IT de Confeção, montagem e desmontagem de fôrmas de madeira

<b>Antecipações</b>	<b>Descrição</b>
<b>Provimento de projetos</b>	Projetos de arquitetura, de estruturas, de ferragens, de interferências entre projetos, de fôrmas, de escoramento de locação de eixo e de gualhos
<b>Provimento de materiais</b>	Arame recozido nº 10, Chapas de madeira compensada (17 e 18 mm), Cunha de madeira, Desmoldante, Distanciadores, Escoramento de madeira ou metálico, Isopor (juntas de dilatação), Pontaleta de madeira, Pregos, Sarrafos de madeira, Tinta a óleo para identificação de mão francesa e painéis, Tubo de PVC 25mm
<b>Provimento de equipamentos</b>	Arco de serra, Barras de ancoragem, Brocas para madeira, Brocha, pincel ou rolo de lâ de 27 cm, Cavaletes, Corda, Desengrossadeira para bitolamento da madeira, Disco de serra, Disco de vídea, Espaçadores tipo “chupeta”, Esquadro metálico, Furadeira, Galgas, Linha nylon, Mangueira de nível, Mãos francesas, Marreta, Martelo, Nível alemão ou aparelho de nível a laser, Pé de cabra e/ou alavanca, Pincel, Prumo de centro ou de face, Rolo de lâ, Tensores, Serra circular manual, Serra de bancada com proteção para disco, Serrote, Suporte para bandeja, Trena metálica, EPI’s: capacete, bota de couro, luva raspa, cinto de segurança, óculos de proteção, protetor auricular, protetor facial, EPC’s: coifa, bandeja
<b>Provimento de condições para o início dos serviços</b>	<u>Etapa de confecção de fôrmas:</u> limpeza do local de trabalho, preparação da central de montagem e preparação dos materiais a serem utilizados; <u>Etapa de montagem de fôrmas:</u> limpeza e acessibilidade ao local de trabalho, proteção de caixas, tubulações e vãos do piso inferior, transferência de eixos de referência do andar inferior para a fôrma a ser montada, disponibilização de materiais e equipamentos, inspeção da fixação dos gualhos, inspeção de prumos de pilares, posicionamento e espaçamento das barras de ancoragem e sargentos e imobilidade do conjunto mão-francesa /gualho, inspeção do distanciamento dos cavaletes e encaixes com topos de pilares (para vigas), inspeção do posicionamento de escoras e longarinas (para lajes), transferência do nível de referência para a laje em questão em um ponto próximo à caixa de escada; <u>Etapa de desmontagem das fôrmas:</u> construção de dispositivos de proteção coletiva
<b>Execução de operações especiais</b>	<u>Etapa de confecção de fôrmas:</u> transparência (identificação de cada peça após sua produção de acordo com o projeto de fôrmas), limpeza do local de confecção de peças, inspeção por amostragem das peças das fôrmas antes da estocagem, preparação de um abrigo limpo, arejado, e protegido da ação do sol e da chuva destinado à armazenagem das peças da fôrma; <u>Etapa de montagem de fôrmas:</u> inspeção do espaçamento entre os cavaletes, inspecionar o alinhamento e prumo de vigas; <u>Etapa de desmontagem das fôrmas:</u> verificação da existência de painéis que necessitam reparos, inspeção da existência de brocas no concreto desformado e no caso de existirem repará-las com <i>grout</i>

Tabela 5.2: Antecipações identificadas na IT de Corte, dobra e montagem de armaduras

<b>Antecipações</b>	<b>Descrição</b>
<b>Provisionamento de projetos</b>	Projetos de armação, de estrutura e de interferências com outros projetos
<b>Provisionamento de materiais</b>	Aço (barras, fios ou telas), Arame recozido 18, Espaçadores plásticos ou pastilhas de concreto
<b>Provisionamento de equipamentos</b>	Arco de serra, Bancada de armação, Chave de dobra, Disco para policorte, Guincho ou grua, Lâmina de serra, Metro articulado ou trena metálica, Policorte, Tesoura manual, Turquesa, EPI's: capacete, bota de couro, luva raspa, protetor facial protetor auricular e avental de raspa (quando cabível), cinto de segurança (se for o caso), EPC's: Coifa
<b>Provisionamento de condições para o início dos serviços</b>	Limpeza do local de trabalho, acesso ao local de trabalho, nivelamento e alinhamento das fôrmas e aplicação de desmoldante na fôrma
<b>Execução de operações especiais</b>	Transparência (na identificação das armaduras com plaquetas), Inspeções do comprimento da ancoragem, ancoragem nos apoios, cobrimento e bitolas dos ferros, acessibilidade da agulha do vibrador às regiões de congestionamento de ferragens, limpeza e terminação da laje após a montagem das armaduras (para evitar que materiais indevidos provoquem problemas de qualidade à concretagem)

Tabela 5.3: Antecipações identificadas na IT de Concretagem

<b>Antecipações</b>	<b>Descrição</b>
<b>Provisionamento de projetos</b>	Projetos de fundações, estrutura, fôrmas e interferência
<b>Provisionamento de materiais</b>	Água, Areia, Brita, Cimento, Concreto usinado
<b>Provisionamento de equipamentos</b>	Balde para concreto, Betoneira, Colher de pedreiro, Corda, Desempenadeira de madeira e de aço, Extensão, Gerica e carrinho de mão, Guincho, grua ou bomba para concreto, Mangote para vibrador, Mangueira, Mestras metálicas, Motor de vibrador, Nível alemão, Pá e enxada, Padiolas, Régua de alumínio, Rodão de madeira ou alumínio, Taliscas plásticas, EPI's: capacete, bota de borracha, protetor auricular, EPC's: bandeja e proteção periférica
<b>Provisionamento de condições para o início dos serviços</b>	Verificação do funcionamento de equipamentos (vibrador, prancha, betoneira e grua), verificação do abastecimento de água e energia, acessibilidade ao local a ser concretado, verificação de disponibilidade de mão-de-obra laboratorista, verificação das armaduras quanto ao seu posicionamento, verificação de caixas de passagem, criação de passarelas para transporte de concreto com gericas ou carrinhos de mão

Tabela 5.4: Antecipações identificadas na IT de Alvenaria

<b>Antecipações</b>	<b>Descrição</b>
<b>Provisionamento de projetos</b>	Projetos de arquitetura, esquadrias, alvenarias e instalações hidro-sanitárias
<b>Provisionamento de materiais</b>	Adesivo epóxi, Argamassa de assentamento, industrializada ou não, Blocos cerâmicos ou de concreto, Pontas de ferros, Tijolo maciço, Verga e contra-verga
<b>Provisionamento de equipamentos</b>	Andaime (se for o caso), Colher de pedreiro, Escantilhão ou pontalete de madeira, Esquadro, Linha de nylon, Mangueira de nível, Masseiras, Nível de mão; Prumo de face; Régua de alumínio; Trena de aço; EPI's: capacete, bota de couro, luva de borracha e cinto de segurança (se for o caso)
<b>Provisionamento de condições para o início dos serviços</b>	Transferência de eixos de referências, limpeza do local de trabalho, garantia de acessibilidade, transporte antecipado de materiais e equipamentos aos postos de trabalho e execução de componentes pré-fabricados (vergas e contra-vergas)
<b>Execução de operações especiais</b>	Conferência de esquadros dos eixos de referência, alinhamento, prumo da alvenaria, esquadro dos ambientes, espessura da folga da alvenaria para aperto, uniformidade de juntas horizontais e verticais e colocação de vergas e contra-vergas



Tabela 5.5: Antecipações identificadas na IT de execução de piso cimentado

<b>Antecipações</b>	<b>Descrição</b>
<b>Provisionamento de projetos</b>	Definição de projetos de arquitetura, estrutura, instalações elétricas e hidro-sanitárias
<b>Provisionamento de materiais</b>	Argamassa de cimento e areia, Cimento
<b>Provisionamento de equipamentos</b>	Alavanca, Balde plástico com capacidade para 20 l, Betoneira, Broxa, Colher de pedreiro, Desempenadeira de aço, Desempenadeira de madeira, Mangueira de nível, nível alemão ou aparelho de nível a laser, Marreta, Metro articulado ou trena metálica, Pá e enxada, Régua de alumínio, Soquete de madeira, Taliscas de material cerâmico, Vassoura de piaçava ou vassourão, EPI's: Capacete, bota de couro, luvas de borracha
<b>Provisionamento de condições para o início dos serviços</b>	Execução de serviços anteriores na seqüência construtiva como alvenaria, instalações elétricas e hidro-sanitárias de piso, taliscamento de piso e instalações de portais
<b>Execução de operações especiais</b>	Proteção do serviço terminado quanto ao tráfego de pessoas ou equipamentos sobre a área do piso cimentado

Tabela 5.6: Antecipações identificadas nas ITs de Emboço e Reboco

<b>Antecipações</b>	<b>Descrição</b>
<b>Provisionamento de projetos</b>	Definição de projetos de arquitetura, de instalações elétricas, telefônicas e hidro-sanitária e instalações especiais
<b>Provisionamento de materiais</b>	Areia, Argamassa usinada (se for o caso), Cal, Cimento
<b>Provisionamento de equipamentos</b>	Balde, Banca, Betoneira, Brocha, Carrinho, Colher de pedreiro, Desempenadeira de madeira, metálica ou de plástico, Elevador de carga, Enxada, Espuma, Esquadro metálico 60 cm x 80 cm, Gericá, Maseira, Mangueira de nível, Pá, Padiola ou carrinho padiola, Peneira, Prancha, Prumo de face ou eletrônico, Régua de alumínio, Trena, Vassoura, EPI's: capacete, bota de couro, luvas de borracha
<b>Provisionamento de condições para o início dos serviços</b>	Execução de prumadas de água e energia, execução de apertos, enchimento, e entelamentos na alvenaria, execução de tubulações elétricas, hidráulicas, telefônicas e especiais, execução de gesso corrido ou reboco de teto, execução de contramarcos de alumínio de pré-moldados, execução do contrapiso, limpeza da parede com remoção de quaisquer detritos, execução de taliscamento de paredes, execução de gabaritos ou instalação de portais, proteção de caixas elétricas e pontos hidráulicos
<b>Execução de operações especiais</b>	Limpeza de pontos elétricos, hidro-sanitários e contramarcos, remoção de detritos de argamassa do piso

Tabela 5.7: Antecipações identificadas na IT de Revestimento cerâmico de parede

<b>Antecipações</b>	<b>Descrição</b>
<b>Provisionamento de projetos</b>	Definição de projetos de arquitetura e paginação de revestimento cerâmico
<b>Provisionamento de materiais</b>	Argamassa colante, Espaçadores plásticos tipo X, Peças cerâmicas, Prego
<b>Provisionamento de equipamentos</b>	Broxa, Cavalete, Colher de pedreiro, Desempenadeira de aço com lado dentado, Esquadro, Lápis, Linha de nylon, Martelo de borracha, Maseira, Mangueira de Nível, Prumo de face, Régua de alumínio, Riscador manual com rodel cortante, Serra elétrica manual com disco de corte (Makita), Trena metálica ou metro, EPI's: Capacete, luvas de borracha, bota de couro, protetor auricular e óculos de segurança
<b>Provisionamento de condições para o início dos serviços</b>	Limpeza da parede, inspeção do prumo, régua e esquadro do emboço, testes de ramais de água, execução de sondagem nas tubulações elétricas, verificação da quantidade de peças para revestimento necessárias de acordo com a paginação

Tabela 5.8: Antecipações identificadas na IT de Revestimento cerâmico de piso

<b>Antecipações</b>	<b>Descrição</b>
<b>Provisionamento de projetos</b>	Definição de arquitetura e projeto de paginação de piso
<b>Provisionamento de materiais</b>	Argamassa colante, Espaçadores plásticos tipo X, Peças cerâmicas, Prego, Soleira em granito
<b>Provisionamento de equipamentos</b>	Broxa, Colher de pedreiro, Desempenadeira de aço com lado dentado, Esquadro, Lápis, Linha de nylon, Martelo de borracha, Maseira de pedreiro, Régua de alumínio, Riscador manual com rodel cortante, Rodo, Serra elétrica manual com disco de corte (tipo Makita), Trena metálica ou metro, Vassoura, EPI's: Capacete, luvas de borracha, bota de couro, protetor auricular e óculos de segurança
<b>Provisionamento de condições para o início dos serviços</b>	Verificação da limpeza, planicidade, nivelamento e caimentos do piso cimentado realizado, verificação de características dos lotes de peças cerâmicas quanto à quantidade e tonalidade, assentamento e proteção de ralos
<b>Execução de operações especiais</b>	Planejamento da produção e abastecimento de argamassa

A análise dos dados das tabelas 5.1 a 5.8 permitiu constatar que:

- existe uma boa identificação de antecipações referentes à definição de projetos e ao provisionamento de materiais e equipamentos (como se pode verificar em todas as tabelas);
- a IT do serviço de fôrmas aparece com um nível de detalhamento compatível com sua complexidade, visto que a organização por etapas do serviço de fôrmas considerando confecção, montagem e desmontagem, favorece o trabalho de inclusão das antecipações nos planos de produção;
- a IT do serviço de armação apresenta-se negligente em relação às etapas de corte e dobra de ferros, preocupando-se somente com a montagem. Nesta IT existe a necessidade de se pensar em um maior detalhamento de antecipações para as etapas citadas anteriormente;
- a IT do serviço de alvenaria agrega excessivamente as etapas do processo, negligenciando aspectos de antecipações ligadas à marcação e ao aperto;
- as ITs de piso cimentado, reboco e emboço e revestimento cerâmico de parede preocupam-se somente com os serviços anteriores na seqüência construtiva negligenciando antecipações importantes como o planejamento da produção e abastecimento de argamassa, visto que este serviço é um grande consumidor desse insumo.

### 5.3. A DEFINIÇÃO DE PROCEDIMENTOS PADRONIZADOS DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS INCLUINDO A SISTEMÁTICA DAS ANTECIPAÇÕES

As observações de campo ao longo dos estudos de casos realizados e a análise de documentos referentes a instruções de serviços na empresa do Estudo de Caso 3 geraram uma base de dados considerada suficiente para iniciar o trabalho de sistematização das antecipações. Para tornar esse processo ainda mais consistente, foram desenvolvidas análises adicionais com base no conhecimento produzido em referências descrevendo procedimentos técnicos de execução de serviços da construção (PICCHI, 1997a, 1997b, 1997c; THOMAZ, 2001; YÁZIGI, 2002).

A análise dos trabalhos de Picchi (1997a, 1997b, 1997c) permitiu extrair diversas informações sobre antecipações, registradas a partir de procedimentos padronizados de execução de serviços de uma empresa construtora de grande porte (ver o trabalho de MACHADO, 1997). As obras de Thomaz (2001) e Yázigi (2002) geraram informações a partir da análise crítica de normas técnicas de execução de diversos serviços existentes nos canteiros de obras.

Considerando as peculiaridades de cada serviço estudado, foram identificadas as antecipações consideradas mais relevantes para executá-lo. Em cada análise foram organizados dois grupos de antecipações: o primeiro envolvendo o provimento de insumos (antecipações à montante ou antecipações sobre *inputs*) para o processo produtivo e o segundo buscando assegurar os resultados necessários para executar outros processos posteriores (antecipações à jusante do serviço considerado ou antecipações sobre *outputs*). Este segundo grupo relacionou as antecipações sobre os serviços concluídos, visando torná-los adequados aos processos produtivos à jusante.

Ao todo foram analisados vinte e nove serviços presentes nas diversas fases construtivas da obra. Nesse sentido, foram gerados compêndios de antecipações para os seguintes serviços:

- montagem de fôrmas;
- corte e dobra de aços;
- montagem de armaduras;
- concretagem;
- elevação de alvenaria de vedação;
- execução de piso cimentado;
- chapisco;
- emboço interno;
- reboco interno;
- emboço externo;
- reboco externo;
- aplicação de gesso liso no teto;
- revestimento cerâmico interno;
- revestimento cerâmico em fachada;
- revestimento de pedra em piso;
- revestimento de pedra em fachada;
- cobertura com telhas onduladas de fibrocimento;
- cobertura com telhas de fibrocimento tipo canaleta;
- cobertura com telhas cerâmicas;
- assentamento de conjuntos de portas-prontas;
- assentamento de conjuntos de esquadrias de PVC com vidro;
- execução de assoalho de madeira;

- assentamento de rodapé de madeira;
- execução de forro de gesso em placas;
- execução de forro de madeira;
- assentamento de carpete;
- aplicação de massa PVA e primeira demão de tinta;
- pintura com tinta PVA em segunda e terceira demãos e;
- emassamento acrílico liso com pintura acrílica externa.

Os compêndios de antecipações foram organizados na forma de procedimentos de execução de serviços, conforme os modelos apresentados no Anexo D.

A análise das informações descrevendo os serviços relacionados anteriormente considerou o mesmo modelo teórico que serviu de referência para a identificação de antecipações nos estudos de casos, como descrito na seção 5.2. Para esclarecer o processo de identificação das antecipações, serão apresentados, a seguir, exemplos da análise realizada no serviço de concretagem:

**- Antecipações detectadas à montante no serviço de Concretagem:**

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Determinação do traço do concreto	<b>Definição da proporção de materiais</b>

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Provisionamento de enxada, pá, balde, espátula, tambor, torques, vassoura piaçava, colher de pedreiro, mestras reguláveis de ferro, mangueira, régua reforçada de alumínio, desempenadeira de madeira, passarela para laje, carrinho de mão, girica, ponteiros, marretas, nível alemão, régua vibratória, vibrador completo	<b>Gestão de equipamentos</b> (provisionamento ao posto de trabalho)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Produção de carrinhos ou padiolas para transporte dos agregados e balde específico para dosagem de água na mistura do concreto; Confecção de cone, chapa e haste de metal para o controle da trabalhabilidade do concreto através do teste de slump	<b>Gestão de equipamentos</b> (produção)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Preparação de local específico para armazenar os equipamentos	<b>Gestão de equipamentos</b> (armazenagem)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Elevação da torre do elevador de carga a um nível superior ao da laje a ser concretada, para o transporte de concreto com girica; Nivelamento da bomba de recalque do concreto e travamento da tubulação de recalque em peças já concretadas	<b>Gestão de equipamentos</b> (montagem)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Manutenção preventiva dos equipamentos a serem usados na concretagem (bomba de recalque, elevador de carga, vibrador de imersão, giricas e carrinhos de mão)	<b>Gestão de equipamentos</b> (manutenção preventiva)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Fornecimento de água, areia, brita, cimento, aditivos especiais e concreto usinado ao posto de trabalho	<b>Gestão de materiais</b> (provimento)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Controle da qualificação de fornecedores de agregado (areia e brita) de concreto, assegurando que disponham de produtos uniformes ao longo do fornecimento	<b>Gestão de materiais</b> (fornecimento)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Inspeção de agregados miúdos (areia ou pó de brita) de modo a evitar a presença de substâncias nocivas (torrões de argila, matérias carbonosas, gravetos, mica, grânulos tenros, friáveis ou envolvidos em películas) e impurezas orgânicas; Inspeção de agregados graúdos de modo a evitar a presença de substâncias nocivas ao concreto, como torrões de argila e material pulverulento; Verificação do Fck e do slump do concreto usinado recebido na obra	<b>Gestão de materiais</b> (recebimento)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Preparação de um local para depósito de areia e brita sobre solo firme e limpo, ou sobre superfície preparada com aplicação de 10 cm de concreto magro; Construção de baias isoladas para areias e britas de graduações diferentes; Preparação de abrigos fechados imunes à umidade, com superfície sobre estrados elevados do solo, com tábuas apoiadas sobre tijolos ou caibros para armazenar sacos de cimento	<b>Gestão de materiais</b> (preparação de espaço físico para armazenagem)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Organização do armazenamento dos sacos de cimento em pilhas com altura máxima equivalente a dez unidades; Organização da retirada dos sacos de cimento de acordo com o sistema primeiro que entra é o primeiro que sai. Para isso deve-se organizar mais de um depósito, de forma que lotes recebidos em momentos distintos não sejam misturados e sejam armazenados separadamente de forma a facilitar a sua inspeção e o seu uso na ordem cronológica de recebimento	<b>Gestão de materiais</b> (procedimentos de estocagem)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Comunicação através da produção de quadros visuais aos responsáveis pela preparação do concreto, sobre o traço a ser usado, a seqüência de carregamento da caçamba e o tempo de mistura do concreto	<b>Comunicação visual</b> (transparência)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Conferência da limpeza geral da fôrma; Conferência da aplicação do desmoldante; Conferência de armaduras de pilares, vigas e lajes; Conferência de prumos de fôrmas de pilares; Conferência de nivelamentos e alinhamentos de fôrmas de vigas e lajes; Conferência do travamento e escoramento de fôrmas; Conferência do posicionamento de tubulações e de caixas de passagens hidráulicas, elétricas e de gás	<b>Inspeções de serviços anteriores</b>

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Preparação de local para guarda e troca de vestimenta; Fornecimento de água potável aos trabalhadores em seus postos de trabalho; Instalação de banheiro móvel próximo ao posto de trabalho	<b>Provimento de condições de trabalho</b>

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Provimento de energia para uso de equipamentos no posto de trabalho; Provimento de água ao posto de trabalho	<b>Provimento de energia e água ao posto de trabalho</b>

**- Antecipações detectadas no decorrer e à jusante do serviço de Concretagem:**

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Inspeção do teor de umidade do concreto; Inspeção do enchimento correto dos carrinhos ou padiolas com os materiais para a produção do concreto; Inspeção do uso correto do dosador de água; Inspeção do tempo correto de mistura da massa; Inspeção do slump; Inspeção da terminação e limpeza do serviço	<b>Inspeções</b> (referentes à produção de concreto no canteiro de obras)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Inspeção da limpeza da fundação antes da concretagem; Inspeção da cota de colocação da armadura; Inspeção da cota de arrasamento do concreto; Inspeção da proteção do concreto com areia lavada; Inspeção da terminação e limpeza do serviço	<b>Inspeções</b> (referentes ao lançamento de concreto em fundações, com o uso de girica ou de bomba)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Inspeção de molhagem da fôrma; Inspeção do lançamento e adensamento em sub-camadas de 50 cm; Inspeção do nível de enchimento do pilar; Inspeção da limpeza do arranque; Inspeção da terminação e limpeza do serviço	<b>Inspeções</b> (referentes ao lançamento de concreto em pilares, com o uso de girica ou de bomba)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Inspeção de molhagem da fôrma; Inspeção do lançamento e adensamento; Inspeção de planicidade; Inspeção do acabamento superficial; Inspeção da terminação e limpeza do serviço	<b>Inspeções</b> (referentes ao lançamento de concreto em calhas e rufos, com o uso de girica)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Inspeção de posicionamento, nivelamento e fixação de mestras; Inspeção da molhagem da fôrma; Inspeção do lançamento e adensamento; Inspeção de planicidade e nivelamento; Inspeção do acabamento superficial; Inspeção da terminação e limpeza do serviço	<b>Inspeções</b> (referentes ao lançamento de concreto em vigas e lajes, com o uso de girica ou de bomba)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Inspeção da alimentação e fornecimento de água; Inspeção da frequência de molhagem; Inspeção da cura por três dias; Inspeção da terminação e limpeza do serviço	<b>Inspeções</b> (referentes à cura do concreto em laje)

<b>Aspecto analisado</b>	<b>Categoria da antecipação</b>
Inspeção da aplicação de chapisco rolado; Inspeção do prazo de aplicação após a desfôrma; Inspeção da terminação e limpeza do serviço	<b>Inspeções</b> (referentes à cura do concreto em pilares e vigas)

Analisando as antecipações apresentadas anteriormente, constata-se um nível maior de aprofundamento na geração de informações, em relação às evidências apresentadas na seção 5.2.



Nota-se também um conjunto significativo de antecipações associadas a inspeções. Nesse caso, a antecipação tem o intuito de evitar problemas na execução dos serviços programados para serem executados, em função de negligência com aspectos de terminação em serviços anteriores. A análise do conjunto de serviços indicados anteriormente (no início desta seção) associada às descobertas obtidas nos estudos de casos 1, 2 e 3, permitiu consolidar o processo de sistematização das antecipações, como apresentado na próxima seção.

#### **5.4. A SISTEMATIZAÇÃO DAS ANTECIPAÇÕES COM BASE NAS EVIDÊNCIAS OBTIDAS NA PESQUISA**

A fase final da pesquisa envolveu a análise dos dados coletados nos estudos de casos. Constatou-se um processo de convergência, indicando a existência das mesmas antecipações em obras distintas, como foi o exemplo, da adequação de projetos à execução, presente nos estudos de casos 1 e 3.

Com o intuito de ordenar as antecipações com base em um critério de frequência nos serviços analisados na pesquisa, foi realizado um novo estudo dos resultados obtidos na análise documental descrita na seção 5.3. Esse estudo confirmou o resultado, já esperado, da existência formal de antecipações relativas à execução de serviços anteriores, provimento de materiais, equipamentos, ferramentas e projetos, e realização de inspeções em todos os serviços analisados. Surgiram, no entanto, antecipações não tão evidentes quanto estas, como a manutenção preventiva de equipamentos (no caso da concretagem), a coordenação entre projetos (para a elevação de alvenaria), a prototipagem (no revestimento cerâmico) e a seleção de materiais (nos serviços envolvendo o uso de madeira). Foi constatado, ao final da

ordenação dos dados, que havia negligência em relação a diversas antecipações observadas nos canteiros de obras durante os estudos de campo. Essas antecipações foram incluídas no processo de sistematização com base na importância que possuíam para o fluxo do processo de produção. Isto foi feito considerando avaliações qualitativas obtidas nas entrevistas realizadas nos estudos de casos, tratando das conseqüências a montante e a jusante geradas ao processo produtivo, em função da presença ou da ausência das antecipações, como discutido na seção 5.2.

Ao final desse processo de sistematização, as principais categorias de antecipações obtidas foram as seguintes:

**- Execução de serviços anteriores:**

Qualquer serviço existente nos canteiros de obras possui aspectos que condicionam o início de sua execução à conclusão de serviços que o precedem. Nesse sentido, a execução de serviços anteriores constitui-se um foco básico para se incluir na sistematização das antecipações, como indicaram as análises documentais das seções 5.2.3.7 e 5.3. Como já discutido anteriormente, por uma questão de proteção do fluxo de produção contra barreiras (restrições) que possam aparecer em seu caminho, em decorrência da variabilidade inerente ao processo produtivo da construção, torna-se conveniente executar os serviços anteriores antecipadamente.

No Anexo D pode-se conferir diversos conjuntos de antecipações ligadas aos serviços anteriores. Na elevação de alvenaria, por exemplo, aparece como um serviço anterior a ser realizado, a aplicação de chapisco em peças estruturais de concreto (pilares, vigas e lajes). A realização desse serviço deve ser programada para acontecer assim que se executar a desfôrma da estrutura, removendo antecipadamente um aspecto que pode representar uma

restrição à execução da alvenaria, pois, caso o chapisco não tenha sido aplicado, irá provocar problemas de aderência nas regiões de ligação de blocos cerâmicos com as peças de concreto. Para realizar o chapisco devem ser removidos detritos de fôrmas que eventualmente aderiram às peças de concreto armado e regularizar com argamassa de alta resistência as regiões apresentando brocas.

No caso de alvenarias sobre os alicerces da construção, deve-se atentar para a impermeabilização desses elementos de fundação da obra. Quando se faz isto, remove-se outra restrição, pois a impermeabilização é necessária para evitar problemas relativos à umidade na região da alvenaria que fica próxima ao solo. Em termos operacionais, a antecipação da impermeabilização destina-se a tornar utilizáveis os sub-solos e térreos como depósitos ou áreas de trabalho. Nesses dois exemplos, a antecipação na execução de serviços anteriores visa a evitar conseqüências negativas no futuro, associadas a problemas de patologia na construção.

Os aspectos discutidos anteriormente direcionam a lógica de inclusão de antecipações nos planos de produção para a análise de conseqüências futuras de ações gerenciais que devem ser incluídas na execução de serviços. Como a aplicação de chapisco e a realização da impermeabilização tornam-se essenciais no contexto apresentado anteriormente, esses serviços passam a ser considerados como restrições para a execução da elevação da alvenaria. E no sentido de se antecipar em relação à possibilidade de ocorrência de variabilidade no processo produtivo como um todo, o planejamento de antecipações preconiza a execução desses serviços tão logo revelem problemas e propiciem tempo para ação.

### - Gestão de aspectos relativos aos projetos e à construtibilidade:

Esta antecipação consiste na adequação de características de projetos às condições práticas de execução. Visa contemplar detalhes executivos que normalmente não são previstos nos projetos. Nesse sentido, tem o objetivo de precaver contra uma eventual necessidade de uma operação extraordinária de adequação do serviço, realizada sem planejamento, no momento de sua execução.

A gestão de aspectos relativos aos projetos relaciona-se ao provimento de informações consideradas essenciais para a execução da obra, como os projetos arquitetônico, elétrico, telefônico, hidro-sanitário, de instalações de gás, de incêndio, de estrutura e de fundações. O provimento desses projetos deve acontecer de acordo com demandas variáveis de progressão da obra. Podem ser identificados os seguintes exemplos de situações em que essa antecipação é particularmente relevante:

Tabela 5.9 – Antecipações associadas ao provimento de projetos para serviços

<b>Serviço</b>	<b>Projetos necessários</b>
Montagem de fôrmas	Projeto de arquitetura, Projeto de estruturas, Projeto de ferragens, Projeto de fôrma, Projeto de instalações elétricas, Projeto de instalações hidro-sanitárias, Projeto de escoramento das fôrmas, Projeto de locação dos eixos e gualchos
Corte, dobra e montagem de armaduras	Projeto de armação de ferragens, Projeto de estruturas
Concretagem	Projeto de fundações, Projeto de estruturas, Projeto de fôrmas
Elevação de alvenaria	Projeto de arquitetura, Projeto de esquadrias, Projeto de alvenaria, Projeto de instalações hidro-sanitárias
Piso cimentado	Projeto de arquitetura, Projeto de estruturas, Projeto de instalações elétricas, Projeto de instalações hidro-sanitárias
Reboco e emboço interno	Projeto de arquitetura, Projeto de instalações elétricas, Projeto de instalações hidro-sanitárias, Projeto de instalações especiais, Memorial descritivo
Revestimento cerâmico e parede	Projeto de arquitetura, Projeto de detalhamento cerâmico
Revestimento cerâmico de piso	Projeto de arquitetura, Projeto de detalhamento de pisos
Execução de telhados	Projeto de telhados

Outro aspecto ligado ao provimento de projetos refere-se a situações especiais, onde há demanda por detalhamento operacional. Essa antecipação poderia aparecer para todos os

serviços existentes no canteiro de obras. No entanto, devido aos custos associados ao desenvolvimento de projetos operacionais, é adotada somente para alguns serviços que demandam informações mais detalhadas a respeito do processo executivo. Nos estudos de casos foram constatadas evidências associadas à necessidade dessa antecipação nas obras 1, 4, 5 e 6 (figuras 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.20, 5.27, 5.30 e 5.31). Através da análise documental descrita na seção 5.3, a antecipação de adequação de projeto à execução apresentou-se como elemento essencial nos seguintes casos:

- detalhamento da montagem de fôrmas, através da definição de dimensões de peças e do sistema de escoramento;
- detalhamento do processo de corte e dobra de aço visando otimizar o uso de barras;
- detalhamento do projeto de alvenaria, incluindo blocos em dimensões diversas, dimensões de vãos, localização de pré-moldados na parede e interações com os projetos de instalações elétricas, hidro-sanitárias e de revestimentos;
- projetos detalhados de paginação em serviços de revestimento cerâmico ou em pedra de pisos e de paredes;
- detalhamento de projetos das esquadrias nos serviços de assentamento de esquadrias;
- detalhamento do projeto arquitetônico no caso de serviços de forros de gesso em placas;
- elaboração de um plano de corte no caso de serviços de assentamento de carpete.

**- Gestão de materiais:**

Esta antecipação abrange diversos aspectos referentes ao fluxo de materiais no sistema produtivo da construção, aparecendo em todos os serviços presentes no canteiro de obras.

Envolve as seguintes atividades:

- **levantamentos de necessidades (quantitativas) e de especificações de materiais;**

- **seleção de fornecedores:** especialmente relevante no caso do serviço de concretagem, onde é necessário assegurar o fornecimento de concreto pronto (ou do conjunto de agregados) de maneira uniforme ao longo de toda a fase de execução da estrutura;
- **seleção preliminar de materiais:** ocorre em situações especiais, em que se solicita aos fornecedores amostras de materiais para a realização de testes de desempenho ou de aceitação por parte dos clientes, antes de se efetuar a compra;
- **compras:** importante no caso de materiais que são fornecidos por uma quantidade reduzida de fornecedores ou em situações onde há problemas de abastecimento na praça (nesses contextos a compra é considerada crítica). Nos estudos de casos foram observadas diversas ocorrências de problemas relacionados às compras de materiais. Em um caso, houve desabastecimento de areia na região onde uma construtora atuava. Em outro exemplo, houve problema com o fornecimento de argamassa industrializada. Outra situação aconteceu em decorrência de um cenário favorável para a exportação de aço, provocando desabastecimento desse material no mercado interno. Em todas estas situações, os responsáveis pelo gerenciamento dos projetos deveriam ter realizado uma antecipação de análise do mercado fornecedor, acompanhada por compras preventivas de materiais;
- **recebimento:** deve ser programado para evitar necessidades de desmobilização de pessoal trabalhando na produção para realizar esta atividade. Existe a necessidade ainda de coordenar o recebimento com a preparação de espaço físico para armazenagem. Exemplos: recebimento de barras de aço em serviços de corte e dobra de aço, recebimento de concreto usinado ou de agregados para produção no canteiro de obras no caso do serviço de concretagem, recebimento de blocos cerâmicos e de agregados para o serviço de alvenaria, recebimento de portas-prontas na obra;
- **armazenagem:** relevante no caso da montagem de fôrmas (em termos da preparação de um local no canteiro de obras para depósito de peças de madeira), na alvenaria (através da

definição de como montar pilhas para depositar os blocos cerâmicos), no reboco interno (com a definição do armazenamento do cimento em pilhas de no máximo 15 sacos, sobre estrados de madeira em local coberto), no gesso liso no teto (o depósito do pó de gesso deve ser feito em local livre de umidade);

- **seleção e inspeção dos materiais a serem usados:** são exemplos os serviços de revestimento cerâmico de pisos e paredes, revestimento de pedra em piso e em fachada e serviços que usam madeira aparente como rodapés, portas e guarnições e tesouras de coberturas, em que é necessário assegurar a mesma tonalidade nas peças utilizadas. Há também o exemplo da concretagem em que se deve inspecionar o concreto (teste de *slump*) antes de utilizá-lo. Aparece também o caso do serviço de colocação de assoalhos em que se deve inspecionar a umidade das peças de madeira para evitar empenamentos futuros;

- **preparação dos insumos:** são exemplos o preparo da madeira para confecção de tesouras da estrutura da cobertura, o preparo de cal e o preparo de massa para revestimento de superfícies com gesso liso;

- **realização de teste de desempenho antes do uso:** visa garantir que o material mantenha suas propriedades de desempenho;

- **transporte antecipado de materiais ao posto de trabalho:** são exemplos o transporte de peças de fôrmas do local onde foram produzidas para o local de montagem, transporte de telhas para a cobertura, transporte de portas-prontas, assoalhos de madeira, placas de gesso, peças do forro de madeira, carpete e tinta para os respectivos postos de trabalho;

- **provimento de materiais aos postos de trabalho.**

A gestão de materiais contribui para a redução de variabilidade no processo produtivo (através do controle da qualidade de materiais a serem utilizados), a redução de *lead times* (pelo provimento de insumos necessários aos serviços nos momentos certos), a simplificação

do processo através da redução do número de partes, o aumento da transparência no processo, o controle focado no processo como um todo e a geração de melhoria contínua.

**- Gestão de equipamentos e ferramentas:**

É característico do processo produtivo da construção a mobilização e a desmobilização de equipamentos ao longo da evolução da obra. Paradoxalmente, a gestão sobre esses insumos não é incluída formalmente no planejamento da obra. Idealmente o plano da produção deveria incluir os seguintes aspectos:

- **provimento de insumos ao serviço:** envolve a análise das demandas existentes no projeto e a adoção de equipamentos capazes de atendê-las satisfatoriamente. É o caso da adoção de guias para transporte de materiais em canteiros com frentes de serviços espalhadas. Além da correta seleção do equipamento, existe também a questão da sincronização da chegada do equipamento com o momento em que é demandado. Uma guia será bastante utilizada durante as fases de estrutura e de obra bruta, em que se agiliza o transporte de materiais como, por exemplo, ferragens, concreto, blocos para alvenaria e argamassas aos postos de trabalhos. Na fase de acabamento, em que a obra se encontra com alvenarias externas de vedação já executadas existe uma limitação no potencial de utilização de um equipamento dessa natureza. Nesse caso torna-se necessário dispor de um elevador de carga, por exemplo;

- **armazenagem:** envolve providências referentes a disponibilização de um local apropriado para a guarda dos equipamentos. Um exemplo dessa antecipação surge em função de uma demanda do serviço de concretagem no tocante ao armazenamento do equipamento de recalque (bomba e tubulação) de concreto bombeado;

- **planejamento da localização de equipamentos no canteiro de obras:** envolve a análise logística do fluxo de recursos e de seu transporte aos postos de trabalho utilizando



equipamentos instalados no canteiro de obras, como por exemplo, a seleção da região da fachada destinada a receber a instalação de elevadores de carga e elevadores de transporte de pessoal e o estudo da movimentação de guas;

- **montagem e desmontagem:** essa antecipação está presente em diversos serviços como, por exemplo, na montagem da bomba e da tubulação de recalque de concreto (para a concretagem), na montagem de balancim para serviços na fachada (emboço e reboco externo, revestimento cerâmico ou de pedra em fachada) e na montagem de andaimes (na execução de forros de gesso em placas);

- **produção de equipamentos:** aparece na produção de argamasseiras, caixotes e andaimes de madeira para serviços diversos;

- **manutenção preventiva:** através da inclusão de planos de lubrificações e trocas de peças, por exemplo, no planejamento da produção. São exemplos as iniciativas de manutenção preventiva da serra de bancada (no corte de fôrmas de madeira), da máquina de policorte (no serviço de corte e dobra de aços), da bomba de recalque de concreto, do elevador de carga, do vibrador de imersão e da girica (para a realização da concretagem).

A antecipação de gestão de equipamentos relaciona-se à melhoria dos fluxos da obra e destina-se, tipicamente, à redução de *lead times* do processo.

#### **- Provedimento de condições de segurança no trabalho:**

Essa antecipação não agrega valor diretamente ao produto final da construção, entretanto contribui bastante para a melhoria do processo produtivo, ao evitar distúrbios em causados por acidentes no trabalho, proporcionando redução de variabilidade no fluxo de produção. Basicamente, essa antecipação deveria ser viabilizada através da inclusão de planos de segurança do trabalho como o PCMAT, no planejamento da produção, de forma integrada.

Isto foi realizado na Obra 2 do Estudo de Caso 2. Na empresa do Estudo de Caso 3 existia uma intenção de se realizar a integração do planejamento da produção ao planejamento da segurança do trabalho, mas isto não havia sido implantado durante a realização da pesquisa.

As antecipações ligadas à segurança do trabalho estão presentes obrigatoriamente em todos os serviços. Envolve aspectos relacionados à segurança individual e à segurança coletiva, como apresentadas nas análises documentais da seção 5.3.

As antecipações ligadas à segurança individual abordam, em um primeiro momento, ações de conscientização do pessoal de obra quanto aos riscos de acidente. Além disso, devem contemplar a identificação e o provimento do conjunto de equipamentos de proteção individual (EPI) necessários à realização de cada serviço no canteiro de obras.

A segurança coletiva do trabalho apresenta associação com o planejamento de antecipações, por envolver, comumente, ações especiais de intervenção no canteiro de obras.

São exemplos de antecipações associadas à segurança coletiva no trabalho:

- verificação de proteção em poços de elevadores, vãos de escadas e prismas de proteção nos serviços de obra bruta (por exemplo, na elevação de alvenaria, na execução de piso cimentado, chapisco, emboço interno e reboco interno);
- isolamento e proibição do serviço em áreas abaixo do balancim durante a realização de serviços diversos na fachada (por exemplo, no emboço externo, reboco externo, revestimento cerâmico em fachada, revestimento de pedra em fachada);
- programação de serviços de assentamento de esquadrias de forma a evitar serviços simultâneos na área de pisos abaixo de andaimes no caso de trabalhos em altura;
- utilização de conjunto de plugue / tomada para trabalhos com equipamentos elétricos, evitando improvisações;

- ventilação do local de trabalho por via natural ou forçada com o objetivo de evitar problemas de intoxicação causada por cola ou tinta, no caso de serviços de fixação de carpete, aplicação de massa corrida e pintura.

### **- Inspeções:**

Esta ação envolve a comparação da qualidade obtida na execução de um serviço com os parâmetros especificados no projeto. O objetivo é o de assegurar que todos os requisitos que uma operação de processamento deve apresentar à operação subsequente tenham sido atingidos por meio da execução eficaz do trabalho. Quando isto é conseguido obtém-se o benefício da redução da variabilidade no sistema produtivo e a garantia do fluxo de produção na realização de operações que vêm à jusante no processo.

A antecipação ligada à realização de inspeções aparece em todos os serviços. Tem como objetivo garantir o fluxo à jusante de um processo analisado, isto é, procura assegurar que todos os aspectos necessários à execução de serviços subsequentes no processo de produção tenham sido contemplados. Algumas inspeções particularmente importantes consistem na verificação de:

- **alinhamentos**: aparecem na montagem de fôrmas, no emboço externo (para taliscas), no revestimento cerâmico interno (alinhamento de juntas entre as peças cerâmicas), no revestimento de pedra em piso (alinhamento do assentamento das pedras), em telhados (alinhamento de terças das tesouras), no assentamento de conjuntos porta-pronta (no alinhamento da porta com a parede), na execução de forro de gesso em placas (alinhamento das placas) ou de madeira (alinhamento do engradamento e das régua de madeira do forro);
- **nivelamentos e transferência de níveis**: surgem, por exemplo, na montagem de fôrmas (nivelamento das peças da fôrma), na execução de pisos cimentados (no taliscamento através

da definição de pontos de menor e maior espessura de modo a assegurar que a cota do piso não seja superior a de pisos adjacentes não laváveis), no emboço interno (no caso de reboco de teto), no revestimento cerâmico interno (nivelamento das fiadas para o revestimento cerâmico de parede), no revestimento de pedra em fachada (nivelamento das fiadas), em telhados (nivelamento das tesouras), na execução de forros de gesso em placas (nivelamento das placas) ou de madeira (nivelamento de régua de madeira);

- **caimentos**: estão presentes na montagem de fôrmas de madeira (caimentos de rufos), na execução de pisos cimentados, no revestimento cerâmico ou de pedra em piso, na colocação de peitoris e na execução de telhados;

- **planeza**: aparece na elevação de alvenaria, no piso cimentado, no emboço e reboco interno e no emboço e reboco externo;

- **dimensões**: importante na montagem de fôrmas, no corte e dobra de aços (conferência de bitolas e tamanhos de barras), na montagem de armaduras, na elevação de alvenaria (dimensões de vãos), no emboço externo (no mapeamento de fachadas) e em vãos de portas (dimensões de vãos livres para colocação das portas);

- **prumo**: deve ser considerado em serviços em planos verticais como montagem de fôrmas de madeira (pilares e painéis laterais), elevação de alvenaria, emboço interno, emboço externo, revestimento cerâmico interno, revestimento de pedra em fachada, telhados (prumo de tesouras) e assentamento de conjuntos portas-prontas (prumo de vãos livres destinados ao assentamento das portas);

- **esquadros**: relevante para a montagem de fôrmas, elevação de alvenaria, emboço interno, emboço externo, revestimento de pedra em piso, assentamento de conjuntos porta-pronta e no engradamento do forro de madeira;

- **preparação de materiais**: pode ser exemplificado na montagem de fôrmas (pintura das bordas das chapas de madeira);

- **transporte de referências:** aparece na montagem de fôrmas de madeira (colocação de um ferro no momento da execução da armação para transferência de eixos de referência entre lajes);
- **espessura:** surge no emboço externo, no revestimento cerâmico interno e no revestimento de pedra em piso (espessura de juntas);
- **locação:** especialmente importante na montagem de fôrmas;
- **funcionalidade e interferência com outros componentes móveis ou fixos da obra:** para portas e esquadrias;
- **limpeza e terminação:** para todos os serviços.

**- Acessibilidade:**

Refere-se ao provimento de acessos de operários aos diversos nos postos de trabalhos existentes no canteiro de obras. Dificuldades em acessar os postos de trabalho podem provocar *lead times* dilatados e gerar perdas. A antecipação de acessibilidade relaciona-se diretamente à melhoria de fluxos de processos produtivos. Deve-se analisar com antecedência as condições de acesso aos serviços e desenvolver ações de organização e limpeza do canteiro de obras, visando liberar os fluxos dos processos produtivos de obstáculos gerados pela execução de outros serviços.

A preparação de acessos representa uma operação auxiliar, destinada a melhorar o percurso percorrido pelos sujeitos do trabalho (pessoas, equipamentos e ferramentas) aos locais onde operações essenciais de transporte, processamento e inspeção serão realizadas.

A acessibilidade deve ser analisada também sob o enfoque do fluxo de materiais no processo produtivo. Acessos inadequados aos locais onde os materiais são estocados ou às rotas por onde são transportados no sistema produtivo também podem acarretar perdas

baseadas em tempos excessivos de mudança de localização para os postos de trabalhos. Nos estudos de casos foram registradas evidências associadas à antecipação de provimento de acessos nas obras 1 e 4 (figuras 5.10 e 5.22).

#### **- Transparência:**

A transparência constitui-se em um dos fundamentos principais da filosofia da construção enxuta. De uma maneira simplificada pode-se dizer que este aspecto envolve a habilidade de um sistema produtivo em se comunicar com as pessoas envolvidas com a produção (SANTOS, 1999).

As operações destinadas ao provimento de transparência destinam-se à melhoria do fluxo de informações no processo produtivo. Nas obras analisadas foram observados os seguintes aspectos referentes à transparência:

- interação com clientes na obra (figura 5.8);
- comunicação sobre o planejamento da produção (figura 5.9);
- orientação em relação a operações produtivas;
- seqüenciamento de ordens de produção;
- administração de materiais (figura 5.38).

#### **- Nivelamentos e transferências de níveis:**

A obra é um produto em evolução em que suas partes são executadas em uma seqüência lógica até se concluir o projeto como um todo. Os elementos da obra devem ser executados com base em uma referência inicial que vai sendo transferida de posto a posto de trabalho. Quando esta transferência de níveis em relação a uma mesma referência é

negligenciada aparecem problemas de coerência dimensional entre elementos da obra. As antecipações de nivelamentos e transferências de níveis auxiliam na viabilização dos princípios de redução da variabilidade no processo e do controle do processo como um todo através da consideração das interfaces existentes entre as partes da obra. Nos estudos de casos foram documentadas evidências associadas às antecipações de nivelamentos e transferências de níveis nas obras 1 e 4 (figuras 5.7 e 5.21)

**- Planejamento da produção e distribuição de argamassa:**

Essa antecipação é especialmente relevante para serviços caracterizados por consumo elevado de argamassa como emboço externo, reboco externo, alvenaria, piso cimentado, emboço interno e reboco interno. É comum aparecerem problemas de suprimento de argamassa para os postos de trabalhos executando os serviços anteriores quando se negligencia a análise antecipada de compatibilização entre carga de trabalho programada e capacidade de produção disponível no canteiro de obras. Problemas referentes ao suprimento de argamassa provocam interrupções no fluxo de trabalho gerando ociosidade de pessoal (que fica esperando a chegada do insumo para poder trabalhar) e atraso no cronograma. A análise envolve decisões que demandam o aumento da capacidade produtiva (através do acréscimo de betoneiras para produção de argamassa) ou a adequação da carga de trabalho à capacidade existente, implicando, nesse caso, em reprogramação na execução de serviços de modo que a capacidade de atendimento não seja extrapolada.

### **- Preparação de espaço físico para armazenagem:**

Antes da chegada de um material na obra é preciso preparar espaços especialmente adequados à sua armazenagem, de modo a evitar perdas provenientes de manuseios excessivos e depósitos em locais impróprios. Para isso, torna-se necessário antecipar decisões relacionadas ao armazenamento dos materiais. Essas decisões envolvem considerações sobre áreas necessárias para se armazenar quantidades de materiais compatíveis com as demandas da obra, frequência de reposição de estoques e logística de recebimento no canteiro. Esta antecipação tem forte implicação na redução de *lead times* no processo.

Nos estudos de casos foram registradas situações onde a preparação de espaço físico para armazenagem foi negligenciada nas obras 1 e 6. São exemplos em que essa antecipação deve aparecer:

- a construção de abrigo com superfície tabicada para depósito de peças de madeira, na execução da montagem de fôrmas;
- a construção de baias separadas por bitolas de barras de aço para alimentar o serviço de corte e dobra de aços e montagem de armaduras;
- a construção de abrigos para armazenar blocos cerâmicos e agregados para argamassa, no caso do serviço de alvenaria;
- a preparação de abrigos para o depósito de esquadrias.

### **- Provimento de condições apropriadas para a realização dos serviços:**

Embora esta antecipação não tenha implicação direta sobre o fluxo de produção, não se deve negligenciá-la devido à influência que exerce sobre o aspecto comportamental do trabalhador. O provimento de melhores condições de trabalho adequadas à execução dos



serviços proporciona a geração de um ambiente produtivo mais favorável ao aumento da eficiência nos processos, através da geração de motivação, que por sua vez pode resultar em aumento de produtividade.

**- Provisão de água e energia elétrica para os serviços:**

Esta antecipação consiste em disponibilizar energia elétrica e água aos postos de trabalho do canteiro de obras. É uma atividade vital para os processos produtivos da construção, pois, praticamente todos os serviços de uma obra convencional demandam água e energia. Uma boa antecipação consiste em prover estes insumos a partir dos locais onde estarão definitivamente no futuro.

**- Inversões técnicas na seqüência de execução dos serviços:**

Estas antecipações representam decisões tomadas pelos gerentes de produção alterando a seqüência convencional de execução de determinados serviços no canteiro de obras, no sentido de tornar mais ágil o fluxo de produção. Essas antecipações foram observadas nas obras 4 e 7 (figuras 5.35 e 5.36).

**- Execução antecipada de serviços em partes especiais da obra:**

Visa explorar melhor o paralelismo possível de se executar em determinadas partes da obra. Em projetos de edifícios esta antecipação torna-se mais clara, quando se planeja a execução de serviços na cobertura, nas fachadas, no pavimento térreo e no sub-solo, simultaneamente aos serviços repetitivos nos pavimentos tipos.

A execução da cobertura no estudo de caso 1 (figura B10), por exemplo, associa à proteção necessária aos serviços internos da obra (tipicamente relacionados ao início da etapa de acabamento) que não podem sofrer a interferência de umidade oriunda de chuvas antes ou após serem executados. A antecipação referente à execução da cobertura promove a redução de variabilidade no processo produtivo que pode ser causada pela influência da chuva.

A execução de rufos e calhas constitui um bom exemplo de decisão gerencial de antecipação referente à cobertura. Independentemente da tecnologia adotada para se fazer o telhado da obra sempre será necessária a presença de rufos e calhas no sistema de cobertura para realizar o escoamento de água. A colocação das telhas depende da execução preliminar dos rufos e calhas. Estes elementos podem aparecer incorporados à estrutura da obra ou na forma de peças industrializadas. Em qualquer destes casos torna-se conveniente executar este serviço assim que se puder para disparar a execução de outras etapas da cobertura.

A execução de fachadas é comumente associada com uma estratégia de *marketing* que consiste em mostrar a evolução da obra aos clientes. Internamente a obra pode até estar atrasada, mas isto é compensado pela aparência externa da conclusão da fachada.

A execução antecipada do pavimento térreo também pode constituir um elemento de propaganda, como no caso do avanço dos serviços em *halls* de entrada do edifício ou salões de festas, que são usados para receber clientes (estudo de caso 1). Em termos de aspectos referentes à produção do edifício, as antecipações de serviços no térreo (Obra 6) proporcionam uma proteção contra a complexidade normalmente presente nos detalhes construtivos nesta região.

O avanço nos serviços do sub-solo proporciona o benefício da disponibilização de áreas que podem ser usadas para armazenamento de materiais e equipamentos, além das instalações provisórias de canteiro, como o escritório da obra, almoxarifados, sanitários, e vestiários.

### **- Proteção provisória em serviços terminados no canteiro de obras:**

Esta antecipação consiste em manter a integridade de serviços acabados em relação à influência que pode ser gerada por outros serviços posteriores executados no local. Pode-se dizer que a proteção de serviços terminados contribui para evitar a variabilidade no processo. É uma operação importante para o planejamento porque evita distúrbios inesperados no fluxo do processo causados por necessidades de retrabalhos.

São exemplos práticos dessa antecipação:

- a proteção do concreto com areia lavada no caso de fundações de concreto para evitar que as aberturas no terreno sejam preenchidas com lama;
- a proibição do trânsito pela superfície acabada no caso serviços de revestimentos de piso (piso cimentado, revestimento cerâmico ou de pedra em piso);
- a proteção de vidros das esquadrias que vão até o piso ou localizadas em áreas de grande circulação pintando um X;
- a proteção de serviços executados no pavimento térreo contra detritos produzidos por serviços de fachada.

### **- Realização de estudos baseados no primeiro ciclo de produção (*First Run Studies*):**

A execução de estudos baseados no primeiro ciclo de execução de atividades repetitivas deve destinar-se não somente à apresentação do produto pronto ao cliente final, mas também à geração de aprendizado para a produção (*kaizen*). Estudos dessa natureza permitem visualizar detalhes do produto que muitas vezes ficam obscuros nas pranchas dos projetos. Além disso, possibilitam compreender os detalhes de execução do projeto de uma

forma ainda maior. No caso dos projetos da construção, caracterizados pela geração de produtos únicos, esses estudos constituem-se em elementos vitais para definição da melhor forma de execução, auxiliando no planejamento de métodos. Um apartamento de amostra construído na obra deve ser mais que um simples *show-room* e proporcionar a documentação do aprendizado de execução da primeira unidade repetitiva da obra.

Nos estudos de casos conduzidos foram observados estudos sobre o primeiro ciclo de execução em serviços de revestimento cerâmico interno, revestimento cerâmico em fachada, revestimento de pedra em piso e em fachada e em pinturas. Nesses serviços, um apartamento da obra era adotado para a realização da primeira execução do serviço da série repetitiva existente no conjunto de apartamentos tipo do edifício.

#### **- Testes especiais:**

Os testes especiais representam antecipações destinadas a verificar o desempenho de determinados elementos da obra ao final da execução dos serviços. Aparece tipicamente na verificação de funcionalidade de sistemas elétricos, telefônicos, hidráulicos, de incêndio e de gás.

Estão presentes também em serviços como o revestimento cerâmico em fachada. Neste caso, analisa-se o resultado do serviço durante sua execução, removendo aleatoriamente uma ou mais peças cerâmicas e verificando a presença de falhas no fundo da peça.

#### **- Confeção de moldes e gabaritos:**

Esta operação de preparação visa garantir que as dimensões definidas no projeto para os elementos construtivos de uma edificação sejam efetivamente obtidas no canteiro de obras,

gerando uma referência em escala real para o produto do serviço a ser realizado. O objetivo desta antecipação é o de evitar o retrabalho ou os distúrbios no processo de produção, em decorrência de discrepâncias devidas à variabilidade presente na execução de operações antecessoras que possa gerar pequenas variações dimensionais em relação ao projeto.

Um exemplo típico consiste na construção de gabaritos destinados a garantir dimensões de vãos de portas e janelas. Os gabaritos são desenvolvidos também em moldes de desenhos complexos de pedras, usadas em revestimentos de piso ou parede ou em bancadas de mesas ou balcões.

**- Proteção da obra contra intempéries:**

Envolve a análise da influência que a ação da natureza pode exercer sobre a obra e a criação de mecanismos de proteção no canteiro de obras visando evitar prejuízos ao progresso do trabalho.

**- Compatibilização entre carga de trabalho e capacidade de produção:**

Relaciona-se à análise da carga de trabalho associada à execução dos serviços incluídos em um plano de produção e a harmonização com a capacidade produtiva disponível no canteiro de obras. Duas alternativas são possíveis: adequar o plano de produção à capacidade ou o contrário. A primeira opção envolve o replanejamento até que se tenha segurança de que se pode executar todos os serviços planejados. A segunda opção demanda acréscimo de capacidade, por meio de reforço no efetivo de mão-de-obra ou de aquisição de novos equipamentos.

A antecipação de compatibilização entre carga de trabalho e capacidade de produção é muito importante para garantir a execução dos fluxos dos processos produtivos.

**- Limpeza técnica:**

A antecipação de limpeza relaciona-se ao princípio da transparência do processo produtivo. Deveria ser incluída nos requisitos de verificação da terminação do serviço, mas muitas vezes esta prática não é seguida em algumas empresas construtoras. Esta operação torna-se importante para garantir o fluxo do processo porque o término de um serviço pode deixar um posto de trabalho inadequado para o início de uma operação subsequente e provocar atrasos decorrentes da preparação do local. A limpeza passa a ser considerada como atividade técnica de análise do resultado obtido em serviços concluídos e eventual ação de reparo, caso necessário.

**- Descarte de entulhos:**

O processo produtivo da construção envolve diversas operações de conformação *in loco*. Este aspecto gera a necessidade do descarte de sobras de materiais geradas ao término dos serviços que ocorrem no canteiro de obras. Torna-se importante incluir iniciativas de remoção de entulhos para manter a organização geral do canteiro de obras. A antecipação de descarte de materiais envolve não somente a operação regular (cíclica) de retirada de entulhos. Deve existir também a preparação para esta operação, envolvendo aspectos relacionados ao recebimento, armazenamento e transporte de entulhos. A preparação de dispositivos de coleta de entulhos e de áreas no canteiro destinadas ao depósito temporário desses materiais deve ser feita antecipadamente em relação aos inícios dos serviços.

### **- Medições in loco:**

Esta antecipação envolve a verificação de medidas *in loco* visando a definição de dimensões de componentes construtivos. A antecipação consiste em planejar formalmente a ocorrência desta operação tão breve quanto possível. Isto se torna necessário devido à variabilidade presente nos processos da construção. Além disso, é preciso considerar que o resultado da medição irá disparar um processo de fabricação de determinados componentes que muitas vezes ocorre em empresas de fornecedores externos, como é o caso típico da produção de esquadrias ou do corte de pedras para revestimentos. Esse relacionamento sujeita o processo produtivo ao problema de variabilidade. Dessa forma, torna-se importante planejar ações de antecipação em relação às medições *in loco*.

## **5.5. INCLUSÃO DA SISTEMÁTICA DE ANTECIPAÇÕES NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO**

A sistemática de antecipações deve ser incluída no planejamento da produção apresentado na seção 3.3 como um elemento destinado à melhoria dos planos.

Algumas antecipações que demandam maiores *lead times* devem ser incluídas nos planos táticos de produção, enquanto outras que requerem informações de curto prazo para serem realizadas destinam-se aos planos operacionais. A Tabela 5.10 apresenta uma proposta de associações entre áreas de decisões sobre antecipações descritas na seção anterior e os planos de produção em que devem ser incluídas.

Tabela 5.10 - A inclusão das antecipações no planejamento da produção

<b>Áreas de decisões</b>	<b>Plano</b>
Execução de serviços anteriores	Plano estratégico ou tático
Gestão de aspectos relativos a projetos	Plano tático
Gestão de materiais	Plano tático (levantamentos e especificações de materiais, seleção de fornecedores, seleção preliminar de materiais, compras, recebimento, armazenagem e realização de testes de desempenho antes do uso) e Plano operacional (seleção e inspeção de materiais a serem usados, preparação dos insumos, transporte antecipado e provimento de materiais aos postos de trabalho).
Gestão de equipamentos	Plano tático (seleção de equipamentos, armazenagem, planejamento da localização de equipamentos, montagem, produção de equipamentos, manutenção preventiva) e operacional (provimento de equipamentos aos serviços, desmontagem).
Provimento de condições de segurança do trabalho	Plano tático
Inspeções	Plano operacional
Acessibilidade	Plano tático
Transparência	Plano tático
Nivelamentos e transferências de níveis	Plano operacional
Planejamento da produção e distribuição de argamassa	Plano tático
Preparação de espaço físico para armazenagem	Plano tático
Provimento de condições apropriadas para a realização dos serviços	Plano tático e operacional (reuniões de geração de motivação)
Provimento de água e energia elétrica aos serviços	Plano tático
Inversões técnicas na seqüência de execução dos serviços	Plano de estratégico ou plano tático
Execução antecipada de partes especiais da obra	Plano tático
Proteção provisória de serviços terminados	Plano operacional
Execução de protótipos	Plano tático
Testes especiais	Plano operacional
Confecção de moldes e gabaritos	Plano tático e operacional
Proteção da obra contra intempéries	Plano tático
Compatibilização entre carga de trabalho e capacidade de produção	Plano tático
Limpeza técnica	Plano operacional
Descarte de entulhos	Plano tático
Medições in loco	Plano operacional

A Figura 5.41 apresenta um esquema de como a sistemática de antecipações deve ser incluída no processo hierarquizado de planejamento da produção. Em um primeiro momento, as antecipações originam-se do conhecimento adquirido em projetos anteriores, como apresentado nesta tese. Posteriormente, o processo de aprendizagem decorrente dos ciclos de planejamento proporcionam novas antecipações que vão sendo incluídas ao acervo existente



na empresa, enriquecendo a alimentação de informações dos planos tático e operacional, como mostra a ilustração a seguir:

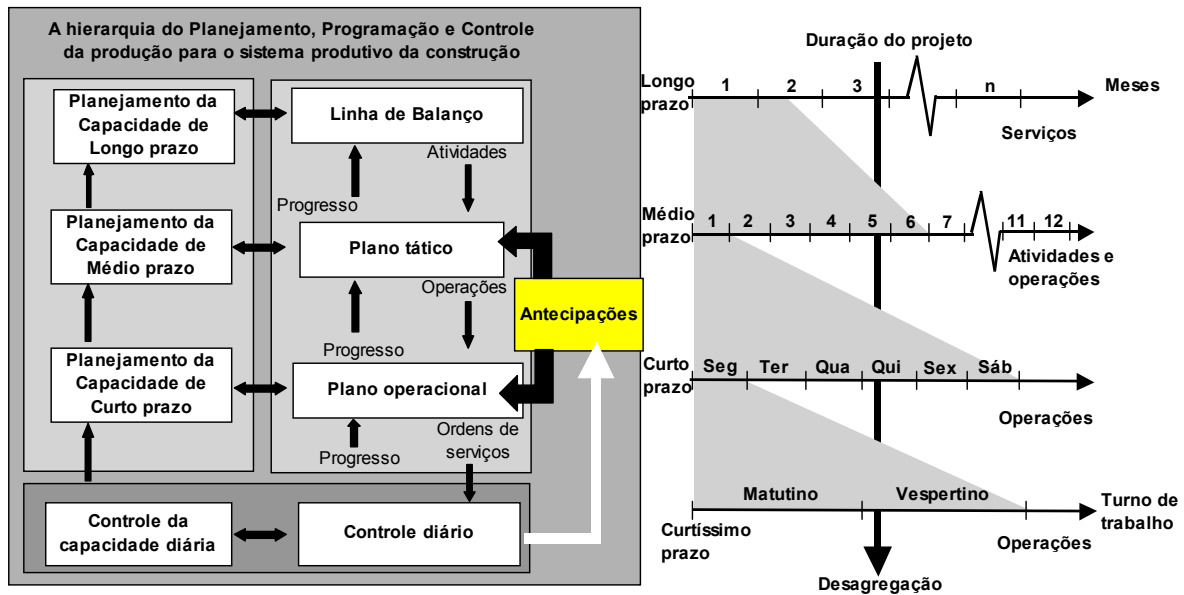


Figura 5.41 – A inclusão da sistemática de antecipações nos planos de produção

## 5.6. A DISCUSSÃO SOBRE A VIABILIDADE DO MODELO DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO INCLUINDO A SISTEMÁTICA DAS ANTECIPAÇÕES

Na fase final da pesquisa, com o objetivo de verificar a viabilidade do modelo de planejamento da produção incluindo a sistemática de antecipações, foram promovidas diversas entrevistas.

### 5.6.1. A ENTREVISTA EXPLORATÓRIA

A primeira entrevista realizada teve um caráter exploratório, destinado a verificar a adequação do discurso sobre o modelo de inclusão da sistematização de antecipações no planejamento da produção. Foi entrevistado um engenheiro civil com experiência de mais de quinze anos em gerenciamento de obras da construção civil. O entrevistado foi escolhido com base em um critério associado à sua experiência profissional. Além disso, havia um contexto particularmente interessante para os objetivos dessa primeira entrevista porque o entrevistado estava gerenciando uma obra em que era o responsável técnico. Essa peculiaridade fazia com que os problemas levantados na tese e a solução apresentada com base no planejamento de antecipações fossem melhor compreendidas. Para assegurar a qualidade da reflexão sobre as questões apresentadas na entrevista, as reuniões com esse engenheiro eram realizadas no próprio ambiente do canteiro de obras, com a finalidade de contemplar a sua dinâmica de uma maneira mais próxima de seu contexto.

O roteiro da primeira entrevista envolveu o questionamento preliminar a respeito da forma com que o engenheiro realizava o planejamento da produção de suas obras, para posteriormente apresentar a proposta de inclusão da sistematização de antecipações nos planos de produção. O objetivo preliminar foi o de verificar se o entrevistado já gerava planos de produção contendo a sistemática de antecipações.

A primeira questão procurou identificar se o entrevistado realizava planos formais de produção. Como a proposta de inclusão de antecipações no planejamento é um refinamento de um plano de produção em relação ao gerado pelo processo convencional, esta pergunta era necessária, porque caso o entrevistado nem ao mesmo se preocupasse em fazer o planejamento da obra, seria mais complicado concordar com a proposta desta tese. A resposta foi condicional ao porte da obra: “para projetos grandes seria usado um planejamento com a

técnica da Linha de Balanço; para projetos pequenos o planejamento seria feito mentalmente”. É interessante registrar esse ponto de vista do entrevistado em relação aos projetos pequenos, porque ele foi alterado após a apresentação da proposta desta tese. Na fase final da obra, o entrevistado passou a desenvolver planos de produção de médio e curto prazo em instrumentos próprios de planejamento contemplando um nível de detalhamento que incluía diversas antecipações.

Quando argüido sobre a validade de se desenvolver planos formais de produção, o entrevistado apresentou uma resposta afirmativa, sustentando que até para obras menores valeria o esforço do planejamento. A diferença dos planos dos projetos menores é que seriam mais simples. Não usariam, por exemplo, uma técnica *CPM* para planejar. Já em obras maiores seria necessária a utilização de técnicas mais sofisticadas de planejamento, destinadas a contemplar uma maior complexidade.

A segunda questão tratou das informações que deveriam ser incluídas nos planos de curto, médio e longo prazo. O entrevistado ressaltou a importância de se contar com projetos de detalhamento operacional. Nesse contexto, o planejamento deveria conter informações detalhadas e específicas para as diversas etapas da obra: um plano para a fundação, com todos os seus elementos, um plano para a estrutura, e assim por diante até a conclusão do projeto.

A terceira questão tratou do nível de detalhe, em termos de ações gerenciais, que o entrevistado considerava adequado incluir nos planos de médio e curto prazo. O entrevistado respondeu que usaria apenas a Linha de Balanço. Faria isso não porque não concordasse com o uso de outra técnica de planejamento, mas porque simplesmente não conhecia outra ferramenta, especialmente uma destinada ao detalhamento operacional. Para o curto prazo, segundo o entrevistado, seria suficiente o planejamento informal (devido ao desconhecimento de alguma técnica específica para essa finalidade). A resposta foi concluída com a afirmação de que dependendo da complexidade da obra seria perfeitamente possível administrar a

execução dos serviços mentalmente. Em obras maiores seria necessária uma melhor organização, contando com uma administração do canteiro através de documentos.

A segunda parte da entrevista foi direcionada para a inclusão da sistemática de antecipações no planejamento da produção. Logo que se fez a primeira pergunta, constatou-se a necessidade de apresentar os fundamentos do processo de planejamento hierárquico da produção desenvolvido a partir do sistema *Last Planner* e utilizado como base para a inclusão da sistemática de antecipações. O entrevistado pediu para entender melhor como seria um planejamento de curto prazo, como deveria ser feito um planejamento assim.

Concluída a explanação sobre o modelo hierárquico da produção, foram apresentadas ao entrevistado as diversas categorias de antecipações descritas na seção 5.4. Em seguida procedeu-se primeira arguição dessa segunda etapa da entrevista. Foi perguntado ao entrevistado se, diante, dos diversos exemplos apresentados de antecipações ele consideraria necessário aumentar o nível de detalhamento do planejamento da produção (incluindo as antecipações). A resposta inicial foi afirmativa, mas existiram considerações adicionais. Para o entrevistado todo engenheiro trabalha com as antecipações conforme as categorias apresentadas. Entretanto, como não foi treinado para planejar dessa forma, o processo acontece empiricamente, através de anotações em agendas sobre coisas a fazer. A organização dessa agenda é feita de forma empírica. Cada um aprende pela experiência prática. Dependendo da complexidade da obra deveria haver pequenas planilhas contendo as antecipações. No gerenciamento de obras de pequeno porte, em uma única planilha poderiam ser condensadas todas as informações sobre projetos, materiais, equipamentos e recursos humanos. No caso de obras maiores, com estruturas departamentalizadas, cada departamento se responsabilizaria por funções específicas e preencheria as suas planilhas específicas de planejamento. Isso seria perfeitamente viável. Essas planilhas de planejamento poderiam transformar-se em agendas específicas para o gerenciamento da obra. Em vez de usar agendas

comuns o gerente da obra usaria uma agenda especial contendo campos específicos associados às antecipações a serem realizadas.

Em seguida foi perguntado ao entrevistado se ele considerava importantes as categorias de antecipações apresentadas. A resposta foi afirmativa para algumas antecipações em que os exemplos indicados através de fotografias conseguiam representar claramente seus objetivos. Para outras antecipações, entretanto, o entrevistado solicitou um relatório com suas aplicações específicas para serviços comuns aos canteiros de obras. Esse relatório foi gerado conforme os exemplos apresentados no Anexo D. Posteriormente, foi dada continuidade à entrevista de posse de informações mais específicas sobre as antecipações, e a mesma pergunta tratando da validade das antecipações voltou a ser apresentada ao entrevistado. Nesse segundo momento, de posse de informações mais detalhadas, o entrevistado confirmou a validade da inclusão das antecipações para a melhoria do processo de planejamento. Houve, no entanto, uma ressalva em relação à necessidade de geração de uma ferramenta organizada na forma de uma agenda especial, contendo listas de verificação de antecipações em planos de produção integrados. Para o entrevistado, caso não se organize uma estrutura específica destinada a contemplar as antecipações corre-se o risco de trabalhar com informações dispersas (sobre as antecipações) que tenham pouca validade para a melhoria do processo de planejamento.

Ao final dessa entrevista obteve-se diversos resultados favoráveis às expectativas desta tese. O modelo do planejamento de antecipações apresentou-se válido para a melhoria do processo de planejamento da produção, conforme o objetivo inicial da tese e, além disso, surgiram contribuições para o aperfeiçoamento da proposta deste trabalho, como a criação de um instrumento formatado como uma agenda do gerenciamento da obra. Houve outra contribuição para a tese na forma do enxugamento do número de questões do roteiro de entrevista aplicado posteriormente.

### 5.6.2. A SEGUNDA ENTREVISTA

A segunda entrevista foi aplicada ao gerente de contratos da empresa do Estudo de Caso 3, em um canteiro de obras no bairro de Águas Claras, em Brasília. O entrevistado possuía mais de quinze anos de experiência no gerenciamento de obras e foi selecionado devido à sua colaboração em discussões sobre as antecipações ocorridas ao longo do estudo de caso.

Essa segunda entrevista procurou seguir o roteiro estruturado, mas de uma forma um pouco mais aberta, com um estímulo maior à participação do entrevistado através de comentários sobre assuntos relacionados à pesquisa. Logo no início da entrevista, foi feita uma apresentação sucinta de conceitos, paradigmas e fundamentos da construção enxuta e do modelo de planejamento da construção baseado na integração de planos destinados a horizontes diferenciados (planejamento hierárquico da produção). Ao longo da apresentação, foram feitas inserções por parte do entrevistador ligando os conteúdos apresentados com a proposta da tese. O entrevistado era estimulado a participar com suas percepções sobre o conteúdo exposto. Por fim, no âmbito das discussões sobre a construção enxuta, aplicou-se as questões referentes ao planejamento de antecipações.

A primeira questão tratou da forma com que o entrevistado realizava o planejamento da produção. Foi perguntado ao entrevistado se ele fazia planos formais de produção. O entrevistado respondeu relatando a prática da empresa como um todo. Segundo ele, a empresa realizava planejamentos trimestrais. Quando se fazia o plano do primeiro trimestre de um ano, por exemplo, já se tinha feito o planejamento de janeiro e fevereiro, fruto do ciclo de planejamento anterior. Neste momento era refeito o plano de janeiro e fevereiro e produzido um plano novo para março. Nesse contexto o planejamento do primeiro mês sempre era o mais refinado. Além do planejamento trimestral, a diretoria estava implantando em alguns

projetos pilotos o detalhamento maior do mês corrente, de modo a enxergá-lo como vários planejamentos menores, como se fossem pequenas inaugurações. A lógica desse detalhamento era a de gerar metas semanais ou metas diárias.

Segundo o entrevistado, a empresa tinha um projeto de implantação de um processo de planejamento mais detalhado em todas as suas obras, nos próximos seis meses. Este novo modelo de planejamento estava sendo reescrito no procedimento de execução do planejamento de médio prazo, dentro do programa de qualidade da empresa. Nesse novo procedimento de execução do planejamento, a formalização do plano iria passar a ser obrigatória. O procedimento envolvia um acerto com o diretor da empresa sobre as metas de desembolso, a formalização desse acerto com a controladoria, e, ao final do mês, no momento de se fazer o próximo planejamento, a medição do serviço executado, realizando a comparação com o planejado, para verificar o que foi feito e o que foi deixado de fazer. Isto estava sendo formalizado e já havia sido inclusive escrito em uma nova instrução de trabalho do manual da qualidade. Já estava sendo aplicado o novo modelo em obras piloto onde existia um processo de avaliação do índice de cumprimento do planejamento. A meta era de, assim que a implantação do plano de médio prazo estivesse concluída em todas as obras da empresa, passar à formalização do planejamento de curto prazo. O entrevistado afirmou considerar o plano de curto prazo muito importante para o processo de planejamento, devido às condições de implementação de ações gerenciais dentro de uma semana de trabalho, para poder cumprir as metas da próxima semana.

A segunda questão tratou das informações necessárias aos planos de produção de curto, médio e longo prazo. Para o entrevistado, a resposta resumia-se ao conjunto de condições necessárias para se atingir um objetivo. Para ele, essas condições envolveriam materiais, projetos, pessoal (que traz consigo as ferramentas necessárias ao trabalho), equipamentos e definições de uma forma geral.

Em seguida foram apresentadas as diversas categorias de antecipações registradas nos estudos de casos. Perguntou-se então ao entrevistado o que ele pensava da importância daquelas antecipações para a melhoria do planejamento da produção. Foi perguntado também se o planejamento da produção deveria contemplar as antecipações discutidas anteriormente. Procurou-se colocar as duas questões simultaneamente em função de suas respostas serem relacionadas entre si. Se as antecipações eram consideradas importantes deveriam ser incluídas no planejamento da produção. Caso contrário não deveriam ser consideradas nos planos.

A resposta foi favorável aos objetivos da tese. Para o entrevistado, sem dúvida as categorias de antecipações apresentadas eram relevantes e deveriam ser incluídas no planejamento da produção. Entretanto, segundo o entrevistado, a grande questão era fazer com que o planejamento de antecipações não se transformasse em algo representando apenas mais um procedimento burocrático. Em função da estrutura administrativa enxuta das obras da empresa do Estudo de Caso 3, foi levantada a preocupação de se implementar a lógica do planejamento de antecipações de uma forma mais simples. A solução, segundo o entrevistado, deveria incluir o treinamento de líderes de produção para realizarem as antecipações referentes ao seu campo de atuação dentro do canteiro de obras. Os líderes de produção recebiam em média, dois a três serviços para gerenciarem a cada dia, totalizando sessenta serviços por mês. Nesse sentido seria perfeitamente viável que eles se envolvessem com o planejamento da produção de seus serviços, definindo todas as antecipações necessárias para que eles acontecessem. Estudos de consecução dos planos após a implementação da sistemática do planejamento de antecipações seriam interessantes para mostrar aos líderes a recompensa pelo esforço gasto ao longo dos dias.

A estrutura de trabalho da empresa baseada na definição de fases da obra (concepção e planejamento, serviços preliminares, estrutura, obra bruta, acabamento, entrega e pós-obra) e



de atribuição de responsabilidade pela execução de cada uma delas geraria uma situação favorável para os líderes de produção que enfocariam seus esforços gerenciais somente nas antecipações de cada etapa. Complementarmente seria necessária a inclusão de antecipações dos serviços de uma fase nas atribuições dos responsáveis pelas fases anteriores, como seria o relacionamento entre obra bruta e estrutura. Nesse caso os líderes de produção passariam a ser líderes de fases e seriam treinados para isso.

Para o entrevistado a maior complicação na implementação do planejamento de antecipações envolveria a conscientização das pessoas em relação a esse novo processo. No momento em que a pesquisa foi realizada os líderes de produção dividiam-se entre engenheiros e mestres de obras. Para o entrevistado, poderia existir uma certa dificuldade com os mestres de obras, mas como a política da empresa era a de substituir esses profissionais por engenheiros, no médio prazo esse problema potencial seria eliminado.

Na conclusão da entrevista, o entrevistado afirmou que era favorável à proposta do planejamento de antecipações e que achava que poderia ser aplicável à realidade da empresa.

### 5.6.3. A TERCEIRA ENTREVISTA

A terceira entrevista foi realizada com um engenheiro gerente de contratos da empresa do Estudo de Caso 3 que possuía basicamente as mesmas atribuições que o entrevistado na seção 5.6.2, só que a sua área de atuação concentrava-se nas obras de Goiânia. O entrevistado também possuía grande experiência no gerenciamento de obras da construção civil, com mais de quinze anos de atuação na área. A abordagem conduzida usou o mesmo roteiro da segunda entrevista. Foram apresentados os fundamentos da construção enxuta e do planejamento hierárquico da produção, e em seguida aplicou-se as questões da entrevista.

A primeira parte da entrevista, referente à forma com que se realizava o planejamento da produção, foi suprimida em função desta questão já ter sido tratada na segunda entrevista no âmbito da empresa como um todo. Logo já se sabia como a empresa realizava seu planejamento da produção e conseqüentemente como o entrevistado exercia essa função.

Procedeu-se então a explicação da lógica do planejamento das antecipações. Como na segunda entrevista, foram descritas as diversas categorias de antecipações identificadas nesta tese e em seguida foram aplicadas três questões básicas. A primeira tratou do nível de detalhamento que valeria a pena desenvolver em um plano, para que tivesse eficácia. As duas últimas trataram especificamente das antecipações: uma delas questionou a importância das antecipações relatadas e a última envolveu a discussão sobre a necessidade de inclusão dessas informações no planejamento da produção.

Sobre o nível de detalhamento a ser implementado no planejamento da produção o entrevistado respondeu genericamente que deveria ser definido de forma a chegar até o ponto suficiente para atingir os objetivos do gerente da obra. Segundo o entrevistado, ao se perseguir essa lógica, o número de antecipações passaria a ser inquestionável: “Não interessa se são cinco ou cinquenta itens a serem planejados. Como todos eles são necessários para se atingir os objetivos da obra, então todos devem ser planejados com detalhe. Por exemplo: o detalhamento de projetos para determinados serviços é dispensável, para outros é inevitável”.

Segundo o entrevistado a eficácia do gerenciamento das obras depende muito da experiência de cada engenheiro. “O engenheiro recém formado comumente não consegue viabilizar os serviços do canteiro”. Para resolver esse problema torna-se necessário criar novas ferramentas de planejamento. Para o entrevistado não há muita dificuldade na programação dos serviços. “O problema está nas etapas meio: fazer a compra de material, fazer o planejamento de definição de projeto ... A falta de definições de projeto, por exemplo, interrompe o processo. Nesse contexto de planejamento de atividades meio, todos os insumos

necessários para o processo devem entrar no planejamento. Não adianta chegar o material e disponibilizar pessoal se não há detalhamento de projeto”. Segundo o entrevistado “Vale a pena incluir informações de maneira mais detalhada nos planos, pois não se perde no longo nem no médio prazo, mas no curto prazo da obra”. De acordo com o entrevistado, o plano de curto prazo é feito informalmente na agenda do engenheiro da obra, onde se incluem informações mais detalhadas a serem realizadas.

Essa primeira resposta reforçou a idéia de que é correta a lógica de identificar o que provocou problemas no processo produtivo para identificar ações gerenciais em antecipação à ocorrência dos problemas de forma específica para cada serviço.

A resposta em relação à importância das antecipações apresentadas foi direcionada para a relativização de cada uma delas em função de peculiaridades presentes em cada serviço. Segundo o entrevistado as antecipações apresentadas são legítimas e não há dúvidas sobre sua importância. Entretanto, algumas são mais importantes do que outras se forem feitas análises individualizadas para cada serviço. Nesse caso, é preciso hierarquizar as antecipações em termos de sua importância relativa. Torna-se necessário realizar uma análise de Pareto para concentrar a atenção gerencial nas antecipações mais importantes.

Sobre a implementação da sistemática de antecipações nos planos da produção também houve uma resposta positiva acompanhada por uma ressalva, como em todas as demais entrevistas. Segundo o entrevistado existem vantagens evidentes no planejamento de antecipações, entretanto, essa vantagem deve ser passada para o pessoal que vai usá-lo afim de convencê-los da idéia. Para ele, se a conscientização sobre o planejamento de antecipações não for muito bem conduzida corre-se um grande risco de o gerente da obra abandoná-lo.

#### 5.6.4. A QUARTA ENTREVISTA

A quarta e última entrevista foi realizada com um ex-engenheiro da empresa do Estudo de Caso 3, que havia se desligado da organização recentemente. Era o mais experiente dos entrevistados, com mais de vinte anos de atividade profissional na área de gerenciamento de obras e nos últimos anos estava envolvido com o ensino de gerenciamento de obras da construção para engenheiros e arquitetos.

Argüido sobre a existência e importância da sistemática de antecipações e de sua inclusão no planejamento da produção foram apresentadas as seguintes reflexões:

- o planejamento de antecipações representa uma melhoria no processo de planejamento. Essa melhoria é vital porque processos de planejamento mal elaborados fazem com que os gerentes de obras acabem perdendo sua disposição para planejar;
- as categorias de antecipações apresentadas na tese são relevantes e devem ser incluídas nos planos de produção. O enriquecimento do conjunto de antecipações a serem incluídas no planejamento deve ser obtido sistematicamente através de uma espécie de ciclo PDCA da qualidade total. Faz-se um plano, implementa-se, verifica-se sua eficácia e promove-se uma realimentação de suas informações sobre antecipações nos próximos ciclos de planejamento;
- “o planejamento de antecipações trata de um conjunto de ações gerenciais de precaução contra a ocorrência de problemas”;
- é essencial a implementação de um nível mais detalhado de informações nos planos de produção, como o proposto pelo planejamento de antecipações. Entretanto, deve-se incluir essas informações no planejamento gradualmente, para permitir que as pessoas se acostumem com a geração desses novos planos;

- é interessante estudar relações causais entre a aplicação da sistemática de antecipações e benefícios de melhoria nos planos e conseqüentemente na produtividade para convencer as pessoas a planejarem dessa nova maneira.

De uma maneira geral, apareceu como novidade nessa entrevista o ciclo de aprendizagem através da análise dos resultados obtidos nos planos gerados, de forma a melhorar continuamente o conjunto de antecipações a ser incluídas no planejamento. Além disso, houve também a sugestão de estudo de relações causais entre a inclusão da sistemática de antecipações e os benefícios gerados para o sistema produtivo.

Esta entrevista também apresentou um resultado favorável aos objetivos da tese por reconhecer a relevância das antecipações categorizadas e por corroborar a proposta de inclusão do planejamento de antecipações no planejamento da produção.

## **5.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo apresentou uma sistematização das antecipações identificadas durante a pesquisa. Em seguida foi apresentado um modelo de inclusão da sistemática de antecipações no planejamento da produção.

As antecipações identificadas no processo de sistematização foram debatidas com especialistas, através de entrevistas aplicadas aos engenheiros responsáveis pelo gerenciamento de algumas obras submetidas a estudos de casos. Ao final das entrevistas realizadas constatou-se a relevância das categorias de antecipações identificadas nesta tese e da proposta de inclusão da sistemática de antecipações no planejamento.

Diversas sugestões de melhorias ao planejamento de antecipações foram apresentadas pelos entrevistados. Dentre elas destacaram-se:

- a criação de um instrumento específico destinado a suportar a lógica da inclusão da sistematização de antecipações no planejamento da produção, em uma forma similar à tradicional agenda do gerente de obras;
- o desenvolvimento de um plano destinado a contemplar aspectos comportamentais no processo de implementação do planejamento de antecipações;
- a realização de estudos de causalidade tratando das conseqüências das antecipações para o processo produtivo;
- a criação de um *software* destinado a instrumentar o planejamento de antecipações.

## **CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

### **6.1. INTRODUÇÃO**

Este capítulo tem como finalidade sintetizar os resultados obtidos na pesquisa, explicitando a consecução dos objetivos formulados inicialmente, a validação das hipóteses e a contribuição da pesquisa para o estado da arte do planejamento da produção em sistemas produtivos por projetos, enfocando o caso específico do setor da construção.

### **6.2. CONCLUSÕES GERAIS**

Os primeiros resultados gerados pela pesquisa relacionam-se ao referencial bibliográfico estudado. Foram percorridas fontes de bibliografias referentes à administração de operações (para a indústria de forma generalizada e para o contexto específico da construção), à produção enxuta (também de forma geral e com ênfase voltada especificamente ao setor da construção) e ao acervo de pesquisas tratando da produtividade no setor da construção.

Buscando associações com o planejamento de antecipações, conclui-se que a literatura geral sobre a administração de operações contribui com a visão de gestão sobre projetos de processos produtivos.

A linha de pesquisa do gerenciamento da construção referente ao planejamento da produção contribui através da visão de Alexander Laufer (1990), ressaltando a importância do processo de antecipação na tomada de decisões preventivas e orientadoras para decidir o que e/ou como executar ações em função de eventos futuros.

Nos trabalhos sobre produção enxuta identificam-se elementos relativos às antecipações preconizados pelo Sistema Toyota de Produção, ao se introduzir o conceito do Mecanismo da Produção, envolvendo uma concepção mais detalhada do processo produtivo através da visão de redes de processos (fluxos de materiais) e de operações (fluxos de pessoas e equipamentos). Para que o fluxo principal (o de materiais) ocorra, aparece a necessidade de realização de diversas antecipações nos fluxos de operações. Existe ainda a contribuição através do conceito de inspeções, que, segundo Shingo (1996), tratam de evitar que esquecimentos ocorram no processo produtivo e provoquem interrupções em fluxos de produção à jusante.

Koskela (1999), no conjunto de trabalhos da construção enxuta, apresenta a idéia que mais se aproxima do planejamento de antecipações, afirmando que se associa à necessidade de evitar a ocorrência de qualquer fato que possa provocar distúrbios no fluxo de produção e garantir, dessa forma, que o processo apresente uma menor variabilidade através da identificação e eliminação das causas de tal fenômeno.

A linha de pesquisa dos fatores que afetam a produtividade na construção apresenta descobertas secundárias aos resultados principais voltados para a determinação de equações de predição. Estes resultados indicam aspectos gerais de antecipações, que devem ser



investigados sobre um novo ponto de vista baseado na preocupação com a gestão do processo produtivo.

Ao longo da tese discute-se o modelo de inclusão das antecipações no planejamento da produção. Sinteticamente o modelo visa à complementação do plano de produção através da inclusão de ações gerenciais comumente relegadas à informalidade. De uma maneira geral, a sistematização das antecipações refere-se a quatro aspectos vitais para os sistemas produtivos da construção:

1. a identificação de elementos que causem (ou que possam causar) distúrbios aos fluxos dos processos e das operações do sistema produtivo e a transformação destes elementos em ações gerenciais destinadas a fazer com que eles não ocorram (de modo a evitar perdas);
2. a identificação de aspectos que proporcionem a melhoria dos fluxos dos processos e das operações do sistema produtivo e a transformação destes aspectos em ações gerenciais destinadas a garantir que ocorram (também de modo a evitar perdas);
3. a inclusão dessas ações nos planos de produção;
4. a avaliação dos resultados obtidos nos planos gerados, gerando aprendizagem para melhorar continuamente a sistematização das antecipações.

A inclusão das antecipações no planejamento da produção pode ser vista como um procedimento de proteção da produção destinado a garantir que os processos produtivos tenham todas as condições preparadas para que possa ser utilizado em sua máxima capacidade produtiva.

Através da análise sobre a inclusão das antecipações nos planos de produção constata-se que são ações gerenciais tipicamente ligadas aos horizontes de médio e curto prazo.

### **6.3. ANÁLISE SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS**

No capítulo 1 foi apresentado como solução para o problema de pesquisa estudado nesta tese a identificação e o tratamento de informações sobre os aspectos existentes nos processos produtivos da construção com potencial de restringir os fluxos de produção. Para resolver o problema de pesquisa foram traçados os seguintes objetivos gerais:

- **Objetivo 1:** Determinar que antecipações devem ser planejadas para garantir a execução das atividades da construção sem a ocorrência de perdas em seu processo produtivo.
- **Objetivo 2:** Determinar a importância (e necessidade) da inclusão das antecipações no planejamento da produção e avaliar as consequências da execução adequada (ou não) das antecipações à montante e à jusante de um processo produtivo.
- **Objetivo 3:** Apresentar uma proposta de melhoria do processo de planejamento da produção através da inclusão das antecipações nos planos.

No capítulo 5 foi feita uma sistematização das antecipações documentadas nos estudos de casos e nas análises documentais (conforme apresentado nas seções 5.2, 5.3 e 5.4) de modo a identificar categorias típicas de antecipações baseadas nas evidências obtidas na pesquisa. Foram identificadas, ao final do processo de sistematização, 24 categorias de antecipações as quais foram submetidas à apreciação de pessoas envolvidas com o problema de pesquisa (através de entrevistas) para verificar a relevância com que devem ser consideradas para serem incluídas no planejamento da produção. Os resultados das entrevistas sustentaram a relevância das categorias de antecipações identificadas e a necessidade de inclusão nos planos de produção, atendendo ao objetivo 1 da tese: determinar que antecipações devem ser planejadas para garantir a execução das atividades da construção sem a ocorrência de perdas em seu processo produtivo.

Ainda no capítulo 5 foram apresentadas diversas fontes de evidências de antecipações registradas durante a condução de estudos de casos. Essas evidências foram descritas segundo a forma com que apareceram nas pesquisas de campo e as conseqüências que provocaram no processo de produção, por terem sido contempladas ou negligenciadas. O intuito foi o de apresentar a importância das antecipações para o gerenciamento da produção. Este assunto voltou à discussão através de entrevistas realizadas com pessoas envolvidas com o processo de planejamento da produção das empresas submetidas aos estudos de casos. Foi confirmada a importância do conjunto de informações a respeito de ações gerenciais a serem incluídas nos planos de produção, conhecidas como antecipações. Procurou-se, nesse esforço de pesquisa comprovar a existência das antecipações e atender o segundo objetivo do trabalho - determinar a importância das antecipações para o planejamento da produção.

Foram descritas diversas antecipações necessárias à execução de um conjunto de serviços típicos do sistema produtivo da construção, organizadas de acordo com o momento em que devem acontecer: à montante (antes da execução) do serviço, removendo restrições que possam se interpor ao seu fluxo de produção e à jusante (ao final) do serviço, visando estabelecer condições para que o processo produtivo continue fluindo nos serviços subseqüentes. Procurou-se reforçar com dados mais específicos as discussões apresentadas nos estudos de casos a respeito de conseqüências das antecipações e atender o objetivo 2 do trabalho - avaliar as conseqüências das antecipações à montante e à jusante dos processos produtivos da construção.

O objetivo 3 foi trabalhado na seção 5.5, onde foi apresentado um modelo de inclusão das antecipações no processo hierárquico de planejamento da produção, com base no modelo *Last Planner* proposto por Ballard (2000). Em todas as entrevistas realizadas na etapa final da pesquisa de campo (seção 5.6) apresentou-se o modelo de inclusão da sistemática de antecipações no planejamento da produção obtendo-se pareceres de validação por parte dos

entrevistados. Esse processo permitiu atingir os resultados esperados no terceiro objetivo do trabalho.

Tendo conseguido atingir os objetivos formulados inicialmente na pesquisa considera-se que esta tese tenha contribuído para a consolidação do processo de planejamento da construção no que tange a melhoria de informações desatinadas a alimentar os planos de produção. Além disso, um aspecto que foi particularmente importante para o pesquisador em termos da contribuição deste estudo consistiu no reconhecimento da utilidade prática da lógica do planejamento de antecipações para a melhoria do gerenciamento da produção das empresas estudadas ao longo da pesquisa.

#### **6.4. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

No decorrer da pesquisa surgiram diversas questões adjacentes ao problema estudado que, por razões de delimitação do trabalho não puderam ser investigadas. Entretanto suscitarão a estruturação de ligações futuras ao trabalho para novas pesquisas destinadas a complementar os resultados apresentados nesta tese. Dentre as diversas demandas por pesquisas adicionais destacaram-se as seguintes:

**- Levantamento qualitativo de antecipações:**

Esta pesquisa deve envolver entrevistas com profissionais de experiência expressiva na área de gerenciamento da construção a respeito das antecipações que consideram relevantes com base na vivência em obras executadas.

**- Análise de causalidade entre antecipações e conseqüências para o processo produtivo:**

Esta pesquisa deve ser feita analisando pormenorizadamente cada antecipação em termos da conseqüência provocada ao fluxo do processo produtivo. Isto pode ser quantificado através do levantamento dos custos associados à antecipação, quando é contemplada (e neste caso provoca redução de custos) ou negligenciada (gerando custos adicionais ao processo).

**- Elaboração de novos procedimentos de execução de serviços contendo conjuntos de antecipações à montante e à jusante:**

No Anexo D foram apresentadas antecipações específicas para alguns serviços selecionados para análise. Um importante trabalho consiste no acréscimo de serviços ao conjunto apresentado de forma a gerar um banco de dados alimentador do planejamento da produção.

**- Estudo do comportamento dos responsáveis pelo planejamento da produção no processo de implementação da sistemática de antecipações:**

Esse estudo foi levantado como uma questão importante associada à implantação do planejamento de antecipações nas práticas de uma empresa. Deve envolver o desenvolvimento de procedimentos que tornem o planejamento de antecipações um instrumento efetivo de melhoria no processo de gerenciamento de obras e não apenas mais um elemento burocrático de administração.

**- Desenvolvimento de um sistema de processamento de informações de antecipações:**

Um trabalho futuro que é extremamente importante e que não foi realizado nesta tese consiste no desenvolvimento de um *software* destinado à implementação de um sistema de informações mais detalhado para o planejamento da produção, que inclua a lógica de alimentação de ações gerenciais através de um banco de dados de antecipações. Este *software* poderia gerar relatórios formatados de acordo com as tradicionais agendas utilizadas pelos gerentes de obras na realização informal do planejamento da produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADVISORY SERVICE FOR THE BUILDING INDUSTRY. **The Principles of Incentives for the Construction Industry**. London, WIN 2DA 39, Devonshire Street, 1969, 134 p.

AHLSTRÖM, P. & KARLSSON, C.. Change processes towards lean production. **International Journal of Operations and Production Management**, Vol. 16, Nº 11, 1996, p. 42 - 56.

AIRD, D.. Manpower utilization in the canadian construction industry. **National research council of Canada**, Division of Building Research, Ottawa, Canada, 1963.

AKINCI, B.; FISCHER, M.; ZABELLE, T.. Proactive Approach for Reducing Non-Value Adding Activities due to Time-Space Conflicts. **6<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1998**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1998.

ALÁRCÓN, L.F.; DIETHELMAND, S.; ROJO, O.. Collaborative Implementation of Lean Planning Systems in Chilean Construction Companies. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2002.

ALARCÓN, L.F.; MARDONES, D.A.. Improving the design-construction interface. **6<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 98**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1998.

ALLEN, S.J. & GIBB, A.G.F.. Effectiveness of Short-term Planning for Interface Management of Trade Contractors. **The organization and management of construction: shaping theory into practice**, Published by E & FN Spon, ISBN 0 419 22240 5, Vol. 2, p. 162-171, 1996.

ALVES, T.C.L.. **Diretrizes para a Gestão dos Fluxos Físicos em Canteiros de Obras: Proposta baseada em Estudos de Caso**. Porto Alegre - RS, 2000, Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 291 p.

ANDERSON, S.D.; FISCHER, D.J.; RAHMAN, S.P.. Integrating Constructability into Project Development: A Process Approach. **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 126, Nº 2, March/April 2000, p. 81 - 88.

ANTUNES JR., J.A.V.. **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero.** Porto Alegre – RS, 1998, Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 407 p..

AQUINO, J.P.R.; MELHADO, S.B.. The importance of the design for production in the design process management in building construction. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. Gramado, Brazil, August 2002.

AUADA JR, J., SCOLA, A. & CONTE, A.S.I.. Last Planner as a Site Operations Tool. **6<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 98**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1998.

BALLARD, G. & HOWELL, G.. Shielding Production: Essential Step in Production Control. **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 124, N° 1, pp. 11-17, January/February 1998.

BALLARD, G.. Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control. **5<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1997**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1997.

BALLARD, G.. Positive vs Negative Interaction in Design. **8<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2000**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2000.

BALLARD, G.. The Last Planner. **Northern California Construction Institute Publication**. Monterey, CA, pp. 22 – 24, April 1994.

BALLARD, G.; HARPER, N.; ZABELLE, T.. An application of lean concepts and techniques to precast concrete fabrication. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. Gramado, Brazil, August 2002.

BALLARD, G.; KOSKELA, L.. On the agenda of design management research. **6<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 98**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1998.

BALLARD, H.G.. **The Last Planner System of Production Control**. Birmingham – UK, May 2000, Tese de doutorado apresentada ao School of Civil Engineering of Faculty of Engineering of the University of Birmingham, 192 p..

BARKER, R.C.. The design of lean manufacturing systems using time-based analysis. **International Journal of Operations and Production Management**, Vol. 14, N° 11, 1994, p. 86 - 96.

BARLOW, J.. From Craft Production to Mass Customisation? Customer-focused Approaches to Housebuilding. **6<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1998**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1998.



BARLOW, J.. Partnering, Lean Production and the High Performance Workplace. **4<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1996**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1996.

BERLINER, C. & BRIMSON, J.. **Cost Management for Today's Advanced Manufacturing**. Boston, USA: Harvard Business School Press, 253 p., 1988.

BERNARDES, M.M.S., CARVALHO, M.S. & FORMOSO C.T.. Método de Análise do Processo de Planejamento da Produção de Empresas Construtoras. **ENTAC 2000 – VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Salvador – BA, Brasil, 25-28 de abril, Anais do congresso disponibilizado em CD ROM, 2000.

BERNARDES, M.M.S.. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção**. Porto Alegre - RS, 2001, Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 291 p..

BERNARDES, M.M.S.; FORMOSO, C.T.. Contributions to the Evaluation of Production Planning and Control Systems in Building Companies. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2002.

BISHOP, D.. Industrialization and the brick. **Building Research Establishment**. Current paper, design series n ° 55, Garston, Watford, UK, 1966.

BISHOP, D.. Productividad en la industria de la construcción. **Economía de la construcción**, Barcelona, Gustavo Gili, 13-41,1979.

BISHOP, D.. Productividad en la industria de la construcción. **Economía de la construcción**, Barcelona, Gustavo Gili, 13-41,1979.

BOGUS, S.; SONGER, A.D.; DIEKMANN, J.. Design-Led Lean. **8<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2000**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2000.

BRIGHAM, L.. Manpower in construction, part 1: job cost cut by labour management. **Civil Engineering, American Society of Civil Engineers**, vol.13, p. 485-487, October, 1943.

BRIGHAM, L.. Manpower in construction, part 2: check and balance system of labor management. **Civil Engineering, American Society of Civil Engineers**, vol.13, p. 541-543, November, 1943.

BROCKA, B.; BROCKA, S.. **Gerenciamento da qualidade**, São Paulo: Editora Makron Books do Brasil Ltda, 1<sup>a</sup> edição, 427 p., 1994.

BUFFA, E.S.; SARIN, R.K.. **Modern Production and Operations Management**. New York: John Wiley & Sons, 802 p., 1987.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. A study of alternative methods of house construction. **National Building Studies, special report no. 30**. 1960, BRS, UK.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. A study of concreting methods on housing sites. **National Building Studies, special report no. 23.** (Written by FRYER, K., EDEN, J..). 1954, BRS, UK.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. A work study in blocklaying. **National Building Studies, technical papers no. 1.** (Written by KINNINBURGH, W., VALLANCE, L..). 1948, BRS, UK.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. New methods of house construction. **National Building Studies, special report no. 4.** 1948, BRS, UK.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. Prefabrication - a history of its development in Great Britain. **National Building Studies, special report no. 36.** (Written by WHITE, R..). 1965, BRS, UK.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. Productivity in house building - a pilot sample survey in the south east and west of England and South Wales. **National Building Studies, special report no. 18.** 1948, BRS, UK.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. Productivity in house building - second report. **National Building Studies, special report no. 21.** (Written by REINERS, W., BROUGHTON, H..). 1953, BRS, UK.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. Test walls for assessing construction times with new building blocks. **National Building Studies, technical papers no. 9.** (Written by KINNINBURGH, W..). 1950, BRS, UK.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. The organisation of building sites. **National Building Studies, special report no. 29.** (Written by SANSOM, R..). 1962, BRS, UK. BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. New methods of house construction. **National Building Studies, special report no. 10.** 1949, BRS, UK, (second report).

BURATI, J.L., FARRINGTON, J.J. & LEDBETTER, W.B.. Causes of Quality Deviations in Design and Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 118, pp. 34-49, 1992.

BURBIDGE, J.L.. Production Control: A Universal Conceptual Framework. **Production Planning and Control**, vol. 1, n. 1, p. 3-16, 1990.

BUSINESS ROUNDTABLE. **Absenteeism and turnover, Construction Industry Cost Effectiveness Project Report C-6.** Business Round Table, New York, NY, USA, 1982.

BYGGFÖRBUNDET (The Association of Builders). **Labor Productivity at Building Sites (Arbetsproduktiviteten på byggplatserna).** Byggböndet, Stockholm, 1983.

CABRAL, Eduardo Cesar Chaves. **Proposta de Metodologia de Orçamento Operacional para Obras de Edificação.** Florianópolis – SC, 1988, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 151 p..

CAROTHERS, G. H. Jr. , ADAMS, M.. Competitive advantage through customer value: The role of value-based strategies, *In* STAHL, M.J. & BOUNDS, G.M.. **Competing globally through customer value**. New York, NY: Quorum books, 1991, pp. 32-66.

CASTRO, C.M. & MELLO E SOUZA, A.. **Mão-de-obra Industrial no Brasil: mobilidade, treinamento e produtividade**, Rio de Janeiro: IPEA, 424 p., 1974.

CHASE, R.B., AQUILANO, N.J., JACOBS, F.R.. **Production and Operations Management : Manufacturing and Services**, Irwin/McGraw-Hill, Boston, USA, 889 pp., 8<sup>th</sup> edition, 1998.

CHOO, H.J.; TOMMELEIN, I.. Workmoveplan: Database for Distributed Planning and Coordination. **8<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2000**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2000.

CHRISTIAN, John, HACHEY, Daniel. Effects of Delay Times on Production Rates in Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 121, No. 1, pp. 20-26, March 1995.

CHUA, D.K.H.; SHEN, L.. Constraint modeling and buffer management with integrated production scheduler. **Proceedings of the 9th International Group for Lean Construction Conference**. <http://www.vtt.fi/rte/lean/>, 2001.

CHUNG, C.H., KRAJEWSKI, L.J.. “Replanning frequencies for master production scheduling”, **Decision Sciences**, Vol. 17 No. 2, pp. 263-73, 1986.

CLARK, C., CLARK, A.. “Transomes” an invention to simplify and expedite bricklaying. **The Builder**. Vol. 103, no. 5353, 1945, p. 196.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. **Measuring the cost of quality in design and construction**. Publication 10-2, The Construction Industry Institute, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA, 1989.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. **Project Materials Management Primer**. Publication 7-2, The Construction Industry Institute, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA, 1988.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. **The effects of scheduled overtime and shift schedule on construction craft productivity**. Source Document 43, Construction Industry Institute, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA, 1988.

CONTE, A S. I. Um novo paradigma para a gestão da produção na construção civil. In: **Qualidade na Construção**, São Paulo, Ano II, n. 11, p. 37-41, 1998.

CONTE, A.S.I.. Last Planner, Look Ahead, PPC: a driver to the site operations. **6<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 98**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1998.

CONTE, A.S.I.. Lean Construction: From Theory to Practice. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2002.

CORRÊA, H.L. & GIANESI, I.G.N.. **Just in Time, MRP II e OPT: Um Enfoque Estratégico**. São Paulo: Editora Atlas, 2.<sup>a</sup> edição, 186 p., 1995.

CORRÊA, H.L., GIANESI, I.G.N., CAON, M.. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II / ERP, Conceitos, Uso e Implantação**. São Paulo: Editora Atlas, 3.<sup>a</sup> edição, 411 p., 2000.

COSTA, Adriano L., FORMOSO, Carlos T.. Perdas na construção civil – Uma proposta conceitual e ferramentas para prevenção. **ENTAC 98 – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Florianópolis – SC, Brasil, Vol. II, p. 1-8, 27-30 de abril, 1998.

COSTELLA, M.F., GUIMARÃES, L.B. & CREMONINI R.A.. Principais causas de acidentes de trabalho na construção civil, subsetor edificações. **ENTAC 2000 – VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Salvador – BA, Brasil, 25-28 de abril, Anais do congresso disponibilizado em CD ROM, 2000.

CRASKE, C.. Notes on progress rates in brickwork. **The surveyor**. Vol. 104, No. 2788, 1945, p. 351.

CSILLAG, J.M.. **Análise de Valor: Metodologia do Valor**, São Paulo: Editora Atlas, 1992.

CUSUMANO, Michael A.. The Limits of “Lean”. **Sloan Management Review**, summer 1994, p. 27- 32.

DAFICO, Dario A. & MACHADO, Ricardo L.. Planejamento, Programação e Controle de um Edifício Residencial Alto através da Técnica da Linha de Balanço: Estudo de Caso. **UFSC: Publicação Interna**. Florianópolis - SC, 1995.

DAVIES, V.J.. Design for safety – a consulting engineer’s approach. **The Institution of Civil Engineers Proceedings**, Part I – Design and Construction, Vol. 80, No. 2, p.15-32, 1986.

DEMING, W.E.. **Quality, Productivity and the Competitive Position**, Cambridge University Press, 1986.

DOZZI, S.P. & ABOURIZK, S.M.. **Productivity in Construction**, Institute for Research in Construction – National Research Council, Ottawa, Ontario, Canada, 44 p., 1993.

ELAZOUNI, A.M. & BASHA, I.M.. Evaluating the Performance of Construction Equipment Operators in Egypt. **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 122, No. 2, pp. 109-114, June 1996.

ENSHASSI, A. & BURGESS, R.. The Relationship Between Management Styles and Productivity in Multi-Cultural Construction Projects in the Middle East. **CIB W55**, Vol. 5, p. 266-279, 1990.

FEIGENBAUM, A.V.. **Total Quality Control**. New York, NY. McGraw-Hill, 1983.

FERGUSON, I.. **Buildability in practice**. Mitchell Publishing Company Limited, London, GB, 175 p., 1989.

FISCHER, D.J.; ANDERSON, S.D.; RAHMAN, S.P.. Integrating Constructability Tools into Constructability Review Process. **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 126, Nº 2, March/April 2000, p. 89 - 96.

FISCHER, M.; TATUM, C.B.. Characteristics of Design-Relevant Constructability Knowledge. **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 123, Nº 3, September 1997, p. 253 - 259.

FLEMING, M.C.. Pricing in construction: the relationship of constants to productivity. **Building Technology and Management**, Vol. 15, pp. 5-9, December 1978.

FORBES, W.S.. The Rationalization of House Building. **Building Research Establishment Current Paper No. 48/77**, Garston, BRE, UK, 1977.

FORMOSO, C.T.. **A knowledge based framework for planning house building projects**. Salford – UK, 1991, Tese de doutorado apresentada ao Department of Quantity and Building Surveying, University of Salford.

FORMOSO, C.T.; BERNARDES, M.M.S.; OLIVEIRA, L.F.. Developing a Model for Planning and Controlling Production in Small Sized Building Firms. **6<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1998**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1998.

FORMOSO, C.T.; TZORTZOPOULOS, P.; JOBIM, M.S.S. & LIEDTKE, R.. Developing a protocol for managing the design process in the building industry. **6<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 98**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1998.

FOWLER, C.. Process Improvement of the Building Services Engineering Industry: The Transatlantic Challenge. **5<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1997**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1997.

FREIRE, J.; ALARCÓN, L.F.. Achieving a lean design process. **8<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2000**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2000.

GAITHER, N.; FRAZIER, G.. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo, SP: Editora Pioneira Thomson Learning, 8<sup>a</sup> edição, 598 p., 2001.

GARVIN, D.. **Management quality**. New York. Free, 1988.

GHIO, V.A.. Development of Construction Work Methods and Detailed Production Planning for Onsite Productivity Improvement. **5<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1997**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1997.

GIANDON, A.C.; MENDES JR, R.; SCHEER, S.. Implementing electronic document management system for a lean design process. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. Gramado, Brazil, August 2002.

GIL, N.; TOMMELEIN, I.; KIRKENDALL, R.L. & BALLARD, G.. Contribution of specialty contractor knowledge to early design. **8<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2000**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2000.

GILBRETH, F.B.. **Motion Study: a methody for increasing the efficiency of the workman**, D. Van Nostrand Company, New York, NY, 1911.

GRAY, C.. Buildability: the construction contribution. **The Chartered Institute of Building – Occasional paper 29**, Ascot, 33 p., 1983.

GURGEL, F. A.. Glossário de Engenharia de Produção. **Fundação Vanzolini: Publicação Interna**. São Paulo - SP, 7<sup>a</sup>. edição, maio de 2001.

GURGEL, F. A.. Glossário de Engenharia de Produção. **Fundação Vanzolini: Publicação Interna**. São Paulo - SP, 9<sup>a</sup>. edição, setembro de 2002.

HALLIGAN, D. W., DEMSETZ, L. A., BROWN, J. D. & PACE, C. B.. Prebid and Preconstruction Planning Process. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, Vol. 120, No. 1, p. 47-64, March 1994.

HALPIN, D.W. & WOODHEAD, R.W.. **Design of Construction and Process Operations**, John Wiley, New York, NY, Cap. 1, p. 3-16, 1976.

HANDA, V.K. e THOMAS, H.R.. International Study on Construction Site Productivity. **CIB W-65 - 7th International Symposium**. Port of Spain, Trinidad, Vol. II, 999-1002, September, 1993.

HANLON, E.J.; SANVIDO, V.E.. Constructability Information Classification Scheme. **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 121, N° 4, December 1995, p. 337 - 345.

HARRISON, A.. Manufacturing strategy and the concept of world class manufacturing. **International Journal of Operations and Production Management**, Vol. 18, N° 4, pp. 397 – 408, 1998.

HAYES, R.; WHEELWRIGHT, S.. **Restoring our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing**. New York: John Wiley & Sons, 1984.

HEINECK, L.F.M.. **Fatores que afetam a produtividade na construção**. Notas de aula da disciplina “Aplicação da Engenharia de Produção à Construção Civil”, do curso de mestrado em engenharia de produção, do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC, 1995.

HEINECK, L.F.M.. **Gerenciamento de Empreendimentos**. Notas de aula da disciplina “Gerenciamento de Empreendimentos na Construção Civil”, do curso de mestrado em engenharia de produção, do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC, 1995.

HEINECK, L.F.M.. Modelos para o planejamento de obras. **Encontro de Pesquisa Operacional no Rio Grande do Sul**, Santa Maria - RS, p. 239-252, Imprensa Universitária, 1984.

HEINECK, L.F.M.. **On the analyses of activity durations on three house building sites.** United Kingdom, February 1983. Doctoral thesis submitted to the Department of Civil Engineering of The University of Leeds.

HEINECK, L.F.M.; MACHADO, R.L.. A Geração de Cartões de Produção na Programação Enxuta de Curto Prazo em Obra. **II SIBRAGEQ – Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho**, Fortaleza – CE, 04-06 de setembro de 2001, Anais do congresso disponibilizado em CD ROM.

HERBSMAN, Z. & ELLIS, R.. Research of factors influencing construction productivity. **Construction Management and Economics**, Vol. 8, p. 49-61, 1990.

HERZBERG, F.. One more time: How do you motivate employees. **Harvard Business Review**, Vol. 46, No. 1, p. 53-62, 1968.

HILL, T.. **Manufacturing Strategy – The Strategic Management of the Manufacturing Function.** USA: MacMillan, 1993.

HINCAPIE, A.M.; OLIVEIRA, C.T.A.; CINCOTTO, M.A.; SELMO, S.M.S.. Revestimento de Gesso I, **Téchne**, No. 21, Mar/Abr 1996.

HINCAPIE, A.M.; OLIVEIRA, C.T.A.; CINCOTTO, M.A.; SELMO, S.M.S.. Revestimento de Gesso II, **Téchne**, No. 22, Mai/Jun 1996.

HINES, Peter, RICH, Nick. The seven value stream mapping tools. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 17, N°. 1, pp. 46-64, 1997.

HINZE, J. & PARKER, H.W.. Safety, productivity and job pressure. **Journal of the Construction Division**, Vol. 104, p. 27-34, 1978.

HINZE, J.. Biorhythm Cycles and Injury Occurrences. **Journal of Construction Division**, ASCE, Vol. 107, No. 1, p. 21, 1981.

HINZE, J.; GAMBATESE, J. Using injury statistics to develop accidents prevention programs. **In: International conference of CIB W99**, 1996, Lisboa. **Implementation of safety and health on construction sites.** Rotterdam: Balkema, 1996. p. 117-127.

HIROTA, E.H. & FORMOSO C.T.. O Processo de Aprendizagem na Transferência dos Conceitos e Princípios da Produção Enxuta para a Construção. **ENTAC 2000 – VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Salvador – BA, Brasil, 25-28 de abril, Anais do congresso disponibilizado em CD ROM, 2000.

HOPP, W., SPEARMAN, M.. **Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management.** Boston, USA: Irwin/McGraw-Hill, 668 pp., 1996.

HOWELL, G.; KOSKELA, L.. (2000) Reforming project management: the role of lean construction. **8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGLC-8.** Brighton, 17 - 19 July 2000.

JAMES-MOORE, S.M. & GIBBONS, A.. Is lean manufacture universally relevant? An investigative methodology. **International Journal of Operations and Production Management**, Vol. 17, N° 9, 1997, p. 899-911.

JONES, R.E., DECKRO, R.F.. The social psychology of project management conflict. **European Journal of Operational Research**, Vol. 64, 216-228, 1993.

JONSSON, Jan. **Construction Site Productivity Measurements - Selection, Application and Evaluation of Methods and Measures**. Swedish, 1996. Doctoral thesis submitted to the Department of Civil and Mining Engineering of Lulea University of Technology.

JOSEPHSON, P.E. & HAMMARLUND, Y.. The cost of defects in construction. **Proceedings of the CIB W65 International Symposium for The Organization and Management of Construction: Shaping theory and practice**, University of Strathclyde, Scotland, UK, Published by E & FN Spon, ISBN 0 419 22240 5, Vol. 2, 1996.

JURAN, J.M.; GRZYNA, F.. **Controle da Qualidade - Handbook**. São Paulo, SP. Vol. 1, Makron Books do Brasil, 1991.

KARLSSON, C. & AHLSTRÖM, P.. A lean and global smaller firm? **International Journal of Operations and Production Management**, Vol. 17, Nº 10, 1997, pp.940 - 952.

KARLSSON, C.. Radically new production systems. **International Journal of Operations and Production Management**, Vol. 16, Nº 11, 1996, pp. 8 - 19.

KARTAM, N.; FLOOD, I.. Constructability Feedback Systems: Issues and Illustrative Prototype. **Journal of Performance of Construction Facilities**, Vol. 11, Nº 4, November 1997, p. 178 - 183.

KEHL, Sérgio P.. Produtividade na Construção Civil, *In* CONTADOR, José Celso. **Gestão de Operações: A Engenharia de Produção a Serviço da Modernização da Empresa**. São Paulo, SP: Editora Edgard Blücher, 1997, Cap. 33, pp. 469-486.

KELLOG, J.C., HOWELL, G.E. & TAYLOR, D.C.. Hierarchy model of construction productivity. **Journal of the Construction Division**, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 107, No. 1. pp. 137-152, March 1981.

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

KHAN, M. S.. Methods of motivating for increased productivity. **Journal of Management in Engineering**, ASCE, Vol. 9, No. 2, p. 148-156, April 1993.

KOSKELA, L.. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Espoo, Finland, May 2000. Dissertation to the degree of Doctor in Technology presented to the Helsinki University of Technology, 298 p..

KOSKELA, L.. **Application of the new production philosophy to construction**, Technical report No. 72, CIFE, Stanford University, Stanford, California, 1992.

KOSKELA, L.. Management of production in construction: a theoretical view. **Proceedings IGLC-7**, University of California, Berkeley, CA, USA, pp. 241-252, 26-28 July, 1999.

KOSKELA, L.; HOWELL, G. The underlying theory of project management is obsolete. **PMI Research Conference**, Seattle, August 2002.



KOSKELA, L.; HOWELL, G.. Reforming project management: The role of planning, execution and controlling. **Proceedings of the 9th International Group for Lean Construction Conference**. <http://www.vtt.fi/rte/lean/>, 2001.

KOSKELA, L.; HOWELL, G.. The theory of project management -problem and opportunity. **Working paper. VTT Technical Research Centre of Finland & Lean Construction Insitute**, 2002.

KOSKELA, L.; HOWELL, G.. The theory of Project Management: Explanation to Novel Methods. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2002.

KRAJEWSKI, L.J., RITZMAN, L.P.. **Operations management: strategy and analysis**, Addison- Wesley, 3<sup>rd</sup> edition, USA, 904 pp., 1993.

LAUFER, Alexander, HOWELL, G.A., ROSENFELD, Y.. Three models of short-term construction planning. **Construction Management and Economics**, Vol. 10, p. 249-262, 1992.

LAUFER, Alexander, TUCKER, Richard L.. Competence and timing dilemma in construction planning. **Construction Management and Economics**, Vol. 6, p. 339-355, 1988.

LAUFER, Alexander, TUCKER, Richard L.. Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and proces - A theoretical model for optimum project (time) performance based on European best practices. **Construction Management and Economics**, Vol. 5, p. 243-266, 1987.

**LAUFER, Alexander. Essentials of Project Planning: Owner's Perspective.** Journal of Management in Engineering, ASCE, Vol. 6, No. 2, p. 162-176, April 1990.

LEAL, J.R., KRETZER, C.K., MACHADO, R.L., HEINECK, L.F.M.. Avaliação da qualidade na construção civil: um estudo de caso. **ENEGEP 96 – 16º. Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Piracicaba – SP, Brasil, publicado em CD-ROM, 1996.

LEMNA, G.J., BORCHERDING, J.D. & TUCKER, R.L.. Productive Foremen in Industrial Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 112, No. 2, pp. 192-210, June 1986.

LEWIS, T.M. & ATHERLEY, B.A.. Analysis of construction delays. **Proceedings of the CIB W65 International Symposium for The Organization and Management of Construction: Shaping theory and practice**, University of Strathclyde, Scotland, UK Published by E & FN Spon, ISBN 0 419 22240 5, Vol. 2, p. 60-71, 1996.

LONDON, K.; KENLEY, R.. The Development of a Neo Industrial Organisation Methodology for Describing & Comparing Construction Supply Chains. **8<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2000**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2000.

LOPES, José Roberto Pimentel. Como Construir: Instalação de portas em kits, **TÉCHNE**, pág. 66-70, Número 45, março / abril 2000.

LOVE, P.E.D., WYATT, A.D. & MOHAMED, S.. Understanding rework in construction. **Proceedings of Construction Process Re-engineering**, Edited by S. Mohamed, pp. 269-278, ISBN 0-86857-771-5, Published in 1997.

MACHADO, R.L.. Um Modelo de PCP de Curto Prazo para a Construção Civil. **III SIMPOI - Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, Fundação Getulio Vargas, São Paulo – SP, Brasil, 25-28 de setembro de 2000, Anais do congresso disponibilizado em CD ROM.

MACHADO, Ricardo Luiz. **Incentivos Financeiros e Produtividade da Mão-de-obra na Construção Civil: Um Estudo de Caso em Uma Empresa do Setor**. Florianópolis – SC, 1997, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 172 p..

MALONEY, W.F. & McFILLEN, J.M.. Valence of and satisfaction with job outcomes. **Journal of Construction Engineering and Management, ASCE**, Vol. 111, No. 1, pp. 53-73, 1985.

MASLOW, A.H.. A theory of human motivation. **Psychological Review**, Vol. 50, No. 4, p. 370-396, 1943.

MAWDESLEY, M.J.; LONG, G.. Prefabrication for lean building services distribution. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. Gramado, Brazil, August 2002.

MAZIERO, L.. **Aplicação do método da Linha de Balanço no planejamento de obras repetitivas: um levantamento das decisões fundamentais para sua aplicação**. Florianópolis - SC, 1990, Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC.

McGREGOR, D.M.. The human side of enterprise. **The Management Review**, November, p. 22-28, 1957.

McNALLY, H.E. & HAVERS, J.A.. Labor Productivity in the Construction Industry. **Journal of the Construction Division**, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 93, No. CO2. pp. 1-1, September 1967.

MECCA, S.; MASERA, M.. A Planning Approach Oriented to a Technical and Organisational Risk Analysis of Flow Management. **8<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2000**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2000.

MELHADO, S.B.. Designing for lean construction. **6<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 98**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1998.

MELLES, B.; WAMELINK, J.W.F.. **Production Control in Construction**. Delft University Press, Delft, 320 p., 1993.

MELO, M.M.; LANNA, C.A.F.. Como construir: Telhas cerâmicas, **TÉCHNE**, pág. 60-63, Número 58, janeiro 2002.

MENDES JR, R.; HEINECK, L.F.M.. Preplanning method for Multi-Story Building Construction using Line of Balance. **6<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1998**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1998.

MENDES JR, R.; HEINECK, L.F.M.. Towards Production Control on Multi-Story Building Construction Sites. **7<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1999**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1999.

MENDES JR, Ricardo. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos**. Florianópolis – SC, 1999, Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 235 p..

MILES, R.S.. Alliance lean design / construct on a small high tech project. **6<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 98**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1998.

MITIDIARI FILHO, C.V.. Como construir – Paredes em Chapas de Gesso Acartonado, **Téchne**, No. 30, Set/Out 1997.

MOREIRA, D.A.. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo, SP: Editora Pioneira, 4.ª edição, 619 p., 1999.

NAIM, M.; NAYLOR, J.; BARLOW, J.. Developing Lean and Agile Supply Chains in the UK Housebuilding Industry. **7<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1999**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1999.

NATHAN, J. & VENKATARAN, R.. Determination of Master Production Schedule replanning frequency for various forecast windows intervals. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 18, No. 8, pp. 767-777, 1988.

O'BRIEN, W.J.; LONDON, K.; VRIJHOEF, R.. Construction Supply Chain Modeling: A Research Review And Interdisciplinary Research Agenda. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2002.

O'CONNOR, J.T.; MILLER, S.J.. Constructability Programs: Method for Assessment and Benchmarking. **Journal of Performance of Construction Facilities**, Vol. 8, N° 1, February 1994, p. 46 - 64.

OGLESBY, C., PARKER, H. & HOWE, G.. **Productivity improvement in construction**. New York, NY: McGraw-Hill Book Co., 1989.

OLIVEIRA, Ricardo R.. Melhoria dos métodos construtivos através das operações e de seu seqüenciamento em obras. **ENEGEP 93 – Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Florianópolis – SC, Brasil, Vol. II, p. 764-768, outubro de 1993.

OLOMOLAIYE, P.O., WAHAB, K.A. & PRICE, A.D.F.. Problems Influencing Craftsmen's Productivity in Nigeria. **Building and Environment**, Vol. 22, No. 4. pp. 317-323, 1987.

PANZETER, Andrea Angela. **Estudo das relações entre os consumos de mão-de-obra e as quantidades físicas executadas**. Porto Alegre, 1988. Dissertação apresentada ao Curso de

Pós-graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil - UFRGS.

PASQUIRE, C.R.; CONNOLY, G.E.. Leaner construction through off-site manufacturing. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. Gramado, Brazil, August 2002.

PICCHI, F. A . **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. 1993. 462 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

PICCHI, Flávio Augusto *et ai*. **PS – PROGRAMAÇÃO DE SERVIÇO PADRÃO ENCOL – GEOTECNIA E ESTRUTURA**. DITEC, Versão 1.02, Brasília–DF.199?

PICCHI, Flávio Augusto *et ai*. **PS – PROGRAMAÇÃO DE SERVIÇO PADRÃO ENCOL – OBRA FINA**. DITEC, Versão 1.02, Brasília–DF.199?

PICCHI, Flávio Augusto *et ai*. **PS – PROGRAMAÇÃO DE SERVIÇO PADRÃO ENCOL – OBRA BRUTA**. DITEC, Versão 1.02, Brasília–DF.199?

PIGOTT, P.T.. Some factors influencing productivity in house building. **CIB - 6th Congress - Impact of Research on the Built Environment**, Budapest, Vol. II, 269-274, 1974.

PIRES, S.R.I. **Gestão Estratégica da Produção**. Piracicaba, SP: Editora UNIMEP, 269 p., 1995.

PRASCEVIC, Z.B., IVKOVIC, B.N. & CIROVIC, G.S.. Productivity and human factors in construction. **CIB W65, The Organization and Management of Construction**, London, UK, E. & F.N.Spon, Vol. 2, p. 681-690, 1987.

RAHMAN, S.. Theory of Constraints: A Review of the philosophy and its applications. **International Journal of Operations and Production Management**, Vol. 18, N° 4, pp. 336 – 355, 1998.

REVAY, S.G.. Improved Techniques of Productivity Measurements. **CIB W55, Third International Symposium on Building Economics**, Ottawa, Canada, Vol. 4, p. 1-10, July 18-20, 1984.

ROSENFELD, Y., WARSZAWSKI, A., LAUFER, A.. Harnessing quality circles to raise site productivity and quality of work life. **Technical Report – National Building Research Institute**, Technion, Haifa, Israel, 1986.

ROSSLER, P. E.. Challenging mainstream IE thinking: The human element. **Industrial Engineering**, Vol. 23, No. 9, p. 53-58, 1991.

ROSSO, T.. **Racionalização da construção**. São Paulo, SP: FAU-USP, 1990.

RUSSEL, J.S.; SWIGGUM, K.E.; SHAPIRO, J.M.; ALAYDRUS, A.F.. Constructability related to TQM, Value Engineering, and Cost/Benefits. **Journal of Performance of Construction Facilities**, Vol. 8, N° 1, February 1994, p. 31 - 45.

RUSSOMANO, V.H.. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo, SP: Editora Pioneira, 6ª. edição, 320 p., 2000.

SALAGNAC, J.; YACINE, M.. Logistics: A Step Towards Lean Construction. **7<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1999**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1999.

SAN MARTIN, Alberto P., FORMOSO, Carlos T.. Método de avaliação de sistemas construtivos para a habitação de interesse social sob o ponto de vista da gestão de processos de produção. **ENTAC 98 – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Florianópolis – SC, Brasil, Vol. II, p. 19-26, 27-30 de abril, 1998.

SANDERS, S. R. & THOMAS, H. R.. Factors affecting masonry-labor productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, Vol. 117, No. 4, p. 626-644, December 1991.

SANTOS, A., FORMOSO, C.T.. Transferência de *Know-how* no ambiente da construção civil. **ENTAC 98 – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Florianópolis – SC, Brasil, Vol. II, p. 9-18, 27-30 de abril, 1998.

SANTOS, A.. **Application of Flow Principles in the Production Management of Construction Sites**. Salford– UK, October 1999, Tese de doutorado apresentada ao School of Construction and Property Management of the University of Salford, 463 p..

SANTOS, A.; POWELL, J.. Potential of Poka-Yoke Devices to Reduce Variability in Construction. **7<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1999**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1999.

SANTOS, A.; POWELL, J.; SHARP, J.; FORMOSO, C.T.. Principle of Transparency Applied in Construction. **6<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 98**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1998.

SANTOS, N.. **Fundamentos de Ergonomia**. Disponível na Internet. <http://www.eps.ufsc.br/ergon>. 19 de setembro de 2000.

SAOB. **Standard Times for Building Operations**, – Stichting Arbeidstechnisch Onderzoek Bouwnijverheid, 6711 PM Ede, Stationsweg 89, tel. 08380 – 16421, The Netherlands, Vol. III, 1984.

SCHMITT, C. M.. **Orçamentos de edificações residenciais: método sistematizado para levantamento de dados em planta e cálculo de quantitativos**. Porto Alegre, 1987. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SCHONBERGER, R.J.. **Técnicas Industriais Japonesas: Nove Lições Ocultas sobre Simplicidade**. São Paulo: SP, Editora Pioneira, 1992.

SEYMOUR, D.; ROOKE, J.. Commitment Planning and Reason Analysis. **8<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2000**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2000.

SHADDAD, M.Y. & PILCHER, R.. The Influence of Management on Construction System Productivity – towards a conceptual system casual research model. **CIB W65, Fourth International Symposium on Organisation and Management of Construction**, Waterloo, Canada, pp. 613-627, July 23-27, 1984.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2ª. Edição, Porto Alegre: RS, Editora Artes Médicas / Bookman, 1996.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M.. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação**, 2ª. edição revisada, Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2001.

SILVA, F.B.; CARDOSO, F.F.. Applicability of Logistics Management in Lean Construction: A Case Study Approach in Brazilian Building Companies. **7<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1999**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1999.

SILVA, F.B.; CARDOSO, F.F.. Gestão da Logística nas Empresas Construtoras de Edifícios. **III SIMPOI - Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, Fundação Getulio Vargas, São Paulo – SP, Brasil, 25-28 de setembro de 2000, Anais do congresso disponibilizado em CD ROM.

SILVA, Maria Angélica Covelo. **Identificação e análise dos fatores que afetam a produtividade sob a ótica dos custos de produção de empresas de edificações**. Porto Alegre, Novembro de 1986. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SKINNER, W.. Manufacturing – missing link in corporate strategy. **HBR**, may-june 1969.

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A., JOHNSTON, R.. **Administração da Produção**. São Paulo, SP: Editora Atlas, 1ª. edição, 726 p., 1997.

SLACK, N.. **Vantagem competitiva em manufatura**. São Paulo, SP: Editora Atlas, 1993.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.. **Administração da Produção**. São Paulo, SP: Editora Atlas, 2ª. edição, 747 p., 2002.

SMITH, G. & HANNA, A.S.. Factors influencing form labor productivity. **Canadian Journal of Civil Engineering**, Vol. 20, No. 1, pp. 144-153, February 1993.

SOARES, A.C.; BERNARDES, M.M.S.; FORMOSO, C.T.. Improving the Production Planning and Control System in a Building Company: Contributions after Stabilization. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2002.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado**. São Paulo, 1996. Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia - USP.



SRIDHARAN, V., BERRY, W.L. & UDAYABHANU, V.. “Measuring master production schedule stability under rolling planning horizons”, **Decision Sciences**, Vol. 19 No. 2, pp. 147-66, 1988.

TAYLOR, F.W.. **Princípios da Administração Científica**. São Paulo, SP: Editora Atlas, 8.<sup>a</sup> edição, 108 p., 1990.

TAYLOR, J.; BJORNSSON, H.. Construction supply chain improvements through Internet pooled procurement. **7<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1999**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1999.

TAYLOR, J.; BJÖRNSSON, H.. Construction Supply Chain Improvements Through Internet Pooled Procurement. **7<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1999**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1999.

TAYLOR, J.; BJÖRNSSON, H.. Identification and Classification of Value Drivers for a New Production Homebuilding Supply Chain. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2002.

THE BUSINESS ROUNDTABLE. **Modern Management Systems**. Report A-6, BRT, 200 Park Ave., New York, NY, 10166, 1983.

THOMAS, H. R., MALONEY, W.F., HORNER, R.M.W., SMITH, G.R., HANDA, V.K. & SANDERS, S.R.. Modeling construction labor productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, Vol. 116, No. 4, p. 738-755, 1990.

THOMAS, H. R.. Effects of scheduled overtime on labor productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, Vol. 118, No. 1, p. 60-76, 1992.

THOMAS, H.R. & KRAMER, D.F.. **The Manual of Construction Measurement and Performance Evaluation**. The Pennsylvania State University, Pennsylvania, USA, 1988.

THOMAS, H.R. & NAPOLITAN, C.L.. Quantitative Effects of Construction Changes on Labor Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, Vol. 121, No. 3, pp. 290-296, September 1995.

THOMAS, H.R. & RAYNAR, K.A.. Scheduled Overtime and Labor Productivity: Quantitative Analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, Vol. 123, No. 2, pp. 181-188, June 1997.

THOMAS, H.R.. Forecasting Labor Productivity Using Factor Model. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, Vol. 120, No. 1, pp. 228-239, March 1994.

THOMAS, H.R.. Impact of material management on productivity – a case study. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, Vol. 115, No. 3. pp. 370-384, 1989.

THOMAS, H.R.. Labor Productivity and Work Sampling: The Bottom Line. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, Vol. 117, No. 3. pp. 423-444, September 1991.

THOMAZ, E.. Como construir: Pisos cimentados I. **Téchne**. No. 19, Novembro/dezembro 1995.

THOMAZ, E.. **Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção**. São Paulo: Editora PINI, 2001.

TUBINO, D.F.. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo, SP, Editora Atlas, 220 p., 1997.

TUBINO, D.F.. **Sistemas de Produção: A Produtividade no Chão de Fábrica**. Porto Alegre, RS, Editora Bookman, 1<sup>a</sup>. edição, 182 p., 1999.

TUCKER, S.N., LOVE, P.E.D., TILLEY, P.A. & MaCSPORRAN, C., SALOMONSSON, G.D. & MOHAMED, S.. **Perspectives of Construction Contractors Communication and Performance Practices**. CSIRO DBCE DOC 96/29, Melbourne, Australia, 1996.

TURNER, J.R., COCHRANE, R.A.. Goals-and-methods matrix: coping with projects with ill defined goals and/or methods of achieving them. **International Journal of Project Management**, Vol. 11, 93-102, 1993.

TZORTZOPOULOS, P.. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. Porto Alegre - RS, 1998, Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TZORTZOPOULOS, P.; BETTS, M.; COOPER, R.. Product development process implementation – Exploratory case studies in construction and manufacturing. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. Gramado, Brazil, August 2002.

VAIDYANATHAN, K.. Case Study in Application of Project Scheduling System for Construction Supply Chain Management. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2002.

VILLAGARCIA, S.; CARDOSO, F.. New Supply Chain Network in Brazil's House Construction Industry. **7<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1999**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1999.

VOLLMANN, T.E.; BERRY, W.LP.; WHYBARK, D.C.. **Manufacturing planning and control systems**, McGraw-Hill, 4<sup>th</sup> edition, USA, 836 p., 1997.

VRIJHOEF, R., CUPERIUS, Y.; VOORDIJK, H.. Exploring the Connection Between Open Building and Lean Construction: Defining a Postponement Strategy for Supply Chain Management. **10<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 2002**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2002.

VRIJHOEF, R.; KOSKELA, L.. Roles of Supply Chain Management in Construction. **7<sup>th</sup> International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC 1999**, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 1999.

VROOM, V.H.. **Work and Motivation**. New York, NY: John Wiley and Sons, Inc., 1964.



WATANABE, T., BHATTACHARJEE, K. & KUNISHIMA, M.. A Fundamental Study on Construction Site Productivity. **Proceedings of the Construction Process Re-engineering**, Edited by S. Mohamed, ISBN 0-86857-771-5, p. 247-258, 1997.

WILLIAMS, T.M.. The Need for New Paradigms for Complex Projects. **International Journal of Project Management**, Vol. 17, No. 5, pp. 269-273, 1999.

WOMACK, J.P., JONES, D.T. & ROSS, D.. **The Machine that Changed the World**. New York, NY: Rawson Associates, 1990.

WOMACK, J.P., JONES, D.T.. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. USA: Simon & Schuster, September 1996.

YANO, C.A., CARLSON, R.C.. “Interaction between frequency of rescheduling and the role of safety stock in material requirements planning systems”, **International Journal of Production Research**, Vol. 25 No. 2, pp. 221-32, 1987.

YAZIGI, W.. **A Técnica de Edificar**. 4<sup>a</sup>. edição, São Paulo: Editora PINI, 2002.

YIN, R.K.. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Tradução de Daniel Grassi, 2a edição, Porto Alegre: Editora Bookman, 2002.

ZAKERI, M., OLOMOLAIYE, P.O., HOLT, G.D. & HARRIS, F.C.. A survey of constraints on Iranian construction operatives productivity. **Journal of Construction Management and Economics**, Vol. 14, pp. 417-426, 1996.

ZOCCHIO, A. **Prática de prevenção de acidentes: ABC da segurança de trabalho**. São Paulo: Atlas, 6<sup>a</sup>. edição, 1996.

## ANEXO A – ROTEIRO DA ENTREVISTA CONDUZIDA NA ETAPA DE VALIDAÇÃO DO MODELO

### ROTEIRO DE ENTREVISTA

#### **Parte A: Identificação do entrevistado**

- Data:
- Nome:
- Formação:
- Idade:
- Experiência profissional na área de construção (tipo de experiência e tempo):
- Atuação profissional no momento:
- Conhecimento prévio da Construção Enxuta:

Antes das aplicações das questões é feita uma apresentação do modelo da construção enxuta e do processo integrado de planejamento da produção

#### **Parte B: Identificação do planejamento feito pelo entrevistado**

**Ação do Entrevistador:** Apresentação breve do modelo de melhoria do processo de planejamento através de um maior controle pelas antecipações.

Questão 1: Você realiza planos formais da produção?

Caso sim, como? .

Caso não, porque? Acha que não vale a pena formalizar o plano em um cronograma ou em algum outro instrumento de planejamento como uma rede CPM, uma planilha de ações, etc.?

---

Questão 2: Que informações você considera necessário incluir em seu plano da produção de curto prazo? E no de médio prazo? E de longo prazo?

---

Questão 3: Que nível de detalhe (em termos de ações gerenciais) você acha que vale a pena (que é possível você controlar) incluir nas suas ações gerenciais em seus planos de curto e médio prazo?

---

**Parte C: Questões sobre o Planejamento de Antecipações**

**Ação do Entrevistador:** Condução do enfoque da resposta para a lógica de antecipações mostrando fotos e citando exemplos das categorias antecipações detectadas nos canteiros de obras.

**Questão 4:** Com base nas fotos e nos exemplos de ações gerenciais apresentados anteriormente você acredita que a sua resposta anterior em termos de seu planejamento da produção deveria ter seu nível de detalhamento aumentado? (SIM / NÃO) Por que? Como isto poderia ser feito? Você faria um planejamento formal com base nos instrumentos de planejamento apresentados?

---

**Questão 4A:** (caso a resposta à questão anterior seja SIM) Das categorias de antecipações apresentadas anteriormente qual (quais) você considera relevantes?

---

**Questão 5:** Você considera que o planejamento da produção deveria contemplar as antecipações discutidas anteriormente? (SIM / NÃO) Por que? Justifique.

---

**Término da entrevista:**

**Questão 6:** Gostaria de acrescentar alguma coisa que ainda não comentou?

---

## **ANEXO B – ILUSTRAÇÕES ADICIONAIS DAS ANTECIPAÇÕES DOCUMENTADAS NOS ESTUDOS DE CASOS**



Figura B1 – O problema gerado pela negligência com a antecipação de coordenação entre os projetos elétrico e de acabamento do armário.



Figura B2 – O problema gerado pela negligência com a antecipação de coordenação entre os projetos hidráulico e de revestimento cerâmico da sacada.



Figura B3 – O problema do acesso à fachada.



Figura B4 – O problema do acesso à fachada.



Figura B5 – A consequência da negligência com a antecipação de preparação de espaço físico para armazenagem de componentes do elevador da obra.



Figura B6 – A antecipação ligada à estratégia de *marketing* da empresa.



Figura B7 – A antecipação ligada à estratégia de *marketing* da empresa.



Figura B8 – A antecipação ligada à proteção de serviços terminados.



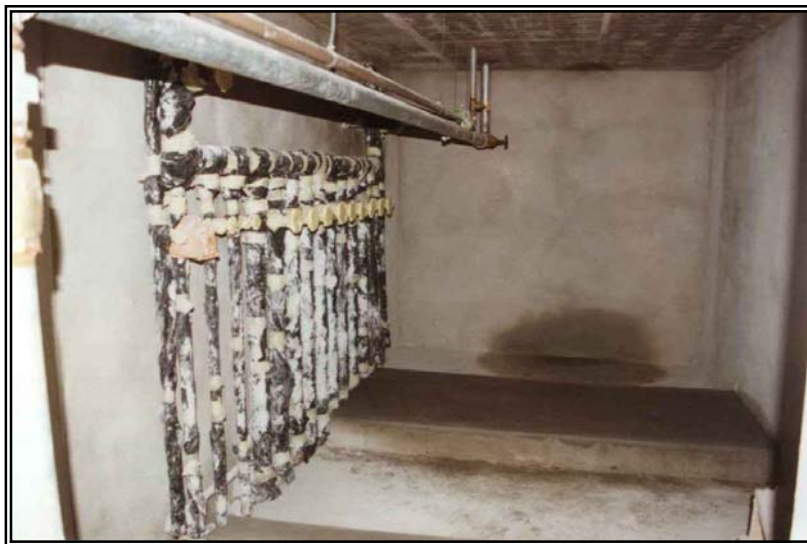


Figura B9 – A consequência da execução do serviço de emboço sobre a tubulação protegida.



Figura B10 – A consequência da negligência em relação à conclusão da cobertura da obra.



## ANEXO C – EXEMPLOS DE INSTRUÇÕES DE TRABALHO DA EMPRESA DO ESTUDO DE CASO 3

### INSTRUÇÃO DE TRABALHO DE CONFECÇÃO DE FÔRMAS DE MADEIRA:

#### 1. OBJETIVOS

Orientar e fornecer diretrizes para a confecção, montagem, desmontagem e inspeção da forma, garantindo a geometria da estrutura e a estanqueidade, padronizando sua execução e procurando atender características necessárias para um desempenho adequado com custo baixo, funcionalidade e praticidade.

#### 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ✓ Projeto de Arquitetura;
- ✓ Projeto Estrutural;
- ✓ Projeto de Ferragens;
- ✓ Projeto de Interferência;
- ✓ Projeto de Forma;
- ✓ Projeto de Escoramento;
- ✓ Planta de Locação dos Eixos e Gastalhos.

#### 3. AUTORIDADES / RESPONSABILIDADES

Passos	Atividades	Frequência	Métodos	Autoridades	Responsabilidades
1	Materiais e Equipamentos	A cada serviço	4.1	Residentes	Líderes de Produção / Administrativos
2	Condições para início dos serviços	A cada serviço	4.2	Residentes	Líderes de Produção
3	Método executivo	A cada serviço	4.3	Residentes	Líderes de Produção

#### 4. PROCEDIMENTOS

##### 4.1 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Materiais	Equipamentos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Arame recozido nº 10;</li> <li>✓ Chapas de madeira compensada (17 e 18 mm);</li> <li>✓ Cunha de madeira;</li> <li>✓ Desmoldante;</li> <li>✓ Distanciadores;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Arco de serra;</li> <li>✓ Barras de ancoragem;</li> <li>✓ Brocas para madeira;</li> <li>✓ Brocha, pincel ou rolo de lã de 27 cm;</li> <li>✓ Cavaletes;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Martelo;</li> <li>✓ Nível alemão ou aparelho de nível a laser;</li> <li>✓ Pé de cabra e/ou alavanca;</li> <li>✓ Pincel;</li> <li>✓ Prumo de centro ou de face;</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Equipamentos;</li> <li>✓ Escoramento de madeira ou metálico;</li> <li>✓ Isopor (juntas de dilatação);</li> <li>✓ Pontaletes de madeira;</li> <li>✓ Pregos;</li> <li>✓ Sarrafos de madeira;</li> <li>✓ Tinta a óleo para identificação de mão francesa e painéis;</li> <li>✓ Tubo de PVC 25mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Corda;</li> <li>✓ Desengrossadeira para bitolamento da madeira;</li> <li>✓ Disco de serra;</li> <li>✓ Disco de vídeo;</li> <li>✓ Espaçadores tipo "chupeta"</li> <li>✓ Esquadro metálico;</li> <li>✓ Furadeira;</li> <li>✓ Galgas;</li> <li>✓ Linha nylon;</li> <li>✓ Mangueira de nível;</li> <li>✓ Mãos francesas;</li> <li>✓ Marreta;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rolo de lã;</li> <li>✓ Sargento tensores;</li> <li>✓ Serra circular manual;</li> <li>✓ Serra de bancada com proteção para disco;</li> <li>✓ Serrote;</li> <li>✓ Suporte para bandeja;</li> <li>✓ Trena metálica;</li> <li>✓ EPI's: capacete, bota de couro, luva raspa, cinto de segurança, óculos de proteção, protetor auricular, protetor facial.</li> <li>✓ EPC's: coifa, bandeja.</li> </ul>
---	--	--

## 4.2 CONDIÇÕES PARA INÍCIO DOS SERVIÇOS

### Confecção de Formas

- ✓ Verificar se todos os projetos necessários estão prontos, definidos e disponíveis;
- ✓ Verificar se todos os materiais e ferramentas estão disponíveis para iniciar a confecção das formas;
- ✓ Verificar se o local de trabalho está limpo e organizado;
- ✓ A central de montagem deve estar montada e equipada;
- ✓ Selecionar e organizar os materiais a fim de otimizar o trabalho de confecção das formas.

### Montagem de Formas

- ✓ Verificar se o local de trabalho está limpo e desimpedido;
- ✓ Verificar se as caixas, tubulações e vãos do piso inferior estão protegidos;
- ✓ Os pontos de fixação dos eixos da laje deverão ser transferidos do andar inferior ou gabarito com exatidão, bem como deverá ser checado o esquadro.
- ✓ Os materiais e equipamentos devem estar disponibilizados.
- ✓ Nas formas, o desmoldante deve ser aplicado para que a desforma não venha a estragar os painéis;
- ✓ Verificar se os ganchos estão fixados corretamente;
- ✓ Para os pilares, conferir o prumo em ambos os sentidos, verificar o espaçamento e posicionamento das barras de ancoragem e sargentos e a imobilidade do conjunto mão francesa / gancho;
- ✓ Para as vigas, verificar se o distanciamento dos cavaletes estão de acordo com o projeto de formas e se o encaixe das vigas e topo dos pilares estão perfeitos;
- ✓ Para as lajes, verificar se o forro está pregado nas longarinas e o posicionamento das escoras e longarinas;
- ✓ Garantir a estanqueidade da forma;
- ✓ O nível de referência deve ser transferido para a laje em execução com ponto localizado, geralmente, próximo à caixa de escada;

- ✓ No caso de formas de lajes, as formas de pilares devem estar aprumadas e as formas das vigas devem estar alinhadas;

### **Desmontagem de Formas**

- ✓ Os pilares, vigas e laje devem estar concretados e liberados para a desforma, respeitando-se o tempo mínimo para desforma;
- ✓ A instalação de proteções coletiva necessárias a uma desforma segura deverão estar prontas.

## **4.3 MÉTODO EXECUTIVO**

### **Confecção de Formas**

- ✓ Sarrafiar e cortar a madeira de forma que a superfície de corte seja plana e lisa;
- ✓ Os topos das chapas devem ser selados com tinta a óleo;
- ✓ Para as formas do pavimento tipo, é obrigatória a identificação de cada peça, após sua confecção, de acordo com o projeto de forma;
- ✓ O local de confecção das peças deverá ser mantido limpo, principalmente no local de depósito da serragem;
- ✓ Os elementos da estrutura da fôrma (cavaletes, guias de amarração, longarinas e escoras), deverão ser fabricados ou adquiridos conforme a disponibilidade da obra;
- ✓ Antes da estocagem dos materiais, as quantidades devem ser checadas, bem como suas dimensões, por amostragem;
- ✓ A estocagem deverá ser feita em local limpo, arejado e protegido da ação do sol e da chuva;
- ✓ As peças devem ser empilhadas na posição horizontal, sobre vigotas de madeira, de forma ordenada.

### **Montagem de Formas**

- ✓ Os gastalhos deverão ser colocados com toda a área livre, limpa e sem interferência, obedecendo-se cotas acumuladas em relação a eixos pré-fixados;
- ✓ No caso de pilares, estes só poderão ser montados após a verificação da posição dos gastalhos. Inicialmente deve-se colocar os pontaletes guia dos pilares, em seguida a forma deverá ser encaixada nos gastalhos. Neste momento somente o “U” do pilar deverá estar encaixado para permitir a conferência da armação e a colocação dos espaçadores, a forma deverá ser fechada somente após a checagem de que o desmoldante foi aplicado. O conjunto mão francesa / gastalho deverá estar bem fixado de forma a garantir a imobilidade do pilar. Não deverão existir folgas entre os encaixes das formas;
- ✓ Utilizar as barras de ancoragens com espaçamento definido de acordo com o projeto de formas. Deve ser utilizado tubo de PVC na passagem das barras. Em alguns casos, são utilizadas gravatas de madeira ao invés das barras de ancoragem;
- ✓ Ao se lançar a montagem das vigas, o distanciamento dos cavaletes (ou pontaletes com cruzetas) deverá ser checado de acordo com o Projeto de Formas. A montagem das vigas se inicia pelo seu fundo. Para isso, todos os pilares devem estar executados, com os cavaletes das vigas devidamente alinhados e nivelados e com o desmoldante aplicado. Os fundos das vigas devem ser lançados a partir das cabeças dos pilares, apoiando-se nos cavaletes. Os painéis laterais deverão ser posicionados na borda do painel de fundo das vigas. Logo após os demais cavaletes deverão ser posicionados no vão devendo estar alinhados e nivelados. Para garantir a imobilidade das vigas externas, as mesmas deverão ser amarradas com arame recozido e travadas com mão francesa;

- ✓ A avaliação da perfeita imobilidade do conjunto deverá ser feita, bem como a avaliação do espaçamento dos cavaletes;
- ✓ Deverá ser feito o alinhamento das vigas utilizando-se linha;
- ✓ Os painéis laterais das vigas deverão ser aprumados;
- ✓ Após o término da montagem e colocação da ferragem, o nivelamento do conjunto deverá ser feito com nível alemão e deve ser feita a conferência dos prumos de pilares e do alinhamento das vigas.

### **Desmontagem de Formas**

- ✓ A desforma começa pelos pilares, soltando os tensores.
- ✓ A retirada dos painéis e peças acessórios deverá ser procedida tomando-se cuidado para não danificá-los.
- ✓ Ao se proceder a desforma dos painéis deve ser observada a existência de painéis danificados e o seu conseqüente reparo;
- ✓ Verificar o posicionamento das reescoras, dos fundos de viga e de laje de forma a permitir a retirada dos demais painéis e escoramentos enquanto o concreto não atinge a devida resistência;
- ✓ Posicionar o reescoramento nas tiras do assoalho da laje ou aguardar 21 dias para a desforma;
- ✓ Em vigas e laje em balanço, efetuar a desforma da borda livre em direção ao apoio, segundo a orientação do Líder de Produção;
- ✓ Usar cordas a fim de evitar danos a longarinas, assoalhos e painéis, devidos a quedas;
- ✓ Após a desforma os painéis deverão ser limpos e, caso se note a existência de brocas no concreto desformado, deve-se proceder à correção dos mesmos com *grout*.

### **5. FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS**

- ✓ Ordem de Serviço (OS);
- ✓ Folha de Tarefa (FT);
- ✓ Relatório de Não-Conformidade.

### **6. REGISTROS**

Vide PO 7.4.2c – Contratação de Serviços de Obras e PO 8.3 – Controle de Produto Não-Conforme, Ação Corretiva e Preventiva

## INSTRUÇÃO DE TRABALHO PARA CONCRETAGEM

### 1. OBJETIVOS

Garantir a padronização do processo de concretagem e sua inspeção, visando a qualidade e conseqüente durabilidade da estrutura de concreto armado.

### 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ✓ Projeto de Fundações;
- ✓ Projeto de Estruturas;
- ✓ Projeto de Formas;
- ✓ Projeto de Interferências.

### 3. AUTORIDADES / RESPONSABILIDADES

Passos	Atividades	Frequência	Métodos	Autoridades	Responsabilidades
1	Materiais e Equipamentos	A cada serviço	4.1	Residentes	Líderes de Produção / Administrativos
2	Condições para início dos serviços	A cada serviço	4.2	Residentes	Líderes de Produção
3	Método executivo	A cada serviço	4.3	Residentes	Líderes de Produção

### 4. PROCEDIMENTOS

#### 4.1 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Materiais	Equipamentos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Água;</li> <li>✓ Areia;</li> <li>✓ Brita;</li> <li>✓ Cimento;</li> <li>✓ Concreto usinado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Balde para concreto;</li> <li>✓ Betoneira;</li> <li>✓ Colher de pedreiro;</li> <li>✓ Corda;</li> <li>✓ Desempenadeira de madeira e de aço;</li> <li>✓ Extensão;</li> <li>✓ Gerica e carrinho de mão;</li> <li>✓ Guincho, grua ou bomba para concreto;</li> <li>✓ Mangote para vibrador;</li> <li>✓ Mangueira;</li> <li>✓ Mestras metálicas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Motor de vibrador;</li> <li>✓ Nível alemão;</li> <li>✓ Pá e enxada;</li> <li>✓ Padiolas;</li> <li>✓ Régua de alumínio;</li> <li>✓ Rodão de madeira ou alumínio;</li> <li>✓ Taliscas plásticas;</li> <li>✓ EPI's: capacete, bota de borracha, protetor auricular;</li> <li>✓ EPC's: bandeja e proteção periférica.</li> </ul>

#### 4.2 CONDIÇÕES PARA INÍCIO DOS SERVIÇOS

- ✓ Verificar o funcionamento dos equipamentos (vibrador, prancha, betoneira, grua);
- ✓ Verificar o abastecimento de água e energia;
- ✓ Verificar a acessibilidade do local a ser concretado;
- ✓ Verificar disponibilidade de mão-de-obra laboratorista;
- ✓ Conferir as armações quanto ao seu posicionamento;
- ✓ Verificar os ganchos de prumadas e o posicionamento das mestras metálicas, no caso de concretagem de lajes;

- ✓ Verificar as caixas de passagem;
- ✓ Verificar a distribuição das pastilhas e dos ganchos de prumadas;
- ✓ Quando houver ganchos de suporte para as bandejas, estes devem estar colocados na laje;
- ✓ Devem ser colocadas passarelas para o transporte do concreto (convencional) dentro das gericas ou carrinhos de mão;
- ✓ A proteção de periferia (corda) deve estar pronta.
- ✓ No caso de concreto usinado, verificar ainda o lacre do caminhão, as especificações de *slump*,  $f_{ck}$ , tempo máximo para aplicação e dados da nota de simples remessa do concreto. Fazer o controle tecnológico do concreto, moldando corpos de prova e fazendo o teste de *slump*. Para vigas, pilares, laje e tubulão, o *slump* recomendado é de  $10 \pm 1$ , e para sapatas é de  $6 \pm 1$ .

#### **4.3 EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS**

- ✓ Umedecer as formas;
- ✓ O lançamento em peças horizontais, deverá ser distribuído e nivelado conforme a posicionamento das mestras;
- ✓ Espalhar o concreto com auxílio de pás e enxadas vibrando-o em diversos pontos;
- ✓ O lançamento em peças verticais deverá ser realizado em camadas, sendo vibradas respectivamente, evitando a segregação dos componentes;
- ✓ Durante a concretagem verificar se ocorre o deslocamento de elementos da forma ou da armação por ocasião do lançamento e adensamento do concreto;
- ✓ Executar o sarrafeamento obedecendo as mestras da laje;
- ✓ Retirar as mestras (em peças horizontais) e aplicar o rodão de madeira;
- ✓ Respeitar o tempo limite do início da pega;
- ✓ Fazer o mapeamento, marcando o número do caminhão nos locais onde estes foram espalhados;
- ✓ Verificar a colocação de mosquitos no dia seguinte à concretagem;
- ✓ Iniciar a cura úmida tão logo a superfície permita (secagem ao tato), molhando as peças por um período adequado (em torno de 3 dias), em intervalos de tempo suficientemente curtos para que a superfície da peça permaneça sempre úmida;

#### **5. FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS**

- ✓ Ordem de Serviço (OS);
- ✓ Folha de Tarefa (FT);
- ✓ Relatório de Não-Conformidade.

#### **6. REGISTROS**

Vide PO 7.4.2c – Contratação de Serviços de Obras e PO 8.3 – Controle de Produto Não-Conforme, Ação Corretiva e Preventiva

## INSTRUÇÃO DE TRABALHO PARA EXECUÇÃO DE ALVENARIA

### 1. OBJETIVOS

Garantir a padronização da execução de alvenaria, visando maior uniformidade e conseqüente melhoria nos revestimentos posteriores.

### 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ✓ Projeto de Arquitetura;
- ✓ Mapas de Esquadrias;
- ✓ Projetos de Alvenarias;
- ✓ Projetos de Instalações Hidro-Sanitárias.

### 3. AUTORIDADES / RESPONSABILIDADES

Passos	Atividades	Frequência	Métodos	Autoridades	Responsabilidades
1	Materiais e Equipamentos	A cada serviço	4.1	Residentes	Líderes de Produção / Administrativos
2	Condições para início dos serviços	A cada serviço	4.2	Residentes	Líderes de Produção
3	Método executivo	A cada serviço	4.3	Residentes	Líderes de Produção

### 4. PROCEDIMENTOS

#### 4.1 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Materiais	Equipamentos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Adesivo epóxi;</li> <li>✓ Argamassa de assentamento, industrializada ou não;</li> <li>✓ Blocos cerâmicos ou de concreto;</li> <li>✓ Pontas de ferros;</li> <li>✓ Tijolo maciço;</li> <li>✓ Verga e contra-verga.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Andaime (se for o caso);</li> <li>✓ Colher de pedreiro;</li> <li>✓ Escantilhão ou pontalete de madeira;</li> <li>✓ Esquadro;</li> <li>✓ Linha de nylon;</li> <li>✓ Mangueira de nível;</li> <li>✓ Masseiras;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nível de mão;</li> <li>✓ Prumo de face;</li> <li>✓ Régua de alumínio;</li> <li>✓ Trena de aço;</li> <li>✓ EPI's: capacete, bota de couro, luva de borracha e cinto de segurança, se for o caso.;</li> </ul>

#### 4.2 CONDIÇÕES PARA INÍCIO DOS SERVIÇOS

- ✓ Os eixos principais da obra devem ser transferidos para o pavimento de trabalho;
- ✓ O local de trabalho deve estar limpo e desimpedido;
- ✓ Assegurar que os tijolos e masseiras estejam distribuídos nos locais previstos;
- ✓ Executar as vergas e contra-vergas;
- ✓ Borrifar água sobre o alinhamento da fiada de marcação, utilizando-se uma broxa.

#### 4.3 MÉTODO EXECUTIVO

- ✓ Esticar linha nos eixos da estrutura;
- ✓ Conferir o esquadro dos eixos;
- ✓ A partir dos eixos principais definir a posição das paredes. Este serviço deve ser orientado diretamente pelo Líder de Produção;
- ✓ Assentar a primeira fiada da alvenaria;

- ✓ Galgar os dois cantos da parede a ser executada com escantilhão ou pontalete de madeira graduado, a fim de evitar desníveis;
- ✓ A estrutura do prédio deverá estar chapiscada no encontro de suas faces com a alvenaria;
- ✓ Para o caso de alvenaria de segurança, a estrutura não precisa estar chapiscada além da altura que será executada;
- ✓ Verificar o alinhamento com linha de nylon;
- ✓ Verificar o prumo utilizando o prumo de face ou equipamento eletrônico;
- ✓ O esquadro dos ambientes deverá ser checado por intermédio do esquadro e com uso de trena metálica;
- ✓ As aberturas dos vãos de portas deverão estar com folga compatível com o processo de colocação de batentes;
- ✓ As fiadas deverão ter juntas verticais desencontradas de forma a proporcionar amarração da alvenaria;
- ✓ Entre paredes a amarração deve ser garantida com o intertravamento dos blocos, ou utilização de tela de estuque;
- ✓ Nos casos de ligação entre alvenaria e pilar, onde a alvenaria tiver comprimento inferior a 15 cm e houver previsão de assentamento de portas, devem ser colocados ferros-cabelo;
- ✓ Deverá ser deixada uma folga de aproximadamente 2 cm no topo da alvenaria para posterior acunhamento;
- ✓ A espessura das juntas horizontais deve ser o mais uniforme possível;
- ✓ Verificar a colocação das vergas e contra-vergas;
- ✓ O ambiente de trabalho deverá ser entregue limpo.

## **5. FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS**

- ✓ Ordem de Serviço (OS);
- ✓ Folha de Tarefa (FT);
- ✓ Relatório de Não-Conformidade.

## **6. REGISTROS**

Vide PO 7.4.2c – Contratação de Serviços de Obras, PO 7.5.1 – Execução e Inspeção de Serviços e PO 8.3 – Controle de Produto Não-Conforme, Ação Corretiva e Preventiva



## ANEXO D – EXEMPLOS DE CONJUNTOS DE ANTECIPAÇÕES ORGANIZADAS POR SERVIÇOS

### SERVIÇO: MONTAGEM DE FÔRMAS DE MADEIRA

#### ANTECIPAÇÕES SOBRE *INPUTS*:

##### Serviços e operações anteriores:

- Elaborar um projeto de detalhamento das fôrmas incluindo dimensões das peças e sistema de escoramento;
- Providenciar projetos de estrutura e de execução das fôrmas;
- Executar blocos e cintas, para o caso de execução de laje do térreo. No caso da montagem das demais lajes executar as lajes inferiores de modo que estejam totalmente concretadas, limpas e desimpedidas;
- Colocar os mosquitos nas lajes concretadas anteriormente no máximo 12 horas após a concretagem;
- Cortar as peças das fôrmas e do escoramento e proceder ao tratamento de superfície e bordas;
- Definir um local para estocagem do material para a confecção das fôrmas;
- Realizar manutenção preventiva da serra de bancada;
- Colocar um ferro destinado ao transporte de eixo de referência no momento da execução da armação;
- Realizar o transporte dos eixos de referência.

##### Observações especiais:

- Executar a locação dos ganchos dos pilares a partir dos eixos de referência;
- Aprumar os pontaletes guias dos pilares determinando o referencial de nível a partir do transporte de referência a partir do poço de elevador ou da escada;
- Realizar o seguinte roteiro para a montagem das fôrmas:

##### 1. Montar as fôrmas de pilares:

- o Colocar os painéis laterais;
- o Colocar os painéis de fundo;
- o Colocar as galgas do pilar e ferros de amarração;
- o Colocar o painel de fechamento;
- o Colocar os tensores do pilar.

##### 2. Após a montagem de fôrmas dos pilares prosseguir para a montagem das vigas da seguinte maneira:

- o Colocar os fundos da viga;
- o Colocar os cavaletes de sustentação das vigas;
- o Colocar as laterais das vigas;
- o Nivelar o fundo das vigas;

##### 3. Após a montagem de fôrmas de vigas prosseguir para a montagem das lajes da seguinte maneira:

- o Distribuir as longarinas da laje;
- o Distribuir os painéis de laje obedecendo ao projeto;
- o Transferir o eixo de referência para a laje a ser assoalhada;
- o Fixar os painéis da laje, verificando as medidas dos vãos e os prumos dos pilares.

4. Alinhar e aprumar as escoras das vigas e lajes;
5. Conferir o alinhamento das vigas;
6. Nivelar vigas e lajes;
7. Colocar cunhas nas laterais das vigas;

8. Colocar sarrafos de pressão nas bocas das vigas de periferia da laje.

- Para a desfôrma:

- Verificar o tempo mínimo após a concretagem para a desfôrma de pilares, vigas e lajes, com base no  $f_{ck}$  do projeto estrutural;
- Fazer a limpeza e reforma das peças desmontadas da fôrma;
- Transportar os painéis para o novo local de montagem;
- Verificar o concreto das peças desformadas.

#### Condições de segurança do trabalho:

- EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL: cinto de segurança, capacete de segurança, bota de couro, óculos protetores, protetor auricular, protetor facial, avental de couro, coifa de proteção do disco de serra, extintor.

#### PROVIMENTO DE INSUMOS PARA O SERVIÇO:

##### Materiais:

--

#### Ferramentas e equipamentos comumente utilizados:

- Martelo, prumo de face, prumo de centro, nível de mão, linha de nylon, serrote, metro, trena, esquadro, lápis, nível, rolo de pintura, broca de 8 mm para madeira, alavanca, disco para serra, chave inglesa, tensor, esticador, furadeira, serra de bancada, sargento, cabo de aço de 8 mm, cantoneira metálica, galgas de PVC rígido (espaçador), ferro para tensor de 6,3 mm, escora metálica, coifa de proteção de disco de serra, extintor.

#### ANTECIPAÇÕES SOBRE *OUTPUTS*:

#### Operações:

- Limpar a laje e aplicar desmoldante.

#### Inspeções:

##### INSPEÇÕES (para fôrma de sapata):

- Centro da sapata (tolerância = 5 mm);
- Dimensões da fôrma da sapata (tolerância = 5 mm);
- Nivelamento e alinhamento da fôrma (tolerância = 5 mm);
- Locação do pilar (tolerância = 2 mm);
- Terminalidade e limpeza.

##### INSPEÇÕES (para a montagem de fôrma de pavimentos tipos):

- Transporte de eixos para gastalhos (tolerância = 0 mm);
- Medidas de vãos da laje (tolerância = 5 mm);
- Prumo do pilar (tolerância = 5 mm);
- Nivelamento e alinhamento (tolerância = 8 mm);
- Terminalidade e limpeza.

##### INSPEÇÕES (para o recebimento e armazenagem da fôrma):

- Dimensões das peças;
- Quantidade de peças;
- Pintura da borda dos compensados;
- Tabicamento para depósito das peças;
- Terminalidade e limpeza.

##### INSPEÇÕES (para a confecção da fôrma):

- Bitolamento da madeira e dimensão das peças;
- Esquadro e corte das peças;
- Identificação das peças;
- Estruturação dos painéis;
- Terminalidade e limpeza.

**INSPEÇÕES (para fôrma de blocos e cintas):**

- Eixos dos blocos e baldrames (tolerância = 2 mm);
- Alinhamento das fôrmas;
- Nivelamento das fôrmas;
- Travamento;
- Locação dos pilares;
- Terminalidade e limpeza.

**INSPEÇÕES (para fôrmas de calhas e rufos):**

- Altura e largura (tolerância = 10 mm);
- Caimento do rufo (tolerância = 10 mm);
- Alinhamento e nivelamento;
- Desfôrma;
- Terminalidade e limpeza.

**INSPEÇÕES (para a desfôrma)**

- Conferência do Fck do concreto;
- Escora permanente;
- Cuidado na retirada dos painéis;
- Limpeza dos painéis / Aplicação do desmoldante;
- Terminalidade e limpeza.

## SERVIÇO: ALVENARIA DE VEDAÇÃO

### ANTECIPAÇÕES SOBRE *INPUTS*:

#### **Serviços e operações anteriores:**

- Programar a impermeabilização de alicerces com antecedência mínima de 24 horas em relação ao início da execução da alvenaria (para o caso de paredes apoiadas diretamente na estrutura de amarração da fundação);
- Providenciar projeto de detalhamento de alvenaria (projeto de execução de alvenaria);
- Estudar a presença de vãos previstos na alvenaria com a finalidade de determinar a produção antecipada de vergas e contra-vergas pré-moldadas ou de peças de fôrmas de madeira para conformação in loco;
- Fabricar pré-moldados (vergas, contra-vergas e de outros elementos embutidos) ou peças de fôrmas de madeira para conformação no local;
- Quanto aos blocos cerâmicos:
  - o Definir, no pedido de fornecimento, as dimensões nominais dos blocos cerâmicos e a responsabilidade pelo transporte e descarga na obra;
  - o Realizar inspeção visual no ato do recebimento da carga de blocos cerâmicos, observando a presença de trincas, quebras, superfícies irregulares, deformações e não uniformidade de cor;
  - o Definir as pilhas de armazenagens dos blocos cerâmicos de modo que não excedam 2,0 metros de altura, não estejam sujeitos à umidade (inclusive de chuvas) e não provoquem sobrecarga (no caso de deposição sobre lajes);
  - o Providenciar cortes de blocos cerâmicos para adequação às dimensões das paredes, passagens de eletrodutos e caixas elétricas de derivações e tubulações hidro-sanitárias conforme projeto de detalhamento de alvenaria. Caso seja possível, providenciar o fornecimento de blocos partidos pela metade, canaletas e peças especiais, conforme necessidades definidas no projeto de detalhamento da alvenaria, evitando, neste caso as operações de corte e adequação no canteiro de obras;
  - o Caso seja necessária a operação de cortes de blocos cerâmicos no canteiro de obras, providenciar ferramenta especial de corte em bancada (com motor de 2,0 hp, 6500 rpm e disco de corte de carbureto de silício com tela central reforçada de náilon de diâmetro de 14 polegadas, espessura de 1/8 polegadas e furo de diâmetro de 1 polegada.
- Chapiscar pilares, vigas e lajes que terão contato com a alvenaria;
  - o Inspeccionar agregados miúdos (areia ou pó de brita) de modo a evitar a presença de substâncias nocivas (torrões de argila, matérias carbonosas, gravetos, mica, grânulos tenros, friáveis ou envolvidos em películas, etc) e impurezas orgânicas;
  - o Inspeccionar agregados graúdos de modo a evitar a presença de substâncias nocivas ao concreto como torrões de argila e material pulverulento;
  - o Preparar uma área para depósito de agregados na obra.
- Executar o aperto da alvenaria somente após aguardar pelo menos 15 dias após a execução das paredes e dispor de pelo menos dois pavimentos superiores com alvenaria executada.

#### **Observações especiais:**

- Conferir o posicionamento e o esquadro dos eixos de referência do pavimento antes de iniciar a operação de marcação de alvenaria;
- Verificar posicionamentos e medidas de vãos indicados no projeto (portas, shafts, etc.) antes de iniciar a atividade de operação de alvenaria;
- Planejar a distribuição de argamassa no pavimento de modo que não ocorram esperas;
- Providenciar o provimento de água ao posto de trabalho com pelo menos 1 dia de antecedência.

#### **Condições de segurança do trabalho:**

- PROTEÇÃO INDIVIDUAL: Providenciar capacetes de segurança, luvas de látex para trabalho com argamassa, óculos de segurança para proteção contra respingos, botas de segurança e luvas de raspa de couro;
- PROTEÇÃO COLETIVA: verificar proteções nos poços dos elevadores.

#### **PROVIMENTO DE INSUMOS PARA O SERVIÇO:**

##### **Materiais:**

--

**Ferramentas e equipamentos comumente utilizados:**

- Colher de pedreiro tipo paceta, prumo de face de 700 gramas, régua de alumínio com 2,40 m de comprimento, linha de nylon número 100, gabaritos metálicos modulados (escantilhão), trena de aço com 30 metros de comprimento, pá de bico com cabo, nível de bolha com 30 cm, brocha, esquadro metálico de 0,60 m x 0,80 m (catetos) x 1,00 m (hipotenusa), caixote para argamassa individual, caixa para argamassa no pavimento, vassoura, balde plástica com 12 litros, andaime com altura de 0,80 m e tábuas ou compensado resinado, marreta de ½ kg, trena de 5,0 m, carrinho para transporte de blocos, carrinho de mão.

**ANTECIPAÇÕES SOBRE *OUTPUTS*:****Inspeções:****INSPEÇÕES (para a marcação da alvenaria):**

- Transferência e conferência dos eixos da estrutura;
- Medidas do projeto (tolerância = 5mm);
- Esquadro do cômodo para 1,0 metro (tolerância = 2 mm);
- Prumo da fiada (tolerância = 1 mm);
- Terminalidade e limpeza.

**INSPEÇÕES (para a elevação da alvenaria):**

- Prumo (tolerância = 5 mm);
- Folga para (tolerância = 3 =- 1 mm);
- Planicidade com régua de 2,4 m (tolerância = 5 mm);
- Traço da argamassa;
- Terminalidade e limpeza.

**INSPEÇÕES (para o aperto da alvenaria):**

- Preenchimento total;
- Acabamento no encontro com a estrutura;
- Traço de argamassa;
- Terminalidade e limpeza.

**SERVIÇO: EMBOÇO INTERNO****ANTECIPAÇÕES SOBRE *INPUTS*:****Serviços e operações anteriores:**

- Executar o contrapiso;
- Executar o chumbamento de contramarcos de portas;
- Executar o chumbamento dos pré-moldados;
- Executar o chumbamento da tela para amarração da argamassa nos pilares de concreto;
- Realizar os seguintes procedimentos no taliscamento:
  - o transferir os eixos de projeto para o interior dos cômodos;
  - o realizar os esquadros dos cômodos locando as linhas nos pés das paredes. Levar em consideração o prumo das paredes e o alinhamento para atender uma espessura mínima de 10 mm para parede e 5 mm para peças de concreto e espessuras das paredes de portas-prontas;
  - o fixar as taliscas:
    - afastadas horizontalmente 20 cm dos cantos das paredes e no máximo 1,80 m entre elas;
    - distanciadas verticalmente em relação ao piso a aproximadamente 40 cm de altura no mínimo e no máximo 1,90 m.
- Definir regiões de paginação de cerâmica e azulejo e promover acabamento superficial conforme o revestimento final: desempenado para cerâmica e feltrado para pintura.

**Observações especiais:**

- Providenciar projeto de paginação de cerâmica e azulejo;
- Realizar amostras de cerâmicas e azulejos;
- Providenciar o fornecimento de água para o posto de trabalho com uma antecedência mínima de 1 dia;
- Planejar a produção e o abastecimento de argamassa para o posto de trabalho.

**Condições de segurança do trabalho:**

- PROTEÇÃO INDIVIDUAL: Providenciar óculos de segurança para aplicação do chapisco, capacetes de segurança, luvas de látex para trabalho com argamassa, botinas de segurança e cintos de segurança nas aplicações de chapisco sobre fachadas;
- PROTEÇÃO COLETIVA: Verificar proteções nos poços de elevadores, vãos de escadas e prismas de ventilação.

**PROVIMENTO DE INSUMOS PARA O SERVIÇO:****Materiais:**

--

**Ferramentas e equipamentos comumente utilizados:**

- Linha de nylon, esquadro metálico de 60 x 80 cm, trena de aço com 30 metros, régua de alumínio de 2,40 m, prumo de face de 700 g, andaime metálico, madeira para andaime, desempenadeira para andaime, espuma, brocha, balde plástica, lápis de carpinteiro, caixa metálica para massa, carrinho de mão, pá com cabo, enxada com cabo, colher de pedreiro, vassoura, desempenadeira para canto, masseira para pavimento, nível de bolha, girica, régua de nível;

**ANTECIPAÇÕES SOBRE *OUTPUTS*:****Inspeções:****INSPEÇÕES (para o taliscamento de parede):**

- Esquadro;
- Prumo;
- Distância ente taliscas;
- Planicidade;
- Textura superficial;

- Limpeza e terminalidade.

**INSPEÇÕES (para o emboço interno em massa única):**

- Planicidade com régua de 2,40 m;
- Textura superficial;
- Obediência ao taliscamento;
- Presença de fissuras;
- Terminalidade e limpeza.

**INSPEÇÕES (para o reboco de teto):**

- Canto no esquadro;
- Nivelamento da peça;
- Textura;
- Planicidade;
- Terminalidade e limpeza.

## SERVIÇO: REVESTIMENTO CERÂMICO INTERNO

### ANTECIPAÇÕES SOBRE *INPUTS*:

#### **Serviços e operações anteriores:**

- Executar o contrapiso;
- Executar o fundo para azulejo;
- Executar a impermeabilização;;
- Para revestimento cerâmico de parede:
  - o Verificar prumo, esquadro e planicidade da superfície de fundo;
  - o Estudar a paginação.
- Para revestimento cerâmico de piso:
  - o Verificar desníveis entre ambientes e caimentos;
  - o Estudar paginação;
  - o Interditar o acesso ao ambiente por no mínimo 48 horas.
- Para o rejuntamento observar a defasagem de pelo menos três dias após o término do assentamento do revestimento cerâmico.

#### **Observações especiais:**

- Testar as instalações hidráulicas;
- Ter disponível o projeto de paginação com 20 dias de antecedência;
- Executar uma amostra;
- Inspeccionar o material a ser usado com 1 dia de antecedência. Verificar se as caixas da cerâmica estão identificadas com a mesma cor e a mesma tonalidade.

#### **Condições de segurança do trabalho:**

- **PROTEÇÃO INDIVIDUAL:** Providenciar óculos de segurança para proteção contra respingos de argamassa, capacetes de segurança, luvas de látex para trabalho com argamassa e botinas de segurança.

#### **Ferramentas e equipamentos comumente utilizados:**

- Régua de alumínio de 2,40 m, colher de pedreiro de 9 polegadas, desempenadeira dentada, metro de madeira, marreta de 1 kg, talhadeira reta, martelo de borracha, torquês de 6 pol, riscador manual, máquina de cortar azulejo manual, lápis de carpinteiro, mangueira de nível, balde plástica, espátula, brocha, linha de nylon no. 100, vassoura, fio de prumo, esquadro metálico de 0,6mx0,8x1,0m, pá, enxada, máquina de furar azulejo, serra circular com disco diamantado, carrinho de mão, masseira metálica, banca de madeira.

### ANTECIPAÇÕES SOBRE *OUTPUTS*:

#### **Inspeções:**

##### INSPEÇÕES (para o revestimento cerâmico de parede):

- Nivelamento das fiadas;
- Prumo das fiadas;
- Espessura das juntas;
- Recortes;
- Terminalidade e limpeza.

##### INSPEÇÕES (para o revestimento cerâmico de piso):

- Alinhamento das juntas;
- Espessuras das juntas;
- Limpeza das juntas;
- Recortes;
- Terminalidade e limpeza.

##### INSPEÇÕES (para o rejuntamento):



- Limpeza e molhagem das juntas;
- Preenchimento das juntas;
- Frizo das juntas;
- Textura do acabamento;
- Terminalidade e limpeza.

**SERVIÇO: APLICAÇÃO DE MASSA PVA E PRIMEIRA DEMÃO DE TINTA****ANTECIPAÇÕES SOBRE *INPUTS*:****Serviços e operações anteriores:**

- Executar o reboco com antecedência mínima de 30 dias;
- Executar o gesso liso no teto;
- Executar o gesso liso em placas;
- Executar amostras;

**Observações especiais:**

- Verificar arestas, cantos e rodapés das paredes;
- Verificar condições gerais do reboco. Em geral deve apresentar-se:
  - o Uniforme, alinhado, desempenado e camurçado;
  - o Seco e curado por no mínimo 30 dias;
  - o Isento de óleos, graxas, mofos e outros contaminantes;
  - o Sem fissuras e trincas.
- Providenciar o fornecimento de energia elétrica ao local de trabalho com antecedência mínima de 1 dia;
- Transportar o material (massa PVA e tinta) ao posto de trabalho com antecedência mínima de 1 dia.

**Condições de segurança do trabalho:**

- PROTEÇÃO INDIVIDUAL: providenciar botinas de segurança e máscaras respiratórias para partículas sólidas;
- PROTEÇÃO COLETIVA: providenciar a ventilação do local de trabalho por via natural ou forçada.

**PROVIMENTO DE INSUMOS PARA O SERVIÇO:****Materiais:**

--

**Ferramentas e equipamentos comumente utilizados:**

- Desempenadeira de aço lisa, espátula, espanador ou vassoura de pelos, vassoura de piaçava, trincha de cerdas macias, rolo de lã de carneiro, cabo para rolo de 23 cm, extensão com lâmpada de 150 w, escada de 7 degraus, banca de madeira de 50 cm(l) x 150 cm (c) x 80 cm (h) e tambor metálico de 200 l.

**ANTECIPAÇÕES SOBRE *OUTPUTS*:****Inspeções:****INSPEÇÕES REFERENTES À PRÉ-PINTURA INTERNA:**

- Textura superficial do reboco;
- Cantos, arestas e rodapés;
- Correção de fissuras;
- Terminalidade e limpeza.

**INSPEÇÕES REFERENTES À APLICAÇÃO DE MASSA PVA:**

- Cantos e arestas;
- Uniformidade;
- Lixamento;
- Acabamento final;
- Terminalidade e limpeza.

**INSPEÇÕES REFERENTES À 1ª DEMÃO DE TINTA PVA:**

- Uniformidade;
- Consumo;
- Terminalidade e limpeza.