

AGUINALDO DOS SANTOS

MÉTODO DE INTERVENÇÃO EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES
ENFOCANDO O SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO E
ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS:
Um Estudo de Caso

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
para obtenção do título de Mestre em
Engenharia.

Área de Concentração: *Construção*

Orientador: *Carlos Torres Formoso*

Porto Alegre

1995

AGUINALDO DOS SANTOS

**MÉTODO ALTERNATIVO DE INTERVENÇÃO EM OBRAS DE
EDIFICAÇÕES ENFOCANDO O SISTEMA DE
MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS:
Um Estudo de Caso**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil - CPGEC, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração: *Construção*

Orientador: *Carlos Torres Formoso*

Porto Alegre

1995

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: _____

Professor *Carlos Torres Formoso*

PhD. pela University of Salford - Inglaterra

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil:

Professor

Banca Examinadora:

Professor *Luis Henrique Rodrigues*

PhD pela University of Lancaster, Inglaterra

Professor *Hélio Adão Greven*

Dr pela Universidade de Hannover, Alemanha

Professor *Flávio Augusto Picchi*

Dr pela Universidade de São Paulo

*Nesses caminhares
de subterfúgios e paragens
nebulosas e indefinidas,
apenas marcadas
pela existência que chama
a alma humana,
há algo mais que o poético.
Nesses andares vagos
de tortuosos achados
e estradas longas,
percorridas apenas
pela razão mesma e última,
primeira razão de ser talvez,
o bom caminhante segue
como o cair da chuva
na manhã quente
em busca de algo
que se tenha perdido,
ou mesmo que nunca se tenha perdido
mas falta como uma falta dentro
imperfeita e incompleta
da busca sem a intuitiva
realização do sonho antes
nebuloso, de caminhar vago.
Nesses passos decididos
por duvidosas esquinas
esquinadas pelo mundo
é que vago,
devaneio em abril
e maio. Altivo e teimoso
como quem é forte,
vencendo o tédio e as agruras,
e as temporadas duras
na busca de um novo cenário.*

Do amigo poeta Eduardo Dall'Alba

Agradeço...

...ao mestre-de-obras João Enedir dos Santos e à cozinheira Olalia Gomes dos Santos, a quem devo minha existência, pelo apoio na manutenção de meus propósitos de vida.

...ao professor Carlos Torres Formoso pela amizade, incentivo e orientação ao longo deste trabalho.

...à empresa Bortoncello que possibilitou a realização deste trabalho, demonstrando uma visão proativa em relação ao seu meio ambiente e coerência com o propósito de alcançar níveis mais altos de qualidade e produtividade em suas obras.

...em especial, aos engenheiros Marco Antônio Frantzman e Rogério José Schuster, pela paciência, compreensão e trabalho, enfrentando com muita firmeza todos os percalços que culminaram no sucesso deste trabalho.

...ao professor L. M. Heineck pela incansável colaboração em todas as fases deste trabalho.

...aos auxiliares de pesquisa Alex Foppa, Renata Damiani, Luis Filipe Trevisan, Ranier Barbieri, a quem desejo todo o sucesso na vida profissional.

...aos amigos Victor Hugo e Patricia Tzorzopoulos pelo companheirismo e amizade.

...a todos os amigos da casa de estudante, em especial ao farmacêutico Paulo Mayorga, ao poeta Eduardo Dall'Alba e ao filósofo Flademir Williges.

...aos eternos amigos Leonardo Seixas, Geraldo Vandr e, Luis Paulo Martins e Sergio John, que sempre se encontram presentes em minha lembrança.

...a todos os professores da P s-Gradua o em especial aos professores H lio Ad o Greven, Denise Dal Molin, Carin Schmitt e Luis Carlos Bonin.

...a CAPES, pela viabiliza o de meus estudos.

...a Jimi Hendrix pelo alento de sua m sica.

...a Deus pelo lar em que nasci e pela qualidade dos amigos e colaboradores que tive ao longo deste mestrado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE QUADROS	IX
LISTA DE TABELAS	X
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1. INTRODUÇÃO	01
1.1. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	01
1.2. OBJETIVOS	01
1.2.1. OBJETIVO PRINCIPAL	06
1.2.2. OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	06
1.3. HIPÓTESES	07
1.4. ESTRUTURA DA EXPOSIÇÃO	08
2. MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES	09
2.1. IMPORTÂNCIA DO SISTEMA	09
2.2. AS INTERFACES NA CADEIA PRODUTIVA	11
2.3. O ESTÁGIO TECNOLÓGICO DO SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO NO BRASIL	14
2.4. O PAPEL DO GERENCIAMENTO	21
2.4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	21
2.4.2. PLANEJAMENTO	21
2.4.2.1. ETAPA DE CONCEPÇÃO DA EDIFICAÇÃO	25
2.4.2.2. DEFINIÇÃO DO SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO	27
2.4.2.3. ATUAÇÃO EM RECURSOS HUMANOS	29
2.4.2.4. PROGRAMAÇÃO	29
2.4.2.5. PREPARAÇÃO DO POSTO DE TRABALHO	29
3. DIMENSÕES DA INTERVENÇÃO	30
3.1. EVOLUÇÃO DAS FILOSOFIAS GERENCIAIS	30
3.2. PROGRAMAS DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE	32
3.3. PARTICIPAÇÃO DO OPERÁRIO	38
3.4. IMPORTÂNCIA DA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO	41
3.5. MOTIVAÇÃO PARA A MUDANÇA	43
3.6. PRINCIPAIS ENFOQUES DE INTERVENÇÃO	46
3.6.1. ASPECTOS ERGONÔMICOS	46
3.6.2. DESPERDÍCIO DE MATERIAIS E DE RECURSOS HUMANOS	47
3.6.3. LOGÍSTICA DE CANTEIRO	49
3.6.4. SEGURANÇA	50
4. MÉTODO DE INTERVENÇÃO	53
4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	53
4.2. ATRIBUTOS NECESSÁRIOS PARA A INTERVENÇÃO	54

4.3	DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA	57
4.4	DIAGNÓSTICO SIMPLIFICADO	60
4.4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	60
4.4.2	AMOSTRAGEM DO TRABALHO	63
4.4.2.1	Princípios gerais	63
4.4.2.2	Importância da aleatoriedade	64
4.4.2.3	Nível de confiança e erro relativo	64
4.4.2.4	Planejando a amostragem	65
4.4.2.5	Classificação dos tempos	67
4.4.2.6	Controle na amostragem	69
4.4.2.7	Papel do observador	69
4.4.2.8	Principais aplicações	70
4.4.2.9	Vantagens e desvantagens da técnica	71
4.4.3	DOCUMENTAÇÃO DE IMAGENS DO SISTEMA	73
4.4.3.1	Fotografias	73
4.4.3.2	Filmagem	74
4.4.3.2.1	Planejamento da filmagem	76
4.4.4	CARTÃO DE PRODUÇÃO	77
4.4.5	LISTA DE VERIFICAÇÃO	79
4.4.6	AValiação CONTÁBIL DAS PERDAS	79
4.4.7	ANÁLISE CRÍTICA DA LOGÍSTICA DO SISTEMA	82
4.5	ANÁLISE DOS DADOS E INFORMAÇÕES	85
4.6	PLANO DE AÇÃO	86
4.6.1	CONSIDERAÇÕES	86
4.6.2	CURSOS DE TREINAMENTO E SEMINÁRIOS	86
4.6.3	DESENVOLVIMENTO DAS SOLUÇÕES	87
4.7	IMPLANTAÇÃO DAS MELHORIAS	89
4.8	DIAGNÓSTICO PARA <i>FEEDBACK</i>	90
5	ESTUDO DE CASO	93
5.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA	93
5.2	DIAGNÓSTICO SIMPLIFICADO	93
5.2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	93
5.2.2	AMOSTRAGEM DO TRABALHO	94
5.2.2.1	Análise da equipe	96
5.2.2.2	Análise dos pedreiros	98
5.2.2.3	Análise dos serventes	100
5.2.3	DOCUMENTAÇÃO DE IMAGENS DO SISTEMA	103
5.2.4	CARTÃO DE PRODUÇÃO	104
5.2.5	CÁLCULO DO DESPERDÍCIO CONTÁBIL	105
5.2.6	ANÁLISE CRÍTICA DA LOGÍSTICA DO SISTEMA	109
5.3	ANÁLISE DOS DADOS	110
5.4	PLANO DE AÇÃO	111
5.4.1	CONSIDERAÇÕES	111
5.4.2	CURSOS DE TREINAMENTO E SEMINÁRIOS	111
5.4.3	ELABORAÇÃO DO PLANO	112
5.5	IMPLANTAÇÃO DAS MELHORIAS	113
5.6	DIAGNÓSTICO PARA <i>FEEDBACK</i>	115
5.6.1	AMOSTRAGEM DO TRABALHO	116

5.6.6.1. Análise da equipe	117
5.6.6.2. Análise dos pedreiros	121
5.6.6.3. Análise dos serventes	123
5.6.2. DOCUMENTAÇÃO DE IMAGENS DO SISTEMA	123
5.6.3. CARTÃO DE PRODUÇÃO	123
5.6.4. AVALIAÇÃO DO DESPERDÍCIO	125
5.6.4.1. Desperdício contábil	125
5.6.4.2. Desperdício volumétrico	127
5.6.5. COMPARAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DOS DOIS SISTEMAS	128
5.6.6. DIRETRIZES PARA AÇÕES FUTURAS	129
6. CONCLUSÕES	130
6.1. AUMENTO DA PRODUTIVIDADE NO SUB-SETOR EDIFICAÇÕES	130
6.2. O MÉTODO PROPOSTO	133
6.3. APLICABILIDADE DA PROPOSTA	136
6.3.1. ADERÊNCIA ÀS PARTICULARIDADES DO SETOR	138
6.3.2. ESTUDO DE CASO	138
6.4. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS	143
6.5. CONCLUSÕES FINAIS	144
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

LISTA DE FIGURAS

2.1 Exemplo de equipamentos de transporte vertical	17
2.2 Exemplo de equipamentos de transporte horizontal	18
4.1 Modelo de lista de verificação para o diagnóstico simplificado	80
5.1 Planilha de amostragem do trabalho - obra 1994a	95
5.2 Proporção dos Tempos da Equipe de Alvenaria na obra 1994a	96
5.3 Atividades mais Frequentes da Equipe de Alvenaria na obra 1994a	97
5.4 Distribuição dos Tempos dos Pedreiros - obra 1994a	98
5.5 Atividades mais Frequentes entre Pedreiros - obra 1994a	99
5.6 Distribuição dos Tempos dos Serventes - obra 1994a	101
5.7 Atividades mais Frequentes entre os Serventes - obra 1994a	101
5.8 Curva hipotética com as paradas para café no meio dos turnos	103
5.9 Produção na obra 1994a	111
5.10 Comparação da distribuição dos tempos das equipes	116
5.11 Distribuição dos tempos ao longo da pesquisa na obra 1994B	117
5.12 Comparação da distribuição de tempos dos pedreiros	118
5.13 Distribuição das atividades entre pedreiros - obra 1994B	119
5.14 Comparação da distribuição dos tempos dos serventes	121
5.15 Atividades mais frequentes entre os serventes - obra 1994B	122
5.16 Produção da elevação da alvenaria - obra 1994B	124
5.17 Desperdício volumétrico de materiais na elevação da alvenaria - obra 1994B .	128

LISTA DE QUADROS

2.1 Principais origens de perdas fora do canteiro	12
2.2 Sistemas de transporte viáveis em obras de edifícios de múltiplos andares	16
2.3 Considerações sobre a aplicação de alguns equipamentos no canteiro	19
2.4 Variações de composição do sistema para edifícios de múltiplos andares	19
3.1 Exemplificação: diferença de aumento da produção e aumento da produtividade	35
3.2 Relação de alguns fatores que contribuem para o aumento da produtividade	36
3.3 Estratégias de redução de custos nas empresas de construção civil brasileira	37
3.4 Origens de desperdício mais frequentes no sistema de movimentação e armazenamento	49
4.1 Relação do PDCA com a intervenção	59
4.2 Relação entre o número de desvios padrão para cada lado da ordenada média e a área sob a Curva Normal	63
5.1 Sugestão de aplicação 5W1H feita à empresa	114
5.2 Sugestões de diretrizes de ações futuras na empresa	129

LISTA DE TABELAS

5.1 Desperdícios contábeis da obra 1994A	106
5.2 Desperdício volumétrico na obra 1994A	106
5.3 Comparação da amostragem das atividades dos pedreiros	120
5.4 Comparação da amostragem das atividades dos serventes	122
5.5 Desperdício contábil da obra 1994B	126
5.6 Custo do desperdício na obra 1994B	126
5.7 Dimensões médias das juntas de cada pavimento obra 1994B	126
5.8 Comparação dos dois sistemas de produção (Traço 1: 3,4: 7,2)	129
6.1 Amostragem do trabalho de pedreiros (Bicca & Scardoelli, 1994)	141
6.2 Comparação dos valores internacionais de amostragem com o estudo realizado ..	142
6.3 Distribuição de tempos possível proposta por Vershuren (1980)	142

LISTA DE SIGLAS E TERMOS

PDCA	Ciclo de melhoria utilizado para melhorar processos Do Inglês: P- Planejar, Do - Executar, C - Verificar, A - Ação
SDCA	Ciclo de melhoria utilizado para manter processos Do Inglês: S - Padrão, Do - Executar, C - Verificar, A - Ação
5W1H	Questionamentos necessários para um plano de ação: Who - Quem?, Where - Onde?, When - Quando?, What - O Que?, How - Como?, Why - Porque?
TQC	Total Quality Control - Controle de Qualidade Total
CCQ	Cículo de Controle de Qualidade
5S	Do japonês: Seiri (arrumação), Seiton (ordenação), Seisoh (limpeza), Seiketsu (asseio), Shitsuke (auto-disciplina)
Benchmark	Referência de desempenho
Leadtime	
Turnover	
Brainstorming	Método organizado de discussão de problemas onde se busca a origem das causas através da priorização

RESUMO

Melhorar a produtividade e a qualidade é um fator de sobrevivência para as empresas construtoras brasileiras no ambiente competitivo atual, sendo, também, uma necessidade social, haja visto o enorme deficit de habitações no país.

Este trabalho apresenta um método alternativo de intervenção para impulsionamento ou início do desenvolvimento de um programa de melhoria dentro de uma empresa construtora, focalizando o sistema de movimentação e armazenagem. Nele são utilizados os princípios do PDCA, com a utilização de técnicas de coleta de dados adequadas às especificades do sub-setor.

Demontra-se a aplicabilidade desta proposta, discutindo-se a adequação da mesma às particularidades da construção de edifícios brasileira, e apresentando um estudo de caso, onde a mesma foi empregada, trazendo resultados efetivos de melhoria da produtividade nos processos.

ABSTRACT

The improvement of quality and productivity in the Brazilian building industry is a key factor for the survival of companies in the new competitive environment and also a social need because of the massive shortage of houses in the country.

This work presents an alternative method of intervention in building sites, which can be used for starting quality and productivity improvement programs, focused on the material handling and stockage system. It uses the PDCA principles and quality tools useful for construction.

The application of the method was demonstrated in a case study, in which good results were obtained. The experience is discussed, from the point of view of its suitability to the building industry.

1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A prosperidade de uma nação é reconhecida como sendo dependente de seu nível de produtividade na comparação com outros países (Hill, 1992). No Brasil, o setor da construção civil, em particular, apresenta níveis de produtividade abaixo da praticada em países desenvolvidos, sendo menor que a de outros setores industriais. O valor agregado é, praticamente, a metade da indústria de transformação. Esta situação repercute no nível de vida da população, haja visto que o déficit de moradias do Brasil, gira em torno de 10 milhões (Picchi, 1993).

O problema da baixa produtividade não é apenas social, mas de sobrevivência das empresas. O aumento da produtividade e qualidade passou a definir a permanência ou não num mercado cada vez mais competitivo. A pressão exercida pela competição exige a redefinição das estratégias de produção a fim de aumentar a eficiência operacional, melhorar a qualidade e reduzir os custos (Souza & Formoso, 1993; Picchi, 1993).

A especulação fundiária e a comercialização, articuladas ao aspecto financeiro não são mais suficientes para garantir a sobrevivência no mercado. Os lucros obtidos com atividades improdutivas não mais subordinam o capital produtivo ao capital promocional, estimulando a busca de ganhos de produtividade, através de inovações tecnológicas e da racionalização do trabalho.

"Empresas que durante anos sobreviveram utilizando a cultura do repasse de custo, ou seja, transferindo aos compradores suas ineficiências operacionais, ao invés de diminuí-las, estão sendo expulsas do mercado" (Picchi, 1993).

Esta nova relação empresa/mercado tem sido percebida na última década, com a redefinição das estratégias, sistemas de administração e estilos de gestão. A nova estratégia de desenvolvimento industrial está apoiada na modernização e na busca de níveis crescentes de competitividade. O resultado desta situação é a introdução de novos conceitos e inovações tecnológicas e gerenciais (Souza & Formoso, 1993).

Apesar da exigência social e de mercado, persistem os altos índices de desperdício e improvisação a nível de canteiro (Soibelman, 1993). A acomodação a medíocres padrões de desempenho operacional na construção civil faz com que o empresariado aceite a eficiência como baixa, já nos orçamentos iniciais.

A preocupação com o desperdício justifica-se na medida em que, no Brasil, os materiais têm mantido, nos últimos anos uma participação em torno de 70% do custo das edificações. Pinto (1989) afirma que a perda em peso média em um edifício de processo construtivo convencional pode chegar a 20%. Soibelman (1993) pesquisando as perdas de sete tipos de materiais, verificou um aumento de 5,06% a 11,62% sobre o custo total estimado. A falta de modulação dos projetos, ou de integração entre projetos, a má administração dos materiais, as deficiências de formação e qualificação da mão de obra, as práticas construtivas não racionalizadas e as alterações de projeto, que ocorrem no transcorrer do processo construtivo, são algumas das causas apontadas para esta situação (Soibelman, 1993; Pinto, 1989).

A baixa produtividade nas obras brasileiras, também é refletida no elevado percentual de tempos improdutivo da mão de obra (Bicca, Formoso, Scardoelli, 1994). Verifica-se, muitas vezes, que estes têm como principal fonte a falta de planejamento do canteiro que tem falhado desde a etapa de projeto, com a falta de coordenação, até na logística de canteiro.

As prescrições para melhoria da produtividade ou passam por melhorias incrementais ou por melhorias radicais. A adoção de tecnologias construtivas que introduzam mudanças radicais no processo construtivo de edificações, como a industrialização fechada, não se adapta à realidade econômica brasileira atual, pois é pouco flexível, necessitando de grandes escalas de produção. As flutuações da demanda são inaceitáveis para estes empreendimentos devido ao seu elevado capital fixo¹. Além disso, a demanda está mais exigente e diversificada. De maneira geral, excluindo casos isolados, no Brasil, as condições para a industrialização da construção habitacional não tem se verificado (Silva, 1986; Farah, 1992).

A racionalização da tecnologia tradicional apresenta maior viabilidade de implementação neste ambiente, apresentando um grande ganho potencial na comparação com os valores de outros países. Comparando-se os índices de desperdícios obtidos entre nossos

¹**Estrutura em Balanço.** Construção. Região Sul. nº 301, novembro, 1993.

canteiros com os da bibliografia internacional, conclui-se que há grandes possibilidades de redução dos mesmos, sem alteração substancial de tecnologia (Franchi, Soibelman, Formoso, 1993; Skoyles, 1976). Melhorias incrementais em tecnologias já existentes é a estratégia de produção identificada também por Yates (1994) como estratégia de sobrevivência para as empresas construtoras.

Na tentativa de alcançar um melhor uso para os recursos produtivos disponíveis, tem se colocado os programas de melhoria da produtividade e qualidade como mecanismo de ação. Contudo, cerca de 86% das empresas do setor da construção civil não possuem programas internos de qualidade e produtividade². Percebe-se a necessidade de definição de formas de introdução de programas de melhoria da qualidade e produtividade, levando em conta o estágio de desenvolvimento tecnológico e gerencial das empresas do setor.

Os programas praticados pela indústria de maneira geral preconizam a padronização como primeiro passo para melhorar a qualidade e a produtividade. No entanto, há uma crônica falta de padrões de execução entre construtoras, ou mesmo entre obras da mesma construtora. Pesquisa realizada pelo NORIE/UFRGS, entre pequenas e médias empresas, confirmou o fato de que as empresas não tem uma prática de documentação de procedimentos (Fruet & Formoso, 1993). O *modus operandis* de cada funcionário é, desta forma, extremamente variável, tornando difícil a previsibilidade de resultados e a atuação metódica sobre as causas fundamentais dos problemas (Campos, 1992a).

Apesar da importância da padronização, o grande número de improvisações, tão comuns nos canteiros brasileiros, a coloca no risco de estar registrando o caos (Guedert, 1993). Sente-se, então, a necessidade da busca de soluções para as questões mais emergenciais, antes de iniciar um processo de estabelecimento de padrões. Estas soluções devem estar focalizadas na estabilização dos processos, com a colocação dos mesmos num patamar mínimo de funcionamento.

A estabilização dos processos é imprescindível para se alcançar, no futuro, a rotinização dos mesmos e a garantia de um aumento consistente da produtividade. Esta estabilização pode ou não vir antes de se desencadear um programa mais amplo e participativo. Porém, os operários pouco poderão contribuir para melhorar os processos, sem a resolução das questões básicas de organização do canteiro (Scholtes, 1992).

²**Qualidade.** Técnica. nov/dez, n° 7, pg. 18-19, 1993.

Outro fator que dificulta a implantação dos programas de melhoria é a desmotivação gerada na demora para as soluções dos problemas diários, no início destes projetos (Campos, 1992b). O desenvolvimento destes programas, segundo a experiência de várias empresas, pode ter horizonte de dois ou mais anos. Somente as atividades iniciais, mais voltadas à sensibilização, à conscientização e ao treinamento inicial de diretores e gerentes técnicos, podem durar seis meses (Abitante, Bruschi, Formoso, 1993; Scholtes 1992). Maia (1994), em seu trabalho de padronização de processos levou cerca de 7 meses para conclusão dos primeiros procedimentos padrões.

Quanto mais distantes os objetivos no tempo, mais difícil é controlar os meios para atingi-los, aumentando o nível de incerteza envolvida (Chiavenato, 1983). Os objetivos de curto prazo, limitados a um teto de crescimento, abrem oportunidade para programas de melhoria mais profundos e de resultado mais duradouro. As ações podem ser definidas com bastante segurança, pois os encadeamentos de causas e efeitos podem ser avaliados razoavelmente, sem risco, e de maneira precisa. Assim, antes de um programa desta natureza começar a funcionar de fato, ou mesmo para impulsionar um programa já em desenvolvimento, pode se fazer um diagnóstico simplificado e começar logo pela solução de problemas simples, em curto prazo. Esta proposição parte do princípio de que a empresa já efetuou uma avaliação global da empresa, identificando a produção como um dos seus pontos fracos.

Para a realização deste diagnóstico simplificado, são conhecidas algumas ferramentas gerenciais para a coleta de dados, mais adequadas às peculiaridades da construção civil e já com experimentos de relativo sucesso no Brasil (Macedo, 1984; Soibelman, 1993; Araújo & Santos, 1993; Bicca; Formoso; Scardoelli, 1994). Da aplicação das mesmas resta estabelecer formas de sincronização e análise, haja visto a agilidade requerida para a obtenção de informações úteis, a partir dos dados coletados.

Os enfoques deste tipo de intervenção podem assumir as mais variadas abordagens, desde as ergonômicas até à questões de desperdício de materiais. As preferências recaem sobre aquelas de maior efeito financeiro. A sustentação econômica dos programas de melhoria da qualidade e produtividade pode ser assim garantida. Laufer (1985), aplicando diagnosticando e implantando melhorias em canteiro, em trabalho semelhante à intervenção proposta, encontrou uma razão custo/benefício, sobre os ganhos imediatos e diretos, da ordem de 4:1.

O programas mais modernos de melhoria dirigem-se mais ao sistema do que exclusivamente ao posto de trabalho. Na escolha de qual sistema deve ser o enfoque de intervenção no canteiro, as atenções dos pesquisadores voltam-se para o sistema de movimentação e armazenamento de materiais.

No reduzido número de exemplos consistentes de racionalização no Brasil, identifica-se ações voltadas às atividades de suprimento e armazenamento de materiais, transporte e circulação no canteiro. Estas atividades são consideradas como pontos de estrangulamento importantes da atividade da construção (Farah, 1992).

Este sistema é apontado como uma das grandes fontes causadoras de desperdício e, também, por consumir grande parte dos esforços da mão-de-obra (Soibelman, 1993; Forbes, 1971; Bishop, 1965). Thomas, Sanvido & Sanders (1989) verificam em seu estudo uma relação benefício/custo de 5,7 nas ações voltadas à melhoria da gestão de materiais no canteiro.

Embora as técnicas de construção variem muito de construtora para construtora e de região para região, as funções de movimentação e armazenamento estão sujeitas a regras comuns. Esta característica faz crer na possibilidade do estabelecimento de uma método genérica para intervenção no sistema, que possa ser aplicada a qualquer obra.

Apesar dos materiais terem uma maior participação no custo final da obra, é na mão-de-obra que faz movimentar os materiais que reside o maior potencial de redução de custo sob o controle do gerente de obra, pois é dele que depende a sua melhor ou menor eficiência. Já os materiais sofrem os efeitos de decisões tomadas externamente ao canteiro, sobre as quais o gerente de obra tem pouco ou nenhum poder de ação (Laufer, 1985).

Os estudos neste campo devem levar em conta, também, a necessidade de direcionar mais pesquisas para obras de empresas de pequeno porte. Estas constituem a maioria das empresas de construção e empregam grande parcela da mão-de-obra. Nestas empresas, a adoção de sistemas formais de coleta e análise de dados em canteiro, sem a devida adaptação às suas peculiaridades e capacidade de investimento, pode se tornar impraticável (Abitante; Bruschi; Formoso, 1993).

Nesse sentido, esta pesquisa pretende colaborar para o aumento da produtividade e qualidade brasileiras na construção de edifícios, através do desenvolvimento de um método de intervenção em canteiros, enfocando o sistema de movimentação e armazenagem de materiais, levando em conta toda a problemática exposta acima.

Para o alcance deste objetivo pretende-se, nesta dissertação:

apresentar os principais conceitos, técnicas e abordagens que cercam este tipo de trabalho no canteiro, aplicáveis ao contexto atual do sub-setor da construção de edifícios brasileira;

apresentar um estudo de caso, onde esta método foi utilizada, analisando a viabilidade de sua aplicação nas empresas brasileiras, bem como os resultados possíveis de serem alcançados.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

O objetivo desta pesquisa é desenvolver e demonstrar a aplicabilidade de uma método de intervenção em canteiros de construtoras de edifícios, visando o aumento da produtividade e qualidade, enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais. Esta intervenção deve restringir-se a soluções de baixo custo e de implantação em curto prazo, sem a necessidade de mudança substancial de tecnologia.

1.2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Os objetivos secundários desta dissertação são:

a) Verificar a validade da utilização das técnicas de medição de produtividade como forma de diagnosticar canteiros e subsidiar as decisões de melhoria;

b) Investigar no estudo de caso as principais fontes das ineficiências organizacionais que afetam direta ou indiretamente o sistema de movimentação e armazenamento de materiais;

1.3 HIPÓTESES

A inserção desta pesquisa no contexto tecnológico e gerencial da construção civil brasileira fez surgir algumas hipóteses:

a) Soluções de curto prazo, com baixo investimento e sem grandes alterações na tecnologia, têm grande efeito sobre a produtividade e propiciam motivação para o início ou a continuidade de programas de melhoria da qualidade;

b) Pode se utilizar a medição da produtividade para diagnosticar canteiros e fundamentar as decisões, sendo possível efetuar este diagnóstico, em tempo hábil para implementação das soluções obtidas;

c) A grande maioria dos problemas da produtividade em canteiro tem como fonte a falta de planejamento e treinamento da mão-de-obra;

1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Para aplicação e melhor entendimento do método proposto, é importante compreender as suas principais limitações:

realizou-se apenas um estudo de caso, impossibilitando a generalização das conclusões obtidas;

a aplicação do método no estudo de caso foi acompanhada da implantação de uma nova tecnologia de blocos cerâmicos, o que impede a separação dos benefícios devidos apenas à intervenção;

a coleta de dados de desperdícios devidos somente ao sistema de movimentação e armazenamento de materiais foi impossibilitada face ao reduzido número de auxiliares de pesquisa disponíveis.

1.5 ESTRUTURA DE EXPOSIÇÃO

Neste primeiro capítulo, além da exposição dos objetivos e hipóteses, procura-se situar a pesquisa no contexto das necessidades das empresas e da população brasileira. Discute-se a importância do estabelecimento de um método, o aproveitamento das ferramentas já existentes para o diagnóstico de canteiro, propondo a imediata ação sobre as deficiências das construtoras, a nível operacional, enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais.

No Capítulo 2 procura-se estabelecer a magnitude da importância do sistema de movimentação e armazenamento de materiais, dentro na produção de edificações. Os prejuízos das deficiências operacionais no sistema são buscados na bibliografia, na tentativa de estimar a potencialidade de ganhos com intervenções. É feita uma descrição das interfaces do sistema com todos os outros setores da organização e é revista a importância que cada um tem para seu bom desempenho. Formula-se diretrizes para a atuação dos profissionais de maneira a evitar os problemas mais comuns em obras com relação ao sistema de movimentação e armazenamento de materiais.

O capítulo 3 expõe a intervenção no contexto das modernas filosofias gerenciais em relação à estratégia de produção e aos programas de melhoria da qualidade e produtividade. São descritas as reações naturais à mudança na organização e como tratar esta questão, bem como os fatores que motivam o operário a aceitar a intervenção. São expostos, de maneira sucinta, os principais enfoques possíveis para uma intervenção nos sistema de movimentação e armazenamento.

O capítulo 4 relata a método proposta por esta pesquisa. São descritas as diversas ferramentas para diagnóstico de canteiro, o processo de análise, a formulação de plano de ação e o diagnóstico para *feedback*. O capítulo 5 efetua a descrição da aplicação da método no estudo de caso.

A dissertação é concluída com o Capítulo 6 que realiza uma série de considerações à respeito do aumento da produtividade no sub-setor edificações, efetua conclusões referentes à método proposta, com base na experiência com o estudo de caso e, finalmente, lista uma série de sugestões para estudos futuros.

Capítulo 2 MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES

2.1 IMPORTÂNCIA DO SISTEMA

É possível identificar ao longo das diversas etapas do processo produtivo da construção, três tipos de atividade: preparação de materiais, construção propriamente dita e atividades de suporte ou apoio às atividades produtivas (Farah, 1992). O transporte, classificado como uma atividade de suporte, é uma das atividades que mais consome energia,

tempo e mão-de-obra, e desta forma, é prioritário para programas de melhoria. É apontado como sendo uma atividade que não incorpora valor, onerosa e ainda, que gera elevados desperdícios. Esta importância é realçada, levando-se em consideração que os materiais que passam pelo sistema significam de 60% a 70% do custo final de uma obra (Soibelman, 1993).

A preocupação com a melhoria do sistema de movimentação e armazenamento na construção civil não é tema recente. Já no ano 400 a.C., Ciro, na Pérsia, estudava o uso do estudo de movimentos, arranjo físico e manuseio de materiais (Chiavenato, 1983). Este sistema envolve desde a simples limpeza de um piso até a complexas movimentações de uma grua. Suas interfaces são encontradas em todas atividades do canteiro, o que faz crer que ações sobre o mesmo tem o maior poder indutor de melhorias através do canteiro.

Os custos relacionados com os materiais são basicamente de quatro tipos: custos de aquisição, custos de transporte, custos de armazenagem e custos de perdas de materiais. Somente os custos de aquisição são efetivamente conhecidos pelas empresas construtoras, pois representam o preço pago pelo material junto aos fornecedores ou, às vezes, diretamente junto aos fabricantes (Silva, 1986).

Os custos de transporte apresentam-se de duas formas: transporte até o canteiro, que pode ser feito diretamente pelo fornecedor ou fabricante ou a partir de depósito da própria empresa: transporte até o local de utilização, que é feito manualmente ou através de elevadores e/ou gruas. Os custos de armazenagem envolvem: o capital empregado na instalações destinadas aos materiais (dentro do canteiro ou em depósito especial), custo da mão-de-obra que trabalha especificamente com o armazenagem e os custos de capital, ou seja, juros do capital empregado na manutenção dos estoques (Silva, 1986).

A apropriação dos custos de manutenção dos estoques não é uma tarefa fácil. Existem diferentes formas de avaliar seu custo: custo real, custo do mercado, custo de substituição, valor de venda. Este cálculo representa a ponderação entre o custo de oportunidade financeira e as diferentes variáveis da produção e do mercado. Na indústria, de maneira geral, o custo de manutenção de estoque pode chegar de 20 a 30% do valor global do preço unitário dos insumos. Somente a armazenagem nas empresas de médio porte chega a custar de 5 a 8% de cada unidade monetária produzida (Dias, 1984).

Por propósitos práticos, para evitar dificuldades na determinação do custo dos serviços de recebimento, manuseio e estocagem para cada tipo de material, a maioria das

empresas limita-se a computar os custos visíveis (Dias, 1984). Na construção de edifícios esta separação é muito complexa devido ao grande número de itens envolvidos e a difícil separação entre as atividades de movimentação e a produção *strictu sensu*.

O custo dos desperdícios é o que vem chamando mais atenção no setor atualmente. No Brasil este desperdício vinha sendo incorporado já na etapa de avaliação econômica dos empreendimentos. Contudo, num ambiente econômico mais competitivo vem se tornando um fator de risco quanto à sobrevivência das empresas no mercado.

A importância do sistema de movimentação e armazenamento em termos de ocupação da mão-de-obra já tem vários estudos. Nas obras de Forbes (1971) e Bishop (1965) é possível encontrar que, em construções repetitivas na Inglaterra, o transporte é responsável por cerca de 12% do total de consumo de mão-de-obra. Bicca; Formoso; Scardoelli (1994) encontraram em um canteiro brasileiro, na produção de alvenaria, a ocupação de cerca de 50% do tempo global da mão-de-obra com atividades relacionadas com o sistema, incluindo as ineficiências.

A quantidade de trabalhadores não qualificados envolvidos diretamente com este sistema é bastante significativa. Pesquisa realizada pelo Sinduscon-SP, mostrou que no Estado de São Paulo os trabalhadores não qualificados representavam 42,2% do total (Sinduscon - SP, 1991). O Censo de 1980 mostrou que cerca de 27% dos trabalhadores absorvidos pela construção no país eram serventes de pedreiro e serventes gerais (IBGE, 1983). Este valor pode ser considerado subestimado, pois o servente da construção civil geralmente tende a responder nos questionários que é pedreiro.

O sistema de movimentação e armazenamento assume papel importante para a melhoria dos níveis de produtividade na construção civil na medida que a produtividade global da obra é dependente diretamente de sua eficiência e eficácia. Ele dita o funcionamento harmonioso dos diversos postos de trabalho. A manutenção dos postos sempre abastecidos, com a quantidade e qualidade correta de materiais, no tempo e custo adequados deveria estar entre as principais prioridades da gerência do canteiro.

2.2 AS INTERFACES NA CADEIA PRODUTIVA

Aumentar a produtividade, hoje, mais que introduzir equipamentos e sistemas, significa criar uma sistemática capaz de dar conta da complexa teia do relacionamento

técnico-humano que envolve uma empresa, de modo a otimizar o todo e não apenas parte dele.

As deficiências verificadas no sistema de movimentação e armazenamento muitas vezes tem como fonte fatores externos à obra. Estima-se que de 20 a 30% do desperdício da construção civil deriva de decisões fora do canteiro, geralmente antes mesmo da obra iniciar (Skoyles & Skoyles, 1987). Estas decisões são exemplificadas no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Principais origens de perdas fora do canteiro

ORIGEM DO DESPERDÍCIO	RESPONSABILIDADE
<i>Equipamento</i> -Adaptabilidade	Fabricantes de equipamentos
<i>Material de construção</i> -Tamanho -Método de embalar -Método de transportar	Fabricantes Fabricantes e revendedores
<i>Projetos</i> -Escolha de tamanhos -Qualidade -Construtibilidade	Arquitetos e engenheiros
<i>Comunicações</i> -Informações inadequadas sobre a performance requerida e as instalações de canteiro -Informações inadequadas a respeito do tempo e método de entrega -Informações inadequadas a respeito das restrições	Projeto* Fornecedores Cliente

FONTE: (Skoyles & Skoyles, 1987).

Nota: * na Inglaterra é o *quantity surveyor*

A dificuldades de movimentação no canteiro são agravadas pela falta de padronização de produtos e embalagens entre fabricantes. Os produtores deveriam trabalhar em conjunção com os projetistas, distribuidores e usuários, na elaboração do processo de embalagem, carregamento, transporte e uso. Processos mais racionalizados no canteiro exigirão do setor a articulação na busca da maior integração da cadeia produtiva (Silva, 1994).

Internamente à empresa, atitudes tomadas em um departamento afetam, direta ou indiretamente, com maior ou menor grau, a todos os outros setores da empresa. Desde a solicitação de um material até sua entrega no posto de trabalho, praticamente todos os setores da empresa são envolvidos. Assim a lógica dos relacionamentos com o sistema de movimentação e armazenamento de materiais pode ser melhor analisada sob a ótica da relação cliente/fornecedor. Entende-se que os clientes e fornecedores internos que detém maior relação com o sistema de movimentação e armazenamento de materiais encontram-se

nos seguintes setores da empresa: projeto, planejamento e custos, obras, suprimentos e recursos humanos.

A definição de projetos, modulados e baseados em conceitos de construtibilidade contribuem efetivamente para diminuir o desperdício de materiais e esforço humano em movimentações no canteiro. As ações nesta etapa são as que têm o maior efeito global no sistema.

O planejamento do sistema a nível de canteiros individuais e/ou a nível global na construtora ajudam a manter os níveis de eficiência e eficácia requeridos. No planejamento estratégico de produção, deve-se fazer uma análise da capacidade instalada em contraponto com a capacidade necessária, alocando recursos no tempo e quantidade corretos, procurando sempre aumentar a vantagem competitiva da empresa.

O setor com contato mais direto com o sistema de movimentação e armazenamento de materiais é o de suprimentos. O sucesso da administração dos materiais no canteiro tem relação direta com o bom desempenho deste sistema. O número de paradas por falta de material ou o excesso de descargas é um indicador da eficácia deste relacionamento, a nível de canteiro.

O setor de suprimentos tem a responsabilidade de comprar materiais e componentes dos fornecedores certos, no tempo e preço certos, nos termos corretos, e com a qualidade correta (Juran & Gryna, 1992). Mais especificamente acrescenta-se as seguintes funções:

estabelecimento de um fluxo contínuo de suprimentos, atendendo aos programas de produção;

coordenação deste fluxo com vistas a reduzir os investimentos, sem afetar a operacionalidade da obra;

O processo de compra carece de um planejamento eficaz nas empresas de construção. Esta eficácia deve iniciar pela solução dos problemas mais freqüentes quanto à aquisição de materiais, como os atrasos de entregas e as discrepâncias entre o material especificado e o entregue (Fruet & Formoso, 1993). As compras podem ser aprimoradas continuamente, através da redução da variabilidade nos processos de compra, na variedade dos materiais comprados, no número de fornecedores e no número de pessoas que intermediam as compras e comunicações com o canteiro.

A grande variabilidade dos tempos de entrega impossibilitam programações mais ajustadas e sintonizadas com a produção. Há a necessidade de ações que façam como que os fornecedores de materiais aceitem que a entrega no tempo preciso, quando requerido, seja uma parte essencial das responsabilidades contratuais.

O departamento de suprimentos deve procurar contribuir para o descongestionamento da obra através da redução de estoques. A redução de estoques contribui para o aumento da eficiência do sistema de movimentação e armazenamento. É uma estratégia que outros setores industriais, como o metal-mecânico, tem adotado como forma de reduzir os custos globais de produção. Na construção civil, o fraco poder de barganha com fornecedores, a diversidade do produto e as incertezas da economia muitas vezes impedem um dimensionamento adequado às necessidades da produção. Além do aspecto financeiro, a abundância de materiais exerce um fator psicológico sobre o operário que tende a se preocupar com menor intensidade com o desperdício.

A existência de recursos humanos adequadamente qualificados para as tarefas de movimentação e armazenamento talvez seja um dos mais importantes fatores para garantir o seu bom funcionamento. Para tanto, é necessário a formulação de uma política interna na empresa para alcançar este objetivo. Esta política deve procurar incluir ações de melhoria dos fatores de satisfação e motivação no trabalho.

A obra é o cliente mais direto do sistema. Assim, este deve ser dimensionado para atender aos requisitos técnicos e de programação físico-financeira de cada canteiro. Este dimensionamento inclui a definição dos métodos e equipamentos, quantificação das necessidades de materiais e estoques, dimensionamentos das equipes e delimitação de espaços para circulação.

2.3 ESTÁGIO TECNOLÓGICO DO SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO NO BRASIL

Verifica-se que a construção é caracterizada pelo grande número de improvisações para impedimentos temporários de produção. Sua tecnologia pode ser considerada como socialmente difundida, sendo que o saber operário é reproduzido no

interior da própria força de trabalho (Picchi, 1993; Farah, 1992). Neste ambiente, geralmente a movimentação e o armazenamento são atividades pelas quais a gerência de canteiro não dedica muita atenção. Poucos são os procedimentos, locais e trajetos previamente estabelecidos (Faria, 1981).

Na maioria das vezes, as soluções para o sistema de movimentação e armazenamento são encontradas e adotadas pelo próprio executor da tarefa. Esta característica é quase uma regra na construção, configurando uma situação caótica. *O procedimento é geralmente admitido e reconhecido, porém a confessa incapacidade de se sistematizar a análise do mesmo faz com que este seja deixado de lado* (Faria, 1981).

No âmbito científico, a movimentação de materiais é tratada, de maneira geral, superficialmente pela maioria dos autores, restringindo-se na maioria dos casos à simples discussões sem grande profundidade (Lichtenstein, 1987).

Três índices podem avaliar as deficiências do sistema na construção civil: a grande percentagem de mão-de-obra envolvida, a perda de trabalho específico (perdas de materiais no percurso, movimentações desnecessárias, etc) e o número de manuseios (excesso de duplos manuseios). Os sintomas característicos de uma estrutura de movimentação e armazenagem de materiais deficiente são encontrados no setor da construção civil: área irregular e mal aproveitada, distribuição inadequada de pessoal, dimensionamento incorreto de equipamentos (Dias, 1984).

Outros parâmetros de avaliação da maior ou menor eficiência do sistema, válidos para indústrias de maneira geral, são (Dias, 1984):

custo de movimentação acima de 40%: representa processo ultrapassado;

desperdício de mão-de-obra acima de 20%: indica movimentação precária e despesas desnecessárias;

relação do Número de Manuseios/Material acima de 6: indica problemas de *layout* (má distribuição de ferramentas, máquinas e materiais).

A indefinição de áreas claras e objetivas para recebimento, armazenagem e movimentação dos insumos é comum na construção de edificações, impossibilitando a fluência e a eficácia no processo produtivo, acarretando efeitos nocivos de higiene e segurança do trabalho no canteiro. Estes fatores atuam diretamente sobre a satisfação do operário no trabalho.

As precárias vias de acesso internas, e até mesmo externas, não permanecem intactas devido à falta de conscientização da administração e dos usuários. O não planejamento de áreas de manobra para veículos, por exemplo, é flagrante em grande parte dos canteiros. Nas micro e pequenas empresas, que são a maioria do setor, verifica-se a falta de procedimentos padronizados e documentados para a execução de controle de recebimento de materiais (Soibelman, Franchi, Formoso 1993).

Mesmo quando há um bom planejamento de *layout*, a falta de controle e conscientização associada ao caráter heurístico dos processos de construção, dificultam a execução do que foi planejado. Este planejamento, quando existe, tem assumido um caráter mais reativo do que proativo aos problemas. Há uma concentração excessiva de esforços na atividade de programação das obras, não se atentando para o fato de que a programação é apenas um dos vários aspectos relevantes do planejamento. A execução de programações refinadas das diversas fases do canteiro, sem o planejamento antecipado dos processos, adequada difusão das informações e retroalimentação do sistema, não tem nenhuma efetividade (Birrel, 1980; Laufer & Tucker, 1987).

Observações do autor em várias obras de edifícios, pelo menos na região sul, revela que há pouca variabilidade nas configurações dos sistemas de movimentação e armazenamento adotados pelas construtoras. O estudo de alternativas mais racionais não é verificado, revelando uma nítida falta de esclarecimento dos profissionais do setor quanto a sistemas alternativos.

Para empreender investigações no sistema é preciso que se compreenda as várias operações básicas possíveis. As operações básicas de movimentação utilizando a força muscular do homem são: carregamento, arremesso, arrasto, empurro, deslizamento, tombamento, rolamento. Para eliminar este esforço humano faz-se o uso de equipamentos de transporte, manuais ou motorizados. Os equipamentos de transporte horizontais (ou inclinados de pequena declividade) manuais mais comuns são basicamente os seguintes: padiola, carro-de-mão, girica, carro porta-pallet. Na movimentação vertical os equipamentos mais comuns, que empregam a força humana são: talha, sarilho, guincho manual. Da mesma forma, os equipamentos motorizados são classificados em de movimentação horizontal (ou de pequena declividade) e de movimentação vertical ou espacial (Lichtenstein, 1987). Assim tem-se:

movimentação horizontal motorizada: girica motorizada, trator transportador ("Dumper"), pá carregadora de pequenas dimensões ("Bobcat");

movimentação vertical motorizada: guincho de coluna, elevador de obra;

movimentação espacial motorizada: guias, bombas de concreto, bombas de argamassa.

Os sistemas e equipamentos de transporte viáveis em obras de edifícios de múltiplos andares segundo Lichtenstein (1987) estão apresentados no Quadro 2.2:

Quadro 2.2 - Sistemas de transporte viáveis em obras de edifícios de múltiplos andares

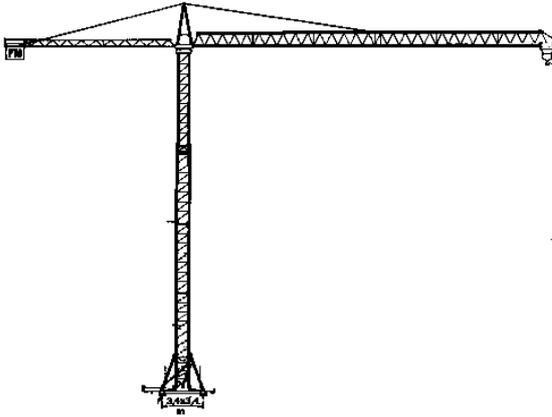
SISTEMA	DECOMPOSIÇÃO	EQUIPAMENTOS
Sistema com decomposição do movimento	Movimento horizontal	girica, carro porta-pallet, pá-carregadeira
	Movimento vertical	guincho de coluna, elevador de obra
Sistemas sem decomposição do movimento	- -	guias ascensionais/ estacionárias bomba de concreto e argamassa gunitagem (projeção)

FONTE: Lichtenstein (1987)

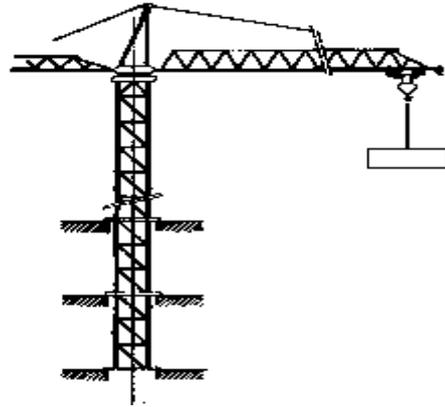
É raro verificar o uso de pallets nos canteiros brasileiros, mesmo sendo uma das formas mais eficientes para transporte de materiais. O canteiro fica descongestionado em comparação com o transporte manual. Constitui-se de um estrado de madeira cuja finalidade é acomodar e transportar diversos materiais ao mesmo tempo. Picchi (1993) cita um estudo piloto de paletização do qual se tirou as seguintes conclusões: é uma forma de transporte mais racional, diminui o tempo de carga e descarga, elimina grande parte das necessidades de mão de obra e reduz o índice de quebra de materiais.

O grande salto de produtividade na movimentação e na produção como um todo de uma construtora é obtido quando se utiliza a grua, desde que haja continuidade no seu uso e os materiais e componentes aproveitem ao máximo sua capacidade de transporte. Contudo o seu uso pouco difundido no Brasil é atribuído ao seu elevado custo e às dificuldades de manutenção. Nas Figuras 2.1 e 2.2 são mostrados alguns exemplos de equipamentos utilizados para transporte na construção civil.

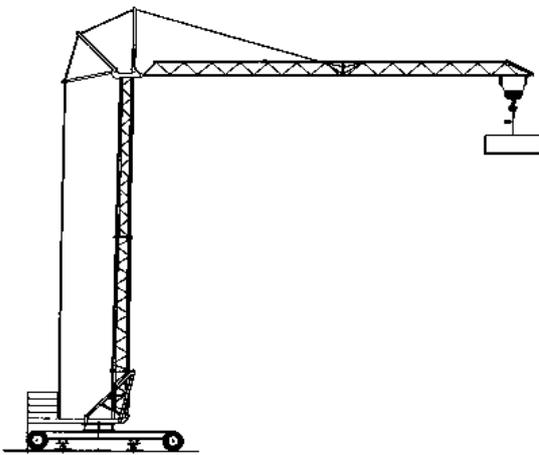
Figura 2.1 - Exemplo de alguns equipamentos de transporte vertical



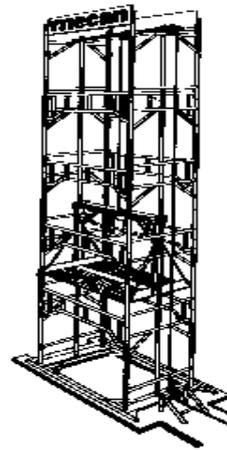
Grua automotante sobre trilhos



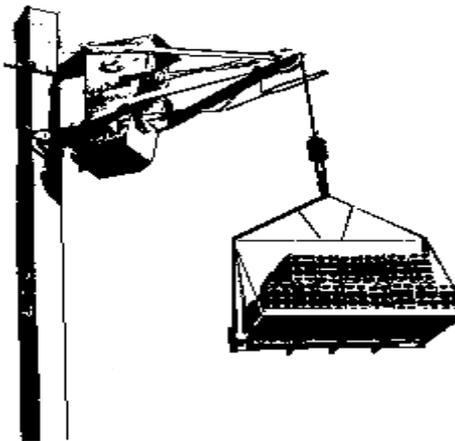
Grua ascensional



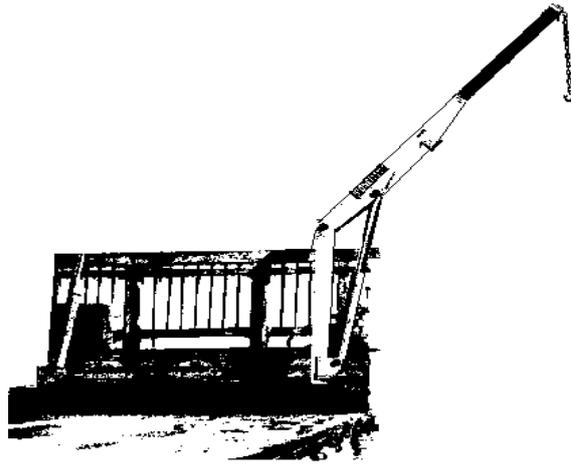
Grua sobre pneus, de lança articulada



Elevador de cabina aberta

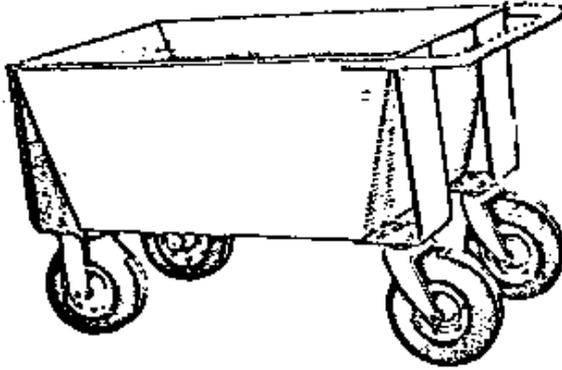


Guincho elétrico de coluna

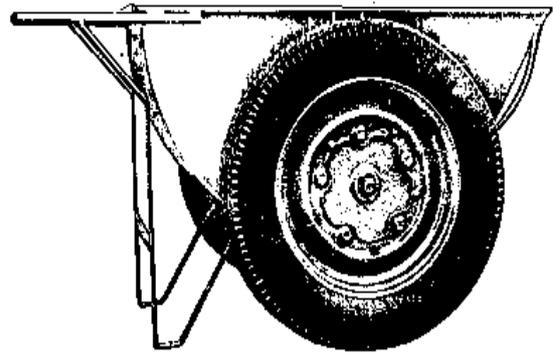


Mini-grua hidráulica para veículos

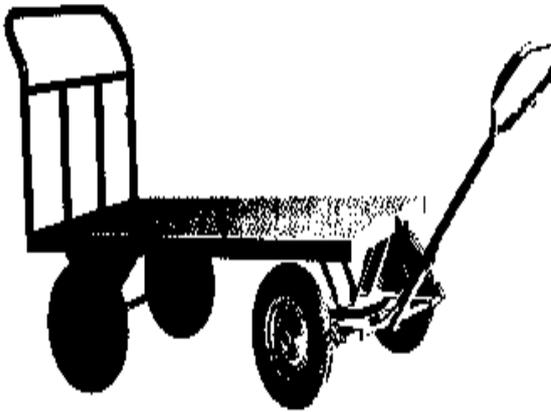
Figura 2.2 - Exemplos de alguns equipamentos de transporte horizontal



Carro de quatro rodas para massa



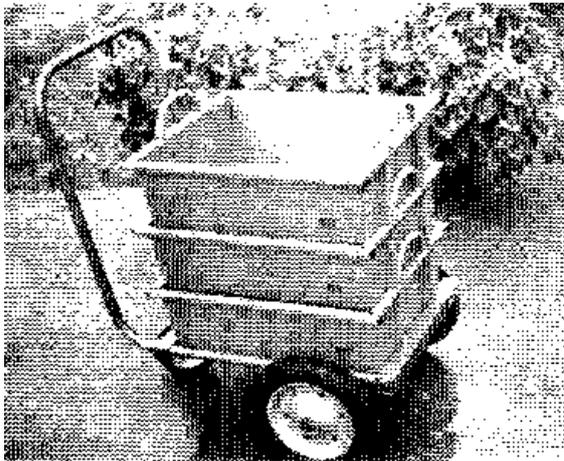
Girica de duas rodas



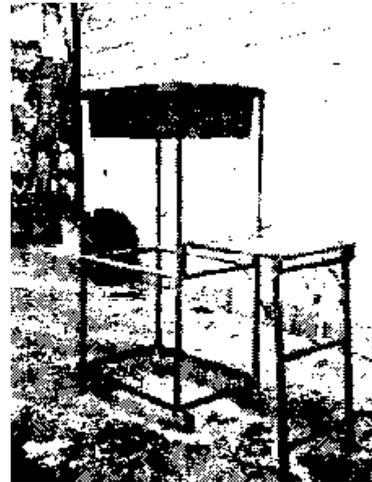
Carro plataforma



Carro de estrado vertical



Carro com masseiras metálicas



Masseira metálica acoplada a andaime

Lichtenstein (1987) efetua alguns comentários (Quadro 2.3) sobre a aplicabilidade de vários destes equipamentos.

Quadro 2.3. - Considerações de sobre a aplicação de alguns equipamentos no canteiro

Movimentação Vertical	Guindastes sem torre	-Impossibilidade dos equipamentos nacionais efetuar içamento a alturas elevadas -Guindastes com lança de mais de 45/50 metros exigem um espaço enorme no canteiro, geralmente não disponível
	Grua de torre giratória e lança-móvel	-Limitação da altura dos modelos nacionais -Não permitem o estaiamento na estrutura
	Gruas móveis sobre trilhos	-Viável em canteiros de grandes dimensões
Movimentação Horizontal	Girica Motorizada	-Inexistência de sua oferta no mercado nacional
	Padiola	-Preferência para a girica: exige menor quantidade de mão-de-obra além de transportar mais
	Carro de mão	-Preferência para a girica: exige menor quantidade de mão-de-obra além de transportar mais
	Pás carregadeiras de pequenas dimensões	-Mais flexível que o trator transportador
	Tratores transportadores	Não adequado pois são pequenas as distâncias percorridas no canteiro

FONTE: Lichtenstein (1987)

Lichtenstein (1987) fornece, ainda, variações de composição do sistema para as diversas fases de construção de um edifício de múltiplos andares, como segue:

Quadro 2.4. - Variações de composição do sistema para edifícios de múltiplos andares

FASE	MATERIAL TRANSPORTADO	SISTEMA ESCOLHIDO
-infraestrutura	aço/concreto	<u>concreto</u> : bombeado, guincho + girica + caçamba ou grua <u>demais materiais</u> : grua ou guincho
-estrutura	aço/concreto	<u>concreto</u> : bombeado, guincho + girica + caçamba ou grua <u>demais materiais</u> : -guincho, com argamassa ensacada e paletizada e blocos paletizados ou argamassa e blocos por giricas -grua com argamassa ensacada ou não e paletizada e blocos paletizados
-estrutura -alvenaria	tijolos/argamassa + aço/concreto	Pode-se optar pela descentralização da produção de argamassa
-estrutura -alvenaria -revestimento interno	tijolos/argamassa + aço/concreto	Pode se optar pela descentralização da produção de argamassa
-alvenaria -revestimento interno	argamassa/tijolos	Pode-se optar pela descentralização da produção de argamassa
-revestimento interno -revestimento externo	argamassa	Pode-se optar pela descentralização da produção de argamassa
-revestimento externo	argamassa	Pode-se optar pela descentralização da produção de argamassa

FONTE: Lichtenstein (1987)

São escassas as notícias sobre o uso de fitas para confecção de fardos de tijolos ou desenvolvimento de carrinhos multiuso, que permitem o acoplamento de dispositivos para o desempenho de várias funções necessárias para a realização de uma determinada tarefa. Exemplo: carrinho multiuso para azulejista constando de depósito para azulejos, máquina de corte, espaço para deposição de ferramentas, etc).

Entre as várias inovações percebidas no setor, ressalta-se as tentativas de aprimorar as masseiras. As masseiras metálicas e de plástico dispensam a constante adição de água e conseqüente revolvimento da argamassa para homogeneização, além de permitir a eliminação de duplos manuseios. Em paralelo ao desenvolvimento da masseira, tem se procurado meios alternativos para seu transporte. Nesse sentido uma das alternativas propostas é o carrinho porta-masseira de três rodas e com capacidade para três masseiras (Formoso, Heineck, Scardoelli, Silva, 1994)

Devido à escassez de capital e às limitações do mercado, para algumas empresas talvez não seja adequado um investimento na mecanização total do sistema de movimentação e armazenamento de materiais. As fortes oscilações do mercado fazem com que as empresas do setor minimizem seus investimentos, seja em equipamentos, seja em programas de melhoria organizacional e de recursos humanos, incluindo-se aqui, os programas de qualidade. Apesar disso, seria de grande utilidade um maior reconhecimento e utilização das técnicas de manuseio, transporte e estocagem de materiais, correntemente empregados em outros setores industriais para verificar sua adequação à construção civil (Picchi, 1993).

2.4 O PAPEL DO GERENCIAMENTO

2.4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No nível gerencial, o planejamento, incluindo as atividades de programação e preparação do posto de trabalho é fundamental para o sucesso das operações em canteiro. Este planejamento deve ter, necessariamente um enfoque de intervenção. A análise de outros estudos mostra que o envolvimento do operário no processo de planejamento pode trazer bons resultados. Mesmo quando o trabalhador está vinculado a um sub-empregado, esta participação pode ser viável (Pigott, 1972).

2.4.2 PLANEJAMENTO

O planejamento é um processo permanente e contínuo, sendo a primeira função gerencial, por ser exatamente aquela que serve de base para as demais. Sua função é a determinação antecipada do que deve se fazer e quais os objetivos que devem ser atingidos. Com a formulação de hipóteses acerca da realidade atual e futura, permite-se dar condições racionais para que se organize e dirija um sistema de produção. O efeito do planejamento é a absorção de incertezas, permitindo maior consistência no desempenho de empresas (Chiavenato, 1983).

O exercício do planejamento exige mais uma questão de atitude gerencial do que de regras formais de procedimento administrativo. As falhas gerenciais, a nível de canteiro, residem no fato de que os engenheiros de obra se dedicam a resolver problemas contingenciais diários, de forma reativa, e não ao planejamento sistemático de caráter proativo. A falta deste planejamento pode ser medida pelo dimensionamento inadequado das equipes e seqüenciamento errôneo das operações. A função do gerente de obra deveria ser prover no tempo certo: organização, instruções, materiais, ferramentas, equipamentos, lugar para trabalho, ambiente razoável, inspeção e também motivação.

Pigott (1972) sugere que o planejamento do trabalho em canteiro pode reduzir o consumo de homens-hora em 20%, com a conseqüente redução de custo. Planejar é, assim, um processo contínuo de melhoria desenvolvido ao longo da implementação de um projeto. As mudanças constantes das condições previstas para a realização de um projeto fazem do planejamento uma atividade de adaptação contínua e permanente da alternativa escolhida às novas situações.

Dentro de um enfoque sistêmico, abrangendo a organização como um todo, esta é a maneira mais correta de se introduzir mudança e inovação, sob uma forma previamente definida e escolhida. Envolve o estabelecimento de objetivos claros, tomada de decisões, definição da estratégia global e planos operacionais compatíveis (Chiavenato, 1983). Uma das suas vantagens é que todos os envolvidos passam a ter uma visão clara do processo, tendo assim uma informação das necessidades futuras, antecipadamente.

Para Juran & Gryna (1992) o planejamento requer:

identificação da boa performance;

descoberta, através de análise, das causas que são decisivas para se obter estas boas performances;

utilizar o conhecimento das relações causa-efeito em novos planos.

Para Juran (1992), os assuntos que são essenciais à colocação do planejamento da qualidade em bases estruturadas são a montagem de uma base de dados, a motivação do pessoal e o treinamento do pessoal em como planejar. A base de dados é o corpo de informações derivadas dos ciclos anteriores de atividades e organizado para ajudar na condução dos ciclos futuros.

Não é possível planejar em termos abstratos, sem estabelecer-se metas. A declaração da visão, expressão daquilo que de que se gostaria realizar ou estar na comparação com o mercado, deve ser convertido em uma lista de metas claras a serem atingidas, juntamente com o caminho a ser seguido para atingi-las.

As metas estratégicas de qualidade incluem: desempenho do produto, desempenho competitivo, melhoramento da qualidade, custos da má qualidade e desempenho de processos importantes (Juran, 1992). Na ausência de alguma forma de meta estratégica de qualidade, um grande obstáculo aos progressos na qualidade é a falta de coordenação dos recursos da empresa numa direção comum. Objetivos claramente definidos contribuem para unificar o pensamento de gerentes, servindo como estimuladores de ação (Juran & Gryna, 1992).

A antecipação das decisões da gerência na etapa de planejamento deve procurar reduzir a ocorrência de erros, minimizar perdas e diminuir tempos ociosos, aumentando desta forma a produtividade. *Esta antecipação orientada para a simplificação da execução e para a garantia de certa repetitividade às operações produtivas, envolve, entre outros aspectos:*

a) definição (antecipada) de métodos construtivos e de materiais e componentes a serem utilizados em todas as etapas da execução;

b) planejamento cuidadoso do andamento da obra, em termos de coordenação entre etapas, atividades e equipes;

c) planejamento criterioso das atividades de apoio tais como suprimento e o armazenamento de materiais, o transporte e a circulação no canteiro -, atividades consideradas como importante "ponto de estrangulamento" do processo produtivo (Farah, 1992).

A atuação da gerência de canteiro para melhorar a produtividade é resultante de uma série de medidas, como (Silva, 1986):

adoção de técnicas de planejamento que possibilitem o estabelecimento da lógica de execução com as relações de dependência entre as operações;

definição de operações, atividades e serviços em função das características do projeto, das práticas da empresa e da mão-de-obra;

previsão dos insumos necessários em cada etapa e estabelecimento das datas em que devem estar disponíveis;

alocação de mão-de-obra ao longo do prazo de execução com a verificação dos picos de presença em obra e suas possíveis conseqüências em termos de interferências entre as equipes;

correção de situações de interferência excessiva, mediante a agregação de operações que podem ser desenvolvidas seqüencialmente por uma mesma equipe;

medição do desempenho em termos de custo, tempo e consumo de mão-de-obra, através de técnicas específicas empregadas por operadores treinados;

processamento e análise dos dados de desempenho com revisão e atualização do planejamento;

manutenção da coesão entre as equipes e no interior de uma equipe principalmente ao longo de atividades idênticas ou com alto grau de semelhança;

treinamento de mestres e encarregados quanto à comunicação com suas equipes mediante o provimento de instruções detalhadas;

conscientização das equipes quanto ao grau de dependência entre seu trabalho e o das demais e de sua situação no planejamento;

supervisão efetiva segundo aspectos de acompanhamento de desempenho, motivação, segurança e comunicação;

acompanhamento e integração de operários novos

Em relação especificamente à movimentação e ao armazenamento, para evitar as deficiências no canteiro, é preciso que se reconheça as principais deficiências encontradas no seu planejamento, tais como:

ausência de projeto de canteiro, implicando no subdimensionamento de instalações provisórias;

planejamento e controle deficientes da entrada de materiais e componentes;

ausência de cuidados com armazenamento de materiais;

transporte inadequado de materiais e componentes;

inexistência de cuidados de limpeza do canteiro.

Deve-se atentar, também, para a não integração da armazenagem com outros parâmetros produtivos. É freqüente a existência de casos de dessintonia com a instalação do canteiro, com o transporte e com a administração. A falta de integração entre etapas e setores produtivos e a ausência de padrões, geram estágios desnecessários e inúteis à produção. Este planejamento deve conter medidas destinadas a atenuar os efeitos das intempéries e compatibilizar a viabilidade física da estocagem com a programação.

A viabilidade física da estocagem deve estar vinculada à fatores como deteriorabilidade e espaço disponível. Nesse processo deve-se envolver mais intensamente o departamento de suprimentos. Para que o canteiro exerça uma boa prática de estocagem deve atender aos seguintes requisitos:

local para estocagem adequado: com dispositivos de segurança para os operários da obra e visitantes externos, adequadamente localizado, próximo dos locais de uso, atendendo aos aspectos de deteriorabilidade;

dimensionamento: previsão dos espaços necessários de forma a atender à programação da produção com o menor volume possível, prevendo sempre um estoque de segurança;

expedição controlada: controle de recebimento e saída e controle de quantidades existentes, com definição de procedimentos padrão e responsável. As deficiências de qualidade e quantidade de material devem ser registradas e a devida providência deve ser tomada.

Uma das primeiras atitudes da gerência da obra pró melhoria das condições do sistema é um bom projeto de *layout*. Esta atividade é muitas vezes relegada a segundo plano, sem aprofundamento em detalhes. Estes detalhes são os que definem muitas vezes a eficácia da circulação dos materiais e pessoas no canteiro. Os operários devem ser conscientizados da importância do bom arranjo físico e porquê ele foi planejado de determinada forma. Um

projeto de canteiro deficiente ou, até mesmo, a sua inexistência resultam em escoamento imperfeito da produção, aumentos dos estoques intermediários, diminuição da capacidade produtiva, multiplicação do número de tarefas, etc.

O gerente da obra deve estar consciente da importância do planejamento da movimentação e armazenamento pois é quem exerce o papel de liderança mais importante para acabar com o desperdício de mão-de-obra e materiais. Deve procurar olhar para o controle de materiais como o faz com controle de pessoas (Skoyles, 1987).

2.4.2.1 ETAPA DE CONCEPÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A etapa de projeto é reconhecidamente a que oferece as maiores oportunidades para introdução da maioria das medidas que visam a racionalização no canteiro. Para tanto o projeto deve atender os requisitos de construtibilidade e desempenho³. Este deveria um dos principais parâmetros no controle e revisão dos projetos (Franco & Agopyan, 1994). Silva (1986) cita as características do projeto e da obra de um modo geral, como determinantes da quantidade e grau de especialização da mão-de-obra.

Motteu e Cnudde (1989) apud Franco & Agopyan (1994) apontam os defeitos da gestão de projeto como responsáveis por 80% das causas da não qualidade. A correção de rumo destas decisões nas etapas iniciais de sua elaboração, pró aumento da produtividade a nível operacional, é relativamente barata. Atualmente já existem programas de computador que avaliam os efeitos das decisões de projeto na etapa de construção (Gray, 1983).

Os problemas de gestão na obra são determinados geralmente pela natureza, quantidade e interrelação das tarefas definidas no projeto. Pela facilidade com que os operários podem ser relocados, mantém-se um nível de tempo não produtivo a níveis aceitavelmente baixos. Um elevado tempo não produtivo pode não significar uma obra mal administrada pois pode ocorrer das tarefas serem tão dificilmente executáveis que é inevitável este tempo não produtivo (Bishop, 1972).

Apesar da comprovada importância desta fase, o empenho na sua melhoria é pouco verificado na prática. O projeto é colocado em segundo plano em relação aos aspectos estratégicos do gerenciamento empresarial. Geralmente deixa-se de lado as questões relativas

³O CII (1986) define construtibilidade como "o uso otimizado do conhecimento das técnicas construtivas e da experiência nas áreas de planejamento, projeto, contratação e da operação em campo para se atingir os objetivos globais do empreendimento".

à projeto, discutindo-se com maior ênfase mão-de-obra, materiais e gerenciamento (Franco & Agopyan, 1994).

Os efeitos das decisões das etapas de viabilidade técnico-econômica na produtividade do sistema de movimentação de materiais como um todo, são sentidos mais rapidamente e tem maior magnitude. As decisões passam pela definição da configuração do edifício, forma geométrica, dimensões, posicionamento dos elementos e das unidades funcionais e materiais a serem utilizados. Determinam, assim, as condições de transporte e circulação, o número de operações e proporção de cada tipo de operação, o grau de dependência entre as operações, a quantidade e habilitação da mão-de-obra requerida (Silva, 1986).

A definição perfeita de um produto, com aplicação da análise de valor durante o processo, atendendo às necessidades do cliente, via um projeto coerente e detalhado, com aplicação de princípios de coordenação dimensional, permitem reduzir ao mínimo o desperdício de materiais e mão-de-obra no canteiro. Griffith (1986) apud Franco & Agopyan (1994) enuncia princípios da racionalização na fase de projeto:

- construir na mesma seqüência;
- simplificar o projeto dos elementos;
- padronizar os componentes da construção;
- coordenar dimensionalmente os materiais;

Elaborar um projeto é uma atividade muito complexa. Suas implicações vão além da problemática da construção. No entanto o projetista deve ter humildade e voltar seus olhos para uma compreensão básica sobre materiais e processos construtivos, através de um maior diálogo com os profissionais ligados diretamente à construção. *"Não há nenhum substituto para a experiência em construção, mas, somente quando esta é juntada a uma percepção e capacidade analítica pode influenciar o projeto"* (Gray, 1983). Ou seja, existem grandes ganhos com o maior diálogo do construtor com o projetista na fase de concepção.

Na Inglaterra, Gray (1983) cita que com uma maior integração do construtor com o projetista na fase de projeto conseguiu-se reduções de custo da ordem de 1 a 14%. Esta contribuição para resultar efetivamente numa maior produtividade e qualidade dos serviços de canteiro deve começar o mais cedo possível, tendo em mente a simplificação das tarefas de produção.

Em geral a situação de comunicação obra-projeto é tal que o projeto pode alterar a obra mas a obra não pode alterar o projeto. Isto quer dizer que modificações ou melhorias geralmente partem de decisões unilaterais, sem diálogo. O número de interrupções nas operações de obras causada pelo projeto é o reflexo desta deficiência, sendo que o número mínimo de visitas necessário para completar uma operação é o reflexo de sua interação com a gerência (Pigott, 1972)

O projeto deve refletir a realidade à se construir constituindo-se desta forma num instrumento de previsão e solução de problemas. Para atingir este e outros objetivos é fundamental que haja uma perfeita coordenação entre os participantes do projeto, integrantes do empreendimento. Deve-se trabalhar de forma à solucionar interferências e controlar a qualidade das etapas de desenvolvimento, estabelecendo uma coerência entre o projetado e o construído. Não existe metodologia estabelecida para esta tarefa (Franco & Agopyan, 1994; Picchi, 1993).

2.4.2.2 DEFINIÇÃO DO SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO

A sub-utilização de equipamentos de alto custo horário em movimentações impróprias e as movimentação de baixo rendimento estão entre as componentes do custo das improvisações na construção civil. Unidades de movimentação e contentores e mesmo o seu dimensionamento em termos de quantidade, muitas vezes dificultam a implantação de formas mais ágeis de movimentação.

No Brasil a definição do sistema de movimentação de materiais muitas vezes é equívoca e não leva em consideração itens importantes como, por exemplo, a velocidade exigida, a segurança, o custo e a flexibilidade. Um mês de atraso numa obra pode significar em torno de 1,5% do custo total (Picchi, 1993).

O critério chave para escolha do método de movimentação de materiais são os processos, as características do produto e os fatores de programação da produção (Dias, 1984). Para seu dimensionamento pode-se efetuar a priorização de materiais segundo sua participação no total movimentado. Lichtenstein (1987), analisando os materiais utilizados em 869 empreendimentos, verificou as seguintes porcentagens que ocupavam em relação ao peso total movimentado, chegando aos seguintes números:

* concreto: 44,1%;

- * argamassa: 29,9%;
- * tijolos ou blocos: 8,5%;
- * aço: 2,7%.

A seleção do sistema de transporte, segundo o modelo proposto por Lichtenstein (1987) se baseia nas quantidades a ser transportadas e nas características dos equipamentos disponíveis, em termos de capacidade, velocidade, confiabilidade e custo. A utilização do custo como fator de escolha de um determinado sistema de transporte utiliza as seguintes parcelas para seu cálculo: custo do equipamento, custo de instalação, montagem e desmontagem, custo de operação, custo de manutenção.

Outros pontos podem se tornar importantes no processo de análise, tais como: local de descarga, local de armazenamento, forma de processamento e aplicação. É importante notar que o tempo de transporte, uma das variáveis na escolha do sistema, é sensivelmente variável conforme a eficiência da mão de obra e a velocidade e capacidade dos equipamentos.

Deve-se proceder uma análise crítica dos projetos da obra a ser construída. Nesta análise deve-se efetuar a determinação das quantidades específicas de materiais, análise das vias de acesso externas e condições de acesso, verificação das características do terreno, determinação das possíveis restrições para os locais de descarga, armazenamento, processamento e uso dos materiais, além de estipular o tempo para as etapas da obra.

O projeto final do sistema de movimentação e armazenagem inclui o fluxo de materiais, equipamentos, mão-de-obra, armazenagens intermediárias, administração, métodos de movimentação vertical e horizontal por fase da obra, localização dos equipamentos de movimentação e apoio à produção, sistema de informação, além da definição de pré requisitos para o planejamento do canteiro.

2.4.2.3 ATUAÇÃO EM RECURSOS HUMANOS

A manutenção de elevados níveis de produtividade da mão-de-obra com reduzido índice de desperdício, sem a necessidade de controles rígidos, vai depender de uma atuação planejada em recursos humanos. O recrutamento, seleção, integração e treinamento, devem fazer parte do dia-a-dia de uma empresa de construção.

Para a formação de uma massa crítica de pessoas altamente produtivas, deve-se procurar reduzir a rotatividade dos funcionários. Algumas empresas do setor têm buscado na polivalência uma alternativa para solucionar este problema (Cardoso, 1993; Farah, 1993)

Um adequado treinamento deve existir para se evitar a má utilização de equipamentos, deficiente definição de percursos e inadequadas posturas de elevação de cargas. A falta de treinamento para operações dos diversos equipamentos implica na manutenção freqüente e até na necessidade de reposições.

2.4.2.4 PROGRAMAÇÃO

A organização do canteiro, a garantia do fluxo de recursos e a supervisão dependem essencialmente da adequada programação que condiciona a função básica da supervisão, ou seja, assegurar a efetividade na execução das operações através da máxima utilização dos recursos disponíveis e o controle como um todo (Silva, 1986).

Tem como objetivo a sincronização e o balanceamento das equipes, operacionalizando o que foi planejado. Sem controle se torna ineficaz e, da mesma forma, o controle sem atualização não tem qualquer efetividade.

2.4.2.4. PREPARAÇÃO DO POSTO DE TRABALHO

O planejamento e a programação falham geralmente pela falta de preparação do trabalho. Para que ambos sejam eficazes, deve-se preparar o posto de trabalho para atender a requisitos essenciais a limpeza do local, a eliminação de interferências, o fornecimento de ferramentas, materiais e equipamentos na quantidade adequada e no tempo correto, etc.

Capítulo 3

DIMENSÕES DA INTERVENÇÃO

3.1 EVOLUÇÃO DAS FILOSOFIAS GERENCIAIS

As intervenções no ambiente da construção civil remontam ao início do século. O estudo de movimentos, desenvolvido pelo casal Gilbreth, teve nas edificações seu laboratório principal. Coincidentemente, na mesma época, Taylor introduzia o estudo dos tempos. Os dois enfoques foram juntados mais tarde, para desenvolver de maneira sistemática os sistemas de trabalho. Os objetivos então eram: desenvolver, padronizar, medir e treinar para

o melhor método de trabalho (Barnes, 1977). A administração científica passou então a substituir a intuição e opinião individuais pelo conhecimento e investigação científica.

O método científico e racional, teve duas correntes: o taylorismo e o fordismo. O taylorismo procurava identificar a melhor maneira de executar uma tarefa, estudando os movimentos elementares, planejando e prescrevendo as atividades e o tempo de execução e controlando o trabalho através da gerência que verificava a adequação da atividade às prescrições. Taylor era contra o hábito de deixar ao operário a escolha do método melhor e mais econômico. O fordismo acrescentou a linha de montagem e o posto de trabalho fixo (Farah, 1992). Os princípios de administração de Taylor eram os seguintes (Barnes, 1977):

a) Estudo científico de todos os elementos de uma operação em substituição aos métodos empíricos usados até aquela época;

b) Escolha do melhor operário para cada tarefa: seu treinamento e desenvolvimento substituindo o antigo costume de deixar-se o operário escolher o seu trabalho e treinar-se da maneira que fosse capaz;

c) Desenvolvimento do espírito de cooperação entre a administração e o pessoal, na execução das tarefas existentes, de acordo com os princípios da ciência;

d) Divisão do trabalho em partes iguais entre a administração e os operários, cada departamento encarregando-se do trabalho que lhe coubesse, em lugar da condição vigente, em que quase todo o trabalho e a maior parte da responsabilidade são descarregados sobre os operários.

O taylorismo não foi disseminado na construção civil devido, entre outras razões, à resistência dos trabalhadores, grande variabilidade externa qualitativa e quantitativa (demanda por habitações, condições econômicas, cultura, especulações fundiárias, etc) e também devido à variabilidade interna do processo de construção (produtos heterogêneos, condições climáticas, etc).

O fordismo-taylorismo teve implicações negativas para o trabalhador com o empobrecimento das atividades, pela separação da concepção/execução, excessiva parcelização, desqualificação, etc (Farah, 1992). Apesar de sua contribuição para o aumento da produtividade, esvaziou o trabalho de seu conteúdo inteligente, além de torná-lo mais desgastante, pelo ritmo imposto pela gerência ou diretamente pelas máquinas (Farah, 1992).

A Teoria das Relações Humanas trouxe uma nova visão administrativa, com a participação dos escalões mais inferiores na solução dos problemas da organização, incentivo de maior relacionamento e franqueza entre os indivíduos e grupos nas organizações e melhoria das comunicações de baixo para cima (Chiavenato, 1983).

Estas duas correntes, a das Relações Humanas e a Clássica, foram fusionadas na Teoria Neoclássica estando presentes nas modernas filosofias de gestão atuais. Segundo Juran (1992), nos níveis mais baixos das hierarquias das empresas a tendência hoje é:

a) *Corrigir a anatomia dos processos, de forma a minimizar o uso das tarefas de ciclo curto e repetitivas e as associadas "transferências" de um trabalhador para outro;*⁴

b) *Ampliar horizontalmente o escopo dos cargos, para que incluam várias tarefas e habilidades;*

c) *Ampliar verticalmente o escopo dos cargos, para que incluam várias funções. Criar equipes de trabalhadores autogeridas para o desempenho dos trabalhos ampliados;*

d) *Devolver ao pessoal de linha grande parte da responsabilidade pelo planejamento de processos, inclusive o planejamento da qualidade;*

e) *Instituir o autocontrole;*

f) *Conferir um senso mais alto de "propriedade";*⁵

g) *Ampliar as responsabilidades no trabalho, incluindo a responsabilidade por fazer melhoramentos;*

h) *Prover treinamento em profundidade, para capacitar os níveis mais baixos à execução dessas responsabilidades adicionais.*

No campo dos métodos, Silva (1986) elenca uma série de medidas que devem ser adotadas para uniformizar os métodos utilizados na construção civil, evitando esforços desnecessários. Essas medidas incluem:

a) *observação, medição e análise do trabalho em canteiro;*

b) *treinamento específico para operários com métodos inadequados e conscientização das conseqüências dessa prática;*

⁴Entende-se que o operário deve poder concluir o produto em que está trabalhando, sem o repasse de tarefas

⁵Situação onde o trabalhador passa a se tornar um "sócio" da empresa, comprometido com os resultados a serem alcançados

c) avaliação dos métodos determinados pela empresa e proposição de alternativas para corrigir distorções;

d) provimento de condições adequadas ao trabalho em questão (acesso, iluminação, equipamentos auxiliares, etc.);

e) organização satisfatória do canteiro;

f) provimento de instruções detalhadas;

g) apresentação dos métodos da empresa aos operários novos;

h) avaliação dos métodos vigentes no subsetor e modernização dos mesmos com utilização de equipamentos e ferramentas que possam reduzir eficientemente o esforço humano.

Para atender às exigências de racionalização do canteiro, grande importância tem sido dada a procedimentos de intervenção, desde a etapa de projeto, visando a facilitar a execução e conseqüentemente aumentar a produtividade (Picchi, 1993). Seja qual for o processo de melhoria dos processos este deverá levar em conta a emergência de formas de racionalização centradas na gestão do processo de produção global, ou seja, uma visão sistêmica do canteiro.

3.2. PROGRAMAS DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

É num ambiente de crise que surgem ou ganham mais força os esforços para a melhoria do desempenho da produção de edificações (Farah, 1992). As empresas que desejarem sobreviver às nuances da economia a longo prazo, deverão buscar o aumento da produtividade numa base sólida e duradoura, com a incorporação de uma cultura tecnológica e gerencial voltada para tal.

É paradoxal, mas o setor parece ter sido uma das primeiras áreas na história da humanidade a se preocupar com a qualidade e, atualmente, é apontado como uma indústria geradora de produtos de baixa qualidade. Um dos mais antigos registros de controle de qualidade é ligado à construção civil: uma pintura de um inspetor de qualidade de blocos de pedra em Thebes, 1450 a.C. (Juran & Gryna, 1992). Outro exemplo, relativo à garantia da qualidade, consta no código de Hammurabi, datado de 2150 a. C. O documento estabelecia que se um construtor erguesse uma casa para alguém e seu trabalho não fosse sólido, e a casa desabasse e matasse o morador, o construtor deveria ser imolado (Gitlow, 1993).

A situação é paradoxal, pois o estágio que se encontra a qualidade na construção civil, em relação ao histórico da qualidade no mundo, pode ser situado como o do tempo do inspetor, entre 1930 e 1940. É o mesmo estágio que a indústria de transformação se encontrava no início do século (Picchi, 1993). Contudo, alguns autores defendem a existência de uma evolução gerencial do setor diferenciada dos outros setores (Farah, 1992)

A baixa produtividade e qualidade deficiente vinham sendo parcialmente encobertas devido ao papel que o setor exercia como absorvedor de mão-de-obra. Contudo, encontram-se referências quanto à necessidade de melhoria da produtividade desde a década de 50 (Picchi, 1993).

A obtenção de lucro, entendida por muitos empresários ocidentais como o objetivo da empresa, está gradativamente mudando pois não é mais suficiente para sustentar esta lucratividade. Qualquer empresa pode prosperar em um mercado em crescimento, mas somente aquelas com estratégias claramente definidas podem ter sucesso em mercados mais competitivos (Belohlav, 1993).

Entre as muitas causas dos problemas de qualidade e produtividade estão a falta de organização, treinamento, disciplina, recursos, tempo e apoio da administração. Associado a estes problemas, está o fato de que, tradicionalmente, os cálculos do custo da baixa qualidade são subestimados. Não incluem, por exemplo, os clientes que são perdidos e que nunca irão comprar um produto da empresa. Deve-se então buscar o correto balanço entre o custo da qualidade e o valor adicionado (ABCQ, 199_).

A qualidade passou a assumir um sentido mais amplo, uma filosofia subjacente às decisões e ações que compõe a estratégia da empresa. Qualidade pode ser entendida como a totalidade de especificidades e características de um produto ou serviço que demonstre sua capacidade em satisfazer as necessidades explícitas ou implícitas. (Belohlav, 1993; ABCQ, _).

As características chaves do paradigma moderno da qualidade são identificadas por Cole, Bacdayan & White (1993) como:

a) princípio do *market in*: trazer as necessidades do cliente para dentro de cada parte possível da organização;

b) qualidade adotada como um tema "guarda-chuva": é mais fácil convencer as pessoas a melhorar a qualidade (que conduz à melhoria da produtividade), do que falar em redução de custos ou no aumento da produtividade propriamente dito. Neste último caso freqüentemente as pessoas sentem medo de exposição de defeitos;

c) relação da qualidade com custos e produtividade: as empresas japonesas pregam o início do processo de melhoria da qualidade como pela eliminação dos desperdícios e retrabalhos em cada processo da empresa. Esta definição contrasta com a tradicional definição americana na qual o aumento da qualidade implica em aumentar os atributos do produto e inspetores adicionais, adicionando custos;

d) envolvimento de todos os empregados e de todos os departamentos: a empresa típica japonesa treina os empregados de forma tal que possam se engajar no processo de melhoria e redefinição do seu próprio processo de trabalho;

e) prevenção à montante: reconhecimento de que as atividades de prevenção de problemas, particularmente na fase de projeto, são os prioritários para significativos aumentos de qualidade;

f) utilização de uma metodologia de solução de problemas: treinados, os operários japoneses utilizam efetivamente ferramentas da qualidade como Pareto e diagramas de causa e efeito, dentro do ciclo PDCA. Ferramentas estatísticas básicas também são largamente utilizadas por estes trabalhadores;

g) integração com um sistema de controle;

h) cooperação interfuncional e informação de clientes: informações a respeito das necessidades e expectativas de clientes são críticas para o sucesso da melhoria da qualidade porque estas informações direcionam as ações para o atingimento dos objetivos certos.

A adoção da nova filosofia significa criar um ambiente onde todos são ganhadores, alterando a cultura corporativa de um ambiente competitivo para um ambiente cooperativo. Nesse contexto a alta gerência deve comprometer-se a incentivar uma postura do tipo “ganha-ganha” (operário e gerência tem benefício mútuo, de igual intensidade), evitando os retrabalhos e o desperdícios, que tem como uma das fontes a postura “ganha-perde” (apenas um dos lados recebe benefícios dos processo de melhoria).

As escolhas de estratégias mais bem sucedidas no âmbito destes programas de melhoria têm sido através do melhoramento, projeto a projeto. Testa-se os conceitos em um local, tomando os resultados deste teste como base para a implantação em escala mais ampla para toda a empresa. Este procedimento constitui-se numa abordagem mais estruturada ao planejamento da qualidade, uma vez que evita-se a criação de novos problemas de qualidade (Juran, 1992).

Os programas de qualidade devem tentar detectar problemas de qualidade cedo o suficiente para permitir que ações sejam tomadas sem comprometer custo, prazo ou qualidade (Juran & Gryna, 1992). Dentro de um programa de melhoria da produtividade e qualidade, a intervenção age como fator motivador de empregados e empregadores, pois oferece resultados das melhorias empregadas em curto prazo. Contribui assim para a derrubada de barreiras na organização, resultando na motivação e no maior engajamento ao programa.

Os envolvidos num processo de melhoria da produtividade devem, antes de mais nada, compreender muito bem o significado do termo. Produtividade pode ser representada como sendo “...a razão entre produto e insumo medidos do ponto de vista de volume físico ou de valor, a fim de traduzir a eficiência com que são utilizados os recursos” (Silva, 1986). É freqüente encontrar profissionais confundindo este conceito com o de produção. Produção pode ser interpretado como a razão entre uma quantidade produzida e o tempo gasto. O Quadro 3.1, a seguir, procura explicitar melhor esta diferença:

Quadro 3.1 - Exemplificação: diferença de aumento da produção e aumento da produtividade

Item	Custo (\$)	PRODUÇÃO	Item	Custo (\$)	PRODUÇÃO
2 pedreiros	100		10 pedreiros	500	
1 servente	50		5 serventes	250	
X equipamentos	100	500 un.	Z equipamentos	500	1500 un.
Y materiais	300		W materiais	1500	
TOTAL	550	500	TOTAL	2750	1500
PRODUTIVIDAD E		1,10 \$/un.	PRODUTIVIDADE		1,83 \$/un.

Como podemos verificar o aumento do número de equipamentos, materiais e operários, de fato, aumentou a produção. A inversão de capital na produção freqüentemente tem este efeito. Contudo, sem planejamento adequado, as equipes podem estar superdimensionadas para o espaço de trabalho disponível, a administração do canteiro pode não ter capacidade suficiente de controlar um número maior de equipes, etc. Muitas vezes

pode-se estar interpretando erroneamente os resultados de um aumento da produção. Aumentar a produção não significa aumentar a produtividade. No exemplo exposto, aumentou-se a produção em 300% e a produtividade caiu 66%.

Com relativa frequência, existe inversão de capital bem maior que o retorno no início de projetos de melhoria da produtividade. Desta forma, o volume de produção obtido com novas técnicas deve estar respaldado por ações nas áreas de marketing, suprimentos, ações, manutenção, formação, supervisão e inspeção suficientes, caso contrário pode-se não atingir os resultados esperados (Bishop, 1972)

Para que se alcance a melhoria da produtividade é fundamental a compreensão dos fatores que a afetam. Estes fatores devem ser combinados, buscando a maior eficiência da organização como um todo. No Quadro 3.2 são mostrados alguns exemplos.

A melhoria dos padrões de desempenho na maioria das vezes é sinônimo de racionalização. No Brasil verifica-se duas modalidades de racionalização: incorporação de mudanças tecnológicas incrementais e "engenharia de empresa"⁶. Nesta última a ênfase recai sobre o projeto e o planejamento da execução. Contudo, as vertentes de racionalização ainda não se constituem em movimentos coerentes e articulados. Ambas formas de racionalização muitas vezes coexistem na mesma empresa, somente mudando o aspecto ou aspectos privilegiados na estratégia de ação (Farah, 1992).

Quadro 3.2 - Relação de alguns fatores que contribuem para o aumento da produtividade

<i>INPUT</i>	<i>FATORES</i>
MÃO-DE-OBRA	Melhoria da qualidade do trabalho Maior especialização com produção em escala Redução dos tempos improdutivos e de preparação Garantia de continuidade e aprendizagem no trabalho Dimensionamento das equipes Incentivos Maior responsabilidade Delegação de poderes às equipes de produção
EQUIPAMENTOS	Progresso tecnológico proveniente de inovações
MATERIAIS	Progresso tecnológico proveniente de inovações Racionalização de materiais Materiais e componentes manuseáveis

⁶Estudos de viabilidade, projeto, planejamento, reparação da execução no sentido de identificar soluções técnicas e organizacionais mais adequadas a cada caso

MÉTODOS	Progresso tecnológico proveniente de inovações Ganhos em custos diretos através de economias de escala Estabelecimento de seqüência de trabalho Terminalidade Restruturação de procedimentos de trabalho
AMBIENTE DE TRABALHO	Melhor organização da produção Definição da jornada de trabalho Tamanho da obra Forma de seleção dos empreiteiros

FONTE: Shanley & Kearney, 1970; Heineck, 1994; Woodhead & Salomonsson, 1982; Pigott, 1972

Na busca de novos níveis de desempenho, as transformações tecnológicas e organizacionais nas empresas de construção vem transcendendo às variações de foco de mercado. As mudanças ocorridas são incrementais, não acarretando grandes investimentos, propiciando contudo, redução de custos e maior agilidade de adaptação a um mercado pulverizado e instável. Identificam-se algumas iniciativas de organização, que fogem ao congestionamento e imprevisto prevaecente no setor, facilitando a circulação e reduzindo perdas por deterioração dos materiais (Farah, 1992).

A análise das experiências de outros países pode melhorar a formulação de estratégias de melhoria no setor. Na França, por exemplo, verificam-se três vias de racionalização: industrialização de componentes, qualificação e formação da mão-de-obra e engenharia da empresa. Neste último caso a organização do canteiro não sofre alterações significativas (Bobroff, 1989 apud Farah, 1992). No Brasil, identificam-se quatro tendências de redução de custos na construção de edificações, expostas no Quadro 3.3 (Farah, 1993).

Com relação ao processo de trabalho, Farah (1992) identifica, na última década, três tendências de mudança no processo de trabalho da construção, visando o aumento da produtividade:

- a) incorporação de novos sistemas construtivos;
- b) apropriação das atividades de canteiros pela indústria de materiais;
- c) gestão do processo produtivo.

Quadro 3.3 - Estratégias de redução de custos nas empresas de construção civil brasileira

TENDÊNCIA	EFEITO
Demissão de mão-de-obra e redução da qualidade dos materiais adquiridos	A empresa tende a desaparecer
Deslocamento de atividades do canteiro para o setor produtor de materiais e componentes	Redução do número de trabalhadores no canteiro.

Subcontratação da mão-de-obra	Muitas subempreiteiras contratam pessoal desqualificado e não cumprem legislação
Racionalização do processo produtivo global.	Tendência a ganhar espaço com o tempo em virtude da natureza do processo de construção. A empresa torna-se flexível.

FONTE: Farah (1993)

Esta última consiste na busca de incremento da produtividade, através da ampliação do domínio do processo de trabalho pelas empresas. A ênfase recai sobre o projeto, sobre o planejamento da execução e sobretudo na articulação das diversas etapas do empreendimento. Procura-se, neste caso, reduzir a ocorrência de erros, minimizar perdas e diminuir tempos ociosos, aumentando a produtividade, através da antecipação da execução, nas fases de projeto e planejamento, rompendo com a improvisação característica dos setor (Farah, 1992).

Na busca da racionalização do sistema de movimentação e armazenamento, existem basicamente dois caminhos: implementação de sistemas inovadores em relação ao processo tradicional ou aperfeiçoamento no âmbito do próprio processo tradicional⁷. Lichtenstein (1987) identifica três caminhos para a racionalização no sistema:

- redução dos volumes e cargas totais a serem movimentadas via racionalização da própria tecnologia construtiva, com a eliminação dos desperdícios de material;
- redução das distâncias totais a serem percorridas pelos materiais e componentes, via um projeto racional do arranjo do canteiro;
- aperfeiçoamento do procedimento para a escolha, dimensionamento e operação do sistema de transporte a ser empregado.

3.3 PARTICIPAÇÃO DO OPERÁRIO

⁷O termo tradicional aplicado ao processo produtivo significa uma organização tal que as operações seguem uma organização já conhecida, onde as equipes conhecem os procedimentos de antemão sem necessidade de instruções detalhadas (Silva, 1986). A Fundação João Pinheiro (1984) divide os processos de construção em três categorias:

Processo tradicional: os elementos principais da construção são obtidos no próprio canteiro de obras, com o uso de materiais naturais e mão-de-obra intensiva;

Processo convencional: a execução de seus subsistemas ainda "in loco" pela reunião de diversos materiais e componentes fornecidos pela indústria. Persiste o uso intensivo de mão de obra mas já com utilização de equipamentos variados.

Processo industrializado: a racionalização e a mecanização são a tônica do processo e a consequente redução da intensidade do uso da força de trabalho para um mesmo volume de trabalho.

No sentido inverso à Teoria Clássica de Taylor, a partir da Escola de Relações Humanas, houve progressivas mudanças na relação capital/trabalho. O atual desenvolvimento da sociedade vem provocando a busca de mudanças nesta relação, agora não se limitando aos aspectos tangíveis, mas refletindo-se também na rejeição a posturas autoritárias e na busca da mais ampla participação de todos nas decisões afetas ao trabalho, de forma a torná-lo o mais agradável e satisfatório possível (Lima, 1993).

Um dos fatores chave para o aumento da produtividade é envolver as pessoas que trabalham em nível operacional na sugestão de propostas, métodos e princípios construtivos. No passado, a imposição de um ritmo e método de trabalho, supostamente ótimos, acabaram surtindo efeito negativo sobre a qualidade (Picchi, 1993).

A gerência participativa tem sido um dos elementos mais importantes do sucesso do TQC japonês. As empresas japonesas tem mostrado que qualidade de produtos e serviços e participação do trabalhador, quando tomados isoladamente, tem potencial limitado para transformar uma empresa. Nos Estados Unidos, verifica-se que a participação de funcionários nas decisões não tem tido um efeito positivo na produtividade em algumas empresas, com efeitos estatisticamente insignificantes. Talvez o segredo do sucesso japonês com relação à participação resida no fato de que adicionaram ao já tradicional conceito de satisfação do cliente, o conceito de satisfação do empregado (Cole, Bacdayan & White, 1993).

As falhas ocorridas no processo de participação dos funcionários nas decisões de melhoria da qualidade geralmente são: diferença dos prêmios recebidos pelos funcionários, incluindo os não monetários; distorções na ênfase da motivação, muitas vezes esquecendo-se dos verdadeiros objetivos de melhoria dos processos operacionais; ausência de prêmios para os gerentes (estes, muitas vezes olham esta participação como uma ameaça de perda de autoridade); ausência de um trabalho sistemático; não integração das atividades de participação dos trabalhadores ao contexto mais amplo dentro da empresa, assumindo a conotação de atividade periférica. Assim se conclui que a participação não pode ser vista como um fim, mas um meio (Cole, Bacdayan & White, 1993).

Na medida do possível procura-se transferir ao máximo atividades e responsabilidades para o pessoal de produção buscando a participação dos funcionários desde a etapa de planejamento. O papel da gerência neste modelo de administração é o de prevenir a desmotivação (Picchi, 1993).

Basicamente são três os níveis de participação dos trabalhadores:

- a) somente sugestão;
- b) tomadas de decisão em conjunto com os trabalhadores;
- c) decisão delegada aos trabalhadores.

O envolvimento dos operários ou do pessoal administrativo que dão suporte ao trabalho de canteiro é fundamental para o sucesso de qualquer iniciativa de melhoria, quer seja de elaboração de projetos, no suprimento de materiais, máquinas e equipamentos, indo até o próprio recrutamento, seleção, contratação e administração da mão-de-obra (Lima, 1993). Com a participação do operário no processo de decisão, ele passa a se tornar um parceiro e não um apenas um empregado.

Segundo Juran (1992) a melhoria da qualidade do trabalho dos operários geralmente tem sido buscado de diversas formas: recompensas e penalidades, pressões, exortações, cartões de compromisso, ampliação do trabalho, sistemas de sugestões, melhoramento projeto a projeto. No entanto, a qualidade do trabalho do operário tende a melhorar quando este se sente responsável pelo produto em execução. A administração participativa pode fornecer este comprometimento.

Muitos querem contribuir e essas contribuições elevam seu moral, proporcionando senso de propriedade e, de modo geral, melhoram as relações gerência-trabalhador, de acordo com os fatores influentes na motivação descritos no Capítulo 3. Os métodos organizados e sistemáticos para participação do trabalhador consistem basicamente das contribuições individuais ou de grupo de trabalhadores (CCQ) e a redefinição de cargos. Atualmente observa-se a tendência de se buscar a utilização de equipes mistas, com supervisores e trabalhadores (Juran, 1992).

O processo de participação no Brasil esbarra no problema da desqualificação da mão-de-obra e em gerentes não preparados para este tipo de gestão. Esta desqualificação da mão-de-obra vem ocorrendo há décadas (Farah, 1988). Além disso, a baixa escolaridade vem caracterizando a força de trabalho utilizada. Segundo um estudo do SESI (1991), cerca de 20% dos trabalhadores declararam ser analfabetos e 60 % não possuem o segundo grau completo.

Uma pesquisa realizada pelo NORIE/UFRGS, entre gerentes técnicos, aponta a falta de qualificação como o principal problema encontrado em recursos humanos. O tempo

de trabalho comprovado em carteira figura como o principal critério para contratação de mão-de-obra. (Fruet & Formoso, 1993). Este é talvez um dos maiores obstáculos para a melhoria da produtividade e qualidade. As empresas tem dificuldade não só em seu frágil domínio sobre o processo de trabalho, mas também no declínio do saber operário relativo à atividade produtiva.

Em uma pesquisa⁸ realizada em 30 canteiros e em 9 cidades brasileiras concluiu-se que o perfil do operário de construção civil vem se modificando. Ele não é mais aquele migrante expulso do meio rural, sendo, atualmente, um indivíduo urbanizado, oferecendo seus serviços na mesma proporção de seu salário e tratamento que recebe. A maioria dos operários são imigrantes do meio rural, que, uma vez fixados em sua atividade, se urbanizaram e buscam a profissionalização. Com a recessão do início dos anos 80 a construção deixou de atrair esta mão-de-obra. Quem já estava no setor, ficou. Hoje a idade média dos trabalhadores vai além dos 35 anos.

Os operários mais jovens (menos de 19 anos) e os mais velhos (mais de 50 anos) que atuam no setor trabalham principalmente por conta própria. A proporção do emprego de migrantes no setor reduz-se com os anos de residência. Sabe-se também que do total de analfabetos do setor industrial, 43% se encontram na indústria da construção, os quais representam 11,6% do total de seus empregados (Werneck, 1978).

Além dessa situação, deve-se levar em conta que os planejadores mais experimentados demonstram resistência cultural ao aumento da participação por razões não declaradas. A participação torna mais demorado o processo de planejamento. Além disso, prejudica os monopólios anteriores (dados, informações, conhecimento etc) que são uma fonte de *status* e poder a quem os detém (Juran, 1992). Contudo, sabe-se que enquanto trabalham juntos para melhorar a qualidade, trabalhadores e gerência constroem um respeito e confiança recíprocos. O trabalho em equipe serve, indiretamente, como uma forma de reeducação dos empregados (Scholtes, 1992).

Nesta situação, o operário permanece como um ativo subutilizado pois sua experiência e criatividade não contribuem para a melhoria de processos. As deficiências de comunicação com a gerência, sem a troca de informações e opiniões e a falta de motivação para tal, impedem a evolução neste sentido.). As dificuldades de envolver o operário da

⁸**Mudar para viver.** Revista Construção. Região Sul, dez/92, nº290.

construção civil no processo decisório também são verificadas em outros países (Hedenstad & Meyer, 1993).

O envolvimento e mesmo o interesse dos trabalhadores, por outro lado, está intrinsecamente ligado à satisfação que os mesmos sentem ao desenvolverem suas atividades e os esforços que as empresas fizerem no sentido de aumentar esta satisfação reverterão não só em benefício dos empregados, mas também dos próprios empregadores (Lima, 1993).

O desafio que se coloca nesta situação é o de desenvolver e adotar formas de gerenciamento dos recursos humanos que, acompanhando esta evolução, proporcionem aos trabalhadores os meios de satisfazerem na plenitude as necessidades e desejos inerentes ao próprio trabalho, melhorando a forma e condições em que o mesmo se desenvolve e, com isto, a própria qualidade de vida no trabalho (Lima, 1993).

O clima favorável para participação começa com a integração da alta gerência ao processo de melhoria. O impacto inicial favorável sobre os lucros pode ser decisivo para este engajamento. A intervenção proposta age como um agente motivador desta aproximação. Deve-se procurar formas de integrar o operário ao processo de melhoria. A intervenção pretende dar as condições mínimas de operação para que, a partir de então, operário e gerência possam definir como essas tarefas devem ser executadas. Estas condições mínimas incluem treinamentos básicos e colocação dos processos num patamar mínimo de funcionamento.

3.4 IMPORTÂNCIA DA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO

Atualmente, na formulação de estratégias de sobrevivência das empresas, se busca um comportamento proativo em relação ao meio ambiente, atentando sempre para os aspectos de flexibilidade e antecipação às mudanças. A intervenção proposta nesta dissertação, seja através da interação com centros de pesquisa ou contratação de consultores, caracteriza este comportamento proativo. Danna, Iida & Vieira (1991) identificam estas interações empresa/centros de pesquisa como característica do cenário futuro de desenvolvimento tecnológico, devido a diversos fatores como as necessidades comerciais, a facilidade de acesso às informações científicas e tecnológicas, a absorção de pessoal qualificado bem como a exigência de contínua atualização do pessoal.

Os trabalhos para melhoria da produtividade devem, necessariamente, estar relacionados à estratégia, à missão e aos objetivos globais da organização. O planejamento estratégico é o elo de ligação entre os esforços organizacionais e a melhoria da produtividade

(Smith, 1993). Nesse sentido, a intervenção deve estar vinculada a um contexto maior, associada aos objetivos estratégicos maiores da empresa e, conseqüentemente, à sua visão de futuro.

Dentro do contexto estratégico das empresas de um modo geral, a importância da produção e do seu desempenho em se tratando de qualidade e produtividade, sempre variou muito de época para época. Até a metade da década de 60, a função produção dominava as indústrias pois, a grosso modo, tudo que se fazia era vendido. A partir desta época, como a relação capacidade/demanda começou a cair a venda de produtos em novos mercados começou a se tornar mais difícil, a função marketing passou a assumir maior importância. Na metade da década de 70, o impacto da recessão e a crise de energia deixou as finanças como setor de maior relevância. Com o aumento da competitividade nos mercados atuais sente-se a necessidade de uma produção não reativa às deliberações da empresa, mas proativa em relação às necessidades do mercado (Hill, 1992).

Apesar destes fatos, a produção é raramente vista como uma força competitiva. Geralmente as decisões que implicam em mudança na produção são pontuais, com objetivos de curto prazo. Os gerentes de produção estão condicionados a pensar nas operações em termos de produtividade e qualidade, não na habilidade do sistema agir como uma força competitiva. As decisões estratégicas de produção envolvem um novo modo de pensar (Skinner, 1978). Dar ênfase somente à produção, numa visão estritamente interna, pode sacrificar a qualidade e reduzir a produtividade.

O planejamento estratégico de produção deve, necessariamente estar vinculado ao planejamento estratégico da empresa. A diferença entre ambos é relativa. Em termos absolutos, correspondem a um *continuum* de possibilidades. Há, no entanto, três aspectos que diferenciam os planos estratégicos dos planos de produção: nível das decisões, dimensão temporal e amplitude de efeitos (Chiavenato, 1983).

O foco das atenções no planejamento estratégico de produção está nas decisões estruturais como: comprar, capacidade necessária, escolha do equipamento e da tecnologia, etc. Exige cooperação mais íntima entre os setores de marketing, desenvolvimento do produto e produção. No seu desenvolvimento, procura-se tomar todas as decisões baseados em dados e fatos (Skinner, 1978). As idéias básicas da estratégia de produção são (Skinner, 1978):

a) as operações ou funções de produção podem ser um recurso forte de competição, se projetadas e operadas adequadamente;

b) custo, eficiência e produtividade, enquanto aceitos como os mais importantes objetivos, são geralmente muito estreitos e limitados, e, paradoxalmente, auto-destrutivos para criar vantagem competitiva na empresa. Por exemplo, pode-se estar investindo em aumento da produtividade em um produto que passará a não ser produzido pela empresa no mercado futuro, devido a uma decisão de trabalhar com um nicho específico do mercado.

A intervenção, sob a visão estratégica, deve partir das seguinte questão: *Como podemos melhorar o sistema de produção da empresa para melhorar sua competitividade?* ao invés de *Como podemos incrementar a produtividade das obras?*

Apesar das empresas considerarem importante a formulação de uma estratégia de produção que seja consistente com sua estratégia global, são raras as publicações que tratam da formulação desta estratégia. Tradicionalmente, as melhorias nos sistemas de produção têm sido iniciadas, especificadas e introduzidas por engenheiros com insuficiente conhecimento a respeito do contexto dos negócios da empresa. O resultado é que estes esforços não contribuem para aumentar a competitividade das empresas. A maior parte da literatura de estratégia trata da empresa e não da produção.

Sete objetivos de desempenho necessitam ser considerados na formulação de uma estratégia de produção (Skinner, 1978):

- a) custo, eficiência e produtividade;
- b) *leadtime* de entrega;
- c) qualidade dos produtos;
- d) serviço, confiabilidade;
- e) flexibilidade para efetuar mudanças;
- f) flexibilidade para mudar o volume de produção;
- g) investimento requerido no sistema de produção.

O foco de uma estratégia de produção é baseado em um ou dois destes sete objetivos, de acordo com a estratégia competitiva e oportunidades econômicas e tecnológicas da empresa. A função dos gerentes de alto nível neste contexto é projetar esta estrutura de

trabalho, que poderá transformar as funções de produção em uma poderosa força competitiva.

A intervenção, no contexto da estratégia de produção, deve ser dirigida para a redução dos custos do produto para o cliente final, sem detrimento da qualidade. Pode conferir através de suas melhorias, maior flexibilidade de produção, auferindo uma vantagem competitiva. Assemelha-se aos projetos de melhoria que tratam da resolução de problemas bem determinados, visando a melhoria dos produtos e processos, geralmente através de processos participativos, que envolvem os funcionários⁹.

Uma empresa não deve esperar sobressair-se em todos os aspectos, mas deve eleger, necessariamente, um número limitado de áreas de excelência, as quais serão as bases estratégicas que permitirão o acesso às inovações e aos elementos de superioridade (Chiavenato, 1983). Por isso, sugere-se que na melhoria da qualidade e produtividade no canteiro através da intervenção, dentro do contexto de uma estratégia de produção, eleja-se apenas uma das atividades para concentração das ações na fase inicial dos trabalhos.

3.5. MOTIVAÇÃO PARA A MUDANÇA

A falta de materiais, ferramentas, equipamentos, alterações nas instruções, interferências das equipes, entre muitos outros problemas do ambiente de trabalho, comuns na construção civil, são fatores que agem sobre o operário, frustando seus desejos de desenvolver um trabalho de boa qualidade (Silva, 1986).

Os problemas não devem recair no ciclo vicioso da transferência de responsabilidades. Devem ser resolvidos. O sucesso do desenvolvimento contínuo depende da atitude perante o desafio contínuo. Neste processo, o gerente da obra exerce papel fundamental pois ele é um dos principais promotores das mudanças.

O enfrentamento dos problemas do canteiro através da intervenção deve levar em conta as reações daqueles que sofrem a ação de um agente externo. A reação à mudança na organização do canteiro é um fenômeno normal, podendo ser consciente ou inconsciente. Qualquer alteração no ambiente de trabalho pode tornar-se uma ameaça aos valores já arraigados na cultura da empresa e do setor. A resistência à mudança pode ser gerada por medo de falha, medo de perder o prestígio, medo de perder o trabalho ou incerteza no futuro.

Tais reações diminuem com o conhecimento e compreensão das reais intenções da promoção da melhoria da produtividade e qualidade.

Embora a tecnologia e as organizações possam ser muito heterogêneas, muitos aspectos comportamentais do homem podem ser generalizados. Segundo Chiavenatto (1993), tipicamente as pessoas:

a) não mudam muito, logo a mudança deve ser administrada com visão de longo prazo. Com documentação dos benefícios da mudança, mais pessoas podem aderir a novas idéias;

b) são racionais: adotam solução de compromisso entre aquilo que querem e o que sentem que devem acreditar;

c) preferem *feedback* imediato do desempenho;

d) tem necessidade de aceitação;

e) gostam de ser reconhecidas pelos esforços;

f) querem recompensas monetárias;

g) desejam espaço para discutir o melhor método e;

h) desejam satisfação no trabalho.

Face a estes fatores, para implementar a melhoria contínua, o ambiente da organização deve demonstrar o novo comprometimento com a qualidade, uma visão de longo prazo e uma confiança crescente entre gerência e os trabalhadores. Esse processo pode levar um ano ou mais (Gitlow, 1993).

No nível gerencial, quando a dimensão de controle é conhecida, fica mais fácil prever a probabilidade de ocasionar mudanças pessoais e organizacionais. Medição e incremento da produtividade são exemplos de esforços de mudança (Smith, 1993). É necessário criar uma atmosfera sem censura, sem interferências supervisor-subordinado e também sem conflitos de lealdades (Juran, 1992). Para enfrentar a mudança, durante a implantação da qualidade total, existem algumas regras básicas como (Scholtes, 1992):

a) buscar compreender a história por trás dos problemas: os fatos e decisões que levaram até aquela situação;

⁹Melhoramento pode ser considerado como uma criação organizada de mudanças benéficas, ou o atingimento de níveis de desempenho sem precedentes (Juran, 1992).

- b) ouvir a todas as pessoas, independente de qual nível hierárquico estejam;
- c) as pessoas não resistem a mudanças, resistem a ser mudadas: aceitam muito mais facilmente mudanças no ambiente físico do que em seus métodos de trabalho;
- d) derrubar obstáculos invisíveis começando pela identificação das redes de comunicação informais: descobrir os líderes nas equipes e quais os canais de comunicação utilizados;
- e) construir uma massa crítica de pessoas que apoiem a mudança e;
- f) criar aceitação emocional ao plano proposto.

Todos devem estar, na medida do possível, informados do andamento dos trabalhos de melhoria. Sabe-se que uma dos maiores empecilhos para a implantação da qualidade é a ignorância dos envolvidos no processo. Para tanto, deve-se procurar descobrir qual a melhor linguagem de comunicação. Dentro de qualquer empresa existem múltiplas funções: finanças, pessoal, tecnologia, operações, sendo que cada uma desenvolve seu próprio dialeto. Na base, está a linguagem comum das coisas; no topo está a linguagem comum do dinheiro (Juran, 1992; Meseguer, 1991).

Aumentar a distribuição das informações à respeito da situação da empresa, da estratégia pretendida para a produção e das necessidades dos clientes contribuem para aumentar a motivação dos empregados para a melhoria da qualidade. No Japão, as empresas provém, ainda, o treinamento necessário, para que os empregados compreendam as informações recebidas (Cole, Bacdayan & White, 1993).

Estabelecer metas de curto prazo para os trabalhos iniciais, todas factíveis e com favorecimento para todos os envolvidos (relação “ganha-ganha”) contribui enormemente para superar a fase inicial de implantação de um programa de melhorias. Quando estabelecemos metas, assumimos o controle da direção e da natureza do processo de mudança. O estabelecimento de metas e a tentativa de alcançá-las pode mudar a maneira como as pessoas pensam, percebem e comportam-se.

Já é sabido desde os experimentos de Hawthorne que os fatores motivacionais são os mais importantes para o aumento da produtividade. A experiência de Hawthorne mostrou a relação entre as condições físicas e a eficiência dos operários pode ser afetada por condições psicológicas (Chiavenato, 1983). Atualmente, várias são as teorias que discutem a motivação (Maslow, Herzberg, McGregor, Vroom, Porter-Lawler), sendo a sua compreensão

e adequada aplicação imprecindível para alcançar o aumento da produtividade (Yates, 1993; Smith, 1993).

Herzberg verificou que há cinco fatores que determinam fortemente a satisfação no trabalho: realização, reconhecimento, o trabalho em si, responsabilidade e progresso. Também verificou que para criar um ambiente satisfatório que propicie o atingimento da satisfação no trabalho existem os fatores de apoio: política e administração da empresa, supervisão, salário, relações interpessoais e condições de trabalho. Apesar destes fatores serem já há muito conhecidos, muitos gerentes não reconhecem completamente suas diferenças (Barnes, 1977).

O operário de construção civil é caracterizado por deficiências dos fatores de apoio acima mencionados. Trabalhos visando a motivação deste operário são prejudicados pela alta rotatividade. Esta é decorrência, entre outras coisas, das más condições de trabalho e dos baixos salários. É necessário satisfazer as necessidades tanto dos fatores de satisfação quanto os de apoio deste trabalhador para melhorar sua performance no trabalho (Barnes, 1977; Farah, 1992).

Para aumentar a participação do trabalhador, na busca de um envolvimento maior do mesmo com a empresa, duas linhas de ação podem ser implementadas: promoção de melhorias relativas ao contrato e condições de trabalho e, outra, na garantia de participação dos trabalhadores nas alterações organizacionais (Farah, 1992). É nesse sentido que a intervenção proposta pretende atuar: criação de um clima organizacional, no qual a melhoria da produtividade esteja associada a melhoria das condições de trabalho. Espera-se que este clima organizacional motive o ingresso dos operários no processo de melhoria.

3.6. PRINCIPAIS ENFOQUES DE INTERVENÇÃO

A seguir são apresentados alguns dos enfoques de intervenção no canteiro que considera-se mais importantes e viáveis dentro dos objetivos propostos.

3.6.1. ASPECTOS ERGONÔMICOS

O papel do homem na atividade produtiva moderna tem se alterado consideravelmente. Entende-se que a abordagem nos estudos do trabalho devem ser voltadas ao ser humano pois só estas permanecem além das contingências, incorporando um novo

padrão de pensamento. Entre estes estudos, encontram-se aqueles relacionados à busca do conforto físico do homem no seu posto de trabalho. A ciência que aborda estes aspectos é denominada ergonomia. Nela o conforto e eficiência de uma tarefa estão ligados a aspectos de adequação entre as ferramentas, disposição física do posto de trabalho e características corporais individuais.

Já no início do século, Gilbreth verificou que a fadiga predispõe o trabalhador para diminuição da produtividade e da qualidade do trabalho, perda de tempo, aumento da rotatividade, doenças, acidentes, diminuição da capacidade de esforço (Chiavenato, 1983).

O estudo ergonômico a nível do posto de trabalho compreende a análise da tarefa, da postura e dos movimentos do trabalhador e das suas exigências físicas e psicológicas (Iida, 1992). A análise dos postos de trabalho compreende:

- a) contraposição do procedimento real de trabalho em relação ao procedimento teórico;
- b) reconhecimento do aspecto de maior relevância do posto (a carga física no caso da construção) de forma a determinar os itens que merecem ser alterados;
- c) coleta da opinião subjetiva dos trabalhadores sobre a penosidade do trabalho na sua totalidade e sobre a carga de certas operações.

Apesar da importância da melhoria dos postos e sistemas de trabalho, percebe-se ainda a pouca atenção dada pelas empresas para esta questão. No Diagnóstico da Mão-de-Obra da Construção Civil realizada pelo SESI (1991), cerca de 50% dos trabalhadores realizaram consulta médicas, sendo que destas 11,9% eram doenças denominadas profissionais. Estas doenças estão diretamente ligadas à inadequação do posto de trabalho ao homem.

Pesquisas na Alemanha e Holanda mostraram que o correto uso das técnicas de estudo do trabalho propiciam efetivamente o aumento da produtividade. Estes estudos tiveram inclusive a participação dos sindicatos de trabalhadores. Estes deveriam ser os maiores interessados na melhoria das condições de trabalho de seus afiliados. Estudos de ergonomia na Suécia são financiados pelos próprios empregados (Winstanley, 1973).

A aplicação de intervenções ergonômicas assume grande importância na medida que o setor da construção caracteriza-se por ter uma grande incidência de atividades que exigem esforços físicos decorrentes da falta de seqüência e organização do trabalho. Uma

parcela desta fadiga poderia ser eliminada com a melhoria do seqüenciamento do trabalho, melhoria dos planos de trabalho, adequação das ferramentas, entre outros.

3.6.2. DESPERDÍCIO DE MATERIAIS E DE RECURSOS HUMANOS

Há um grande desperdício de recursos humanos na construção civil brasileira. Gasta-se tempo e mão-de-obra em excesso na execução das formas, na montagem das armaduras, confecção das vedações, no embutimento e na elaboração e uso das argamassas¹⁰. A situação é grave se levarmos em conta que a mão-de-obra participa entre 30 a 40% do custo de produção (Silva, 1986).

Estudos em outros países também mostram grandes desperdícios de mão-de-obra com a movimentação e armazenamento. Thomas, Sanvido & Sanders (1989) verificaram desperdício de 18% em homens-hora devido à problemas de gerência de materiais.

Tanto o tempo não produtivo interno como o referente às interfaces entre equipes são resultado do método de construção, do equipamento escolhido, da composição das equipes e do ritmo do trabalho. Todos estes fatores dependem da gestão (Bishop, 1972). Para evitar as interferências, é necessário ajustar o tempo das equipes, modificando suas dimensões e/ou adequando suas ferramentas e equipamentos.

Com relação aos materiais, o desperdício é encontrado em todas as fases do processo: desde a definição do projeto até na manutenção. Constituem-se em perdas não só os danos físicos aos materiais (perdas diretas), impossibilitando sua utilização, mas também as perdas monetárias (perdas indiretas) decorrentes do emprego de materiais para finalidades diferentes daquelas para as quais foram especificados, da utilização de materiais em quantidades acima do que seria normal, devido a erros de execução, e de quantidades não previstas no contrato como, por exemplo, maior espessura de reboco pelas deficiências de prumo das paredes (Silva, 1986). Em relação à movimentação e armazenamento, os desperdícios dependem, entre outros fatores do método de embalagem, do equipamento e das ferramentas utilizadas.

Certos desperdícios são inevitáveis ou, ainda, considerados naturais ao processo. São aqueles para os quais o custo de prevenção é maior que a própria perda. Para estes deve-se procurar adotar uma solução de compromisso entre a relação custo/benefício de sua

¹⁰**Prejuízo camuflado.** Construção. São Paulo, n° 2188, janeiro, 1990.

eliminação. O nível deste desperdício inevitável vai depender do patamar de desenvolvimento organizacional e tecnológico da construtora.

As intervenções com o enfoque no desperdício devem levar em consideração os materiais e serviços que são majoritariamente responsáveis pelas perdas. No caso de processos construtivos convencionais, são os seguintes: execução de formas, montagem das armaduras, execução das vedações, fabricação e uso de argamassas. Os materiais potencialmente geradores de perdas são: madeira em geral (ênfase nas chapas), aço, componentes da vedação, argamassas de assentamento e revestimento e constituintes (cimento, cal e areia) (Pinto, 1989)

Uma pesquisa realizada pelo NORIE/UFRGS identificou algumas das causas de desperdício mais comuns, relacionadas ao sistema de movimentação e armazenamento. Esta pesquisa enfocou somente o aço, o concreto pré-misturado, o cimento, a areia, a argamassa e os tijolos cerâmicos. O Quadro 3.4 sintetiza os resultados obtidos (Soibelman, 1993):

Pinto (1992) aponta como origens do desperdício a insuficiência de definição em projetos, ausência de qualidade nos materiais e componentes de construção ofertados no mercado, ausência de procedimentos e mecanismos de controle na execução (perda na estocagem e transporte em canteiro, carência de controle geométrico, ausência de prumo, nivelamento e planicidade na edificação, acréscimo no consumo de materiais para recuperação da geometria).

Algumas conseqüências das perdas são os preços mais elevados das edificações, redução do lucro das empresas, perda de competitividade da empresa e perda da qualidade do produto final. A melhoria da qualidade nos processos construtivos tem como conseqüência a redução das perdas e conseqüente aumento da produtividade. Esta lógica não é entendida pela maioria dos gerentes ocidentais que associam a melhoria da qualidade com o aumento dos custos (Deming, 1990).

Outra decorrência do desperdício é o seu efeito psicológico no ambiente de trabalho do canteiro. As pessoas tendem a ser influenciadas pelo ambiente em que trabalham. A ocorrência das perdas afeta a visão da importância de prevenir as perdas.

Quadro 3.4 - Origens de desperdício mais frequentes no sistema de movimentação e armazenamento

<i>ORIGEM</i>	<i>OCORRÊNCIAS</i>
RECEBIMENTO	<p><u>sacos de cimento</u>: rasgados no descarregamento ou no transporte;</p> <p><u>areia</u>: duplo manuseio, sem preparação do local, sem controle de quantidade e qualidade, inadequação do <i>layout</i>, equipamento inadequado;</p> <p><u>concreto</u>: problemas de programação de chegada, duplo manuseio, negligência da mão-de-obra, equipamento interno não apropriado, percurso desfavorável, <i>layout</i>, erro de cubagem;</p> <p><u>argamassa regular</u>: duplo manuseio, falta de espaço para estocagem, <i>layout</i>, equipamento inadequado de transporte externo;</p> <p><u>tijolos furados/maciço</u>: falta de planejamento da equipe, s/ controle qualitativo, ocorrência de duplo manuseio, s/ conferência de material entregue, s/ planejamento do local, negligência de mão-de-obra.</p>
ESTOCAGEM	<p><u> aço</u>: contato c/ o solo, umidade, s/ planejamento de cortes, s/ armazenamento em separado dos diversos diâmetros;</p> <p><u>areia média/ argamassa regular</u>: local inclinado, s/ contenção lateral, s/ base preparada, com contaminação, s/ cobertura para a argamassa;</p> <p><u>cimento</u>: armazenado por muito tempo, afastamentos inadequados, pilhas muito altas;</p> <p><u>tijolos</u>: local inclinado, trânsito de caminhões e carrinhos próximo, desmoronamento de pilhas, negligência da mão-de-obra, má condição de estocagem, s/ separação de 1/2 tijolos.</p>
TRANSPORTE INTERNO	<p><u>areia</u>: duplo manuseio;</p> <p><u>concreto</u>: condições de percurso ruins, duplo manuseio, equipamentos não adequados;</p> <p><u>argamassa regular</u>: negligência da mão-de-obra, má condição do percurso, duplo manuseio;</p> <p><u>tijolo furado/ maciço</u>: negligência da mão-de-obra, condições do percurso ruins, equipamento interno inadequado, <i>layout</i> impróprio, colisões no estoque.</p>

FONTE: Soibelman (1993)

É possível baixar o índice de perdas dos materiais de construção se forem adotados mecanismos de controle adequados, estudadas as técnicas e materiais a serem aplicados e observada a forma de inserção da mão-de-obra no processo de controle e acompanhamento da execução (Soibelman, 1993). Skoyles (1976) sugere que o gerenciamento é o fator que mais pode afetar o nível de desperdícios.

Os estudos de Skoyles & Skoyles (1987) mostraram que as origens do desperdício ocorrem regularmente da mesma forma em diferentes canteiros, indicando que há possibilidade de proposições genéricas de combate ao desperdício.

3.6.3. LOGÍSTICA DO SISTEMA

A grande gama de insumos e a dispersão das obras em vastas áreas, associadas às necessidades de flexibilidade da capacidade de produção, exigem dos engenheiros estudos mais minuciosos de logística dos canteiros. Os problemas outrora considerados irrelevantes, por terem seus custos agregados ao custo final da obra, passaram a assumir grande importância para garantir o posicionamento estratégico das empresas.

*Logística é uma palavra de origem francesa que, relacionada às atividades militares, quer dizer: obtenção, transporte e armazenamento de materiais; assistência médica, alojamento e treinamento para o pessoal; instalação e operação dos meios de comunicação. Enfim, logística deve ser traduzida como o complexo conjunto de ações que têm como objetivo garantir o suporte necessário ao desenvolvimento das atividades-fim*¹¹.

Considera-se que é possível realizar intervenções focalizadas apenas neste tema. As programações de entrada de materiais, o fluxo dos materiais, o fluxo dos postos de trabalho, a localização de equipamentos e máquinas, as comunicações entre os andares, etc, problemas comuns à construção, encontram nas ações empregadas através dos estudos de logística, o mecanismo eficiente de redução das deficiências.

O arranjo físico (*layout*), em especial, é um dos primeiros pontos a se estudar no canteiro nos estudos de logística. O *layout*¹² de canteiro é firmemente entrelaçado com outras tarefas gerenciais tais como planejamento, programação e alocação de recursos. Devido à complexidade e natureza de seus problemas, não existe um método que garanta uma solução ótima. Estudos avançados vem sendo desenvolvidos em outros países utilizando a inteligência artificial como tentativa de modelar o *layout* automaticamente (Tommelein, 1991).

A indefinição de áreas claras e objetivas para movimentação dos insumos impossibilita a fluência e a eficácia no processo produtivo e acarreta problemas de higiene e segurança do trabalho nocivos à produtividade. Um *layout* mau planejado resulta em movimentações desnecessárias, gerando atrasos e ocupação deficiente da mão-de-obra que poderia ser melhor aproveitada

Para melhorar a situação de um *layout* de canteiro, é preciso uma análise crítica das condições de instalação, do seu entorno e dos recursos disponíveis, se possível, de maneira prévia. O conhecimento a respeito do arranjo do canteiro é raramente sistematizado em função da ampla gama de práticas e métodos possíveis de serem utilizados no canteiro. A análise e proposição de melhoria de *layout* exige, assim, certa experiência de canteiro.

3.6.4. SEGURANÇA DO TRABALHO

¹¹**Logística: A Guerra pela Organização.** Modernização IV. Boletim Neolabor, janeiro/fevereiro, 1995.

¹²*Layout* pode ser interpretado como a disposição ou arranjo físico de homens, materiais e equipamentos visando obter a melhor utilização do espaço disponível que resulte em um processamento mais efetivo, através da menor distância e no menor tempo possível (Dias, 1984).

A segurança do trabalho é freqüentemente colocada em encontros de gerentes técnicos como um dos itens mais importantes no canteiro. Na realidade, verifica-se que este item muitas vezes é colocado em segundo plano nos canteiros. Cerca de 11,3 % dos trabalhadores entrevistados no Diagnóstico da Mão-de-Obra no Setor da Construção Civil buscaram algum tipo de atendimento médico devido à acidentes de trabalho SESI (1991). Segundo a Fundacentro (1987) o setor da construção civil é o que apresenta os mais elevados índices de acidentes no trabalho, somando 25% do total em todos os setores, com cerca de 250 mil trabalhadores sofrendo, anualmente, conseqüências destes acidentes.

A incidência de acidentes de trabalho na construção civil tem como principal origem o uso indevido das técnicas e meios de movimentação de materiais. Estatísticas de outros países mostram a grande proporção de acidentes relacionados direta ou indiretamente com esta atividade: na Suécia 24,5%, na Dinamarca 30 %, na Inglaterra 23,4%, no Canadá (Ontário) 34,4 %, Finlândia 25%. Adicionando os acidentes com origem na organização ineficiente do trabalho e nas doenças do trabalho associadas com o manuseio dos materiais, mais da metade dos acidentes ocorrem durante operações com materiais (Niskanen & Lauttalammi, 1989).

Deve-se focalizar as atenções na prevenção de acidentes e higiene do trabalho para evitar o afastamento temporário do operário e o efeito psicológico do mesmo sobre os companheiros. A questão da segurança deve constar no planejamento de qualquer item referente à organização da obra.

As causas dos acidentes na construção civil são as mais diversas possíveis: falta de planejamento adequado; falta de previsão dos riscos na fase de projeto; utilização inadequada de materiais e equipamentos; erros na execução; falta de definição de responsabilidades e falta de informação, comunicação, formação e motivação.

Essas causas misturaram-se às "tradicionais" características do setor, com a alta rotatividade de mão-de-obra; o tempo de duração do empreendimento; a diversidade das obras; a presença de várias empresas trabalhando; a nocividade dos produtos utilizados; a periculosidade e as más condições de vida nos canteiros¹³.

Este tipo de intervenção deverá começar pela compreensão das principais origens dos problemas de segurança. Niskanen & Lauttalammi (1989) concluem que as principais origens dos problemas de segurança no manuseio de materiais são:

- a) problemas com materiais de construção: fraturas em pré-fabricados, problemas estruturais, etc;
- b) a mão-de-obra: operários transportando materiais pesados sozinhos, trabalhadores sem habilidades suficientes, etc;
- c) conhecimento inadequado, o manuseio das informações, as ações humanas: sinais errados, andar sobre carga a ser içada, permanência em área de perigo, etc;
- d) equipamento e mecanismos técnicos: grua muito baixa, grua de tipo errado, etc;
- e) distúrbios e obstáculos causados por outras frentes de trabalho: trabalhando próximo à grua, remoção de aparelhos de segurança para execução do reboco, etc;
- f) o ambiente de trabalho: vento forte, obra suja, etc;
- g) planejamento de proteções individuais.

São elevados os custos dos acidentes na construção, tanto diretos como indiretos¹⁴. Para cada unidade monetária empregada em segurança pode ser esperado um retorno de quatro a oito unidades (Smith & Roth, 1991). A falta de segurança é um obstáculo para o aumento da produtividade no canteiro. Os efeitos de intervenções neste item, embora tenham benefícios difíceis de quantificar, apresentam um grande potencial de retorno (Laufer, 1985).

Capítulo 4

MÉTODO DE INTERVENÇÃO

4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Como foi esclarecido no Capítulo 1, não há o questionamento da tecnologia envolvida, partindo do pressuposto de que é possível fazer um melhor uso dos recursos disponíveis, sem implicar em inovações radicais. Admite-se, no entanto, que a melhoria

¹³A conexão qualidade-segurança. Construção. São Paulo. n°2383. outubro, 1983.

¹⁴*Custos diretos* são, por exemplo: custo médico, benefícios e compensações, perdas materiais.

Custos indiretos são mais difíceis de medir. Englobam custo do tempo perdido pelo operário, custo da diminuição de ritmo dos outros operários (curiosidade, simpatia, provisão de assistência), perda do tempo de supervisão (assistindo empregado, investigação do acidente, rearranjo do grupo, recrutamento e seleção de um novo empregado, relatórios, danos no maquinário e outros bens).

gerencial deve vir acompanhada da melhoria tecnológica. Caso contrário, pode-se estar racionalizando um processo ultrapassado e caro.

O critério para opção pela utilização desta método de intervenção deve ser o retorno sobre o investimento, isto é, o esforço despendido no diagnóstico e as soluções adotadas devem ser recompensadas pela melhoria nos resultados. Este retorno pode ser tangível ou não, quantificável ou não, dependendo da variável de interesse.

Esta abordagem se adequa à realidade das empresas do sub-setor, que, com ativo operacional mínimo, somente se lançam em estratégias discretas no canteiro. A tendência, neste contexto, é a busca de ganhos de produtividade sem alterações bruscas na composição técnica do capital (Fundação João Pinheiro, 1984; IPT, 1988). Entra em sintonia, também, com o perfil pragmático do profissional ligado à construção civil, que espera fundamentalmente ações (Abitante, Bruschi & Formoso, 1993).

As melhorias de produtividade pretendidas, estão associadas à melhoria da qualidade, dirigindo-se mais ao sistema, com suas diversas interfaces, do que exclusivamente ao posto de trabalho. Procura-se, desta forma, evitar a criação das chamadas “ilhas de prosperidade”, com otimizações parciais e sem visão de conjunto.

A opção pela intervenção deve levar em conta que não se deve optar por um processo no qual ninguém está realmente interessado, ou estudar soluções para problemas isolados em vez de soluções para o sistema, e, ainda, procurar evitar a seleção de um processo em transição (Scholtes, 1992).

A implementação de melhorias tende a ser mais fácil e tem um maior impacto nos ciclos ou trabalhos repetitivos. Picchi (1993) identifica três atividades prioritárias para projetos de melhoria na construção civil: estrutura, alvenaria e revestimento. Por razões já explicadas no Capítulo 2, escolheu-se a função movimentação e armazenamento como objeto de estudo, estando a mesma presente em qualquer uma destas três atividades.

Há dois tipos de melhoria possíveis de serem aplicadas, sendo que ambas tem melhor resultado quando aplicadas de maneira conjunta (Juran & Gryna, 1992):

a) melhoria em tecnologia. Ex: mudança de máquinas, materiais, ferramentas, tolerâncias, etc.,

b) mudanças no padrão cultural das pessoas afetadas pela mudança da tecnologia. Ex: seus hábitos, crenças, status, etc.,

Para realização da intervenção é necessário que a empresa já tenha determinado o sistema de movimentação que mais se aproxima de suas necessidades. Evita-se, assim, a aplicação de esforços na melhoria de métodos inadequados ou sem sintonia com os planos futuros da empresa.

O método proposta, embora pretendida genérica, não pode ser interpretada como um conjunto de técnicas e atividades que atenda a todas as necessidades possíveis de ocorrência de um determinado caso particular. É possível que adaptações sejam necessárias, dependendo da complexidade e/ou objetivos de uma dada intervenção.

4.2 ATRIBUTOS NECESSÁRIOS PARA A INTERVENÇÃO

A intervenção nos moldes propostos, em muitos aspectos, assemelha-se a uma auditoria. A auditoria tem sido utilizada como um dos mecanismos mais eficazes para o aperfeiçoamento de um sistema da qualidade pois sua base é a detecção de deficiências que, pelo hábito, passam despercebidas pelas pessoas diretamente envolvidas no dia-a-dia do trabalho.

A efetividade das auditorias da qualidade tem sido reconhecida por muitas organizações, que, devido a isto, investem no sentido de ampliar sua utilização dentro das diversas áreas da empresa. (ABCQ, 199_). Os usos que tem sido mais lucrativos são: a obtenção de dados reais para decisões gerenciais, a obtenção de informações imparciais, a identificação de áreas de oportunidade e a avaliação de perfomances com base em fatos. Assim, da mesma forma que na auditoria, alguns pontos são importantes para se alcançar o sucesso dos trabalhos:

planejamento/programação: atividades programadas com antecedência e realizadas com o prévio conhecimento e na presença das pessoas cuja atividade está sendo analisada, de forma a evitar surpresas, buscando, dentro do possível, a maior objetividade;

sinceridade: a abordagem deve ser franca e os pontos deficientes discutidos previamente antes de enviar relatório à alta administração. Para tanto, deve-se esclarecer e negociar os limites de interferência, vetando qualquer uso dos resultados como base para ações punitivas;

método consistente: a investigação deve ser metódica, com objetivos claros, com a utilização de pessoal qualificado, treinado e independente da atividade analisada.

Todas as ações devem operar em bases éticas e de confiança, buscando sempre formular as análises com base em dados e fatos. Deve-se criticar o sistema e não as pessoas, procurando sempre motivar os envolvidos no estudo através do estabelecimento de um clima de cooperação, persuadindo-os para a execução das ações necessárias, nunca impondo;

legitimidade: todas as ações deve estar autorizadas pela alta administração.

efeito de retroalimentação: os resultados e recomendações devem ter um caráter construtivo, sendo que a verificação do cumprimento das ações corretivas demonstra o ciclo de evolução do sistema. É importante lembrar que a intervenção deve contribuir para o retorno sobre o investimento.

Na intervenção, o pesquisador não deve nunca esquecer que, em alguns casos, a alta direção considera qualidade primeiramente como um aspecto relacionado a marketing e economia e secundariamente como um problema de tecnologia, tolerâncias, amostras estatísticas e assim por diante. Esta consideração é importante para se vender a idéia da qualidade, pois esta envolve a quebra de atitudes (Juran & Gryna, 1992).

As informações obtidas dos diagnósticos devem ser traduzidas nas três principais linguagens de uma construtora: a linguagem do dinheiro (empresário), a linguagem da eficiência operacional (engenheiro) e a linguagem da melhor condição e satisfação no trabalho (trabalhador).

Os responsáveis pela intervenção devem ter conhecimento de princípios e práticas sobre produção, engenharia e suprimentos; conhecimento dos requisitos do processo analisado e das técnicas alternativas. Um pesquisa sobre o processo a ser analisado pode se fazer necessária para a inserção dos pesquisadores no problema de pesquisa.

Os funcionários da empresa não devem assumir uma condição passiva frente à intervenção. Assim a gerência que sofre a intervenção deve participar e não boicotar a investigação. Deve demonstrar as tarefas como realmente as executa rotineiramente, e não utilizar de subterfúgios para evitar a atenção da equipe de intervenção.

Existem diversos métodos para desenvolvimento de projetos de melhoria da qualidade e produtividade. Todas encontram como grande obstáculo de aplicação a grande variabilidade interna e externa do processo produtivo na construção (Silva, 1986). A elevação dos processos de construção num patamar mínimo de funcionamento pode contribuir para a redução desta variabilidade.

Os programas de melhoria da qualidade e produtividade possuem basicamente dois métodos de gestão: gerenciamento para melhorar (PDCA) e gerenciamento para manter (SDCA) (Campos, 1994c). Este último, para ser aplicado, exige a padronização (S = standard), raramente verificada no setor. Contudo, em processos muito instáveis e com baixa eficiência, deve-se procurar resolver os problemas mais evidentes e de solução mais imediata. Estas ações enquadram-se mais na estabilização do processo do que na rotinização, ou seja, se enquadra no gerenciamento para melhorar.

O PDCA é o método básico usado para estabilizar um processo, propiciando a melhoria contínua dos processos. A idéia básica deste ciclo é que a empresa pode ser continuamente melhorada. Busca-se a definição de novos padrões (novo produto e novo processo) para atingir as metas de qualidade, custo, entrega, moral e segurança, de acordo com os objetivos determinados na estratégia de produção da empresa.

A estabilização visa, principalmente, absorver a variabilidade presente no processo construtivo, possibilitando o maior ajuste da capacidade de produção. A abordagem assume, assim, um caráter mais corretivo do que preventivo. A partir desta estabilização, cria-se condições para que a empresa tenha condições de rotinizar seus procedimentos, entrando no ciclo SDCA.

4.3. DESCRIÇÃO DO MÉTODO

Inicialmente, efetua-se um diagnóstico simplificado de uma obra. A escolha da atividade e obra a sofrer a intervenção fica a cargo da empresa. A obra deve representar o perfil organizacional e tecnológico possível de encontrar nos outros canteiros e a atividade deve estar entre as atividades identificadas como pontos fracos da empresa.

O diagnóstico simplificado proposto prevê a aplicação dos seguintes instrumentos de coleta de dados nesta obra:

- a) amostragem do trabalho: como os operários gastam seu tempo ao longo do dia;
- b) cartão de produção: quanto produzem com a situação atual e com que variabilidade;
- c) cálculo das perdas contábeis e volumétricas: quanto é desperdiçado em termos volumétricos e contábeis, bem como a identificação das causas;

d) registro do processo com filmagem *time lapse* e/ou normal e fotografias: quais são as interferências contraproducentes, as atividades desnecessárias, registro detalhado e cronometrado dos processos construtivos, situações de risco, fontes de desperdício, condições irregulares de *layout*, etc;

e) análise crítica da logística do sistema: parte da análise está incluída nas outras técnicas. A análise do *layout* é feita em separado, incluindo análise do posicionamento dos armazenamentos, seqüenciamento da execução e caminhos de circulação;

f) lista de verificação: avaliação inicial das condições de produção e melhorias implantadas.

Durante o diagnóstico, todas questões referentes à logística do canteiro são observadas, tais como: programações, comunicações, atividades de apoio, etc. Outras técnicas de coleta de dados podem ser agregadas à este método dependendo da situação, desde que atendam aos requisitos de rapidez de resposta requeridos. Laufer (1985), por exemplo, utilizou questionários e entrevistas em seu estudo.

Para coleta de dados em problemas referentes a treinamento e melhoria de métodos, é mais recomendável a utilização de técnicas que utilizam a observação (ex: amostragem do trabalho). Para problemas referentes à motivação recomenda-se entrevistas e questionários. Para problemas com custo, segurança, *turnover* da mão-de-obra recomenda-se a utilização dos registros históricos existentes. Contudo, podem ocorrer situações em que mais de um tipo de coleta de dados é necessária. Independente do procedimento utilizado é essencial que se obtenha a riqueza de detalhes, a eficiência (tempo e custo), a flexibilidade e a facilidade de análise e apresentação (Laufer, 1985).

A coleta dos dados e grande parcela da análise é feita por uma equipe externa à empresa. O tratamento preliminar dos dados exige conhecimento e experiência no emprego das técnicas, dificilmente encontrado entre os profissionais das construtoras. Além disso o fato dos profissionais já estarem ambientados a uma realidade organizacional e tecnológica, pode dificultar a identificação dos verdadeiros problemas do canteiro. A falta de valores ou situações de referência (*benchmarks*) pode contribuir para esta situação.

Para que se possa alcançar melhorias já na própria obra do diagnóstico simplificado, os trabalhos de coleta e análise dos dados têm a duração de um mês. Neste prazo pode-se atingir um nível de confiança e erro relativo satisfatório para a amostragem do

trabalho. Laufer (1985), em seus estudos, também verificou este prazo como adequado para um diagnóstico.

No processo de análise é fundamental que todos os envolvidos sejam ouvidos. Certos problemas na organização podem não ficar claros aos olhos do pesquisador durante o mês de observação. A opinião de quem realiza a tarefa é um complemento indispensável para a coleta de dados. Estas opiniões podem ser manifestadas tanto no canteiro, no dia-a-dia, como em *brainstormings* realizados durante o treinamento e seminários. Se enquadra assim no estilo de participação *joint consultation* (Hedenstad & Meyer, 1993)

Considera-se que a aplicação das melhorias deve partir principalmente da própria gerência do canteiro com o respaldo da direção da empresa. Como já ponderado anteriormente, estas são melhorias mais imediatas, que não envolvem necessariamente o emprego de grandes quantidades de recursos. A melhoria de produtividade, realizada em paralelo à melhoria das condições de trabalho, podem abrir caminho para uma maior aproximação entre a gerência e os operários no processo de melhoria.

A intervenção é efetuada a nível de empresa e não de uma única obra. Isto significa que o diagnóstico é realizado em uma única obra e a implantação das soluções obtidas pode ser aplicada em qualquer canteiro da construtora. A idéia é a disseminação da lógica de produção através de uma obra piloto, não necessariamente naquela do primeiro diagnóstico simplificado. Esta forma de atuação só se torna válida para construtoras com sistema construtivo razoavelmente homogêneo e características de produção semelhantes em suas obras.

Para se avaliar os resultados da aplicação das melhorias preconiza-se um segundo diagnóstico. Este tem a função de dar *feedback* para a equipe de planejamento e para os operários, registrando as melhorias e apontando novos focos de melhoramentos ou pontos que não obtiveram sucesso na intervenção. A divulgação dos benefícios das melhorias implantadas, em princípio, motivam gerentes e operários a continuar no processo de incremento da produtividade e qualidade.

As etapas desenvolvidas na intervenção, estão resumidas no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Relação do PDCA com a intervenção

GERENCIAMENTO PARA MELHORAR
Meta de Melhoria: Aumento da produtividade em curto prazo, com baixo custo e sem necessidade de mudança substancial de tecnologia



4.4. DIAGNÓSTICO SIMPLIFICADO

4.4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo as novas tendências mundiais de gestão da qualidade, os programas de melhoria de produtividade devem ter suas decisões fundamentadas em dados e fatos (Campos, 1992b). Para que se possa gerenciar de fato cada processo é necessário coletar dados, processá-los e analisá-los, partindo desta análise planos de ação para os problemas ou oportunidades identificadas (Campos, 1992a; Sink & Tuttle, 1993).

A construção civil ressent-se da falta de dados (Lantelme, 1994). Uma aplicação da técnica de grupo de baixo conflito num grupo de gerentes técnicos de empresas de

construção de pequeno porte, mostrou que a falta de dados encontra-se entre os principais problemas na organização que dificultam o planejamento (Abitante; Bruschi; Formoso, 1993). Além disto, muitos estudos que se propuseram a identificar os fatores que afetam a produtividade, a partir de correlações com alto grau de refinamento, tiveram reduzida aplicação na solução dos problemas do setor. Uma postura mais ativa deve ser tomada frente às informações obtidas (Heineck, 1993).

O primeiro passo em qualquer plano de melhoria é a observação e extração de dados, de maneira planejada, para fundamentar as decisões que vierem a ser tomadas. A decisão de se intervir nos processos deve partir de uma avaliação da melhoria necessária, se esta requer alterações, substanciais ou apenas reformulações localizadas.

Picchi (1993) identifica a necessidade de se ter um quadro da situação, na forma de um diagnóstico, que sirva para o estabelecimento de prioridades e planejamento. De modo semelhante Farah (1992) afirma que para racionalizar o uso dos recursos deve-se fazer uma análise geral das atividades do canteiro, voltada às identificação dos pontos em que costumam se concentrar as principais ineficiências. A partir deste diagnóstico deve-se procura definir procedimentos alternativos, em cada etapa, que minimizem tais ocorrências.

As decisões de melhoria no método de intervenção proposto devem ser baseadas na análise dos dados coletados de um diagnóstico do canteiro. Efetua-se um trabalho análogo ao do médico: extração de dados (exame de sangue, urina, etc.), diagnóstico e prescrição de remédios. Juran & Gryna (1992) estimam que o custo de se efetuar um diagnóstico e aplicar melhorias fica entre 10 e 40% dos ganhos. Em outros países, diagnósticos de canteiros vem sendo realizados com relativa intensidade já há muito tempo (Laufer, 1985; Woodhead and Salomonsson, 1982; Pigott, 1972)

Existem várias formas de se fazer este diagnóstico. Algumas utilizam a intuição, no caso de não haver conhecimento profundo sobre o funcionamento do processo, outras a experiência. Outras ainda envolvem análises estatísticas sobre os dados, podendo também fazer uso de análise de experimentos. A mais utilizada é o método intuitivo (Kume, 1988).

A intuição e a experiência de especialistas e peritos deve ser respeitada, mas as técnicas estatísticas para análise dos processos são o meio mais eficaz para efetuar esta tarefa. Contudo, apenas conhecer as técnicas estatísticas não basta. É preciso ter habilidade para tratar temas práticos com estas ferramentas (Kume, 1988). Para Juran & Gryna (1992) o

diagnóstico deve ser feito por pessoas que tem tempo, experiência e objetividade necessárias para descobrir as causas e remédios para os problemas crônicos da qualidade.

Há que se tomar cuidado, contudo, pois o simples ato de observar ou investigar o trabalho de um operário, pode influenciar os resultados com a mudança de atitudes em relação ao trabalho (Chiavenato, 1983). Este efeito é análogo ao efeito de Hawthorne (melhoria da produtividade de um grupo que sofre observação e/ou tratamento diferenciado), com a diferença de que numa intervenção o nível de contato pesquisador/pesquisado é muito mais tênue.

A grande variabilidade existente na construção, dificulta a execução de diagnósticos precisos da mesma forma que é um entrave para o aumento da produtividade. Esta grande variabilidade pode levar à pergunta: *se há tanta variabilidade no canteiro como pode o diagnóstico mostrar uma coisa certa?*. Entretanto o envolvimento e comprometimento do operário neste tipo de estudo pode ser mais importante que o estabelecimento de um diagnóstico preciso. O diagnóstico deve ser utilizado como instrumento de direcionamento de decisões e não somente para a obtenção de números.

O gerenciamento de obras dispõe de uma série de ferramentas para a coleta de dados já experimentadas no setor. Dentre elas, encontram-se as técnicas de medição da produtividade, que podem servir como um sistema de apoio para o planejamento, tomada de decisões, melhoria dos processos, detecção de problemas e, também, no acompanhamento do desempenho dos sistemas de produção a que se referem (Moreira, 1991; Oliveira, Lantelme, Formoso, 1993). Além disso, a medição da produtividade pode atuar como instrumento para que engenheiros de obra realizem uma administração menos conservadora, com a busca contínua da racionalização do processo construtivo (Leusin, 1993).

Apesar das primeiras medições de produtividade terem sido feitas na construção civil no início do século, verifica-se, ainda hoje, o quase desconhecimento das técnicas por parte dos profissionais do setor. No âmbito das operações de canteiro, as técnicas com maior aplicabilidade na construção civil, são a amostragem do trabalho, filmagem *time-lapse* e cartão de produção.

A medição da produtividade é um tema que muito pouco tem sido estudado nos centros de pesquisa, pelo menos da Região Sul do Brasil, na área de gerenciamento e economia da construção (Formoso et alli, 1991). A nível de canteiro, a medição sistemática da produtividade tem sido empregada há algum tempo em diversos países com a finalidade

de conhecer melhor os processos de produção, comparar métodos alternativos de construção e na produção de bancos de dados confiáveis para o planejamento e estimativa de custos (Winstanley, 1973). Há dois extremos de medição: global, trabalhando com a indústria da construção como um todo, e específico, a nível de operações no canteiro (Heineck, 1986).

Para empreender a investigação no canteiro, pode-se utilizar, também, o cálculo do desperdício contábil (Soibelman, 1993), a aplicação de listas de verificação quanto às fontes mais comuns de desperdício e, ainda, a aplicação de listas de verificação de melhorias comuns no setor, para tecnologias semelhantes. Uma análise crítica do *layout* (parcela de uma análise da logística do canteiro) também pode ser útil, embora não exista um método consolidado para tal, na construção civil.

Todas as técnicas citadas acima atendem à exigência de rapidez de resposta requerida para um diagnóstico de canteiro (Laufer, 1985), são mutuamente complementares e admitem aplicação simultânea.

A unidade de medida resultante da aplicação das ferramentas deve ser compreensível, seu processo de obtenção claramente definido, prover uma base consensual para decisões, ter aplicação ampla, conduzir a uma interpretação uniforme e ser de aplicação econômica (Juran, 1992). Para se saber se os indicadores obtido no canteiro são satisfatórios pode se compará-los com dados de outras empresas. No entanto, devido às dificuldades de obtenção destes indicadores, esta prática pode ser frustrante.

A seguir efetua-se a descrição de cada uma das principais técnicas de coleta de dados utilizadas no diagnóstico simplificado.

4.4.2. AMOSTRAGEM DO TRABALHO

4.4.2.1. PRINCÍPIOS GERAIS

A técnica consiste em se fazer observações instantâneas, intermitentes e espaçadas ao acaso em um certo período. Obtém-se uma estimativa da proporção de tempo despendido por cada operário, em um dado tipo de atividade, pela relação entre o número de registros desta atividade e o número total de observações. Consegue-se, desta forma, indícios de quais são as tarefas que apresentam problemas, orientando a implantação de melhorias relacionadas à racionalização do trabalho.

Sua lógica é baseada na lei das probabilidades, segundo a qual observações instantâneas realizadas sobre o processo produtivo, de forma aleatória, tendem a produzir informações representativas sobre como o tempo foi gasto durante todo o período de observação (Barnes, 1977; Heineck, 1986; Brisley, 1970). Com um tamanho adequado, as características da amostra diferem pouco das características do grupo (Barnes, 1977).

A curva de distribuição normal é um exemplo típico de distribuição de frequências e tem grande importância na amostragem do trabalho, pois representa graficamente a probabilidade da ocorrência de um dado fenômeno aleatório. Existe uma relação entre a área compreendida sob a curva entre ordenadas, a várias distâncias, em ambos os lados da ordenada média como mostra o Quadro 4.2, apresentado a seguir:

Quadro 4.2
Relação entre o número de desvios padrão para cada lado da ordenada média e a área sob a Curva Normal

número de desvios padrão (σ)	Área sob a curva normal
σ ###	68,27%
2 σ	95,45%
3 σ	99,73%

A amostragem do trabalho se baseia, também, na noção de que todo o tempo gasto em obra pode ser descrito de forma dicotomizada, similarmente aos processos binários de resposta (sim/não; trabalhando/ não trabalhando; etc.) (Heineck, 1986; Barnes, 1977).

4.4.2.2. IMPORTÂNCIA DA ALEATORIEDADE

Para que a amostragem seja realmente aleatória, todos os elementos do universo devem ter igual probabilidade de serem retirados. A amostra é representativa quando não refletir uma condição especial. A característica básica para o mesmo tipo de observação deve ser constante (Barnes, 1977).

O uso da tabela de números aleatórios é a maneira mais correta de assegurar que a amostragem seja representativa. A tabela pode ser usada primeiramente para a determinação do instante do dia a se realizar a observação (Barnes, 1977). Pode também ser usada para indicar a ordem na qual os operários devem ser observados ou o local específico no qual a leitura deve ser feita.

Pode-se optar por explicar o conceito de aleatoriedade aos observadores, para que os mesmos determinem o momento das observações. Aproveita-se, assim, da flexibilidade da técnica para lidar com a variabilidade do canteiro de obras (Bicca & Scardoelli, 1993). Todavia deve-se levar em conta a suscetibilidade da mente humana à padrões viciados de decisão (Brisley, 1970).

4.4.2.3. NÍVEL DE CONFIANÇA E ERRO RELATIVO

O nível de confiança e o erro relativo devem ser fixados logo no início dos trabalhos. O nível de confiança mais comum é o de 95% (Barnes, 1977). O erro relativo e o nível de confiança devem ser definidos com cuidado pois estes definem diretamente o número de observações necessárias e, conseqüentemente, o custo da execução do estudo.

O número de observações necessárias para um dado nível de confiança pode ser estimado através de uma fórmula matemática. Para o nível de confiança de 68% (um desvio padrão), utiliza-se a seguinte fórmula (Barnes, 1977):

$$Sp = \sqrt{p(1-p)/N} \quad (1a)$$

e para nível de confiança de 95% e erro relativo de +/- 5% a fórmula é a seguinte:

$$Sp = 2 \sqrt{p(1-p)/N} \quad (1b)$$

onde

S = erro relativo

p = porcentagem de ocorrência do evento, em forma decimal

N = número de observações aleatórias (tamanho da amostra)

Logo, quanto maior o número de observações N , dado um valor de p , menor é o erro relativo. Do mesmo modo, quanto maior o número de observações N , maior a concentração dos valores estimados em torno de p . Para que a estimativa gerada esteja suficientemente próxima do valor esperado, basta escolher um número adequado de observações. No entanto o problema prático reside justamente na determinação do valor esperado (Heineck, 1986).

Uma das dificuldades iniciais ao se planejar uma amostragem do trabalho é que não se conhece o valor de p antes de iniciar a coleta (Heineck, 1986). Para se determinar N , deve-se estimar o valor de p , com base num estudo anterior, ou fazer uma coleta preliminar

de dados. Nas etapas iniciais da amostragem é recomendável que se recalcule o valor de N em intervalos regulares, por exemplo, ao fim de cada dia, com o objetivo de melhor avaliar o progresso do estudo e redimensionar o tamanho da amostra.

4.4.2.4. PLANEJANDO A AMOSTRAGEM

No planejamento de um estudo de amostragem do trabalho, o analista deve buscar resultados que sejam satisfatórios do ponto de vista da precisão e que, ao mesmo tempo, não demandem um número excessivo de observações. *Felizmente, em uma amostragem do trabalho, é possível pré-determinar o número de observações necessárias a um dado grau de precisão* (Barnes, 1977). Para tanto, deve-se levar em consideração a variabilidade inerente dos homens, máquinas ou processos medidos.

Embora a técnica seja relativamente simples, é possível que as pessoas envolvidas no processo de medição não pensem da mesma forma. A reação natural de algumas pessoas é pensar que não é possível descrever o quadro real, se não forem observadas as atividades de maneira contínua (Brisley, 1970). É importante explicar os princípios da amostragem do trabalho e, principalmente, fazer demonstrações sobre a técnica, de forma que todos os envolvidos compreendam o seu significado, colaborem com o estudo e aceitem os seus resultados.

Outra preocupação que o analista deve ter é com os reais objetivos do estudo. Se este for executado com o objetivo de possibilitar a redução do tempo de inatividade e aumentar a produtividade por homem-hora, os elementos devem ser tais que revelem esperas sob o controle do operário ou da gerência. Se o estudo é realizado com o fim de estabelecer tempos padrão, é necessário medir o consumo total de homens-hora e subdividir o processo naquelas atividades que se deseja monitorar.

Duas semanas é, normalmente, o tempo mínimo necessário para a realização de um estudo. Não se recomenda períodos mais reduzidos devido à variabilidade inerente ao processo da construção, que pode alterar resultados de curto prazo (Thomas, 1991).

A folha utilizada para o registro de observações realizadas durante o estudo de amostragem deve ser individualmente desenhada para cada tarefa de obra. *Seu desenho dependerá do número de postos de trabalho ou das pessoas a serem observadas e da classificação das atividades sobre as quais se desejam obter dados* (Brisley, 1970). O

número de categorias constantes nesta folha não deve ser demasiado, de forma a não dificultar o trabalho do observador. Heineck (1983) sugere utilizar de 12 a 15 subdivisões.

Os dados do início do estudo devem ser examinados criticamente. No início da coleta, o operário, ao ver o observador vindo em sua direção, pode alterar sua condição normal de atuação no processo. Entretanto, à medida que os operários acostumam-se à presença dos observadores, durante um longo período de tempo, esta influência nas observações decresce. Além disso, Parker & Oglesby (1972) sugerem que a primeira e a última meia hora de trabalho do dia não devem ser consideradas devido à distorções causadas pelo efeito fim e efeito início.

Devido à grande quantidade de dados gerada num estudo deste tipo, e para que estes sejam adequadamente analisados e, também, para que se possibilite eventuais correções nas planilhas de observação, *é necessário utilizar uma estrutura de apoio previamente organizada. Esta estrutura de apoio deve permitir a análise diária dos resultados parciais encontrados no canteiro* (Bicca, Formoso, Scardoelli, 1994).

Depois de completado o estudo, deve-se fazer um cálculo a fim de determinar se os resultados estão compreendidos entre os limites estatísticos pré-estabelecidos. Isto pode ser feito calculando-se S na equação 1 (a ou b), com a substituição de N e p .

Para que a técnica alcance o sucesso esperado é importante atentar para alguns passos básicos (Barnes, 1977):

- definir claramente o problema objeto do estudo, descrevendo os seus principais objetivos ou finalidades, assim como, cada elemento a ser medido;

- fazer uma observação preliminar da tarefa, através de um estudo piloto de curta duração, no qual se estabelece a subdivisão da mesma e se obtém uma estimativa inicial dos percentuais de ocorrência de determinados eventos (p);

- determinar o erro relativo ou absoluto e o nível de confiança esperado;

- projetar um estudo, definindo o número de observações, número de observadores, prazo e a planilha para o estudo;

- obter a aprovação dos engenheiros, mestres e encarregados da obra na qual será realizado o estudo. Certificar-se que os operários e as demais pessoas envolvidas com a obra compreendem a finalidade do estudo;

- em hipótese alguma o estudo deve ter a finalidade de coerção ou punição de supervisores e operários. A técnica deve ser empregada para a melhoria do processo e, para

isto, é necessária a cooperação de todos. A utilização dos dados de forma coercitiva não só pode prejudicar a qualidade dos mesmos, como também pode desmotivar a participação dos operários durante a análise. A contribuição dos operários na discussão dos dados da amostragem é um fator chave de sucesso;

executar as medições, analisando e resumindo os dados em tempo adequado;

verificar o erro relativo ou absoluto dos dados ao fim do estudo;

preparar um relatório apresentado as conclusões e reunir o pessoal de obra e escritório para discutir os resultados e propor melhorias.

4.4.2.5 CLASSIFICAÇÃO DOS TEMPOS

São as finalidades do estudo que ditam a maneira pela qual as atividades e esperas da amostra devem ser subdivididas. Quando se busca informações de ordem geral, esta subdivisão pode ser bastante simples, envolvendo alguns poucos elementos. Da mesma forma, se a operação estudada tem um ciclo curto ou repetitivo, no qual os elementos a serem investigados ocorram freqüentemente, não é necessário fazer observações detalhadas.

Em outras situações pode ser essencial uma divisão mais detalhada e, conseqüentemente, requer maior número de observações, aumentando o custo da execução do estudo. Para operações não repetitivas, como é normalmente o caso da construção civil, é aconselhável realizar um grande número de observações por dia, aumentando a oportunidade de detectar todos os detalhes (Brisley, 1970; Barnes, 1977).).

Para facilitar a análise, os tempos no estudo de amostragem podem ser divididos em produtivos, improdutivos e auxiliares (Heineck, 1983), como é descrito a seguir:

a) Produtivo: é o tempo que é efetivamente aplicado na execução da tarefa, agregando valor ao produto final. São os que efetivamente contribuem para o crescimento da obra, como, por exemplo, assentamento de tijolos no serviço de execução de parede de alvenaria. É também designado de operacional ativo.

b) Auxiliar: os tempos auxiliares reúnem aquelas atividades que, apesar de não agregarem valor de maneira direta ao produto final, são necessárias para que este seja executado. Envolve atividades relativas ao manuseio e descarga de materiais, limpeza, manutenção, recebimento de instruções, medição, etc. São também denominados operacionais passivos.

Embora os tempos auxiliares sejam necessários e, muitas vezes, essenciais para a correta execução da tarefa (por exemplo, verificação de prumo e nível), é possível reduzi-los.

c) Improdutivo: os tempos improdutivos podem ser subdivididos em adicionais evitáveis, adicionais inevitáveis e ociosos (Rosso, 1974).

Os tempos adicionais evitáveis são aqueles ocasionados por falta de domínio do processo, que poderiam ser evitados com certa facilidade. Estes tempos abrangem as falhas de planejamento, coordenação, controle e programação,

Os tempos adicionais inevitáveis são aqueles ocasionados por causas externas imprevisíveis, aleatórias ou incontroláveis, como por exemplo intempéries, cortes de energia, falta de materiais por interrupção na produção, eventos extraordinários como greves, acidentes e grandes catástrofes,

Os tempos ociosos são aqueles que se referem à inatividade dos operários. Podem ser intencionais ou resultantes de um estado físico ou de predisposição. Sua incidência está muito relacionada a aspectos motivacionais.

Na construção civil a distribuição dos tempos entre produtivos, improdutivos e auxiliares, normalmente segue uma proporção global de 33% para cada categoria (Forbes, 1971). Algumas equipes, como é o caso de pedreiros executando alvenaria, por ser um serviço de grande importância para a obra, tem uma proporção de tempos produtivos superiores à média. Assim, a simples divisão dos tempos nestas três categorias pode ser empregada somente para alertar sobre uma eventual baixa eficiência produtiva global. Quando se deseja melhorar o processo a partir da identificação das causas dos problemas e de sua importância relativa, recomenda-se uma subdivisão mais detalhada das operações.

4.4.2.6. CONTROLE NA AMOSTRAGEM

Para se exercer um controle eficaz sobre a coleta de dados na amostragem, é recomendável a utilização de gráficos de controle. Tais gráficos permitem verificar se as parcelas percentuais diárias encontram-se dentro dos limites estabelecidos, tais como um, dois, ou três desvios padrões (Brisley, 1970).

O gráfico de controle possibilita que o analista registre os resultados diários ou acumulados da amostragem. Se um ponto cai fora dos limites de controle, isto significa que uma condição anormal pode ter se verificado durante aquela parte do estudo. O limite de

três desvios-padrão é comumente usado na determinação dos limites superior e inferior de controle (Barnes, 1977) Normalmente, quando um ponto cai fora dos limites, há uma razão definida para isto. No entanto, as observações relacionadas a fatos raros ou fora do controle não devem ser consideradas nos estudos de amostragem (Barnes, 1977).

Estes gráficos podem ser determinados a partir de uma base diária ou acumulada, utilizando desvios padrões como limites superior e inferior. As observações instantâneas iniciais produzem um valor médio de probabilidade que passa a ser a linha central do gráfico.

O gráfico de controle é também útil na determinação da duração de uma amostragem do trabalho (Barnes, 1977). A estabilização do gráfico pode indicar que já se efetuou um número suficiente de observações. Entretanto, para certificar-se de que os resultados finais estão compreendidos entre os limites especificados para o erro relativo, é necessário que se façam os cálculos já explicados anteriormente (Barnes, 1977).

4.4.2.7. PAPEL DO OBSERVADOR

Para que se obtenham informações confiáveis, também é necessário que o (s) observador (es) seja (m) adequadamente treinado (s), de modo a estabelecer critérios definidos para execução das observações.

O observador deve ser conscientizado da necessidade de se efetuar um levantamento objetivo. Se não houver o devido cuidado, o observador pode distorcer o registro das observações, por exemplo, em favor de tempos improdutivos, por estar comprometido com a gestão do canteiro.

O observador não deve registrar o que o homem fez instantes atrás ou o que vai fazer daqui à pouco, mas deve registrar o que ele está fazendo no momento exato da observação.

Defina claramente e discuta cada elemento a ser observado e registrado. Esse é um passo importante em situações nas quais dois observadores estudam a mesma operação. Sem isto, estes observadores poderão ser inconsistentes na maneira de registrar o que observam (Brisley, 1970).

Seu acesso a todas as frentes de trabalho deve estar desobstruído. Quando houver deslocamento de operários para outros postos de trabalho é necessário que o observador seja comunicado.

O número de observadores disponíveis e o tempo de percurso para realizar o ciclo de observações é uma das restrições do estudo, pois estas variáveis definem o número de observações possíveis por dia. Em alguns casos, é recomendável reduzir o número de operários sendo observados de forma a executar o estudo num prazo delimitado e com a confiabilidade desejada (Brisley, 1970).

4.4.2.8. PRINCIPAIS APLICAÇÕES

Barnes (1977) identifica três usos principais da amostragem do trabalho:

relação de espera: para medir atividades e esperas de homens e máquinas. Por exemplo, pode-se determinar a percentagem de tempo ao longo de um dia na qual um homem trabalha e a porcentagem de tempo na qual ele não trabalha;

amostragem de desempenho: para medir a relação entre o tempo de trabalho e o tempo descanso de uma pessoa experiente que execute uma tarefa manual, ou para monitorar o nível de desempenho de uma pessoa durante a sua jornada de trabalho;

medida do trabalho: sob certas circunstâncias, para medir tarefas manuais, isto é, estabelecer um tempo-padrão para uma operação.

A amostragem pode ser usada como forma de avaliar a saúde gerencial da obra. Com a análise da distribuição dos tempos a amostragem passa a ser extremamente útil a nível de melhoria de métodos. A adequada hierarquização e discretização da distribuição das atividades no canteiro, permite utilizar os dados para levantar constantes de consumo de mão-de-obra. (Heineck, 1986).

4.4.2.9. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TÉCNICA

As principais vantagens da técnica da amostragem do trabalho são as seguintes:

Para os custos: a amostragem do trabalho possibilita a coleta de dados em tempo menor e a custos mais baixos em relação a outros métodos de medida do trabalho, já que poucos observadores podem acompanhar um grande número de operários. Obtém-se dados por um terço a um sexto do custo da observação contínua (Brisley, 1970). Entre outros fatores, isto se deve ao fato de poucos observadores poderem coletar dados de muitos operários. O Building Research Establishment recomenda um observador para cada cem ou cento e cinquenta operários (Barnes, 1977). *Os estudos de amostragem do trabalho*

dispensam o uso de cronômetro ou de qualquer dispositivo para a medida de tempo (Barnes, 1977).

Para os observadores: não requer observadores especialmente habilitados ou treinados. Um único observador pode executar um estudo simultâneo de amostragem do trabalho relativo a vários operários ou máquinas. A menos que seja necessária avaliação de ritmo, não é necessário o uso de analistas de estudo de tempos, treinados como observadores, em um estudo de amostragem do trabalho (Barnes, 1977). Devido ao período de duração das obras ser relativamente longo, as medições podem ser espaçadas, de modo a não demandar um tempo excessivo do observador, que então fica liberado para outras tarefas. *Os estudos de amostragem do trabalho são menos fatigantes e menos monótonos de serem realizados* (Barnes, 1977).

Para os resultados: pode-se obter um adequado nível de precisão. As medidas na amostragem do trabalho podem ser feitas com um erro relativo máximo preestabelecido. A amostragem adequa-se à medição de operações de ciclo longo, nas quais os operários trabalham em equipes. As observações podem ser tomadas durante o período de dias ou semanas, diminuindo a possibilidade de que variações ocasionais afetem os resultados. Há, também, menor possibilidade de se obter resultados distorcidos, pois os operadores não ficam submetidos a observação rigorosa por longos períodos.

Em relação às peculiaridades da construção: torna-se possível a obtenção de dados que, de outra forma, nem se tentaria coletar. *O estudo pode ser interrompido a qualquer tempo sem afetar os resultados* (Barnes, 1977). Esta técnica adapta-se bem às peculiaridades da construção civil, tais como a descontinuidade, a baixa intensidade na alocação de recursos, a variação na produtividade e efetividade ao longo do dia, semana ou mês.

Para o observado: causa menor perturbação na rotina normal de trabalho do operário, do que a observação contínua. *Quando um trabalhador é observado continuamente por um dia inteiro, é pouco provável que ele siga exatamente sua rotina* (Barnes, 1977);

Barnes (1977) aponta algumas desvantagens desta técnica em relação ao estudo de tempos através da técnica de cronometria:

o estudo de amostragem do trabalho não é econômico para estudar um único operário ou máquina ou para estudar operadores ou máquinas dispersos sobre área apreciável;

o estudo de tempos permite divisão mais detalhada de atividades e esperas do que a conseguida com a amostragem do trabalho. Esta técnica não fornece tantas informações e tantos detalhes como se pode obter do estudo de tempos;

ao ver o observador, o operário pode alterar sua maneira de agir. Se isto ocorrer, os resultados deste estudo terão pouco valor;

um estudo de amostragem do trabalho de um grupo, obviamente, fornece resultados médios, não havendo informação relativa à ordem de grandeza das diferenças individuais;

a administração e os operários podem não entender a natureza estatística da amostragem do trabalho com a mesma rapidez com que aprendem o estudo de tempos;

em certos tipos de estudos de amostragem do trabalho, não se faz registro algum do método usado pelo operador. Desta forma, torna-se necessário refazer inteiramente o estudo quando ocorrer uma mudança de método em qualquer elemento;

há uma tendência por parte de alguns observadores em minimizar a importância de alguns dos princípios fundamentais da amostragem do trabalho, tais como, a dimensão da amostra para um dado erro relativo máximo, a ocasião da retirada das observações, observações instantâneas na localização preestabelecida e definição cuidadosa dos elementos e subdivisões do trabalho ou da espera antes do início do estudo.

O fato do observador exercer julgamento no momento de classificar a observação é também citado por Bicca, Formoso, Scardoelli (1994) como uma limitação técnica. Este julgamento pode ser equivocado devido a alguns fatores, dentre eles:

algumas atividades podem estar ambigualmente definidas;

o trabalhador pode estar mudando de atividade no momento da observação, forçando o observador a optar por uma delas;

o observador pode não ter uma definição clara do momento exato de executar a observação.

Deve-se levar em conta que, apesar de ser considerada uma técnica bastante simples, adapta-se melhor a canteiros onde os operários estejam trabalhando em locais próximos (Bicca, Formoso, Scardoelli, 1994).

Os movimentos ou elementos ineficientes de uma operação não se evidenciarão necessariamente no decorrer de um estudo de amostragem do trabalho. Um estudo de amostragem do trabalho também não acusa se os operários estão limitando a produção ou trabalhando num ritmo forçado (Brisley, 1970). Há que se tomar extremo cuidado com a interpretação dos resultados pois “*a amostragem do trabalho mostra como os operários estão ocupados, não se eles estão produtivos*” (Thomas, 1991).

Assim, é recomendável que, paralelamente à amostragem do trabalho, sejam aplicadas outras formas de avaliação do trabalho no canteiro, tais como observação visual ou filmagem do ciclo de produção e cartões de produção.

4.4.3. DOCUMENTAÇÃO DE IMAGENS DO SISTEMA

O registro de imagens do canteiro, retratando a realidade dos processos produtivos da construtora é uma parte fundamental da coleta de dados. Contribui efetivamente na compreensão dos resultados das outras técnicas de coleta de dados.

4.4.3.1. FOTOGRAFIAS

As fotografias são o registro mais simples e barato das imagens do canteiro. As melhores imagens podem ser selecionadas para a confecção de slides, e posteriormente utilizadas em cursos de treinamento e seminários. A facilidade de seu manuseio permite a fixação em murais, distribuição entre operários, confecção de manuais, entre outros.

4.4.3.2. FILMAGEM

A interação com a audiência é o que faz desta técnica um nível superior de comunicação. O tempo da gerência pode ser gasto mais eficientemente com redução do esforço de coleta e análise dos dados ao mínimo.

É indicada para registrar o manuseio de materiais, problemas de *layout*, operações mal planejadas, estudar deslocamentos inúteis de operários e materiais, ocorrência de “gargalos” de produção, inconsistência de qualidade, condições exaustivas de trabalho, etc.

A filmagem e conseqüentemente a documentação de movimentos e posturas possibilita a participação do operário na correção dos mesmos. Cada operário tem a oportunidade de contribuir no sentido de adequação do posto de trabalho às suas necessidades, pois ele tem uma boa noção das necessidades da tarefa.

Com esta técnica pode-se identificar as interligações e interdependências entre tarefas. As demoras e durações podem ser perfeitamente quantificadas e consegue-se levar em conta fatores como problemas de métodos de trabalho, desperdício de mão-de-obra, esforços desnecessários, etc, difíceis de detectar com outras técnicas.

Devido à flexibilidade de interpretação do filme, adapta-se aos mais diversos objetivos no estudo do trabalho. Algumas das vantagens da filmagem são (Dunlap, 1970).:

contribui para que o setor de orçamento entenda as origens das incoerências dos custos previstos. A elaboração de estimativas e propostas pode tornar-se bem mais confiável quando baseada em filmes que traduzem ao orçamentista as reais condições em que os trabalhos se concretizam (Faria, 1981);

tudo que estiver no campo de visão da câmara está documentado e cronometrado, pois o intervalo entre cada quadro é precisamente o escolhido. Assim, as interligações e interdependências entre as tarefas podem ser perfeitamente identificadas, bem como as demoras e as durações podem ser perfeitamente quantificadas (Faria, 1991). A análise é facilitada pela riqueza de detalhes. Registra-se operações de várias tarefas simultaneamente;

as informações não são manipuladas e não são codificadas. A confiabilidade no que se refere ao que está filmado é total. O que está no filme aconteceu (Faria, 1991);

é uma técnica excelente para facilitar a participação dos envolvidos com as operações de obra, no processo de análise. Sessões de estudo em grupo podem encorajar discussões e sugestões. Estas sessões são facilitadas pela possibilidade de se rever o filme tantas vezes e tão rápida ou lentamente quanto se queira. Além disso, as condições do ambiente podem ser mais favoráveis à reflexão. Ocorre, assim, uma facilidade de implementação das modificações necessárias devido à participação dos operários no processo de decisão e o conseqüente comprometimento com as medidas tomadas. A análise de métodos de trabalho, com o intuito de melhorar a seqüência e o conteúdo das operações, deixa de ser hermética, como em outros procedimentos.

diferentes enfoques podem ser dados à análise. Por exemplo, um filme pode fornecer uma visão rápida das operações para melhoria da segurança, ou localizar manuseios duplos, visando a diminuir os tempos não produtivos;

fornece um registro completo, preciso e permanente do trabalho como foi executado (Dunlap, 1970). A formação, dentro da organização, de um *know-how* que possa ser mantido e transmitido onde e quando for preciso, independentemente da manutenção de indivíduos-chave, é viabilizada pela formação de uma filmoteca de bons procedimentos;

um filme pode servir de material de instrução tanto para pessoal a nível de execução de tarefas quanto para pessoal a nível de supervisão e gerência. A introdução de novas técnicas ou novos procedimentos em técnicas já dominadas, torna-se mais atrativa ou mesmo viável com a utilização destes filmes.

A filmagem do tipo *time lapse*, em particular, é uma das ferramentas mais poderosas para a discussão dos métodos de trabalho entre equipes no canteiro. A filmagem *time-lapse* consiste na alteração do intervalo de tempo decorrido entre a exposição de um quadro e outro, quando da realização de um filme. Este intervalo é aumentado. A impressão para quem assiste é, figuradamente, de compressão do tempo. O filme obtido com a técnica *time-lapse* é, sob todos os aspectos, um documento ímpar das operações nele gravadas, pois:

registros de várias horas podem ser vistos em minutos. Por exemplo, um filme que foi realizado com 3 segundos entre cada quadro, que, quando revisto, for projetado na velocidade de 6 quadros por segundo, terá o seu tempo comprimido 18 vezes. Isto quer dizer que um filme documentando 4 horas de serviços contínuos pode ser visto em 15 minutos;

o custo em relação à qualidade das informações é baixo. É reduzido a cerca de 6% do custo da filmagem em tempos normais (Dunlap, 1970).

4.4.3.2.1. PLANEJAMENTO DA FILMAGEM

O procedimento genérico no estudo do trabalho, utilizando a filmagem é o registro, análise e desenvolvimento e implementação de melhorias. Os seguintes passos são importantes para o planejamento de sua execução (Dunlap, 1970):

preparação das pessoas envolvidas: não só os mestres mas todos os envolvidos com o estudo devem compreender o objetivo do mesmo. Para que todos cooperem durante a filmagem e aceitem os resultados da análise, deve-se explicar claramente o objetivo do estudo.

plano e esquema para a filmagem: primeiro deve-se observar previamente as operações envolvidas e definir os objetivos do estudo. A seguir, confecciona-se um roteiro das imagens a serem obtidas.

filmagem e coleta de dados: quando tudo estiver pronto, deve-se assegurar que toda a área de estudo está sendo coberta. Registra-se no início do filme o nome da obra, localização, data operador, hora de início, intervalo de quadros escolhido, ritmo das operações, notas explicativas de fatores ou condições fora de cena. Pode-se colocar um registro do tempo no campo de visão. Estes registros podem também ser feitos em separado.

análise do filme: para dinamizar os trabalhos, deve-se extrair previamente os dados mais relevantes para não desperdiçar esforços em detalhes irrelevantes. Os objetos de análise mais comuns são: construtibilidade, métodos de execução e efetivo uso de pessoas e máquinas. Uma opção para facilitar a análise em grupo é a edição do filme, deixando somente as imagens mais importantes.

Deve-se rever o filme algumas vezes até se entender claramente o que se passa nas cenas gravadas. Com base neste entendimento, formula-se sugestões e julgamentos sobre pontos que, à primeira vista, podem ser alterados (Dunlap, 1970).

Recomenda-se a realização de sessões de “*brainstorming*” com a chefia e com os operários, de forma a discutir, analisar e tentar encontrar soluções. Estes encontros devem transcorrer entre 30 e 60 minutos, tempo considerado adequado para manter atenção do grupo.

Cada participante pode oferecer sugestões e críticas. Frente a este debate sobre os métodos em andamento, deve-se evitar que os engenheiros, mestres e encarregados sintam-se ameaçados. Para tanto, deve-se estabelecer um ambiente adequado de discussão. Os operários não devem ter medo de críticas negativas. Na primeira parte destas sessões fala-se sobre idéias gerais. Depois, escolhe-se as melhores idéias para aprofundamento e detalhamento (Eldin, 1990). É fundamental a presença do responsável pela filmagem para fazer os comentários pertinentes, resultantes da observação de condições não registradas.

Considera-se produtiva a participação de pessoas não familiarizadas ou não diretamente relacionadas com o canteiro. Condições importantes podem passar inteiramente despercebidas daqueles diretamente envolvidos na execução e coordenação.

recomendações para implantação de melhorias: o trabalho é concluído quando as informações colhidas forem empregadas para a melhoria dos processos. Assim, ao final elaborase um relatório com recomendações referentes às melhorias identificadas.

4.4.4. CARTÃO DE PRODUÇÃO

Esta técnica de medição da produtividade é uma das mais simples que existem. Consiste, basicamente, na apropriação da quantidade produzida pelo operário ou pela equipe, levando em consideração o tempo gasto para a sua execução. Sua utilização no diagnóstico tem como objetivo a obtenção de parâmetros de comparação e análise, antes e depois da intervenção, comparação com *benchmarks* e cálculo da produtividade.

Embora seja uma técnica mais grosseira que as demais, tem a grande vantagem da simplicidade e baixo custo para obtenção de dados para o planejamento e a programação. É muito adequada à construção civil face à mobilidade dos operários no canteiro.

A utilização da amostragem para obter constantes de consumo de mão-de-obra encontra dificuldades devido à grande variabilidade encontrada na construção civil. Seria necessário uma grande quantidade de dados para se chegar a um nível de precisão aceitável. Heineck & Panzeter (1989), utilizando 110.000 dados, concluiu que os vários métodos de estimativa da constante unitária de consumo de mão-de-obra não convergem para valores únicos, precisos, situando-se em faixas de +/- 20%. Desta forma parece bastante aceitável a fixação de durações para as atividades, por critérios mais afins ao bom senso do que os métodos rigorosos baseados em estatística (Heineck & Panzeter, 1989).

Na análise dos dados de cartão de produção, deve-se levar em consideração o efeito aprendizagem, ou lei de Wright¹⁵. Na construção civil tem-se notado o aparecimento do efeito aprendizado nas construções repetitivas, apenas com leis mais brandas, da ordem de reduções de 10% no consumo de mão de obra ao dobrar-se o lote de produção. Heineck & Panzeter (1989) encontraram, em seu estudo para 22 atividades diferentes em canteiro, uma média de 95% para o efeito aprendizado. O efeito aprendizado nos serviços analisados não

¹⁵Wright enunciou a partir da experiência com a fabricação de bombardeiros para a Segunda Guerra Mundial, em lotes cada vez maiores, a famosa lei que leva seu nome: dobrando-se o volume de produção de um determinado produto, o consumo médio de mão de obra para executar cada unidade cai para 80% do valor do consumo médio anteriormente observado.

Na construção civil verifica-se 10 % de redução. Bishop apud Heineck (1989) a partir de estudo realizado no BRE observou reduções de 10 a 20 % do consumo de mão-de-obra em relação à média das primeiras repetições (em torno de 10), até o procedimento estar firmemente estabelecido.

tiveram grande influência na obtenção de constantes unitárias, sendo que para serviços de maior conteúdo de mão-de-obra, as estimativas tiveram maior desempenho, em termos de precisão de estimativas.

Para controle dos dados do cartão de produção, pode-se fazer uso dos gráficos de controle. Estes gráficos podem ser usados para distinguir-se as causas especiais de variação da produção das causas crônicas (Gitlow, 1993).

Quando há muita instabilidade dos processos, ela é refletida na variabilidade dos dados. Contudo, com eles pode-se estabelecer valores de referência para avaliação da performance atual ou de alternativas de produção. Os fatos esporádicos que causam grandes variações devem ser devidamente anotados, servindo como subsídio para futuras investigações a fim de eliminar as suas causas.

Quando há atividades compostas por diversos subprodutos, cada qual com produções distintas, a dificuldade de se aplicar o cartão de produção aumenta. No caso da alvenaria, por exemplo, numa mesma obra pode-se ter tijolos e blocos cerâmicos de dimensões diferentes, com paredes das mais diversas espessuras. O que se busca nestes casos é a conversão dos diversos subprodutos em uma única unidade para reduzir a complexidade do tratamento dos dados. Thomas, Sanders & Bilal (1992) para viabilizar a comparação da produtividade das atividades de alvenaria em sete países (Austrália, Canadá, Finlândia, Escócia, Suécia e EUA), efetuam a conversão dos dados em função de um tipo “padrão” de alvenaria.

4.4.5. LISTA DE VERIFICAÇÃO

Na intervenção proposta, preconiza-se a utilização de uma lista de verificação com o objetivo de descrever e avaliar todo o apoio produtivo que a administração oferece para o bom funcionamento do sistema de movimentação e armazenamento. É utilizada como primeira avaliação da situação das obras da empresa.

As listas de verificação são, em essência, uma ajuda para a criatividade do profissional, graças aos efeitos da associação de idéias que produzem. Podem ser divididas segundo sua função em listas para planejar e executar uma tarefa e listas para comprovar se uma tarefa foi executada corretamente (Meseguer, 1991).

Devem ser de simples preenchimento, o qual é realizado, na intervenção, pela equipe externa à empresa. No rodapé deve constar o propósito da avaliação, espaço para explicar as eventuais lacunas no preenchimento. No topo deve constar o serviço avaliado, data e responsável pelo preenchimento (Longo, 1991).

Um modelo semelhante ao utilizado no estudo de caso é mostrado na Figura 4.2.

4.4.6. AVALIAÇÃO CONTÁBIL DAS PERDAS

O objetivo da avaliação contábil das perdas é quantificar os prejuízos decorrentes das deficiências organizacionais no canteiro. A fórmula utilizada para o cálculo das perdas é a mesma utilizada por Soibelman (1993), apresentada a seguir:

$$\text{Perda (\%)} = \frac{\text{Mreal} + \text{Est (VI)} - \text{Est(VF)}}{\text{Mteo}}$$

onde:

Perda (%) = Índice total de perda do material, considerando as parcelas de natureza direta e indireta

Mreal = quantidade de material adquirida entre (VI) e (VF)

Est (VF) = quantidade de material existente no estoque em (VF)

Mteo = quantidade de material teoricamente necessária para a execução dos serviços realizados entre (VI) e (VF)

Figura 4.2 - Modelo de lista de verificação para o diagnóstico simplificado

OBRA:		EMPRESA:		
RESPONSÁVEL:		DATA:		
ITEM	SIM	NÃO	NÃO SE APLICA PORQUE?	
RECEBIMENTO				
Existe controle de qualidade de recebimento de materiais e componentes, de execução e de recebimento de serviços				
Os instrumentos de aferição da qualidade estão colocados de forma visível				
Existe o planejamento do local de recebimento				
Existe ampla possibilidade de acesso ao canteiro, permitindo descarregamentos simultâneos				
Os caminhos de circulação estão demarcados e segregados				
Existe proteção de instalações, dutos e outros no processo de movimentação de materiais				
Existe proteção do material entregue no local de aplicação com lonas e plásticos				
O descarregamento é realizado a partir de docas				
A entrega do material é feita junto ao local de aplicação				
Sacos de cimento não são rasgados no descarregamento				
Sacos de cimento não são rasgados no transporte				
Não ocorrem duplos manuseios da areia				
O local de estoque da areia é preparado				
Existe controle da quantidade de areia				
Existe controle da qualidade de areia				
O layout para areia é adequado				
O equipamento para transporte da areia é adequado				
Não existem problemas na programação do concreto				
Não ocorrem duplos manuseios do concreto				
Não há negligência da mão de obra em relação ao concreto				
O equipamento interno é adequado para o transporte do concreto				
O percurso de circulação do concreto é favorável				
O layout é adequado para o recebimento do concreto				
Não há o duplo manuseio da argamassa regular				
Não há falta de espaço para estoque da argamassa regular				
O layout para recebimento da argamassa regular é adequado				
O equipamento para transporte externo da argamassa regular é adequado				
Há o planejamento antecipado da equipe de recebimento dos tijolos				
Existe controle qualitativo dos tijolos				
Não há duplos manuseios dos tijolos				
Não há negligência da mão-de-obra no manuseio de tijolos				
ESTOCAGEM				
São utilizadas caixas para desperdícios nos andares e/ou desperdiciódromo (depósito central de desperdícios)				
Os estoques são arrumados de maneira a identificar quantidades existentes				
Os estoques são organizados de maneira a retirar com facilidade qualquer com acesso por todos os lados, sem contato com paredes úmidas (evitar superposições)				
Os estoques são concentrados sem deixar vazios entre pilhas, mas sem superposição de materiais ou ferramentas/equipamentos				
Há ventilação e iluminação dos depósitos de materiais				
É realizada a limpeza do local de estocagem e dos materiais e ferramentas estocados				
A área de recebimento de materiais tem piso firme e consolidado, afastado do nível do terreno, com drenagem à volta				
Existem telheiros para argamassa e proteção contra lavagem das chuvas				
São utilizadas árvores metálicas para estocagem de aço para armadura				
São utilizados boxes para agregados com chão em concreto e drenagem				
É feito a separação permanente e remoção de materiais e equipamentos desnecessários				
Os armários possuem toda documentação a vista, com fácil localização e manuseio, sem superposição de itens				
Existem recomendações para armazenamento de materiais expostas aos operários				
As fichas de estoques possuem indicação do ponto de pedido				
Existem etiquetas com nomes de materiais e equipamentos				
A empresa tem buscado minimizar estoques				
Existe a identificação da quantidade exata de materiais a usar em cada local de trabalho				

Há a marcação das quantidades de material em plantas e placas em cada local			
Existem caixas para agregados e aglomerantes em cores diferentes, de acordo com a lista de traços exposta em obra			
É praticada a estocagem tipo PEPS (primeiro a entrar é o primeiro a sair)			
O lixo é mantido limpo, com separação por tipo e natureza do material			
Há a possibilidade de reguar entrega de materiais			
Não existe o contato do aço com o solo			
Não existe contato do aço com umidade			
Existe o planejamento de corte do aço			
É feito o armazenamento em separado dos diâmetros de aço			
A areia/argamassa não é armazenada em local inclinado			
Existe contenção lateral para areia/argamassa			
Existe base preparada para areia/argamassa			
Não há contaminação do estoque areia/argamassa			
Existe cobertura para argamassa			
O cimento não é armazenado por muito tempo			
Os afastamentos são adequados para o cimento			
Não há pilhas de cimento muito altas			
O estoque de tijolos não está em local inclinado			
É impedido o trânsito de caminhões e carrinhos perto do estoque			
Não há o desmoronamento de pilhas			
Não há a negligência da mão-de-obra no manuseio de tijolos			
É feita a separação de tijolos por tipo			
MOVIMENTAÇÕES INTERNAS			
Existe uma programação semanal de serviços e determinação dos ciclos de execução de obra, como ciclo da concretagem			
São utilizados controle e gráficos do número de caminhões de calça			
Existe identificação dos andares da obra e nome de cada compartimento			
É feita a execução das instalações de esgotamento do prédio antes do seu início, para deixar o terreno livre e desimpedido para circulação e armazenagem			
Existe o isolamento de áreas para execução do transporte			
A área de execução de serviços é concentrada (<i>layout</i> concentrado)			
Os caminhos e fluxos de trabalho são definidos de forma a não haver cruzamento			
As rampas para acesso de materiais tem inclinação menor que 10%			
São utilizados containers para transporte de material de pequenas dimensões, como tomadas, peças hidráulicas, etc.			
Os equipamentos de limpeza estão disponíveis e visíveis			
Existem prumadas de suprimento hidráulico provisório			
Há o pré-adensamento do canteiro, para movimentação de materiais e entrada de caminhões sobre solo firme			
Há a remoção de pó e limpeza dos materiais estocados no depósito			
A movimentação do desperdício é feita pelo próprio oficial			
Existe túnel para poder movimentar os materiais ao abrigo da chuva			
Existe túnel de entrada dos clientes na obra em segurança			
Não há o duplo manuseio da areia			
As condições de percurso do concreto são boas			
Não existe o duplo manuseio do concreto			
Os equipamentos são adequados para transporte do concreto			
Não existe negligência da mão-de-obra no manuseio da argamassa			
São boas as condições de percurso da argamassas			
Não existe o duplo manuseio da argamassa			
Não existe a negligência da mão-de-obra no manuseio dos tijolos			
As condições de percurso dos tijolos são boas			
O equipamento de transporte interno dos tijolos é adequado			
O <i>layout</i> para transporte dos tijolos é adequado			
Não existe colisões no estoque de tijolos			
É utilizada a gravidade para transporte			
Objetivo desta lista de verificação:			
Análise da situação geral do canteiro			

A quantidade teoricamente necessária é calculada baseada na especificação do componente ou material. A argamassa de assentamento, por exemplo, tem seus componentes calculados em função do traço estipulado e da quantidade necessária para preencher as juntas entre os tijolos, com a espessura teórica.

Visto que entre as proposições do diagnóstico simplificado, está a rapidez de resposta, pode-se optar por realizar apenas a vistoria inicial (VI). Desta forma obtém-se apenas um índice de desperdício. No caso de se realizar uma VF, a vantagem está em se obter três índices, o valor até a VI, o valor entre VI e VF, e o valor até a VF.

O efeito de todas as deficiências pode ser resumido em uma única unidade de medida, denominada custo da má qualidade. O custo da má qualidade consiste naqueles custos que desapareceriam se os produtos e processos fossem perfeitos. Uma forma de fazer isso é converter o efeito de todas as deficiências em dinheiro (Juran, 1992). Assim, no caso das perdas dos materiais, podem ser transformadas em uma base monetária. Localizadas as concentrações das causas, estas passam a ser alvos de melhoramentos.

Este cálculo pode ser realizado rapidamente, desde que se faça uso mais intenso do computador associado a um controle mais rígido da produção e dos consumos na obra. O potencial do sistema de informação das empresas poderia ser melhor utilizado, no que concerne ao acompanhamento deste desperdício. Cerca de 82% das empresas pesquisadas por Fruet & Formoso (1993) possuíam computador, no entanto somente 24% tinham o planejamento operacional da obra documentado e atualizado.

Para complementar a avaliação, pode-se fazer uso do cálculo do desperdício volumétrico. Este é a simples separação do volume desperdiçado e sua tradução em um indicador em função do volume produzido. Pode servir como um indicativo dos avanços na melhoria do processo.

4.4.7 ANÁLISE CRÍTICA DA LOGÍSTICA DO SISTEMA

Para a análise da logística do sistema de movimentação e armazenamento, uma atenção especial deve ser dada às questões de arranjo físico de equipamentos, armazenagem de materiais, vias de circulação e, também, a seqüência do movimentação dos postos de trabalho.

A eficiência do gerenciamento de materiais está intimamente ligado com a programação de entrega de materiais, projeto de *layout* e sistema de controle de perdas. Uma das principais ações gerenciais no canteiro para a redução das perdas é a elaboração de um bom projeto de *layout*, daí a importância de uma análise crítica de suas condições no diagnóstico.

As questões de programação de entrada de materiais, comunicações e outros pontos concernentes à logística do canteiro são avaliados apenas pelas observações realizadas ao longo do mês de presença da equipe da intervenção. Este fato pode gerar controvérsias, pois o curto período de observação pode revelar fatos que não representam a situação comum no (s) canteiro (s) da construtora.

As formas de se efetuar uma análise da logística (em particular do *layout*) do sistema de movimentação e armazenamento vão desde informais até as mais detalhadas como a carta de processo ou fluxograma, o mapofluxograma (projeção em planta associada à descrição gráfica das movimentações), a carta de atividades (carta tempo de atividades com mapofluxograma) e as cartas múltiplas (associação das anteriores). Estas últimas, estudadas mais no campo industrial, servem para os processos com um certo grau de organização, com produtividade a nível razoável, o que não é o caso da maioria das obras brasileiras.

No presente estudo foi utilizado quase que exclusivamente a análise informal. Esta análise exige a firme utilização do bom senso. A visão crítica de todos os detalhes das operações deve ser uma constante. O maior risco do (s) analista (s) é acostumar-se com as ineficiências e com isso não detectar problemas evidentes.

A análise informal consta da discussão envolvendo a equipe de pesquisa dos problemas de logística verificados e, após, abertura de debate com o pessoal da construtora, através de seminários, cursos de treinamento e reuniões. Estas discussões partem da análise prévia dos resultados das técnicas de coleta de dados e das observações realizadas pelos pesquisadores. Temas como comunicações, programação, manutenção, dimensionamento de equipes e espaço físico são focos destas discussões.

Nas questões de *layout*, em particular, esta análise informal deve observar algumas características e princípios genéricos, apresentados a seguir:

o melhor transporte é aquele que não existe. Este princípio significa, em resumo que o caminho da produtividade no sistema de movimentação é através da redução de volumes e cargas a transportar pelas equipes do canteiro;

a força motora mais econômica é a força da gravidade;

cargas iguais devem ser movimentadas em conjunto;

a produtividade da movimentação aumenta quando as condições de trabalho tornam-se mais seguras;

o armazenamento, se possível, deve utilizar ao máximo o espaço cúbico;

utilizar o caminho mais direto possível;

evitar o cruzamento dos fluxos de transporte;

prever caminho de ida e volta;

planejar o uso de cargas de retorno;

diminuir distâncias entre postos de trabalho;

entregar materiais diretamente no local de trabalho;

transportar a máxima quantidade de peso de cada vez, atendendo às restrições de caráter ergonômico;

transportar preferencialmente em containers, ao invés de a granel;

colocar cargas primeiro em plataforma depois transportar;

não empilhar diretamente sobre o chão, deixando o espaço para facilitar o erguimento e a ventilação;

prever área de recepção, de preferência com plataforma;

garantir amplo espaço de circulação em torno da área de estocagem;

proteger partes da obra ao longo do caminho de circulação;

manter obra limpa e plana;

proteger e dar segurança ao material transportado;

reduzir ao máximo o transporte por esforço humano;

usar equipamentos adaptáveis ao transporte de vários tipos de materiais.

Para analisar o *layout*, pode-se fazer uma descrição gráfica das circulações existentes, ou seja, um diagrama de fluxo ou mapofluxograma. Consiste no traçado das linhas de fluxo na planta baixa do local em análise. Linhas de fluxo são as linhas direcionais de circulação dos materiais e pessoas no *layout*. Pode-se representar por linhas de cores

diferentes as diversas vias percorridas. Pode-se, ainda, associar a estas linhas as medidas das distâncias correspondentes.

Com estas linhas mostradas em planta, problemas como o cruzamento de fluxos ficam evidentes. Os benefícios de sua elaboração residem basicamente na melhor visualização do fluxo de materiais e pessoas nos processos, facilitando a localização de pontos de conflito. As melhorias são facilmente identificadas e é fácil para o pessoal a nível operacional entender sua confecção. Pode-se utilizar o mesmo processo para analisar o deslocamento dos postos de trabalho (seqüência de execução).

4.5. ANÁLISE DOS DADOS E INFORMAÇÕES

A análise é essencialmente um processo de formulação de questões para os dados (Laufer, 1985). Na análise dos dados e no desenvolvimento de alternativas de melhoria, a equipe de intervenção deve ter em mente a possibilidade de eliminar atividades que não agregam valor, combinar soluções ou elementos, modificar a seqüência das operações e/ou simplificar as operações essenciais. Via de regra, é na natureza dos processos que se encontra a origem do baixo rendimento.

O processo de análise é uma das fases mais complexas da intervenção face à variabilidade das experiências e interpretações entre os participantes. O *brainstorming* é uma técnica adequada para explorar e lidar com esta variabilidade. Para tornar mais eficazes estas reuniões, análises prévias devem ser realizadas, de forma a analisar dados e informações já depurados.

A utilização de especialistas apresenta-se como uma boa prática, na medida que diminui o tempo de análise. O custo de sua utilização pode ser reduzido com uma análise prévia dos dados coletados.

As discussões devem, necessariamente incluir a equipe de coleta, pois esta é a que pode interpretar os dados de maneira mais precisa. A inclusão dos engenheiros da construtora no processo de análise deve preceder a divulgação à diretoria e aos operários para se evitar constrangimentos, melhorar o conteúdo da mesma e sobretudo evitar erros de interpretação.

Como foi justificado no Capítulo 3, a participação dos operários na intervenção se dá na forma de sugestões. Estas sugestões são feitas durante o período de coleta de dados e durante a aplicação dos cursos de treinamentos na forma de *brainstormings*.

4.6 PLANO DE AÇÃO

4.6.1 CONSIDERAÇÕES

Do processo de análise devem partir metas de melhoria em acordo com os objetivos da intervenção. Cada uma destas metas, em contrapartida, deve resultar em planos de ação. Na intervenção o plano de ação pode ser feito em paralelo ou após a divulgação da análise dos dados.

O estabelecimento correto das metas deve atender aos seguintes requisitos: serem mensuráveis, específicas e claras; ter indicado o tempo necessário para resolvê-las; serem realísticas e desafiadoras; incluírem elementos de risco e criatividade; serem flexíveis (adaptáveis aos outros canteiros da construtora) e compatíveis com o propósito ou objetivo da organização.

Para efetivar a implementação de soluções é necessário criar uma atmosfera de implantação. Esta atmosfera pode ser conseguida na fase de preparação através de cursos de treinamento e seminários. A idéia é eliminar as surpresas, oferecendo a previsibilidade das ações futuras. Procura-se prover tempo suficiente para que os trabalhadores avaliem o mérito da mudança e passem a concordar com os defensores da mudança. A integração dos operários no processo de melhoria começa pela solução dos problemas por eles levantados. Quando isto não for possível, a razão deve ser exposta, de maneira clara.

Neste processo as proposições devem ser construtivas, enfatizando benefícios e soluções ao invés de deficiências ou culpas anteriores. Enquanto todos entendem os objetivos e a importância do trabalho de melhoria da produtividade e qualidade, trabalhadores e gerência constroem respeito e confiança recíprocos. A unidade de propósitos, o treinamento e a procura de falhas nos sistemas encontram-se entre os princípios da qualidade total (Scholtes, 1992).

4.6.2 CURSOS DE TREINAMENTOS E SEMINÁRIOS

Entre os componentes do fator humano que mais influenciam na produtividade e na qualidade estão a formação, informação, comunicação e motivação (Meseguer, 1991). Desta forma, após realizado o diagnóstico simplificado, deve-se divulgar por toda a empresa as fontes de ineficiência mais acentuadas encontradas. Esta divulgação pode ser feita através de seminários e cursos de treinamento.

O contexto atual exige dos operários um novo tipo de desempenho, voltado à qualidade do produto, maior produtividade e redução de perdas de materiais. Sabe-se que a causa freqüente do fracasso dos esforços de melhoria é a carência de treinamento e liderança ativa da alta gerência. Por este motivo, é realizado na intervenção um curso de treinamento para os trabalhadores e seminários de sensibilização para a gerência e diretoria.

Juran (1992) identifica a tendência para se corrigir a separação entre planejamento e execução. Cada vez mais o planejamento é delegado aos subordinados. Para tanto, é necessário que estes trabalhadores sejam capacitados para que possam participar das decisões que afetam seu trabalho. O engenheiro e arquiteto, a quem cabe a concepção científica do produto, não tem, de um modo geral, domínio sobre todas as atividades no canteiro de obras (Farah, 1992). Para mudar a organização na direção proativa da qualidade, a alta gerência deve começar pela criação de uma massa crítica de pessoas na organização que entendam os princípios da gestão da qualidade e queiram mudar a cultura da corporação.

Mudar a cultura organizacional numa direção mais positiva pode ser a maneira de estabelecer e manter a margem competitiva. A mudança cultural pode ser estimulada de baixo para cima, de cima para baixo, ou através de programas de desenvolvimento de recursos humanos, o mais comum sendo o treinamento (Smith, 1993).

Pode-se contribuir efetivamente para encurtar a curva de aprendizagem através da transmissão às equipes, em tempo útil, das informações e detalhes executivos necessários a completa compreensão das tarefas a executar. Tem como finalidade ensinar as pessoas à usar suas capacidades mais efetivamente e aumentar seus ganhos desta forma.

A grande maioria das empresas da construção civil não promovem programas de treinamento de mão-de-obra, embora possa-se argumentar que a principal atividade desencadeadora das melhorias na empresa é o treinamento (Heineck, 1994; Fruet & Formoso, 1993). Chiavenato (1983) considera o treinamento como uma responsabilidade administrativa.

O treinamento deveria fazer parte do trabalho. Entre os benefícios adicionais do treinamento estão a segurança, o orgulho, a redução na tensão e o moral mais alto. Melhora o clima organizacional e promoção de um melhor relacionamento no trabalho eliminando o medo de participação. Este medo emana da falta de segurança no emprego, da possibilidade de dano físico, da ignorância a respeito dos objetivos da empresa, da supervisão insuficiente, da falta de definições operacionais, do fracasso em atingir cotas, da repreensão por causa de problemas do sistema e de procedimentos errados de inspeção. Empregados com medo não são capazes de participar da melhoria da produtividade. Eles encaram os dados como policiamento e julgamento, não como um meio para proporcionar oportunidades para a melhoria. A intervenção gera mudança e conseqüentemente o medo da mudança (como descrito no Capítulo 3).

O desenvolvimento de programas de treinamento para a construção civil, segundo o termo de referência proposto por Silva (1994) engloba três grandes blocos: desenvolvimento de atitudes, formação de instrutores nas empresas, desenvolvimento de técnicas e conhecimentos relativos ao processo produtivos. Para o método proposto o bloco que mais se adequa é o de desenvolvimento de atitudes mesclado a desenvolvimento de técnicas e conhecimentos relativos às melhorias pretendidas. Parte-se do pressuposto que a urgência maior está no desenvolvimento de atitudes no trabalho e não de técnicas ou conhecimentos especiais.

Saber ler e escrever é importante para viabilizar a produtividade. Sabe-se que treinabilidade está ligada à escolaridade. Sendo assim, devido à baixa escolaridade, há a necessidade de se aplicar métodos especiais de treinamento aos operários da construção civil.

Recomenda-se que os primeiros encontros dos cursos de treinamento sejam o mais curto possível, para não causar ansiedade. Dos primeiros cursos não se deve esperar mudanças radicais nas atitudes, nem adesão incondicional à implantação de melhorias. Pode-se aproveitar para executar *brainstormings* com vistas a coletar contribuições criativas relativas a um problema de processo ou produto, como de fato foi feito no estudo de caso. É importante um acompanhamento no posto de trabalho depois destes encontros.

No treinamento, deve-se levar em conta que boa parte das transformações ocorridas até hoje na construção civil tem como característica a preservação de uma parcela do conhecimento tradicional (Farah, 1992).

Durante os cursos e seminários deve-se realizar um plano de ação para solução dos principais problemas localizados, baseado nas respostas às perguntas do 5W2H. O encadeamento das idéias, o estabelecimento de responsabilidades e prazos podem garantir o sucesso da implantação das melhorias.

4.6.3. DESENVOLVIMENTO DAS SOLUÇÕES

Elaborado o plano de ação, a próxima etapa é o desenvolvimento das soluções para os problemas levantados, cabendo esta tarefa exclusivamente a empresa. A equipe de intervenção, quando externa, deve apenas formular alternativas de solução, colocadas na forma de sugestão à empresa durante os seminários e cursos de treinamento. A contratação de consultores para problemas especiais, como, por exemplo, o estudo de traços de concreto ou argamassa, ou o desenvolvimento de uma ferramenta, pode ser utilizada como alternativa para solucionamento destes problemas.

Este método assemelha-se, assim, à consultoria de processos apresentada por Shein (1990) apud Hedenstad & Meyer (1990), na qual se enfatiza a solução dos problemas pela própria empresa, permitindo a maior aprendizagem dos envolvidos com o processo de mudança e conseqüente incorporação definitiva do novo padrão de funcionamento dos processos.

Laufer (1985) optou pela utilização de CCQs de cinco a dez pessoas, montados pelo mestre ou representante do gerente do canteiro, sendo realizadas sessões de *brainstorming* para traçar alternativas de solução dos problemas.

Conforme foi citado anteriormente, as premissas para a escolha e/ou o desenvolvimento de melhorias neste estudo são baixo custo, implantação em curto prazo e sem mudança radical de tecnologia, as quais são definidas a seguir:

baixo custo: não envolvem grande investimento, aproveitando, sempre que possível os recursos já disponíveis na empresa. Este custo deve ser ponderado em relação à aplicabilidade da melhoria na empresa como um todo;

curto prazo: para lidar com as dificuldades de participação, recomenda-se fazer uso de projetos de horizonte de planejamento mais estreitos e com resultados imediatos sobre a produtividade e as condições de trabalho. Considerou-se como curto prazo períodos inferiores a seis meses. Esta é uma escolha arbitrária, mas que representa um horizonte onde é possível manter gerentes e gerenciados motivados.

mudanças radicais de tecnologia: são aquelas que implicam em alteração total do saber técnico do operário ou em mudança substancial dos diversos elementos que compõe o produto e/ou o processo de trabalho.

No desenvolvimento das soluções há sempre cinco pontos possíveis a serem melhorados: o método de trabalho, os materiais usados, os equipamentos, as condições de trabalho e o projeto. Estas soluções, quando possível, devem conter uma análise benefício/custo.

A intervenção deve implicar na eliminação ou redução das falhas organizacionais identificados no diagnóstico. A eliminação das falhas esporádicas ou crônicas vai depender de análise, levando em consideração as condicionantes expostas anteriormente.

4.7. IMPLANTAÇÃO DAS MELHORIAS

Sugere-se que a implantação das melhorias se dê em apenas um obra, possibilitando a concentração de esforços, quantificação dos resultados com a conseqüente motivação do pessoal envolvido (Laufer, 1985).

Como o processo de melhoria envolve muitas atividades interdepartamentais é necessário que se estabeleça um processo de coordenação no início dos trabalhos. Dentre as formas de coordenação da melhoria da qualidade tem-se (Juran & Gryna, 1992):

coordenação através de um único chefe (mais natural e efetivo em empresas pequenas);

auto coordenação: os encarregados identificam e solucionam o problema. É mais adequado à solução de problemas esporádicos do que de crônicos;

coordenação através de procedimentos escritos. Se mal empregado, pode recair em burocracia, tendendo a se tornar estático, e ainda, solucionando apenas os problemas usuais.

coordenação de um especialista;

coordenação através do staff dos departamentos;

coordenação através de comitês. Tem o propósito de facilitar a comunicação, coordenação e participação.

No estudo de caso, optou-se pela coordenação através de um único chefe, no caso o engenheiro da obra. Este papel do gerente vai ao encontro da tendência verificada no setor de transferência parcial para a gerência da obra da concepção do trabalho (Farah, 1992). Além disto, o princípio 85/15 dita que 85% dos fracassos de uma organização são de responsabilidade da gerência, os outros quinze do operário (Scholtes, 1992).

A tendência no setor atualmente, é o engenheiro prescrever em certo grau as operações produtivas e exercer maior controle sobre o que fazer. A eficácia deste *modus operandi* depende fundamentalmente da sua aceitação por parte dos trabalhadores e de uma recapacitação da engenharia, para a constituição de um pólo de saber nas construtoras (Farah, 1992).

Skoyles (1976) reconhece no engenheiro a liderança mais importante para acabar com os desperdícios. Este deve procurar tratar do controle de materiais como faz com controle de pessoas. Para aquele autor o problema maior da obra não é o planejamento ou a programação e sim o controle.

Dentro do objetivo de aumentar o comprometimento dos empregados para com as tarefas, o gerente deve procurar derrubar as barreiras internas da organização. Os problemas não podem recair no ciclo vicioso da transferência de responsabilidades, mas devem ser resolvidos.

4.8. DIAGNÓSTICO PARA *FEEDBACK*

Dentro do objetivo do envolvimento das pessoas, é fundamental que seja realizada paralelamente a comunicação e discussão, com todos os interessados, dos resultados alcançados. A retroalimentação dos resultados facilita a aprendizagem, servindo como estímulo para continuar na melhoria (Meseguer, 1991; Silva, 1986). O monitoramento contínuo de realizações e a revisão de metas, estratégias adequadas e dentro do prazo, mantém as organizações competitivas.

O *feedback* para ser efetivo, deve fazer com que as pessoas compreendam como usá-lo para ajustar a sua performance, informando se as ações foram positivas ou não, e por que (Hedenstad, Mayer, 1993). Os itens mais importantes que devem estar presentes no diagnóstico para *feedback*, são:

análise dos dados de custos da qualidade para as áreas de maior potencial de melhoria;

elaboração de estimativas monetárias para as recomendações que possam resultar em melhorias no futuro;

apresentação de dados cumulativos de reduções de custo da intervenção;

divulgação das ações de treinamento e consultoria realizadas;

programação das próximas ações, dando ênfase às áreas de maior risco e impacto financeiro;

esclarecimento dos prejuízos potenciais ligados às não-conformidades relevantes, novas ou recorrentes.

Mesmo quando os resultados das melhorias não são positivos, este diagnóstico para *feedback* serve para identificação das novas causas dos desvios, ajudando na formulação de ações mais apropriadas (Laufer, 1985).

A avaliação de ganhos de produtividade é uma tarefa difícil na medida que muitos itens não podem ser separados ou são difíceis de se medir. A própria origem dos ganhos é complicada na medida que podem ter origem em fatores tecnológicos ou gerenciais. O processo de quantificação dos resultados pode assumir três formas: quantificação direta (por exemplo: produção de alvenaria em m²/hora), quantificação indireta (por exemplo: motivação medida pelo índice de rotatividade) e quantificação utilizando fatores não paramétricos (por exemplo: imagem da empresa medida por pesquisa de opinião) (Herbsman & Ellis, 1990).

Capítulo 5

ESTUDO DE CASO

5.1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Este trabalho foi realizado numa parceria empresa e Universidade. O NORIE/UFRGS tem assumido uma postura proativa em relação às empresas, com o intuito de elevar os padrões tecnológicos e organizacionais do setor da construção civil. Deste posicionamento resultou o convênio com a empresa do estudo de caso.

A Bortoncello Incorporações Ltda., empresa onde se realizou o estudo de caso, é sediada na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Foi fundada no início de 1975, trabalhando sempre nas áreas de construção e incorporação de imóveis residenciais e comerciais. Até este estudo havia executado um total de 23 empreendimentos, com 2239 unidades, somando uma total de 208.204 m² em área construída. Possuía cerca de 550 empregados no total.

Ao final do ano em que se realizou a intervenção, a empresa foi agraciada pelo Sinduscon/RS com o prêmio “Destaque Técnico”. O mesmo órgão já havia elegido esta empresa “Incorporadora do Ano” nos anos de 1992 e 1993.

5.2. DIAGNÓSTICO SIMPLIFICADO

5.2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Não foi realizada a seleção das obras a serem estudadas, ficando a cargo da empresa definir qual de seus canteiros seria motivo do trabalho de intervenção. O canteiro estudado, denominado 1994a, consistia de três edifícios residenciais nos quais foi utilizado um sistema tradicional de construção, com tijolos e blocos cerâmicos para vedação das paredes e estrutura de concreto armado convencional. O estudo restringiu-se a apenas um dos edifícios, que ainda possuía alvenaria em execução.

O trabalho inicialmente pretendia abordar o serviço de execução de formas e alvenaria. No entanto, como a empresa tinha planos de mudar radicalmente o sistema de execução da estrutura, o estudo ateu-se somente à alvenaria. Embora a empresa também tivesse planos de alterar o sistema de alvenaria, uma análise do novo sistema mostrou que muitas das características originais de organização permaneceriam, não limitando as proposições que surgissem.

A equipe de alvenaria nesta obra consistia, em média, de 7 pedreiros e sete serventes, além de um guincheiro, um betoneirista e mais dois serventes para o transporte de materiais no térreo. A obra possuía, além de um mestre geral, que atendia aos três blocos, um contra-mestre para cada bloco. Para o transporte vertical utilizava-se um guincho e para o transporte horizontal giricas, na grande maioria, e alguns carrinhos de mão.

Inicialmente utilizou-se a lista de verificação para avaliação geral do canteiro apresentada na descrição do método. A identificação de itens não conformes ou ainda,

melhorias não existentes na obra mas comuns ao setor, ajudaram na etapa de análise dos dados e formulação de sugestões para solução dos problemas.

A seguir são descritos os procedimentos utilizados para a coleta de dados, as análises realizadas, bem como os resultados obtidos.

5.2.2. AMOSTRAGEM DO TRABALHO

A amostragem do trabalho foi realizada no período de um mês. Para a coleta de dados foram utilizados quatro auxiliares de pesquisa, alunos de graduação em Engenharia Civil, trabalhando alternadamente de forma que o período de trabalho era coberto pelas observações. Em cada turno o observador tinha por missão efetuar quatro observações de maneira aleatória. No total foram coletados 1959 observações instantâneas, numa média de 98 por dia. Conseguiu-se, assim, atingir o nível de confiança de 95% e erro relativo de 5%, projetados no início do estudo. Na Figura 5.1 é apresentado o modelo da planilha utilizada para a coleta dos dados.

Precedendo à coleta de dados, realizou-se um curso de treinamento dos observadores tratando dos aspectos teóricos da amostragem e dos objetivos do trabalho. Durante os três primeiros dias de pesquisa efetuou-se a parte prática deste treinamento que consistiu na verificação da homogeneidade de definições das atividades e da compreensão da forma de observar. A importância deste treinamento veio a se confirmar mais tarde com os observadores contribuindo de maneira intensa na análise dos dados e na melhoria dos procedimentos de coleta.

Algumas semanas antes o estagiário da empresa, sem o devido treinamento, havia realizado um grande número de observações. A análise destes dados mostrou resultados muito discrepantes daquilo que se consideraria normal, confirmando a importância do treinamento.

Figura 5.1 - Planilha de amostragem do trabalho - obra 1994a

potencial de redução dos tempos improdutivo e aumento dos tempos produtivos na equipe de alvenaria.

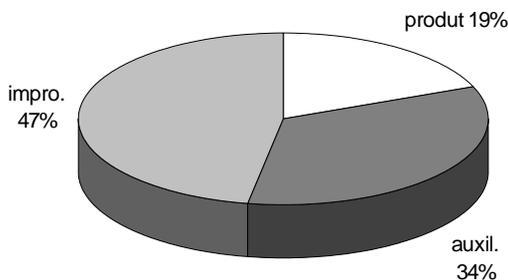


Figura 5.2
Proporção dos Tempos da Equipe de Alvenaria - Obra 1994a

Durante o diagnóstico simplificado, observou-se a falta de integração entre as etapas construtivas, gerando movimentações prejudiciais à produtividade. A título de exemplo, a retirada do material referente ao término dos serviços de formas foi realizada de maneira concentrada, impossibilitando o transporte de materiais para a alvenaria. Em consequência, os pedreiros e serventes foram transferidos para um dos outros blocos do canteiro onde passaram a executar o reboco. Por tão pouco tempo, é bem provável que não tenham alcançado um bom desempenho naquela atividade. Soma-se a isto a dificuldade de supervisão dos trabalhos da equipe de reboco, com a introdução de novos elementos. Se não houvesse outro bloco para rebocar, é bem provável que os operários ficassem ociosos.

A Figura 5.3 representa a distribuição das atividades dentro da equipe, a qual foi utilizada em comparações da evolução do sistema. Seu uso para fornecer informações com respeito à melhoria do sistema de movimentação é limitado, na medida que engloba serventes e pedreiros.

A distribuição das atividades são mostradas na forma de um histograma para cada classe de tempo. Assim como o diagrama de Pareto, permite separar os poucos e significantes problemas de um processo ou produto dos muitos e triviais.

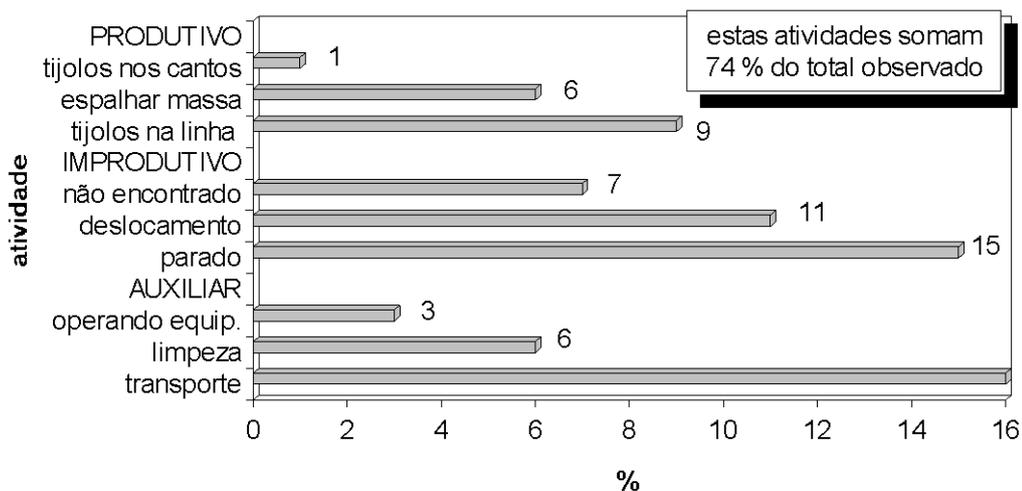


Figura 5.3
Atividades mais Frequentes da Equipe de Alvenaria na Obra 1994a

A indefinição de áreas claras e objetivas para o transporte dos insumos gerou grande parte dos problemas verificados. A antecipação dos problemas de canteiro quanto a movimentação e ao armazenamento de materiais não foi observada.

A circulação de pedreiros e serventes no posto de trabalho era sempre dificultada pela disposição caótica dos materiais. O problema é agravado se for considerado que transporte e deslocamento ocuparam 27% do tempo da equipe. A título de exemplo dos problemas com locação de materiais, constatou-se pilhas de tijolos concentradas em extremos de paredes a executar. Não se verificou tentativas de distribuir estes tijolos em pilhas menores ao longo das paredes.

O sistema de comunicação andar-guincheiro não funcionava bem, necessitando de constantes gritos de todos os lados para o atendimento dos pedidos. Os atrasos e a freqüente irritação de pedreiros e serventes era visível. Sistemas alternativos como o *walk-talk*, lâmpadas, sinais sonoros ou um simples tubo-fone, poderiam resolver o problema.

A dessintonia do transporte de materiais com suprimentos gerou casos de descarregamento de três tipos de materiais simultaneamente. O efeito direto é o deslocamento dos serventes dos postos de trabalho por longos períodos e conseqüente prejuízo do ritmo de produção do pedreiro. A troca de informações mais contínua entre o pessoal de suprimentos e do canteiro, ou entre o canteiro e fornecedor diretamente, viabilizando um planejamento da chegada de materiais que não atrapalhe os serviços de canteiro, poderia diminuir estas ocorrências.

5.2.2.2. ANÁLISE DOS PEDREIROS

Comparações com a literatura internacional mostram que os tempos produtivos de pedreiros estão muito baixos (Figura 5.4). Segundo Bennet & Ounerod (19..) este tempo pode chegar a 55 % com adequada organização e com uma equipe motivada para tal. Esta ineficiência é agravada pelo fato dos pedreiros estarem trabalhando sob regime de tarefa, num ritmo de trabalho bem acima de um pedreiro horista. Pode-se atribuir, então, a baixa produtividade ao sistema de produção utilizado.

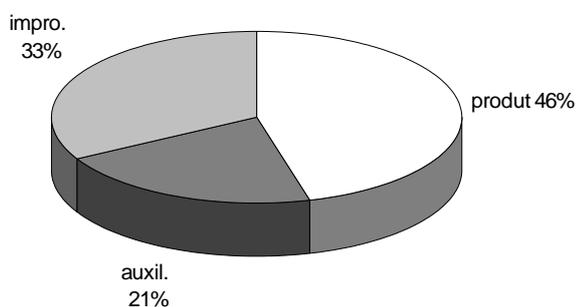


Figura 5.4
Distribuição dos Tempos dos Pedreiros - obra 1994a

Na análise das atividades, procurou-se separar apenas as três principais de cada grupo. O resultado é sintetizado no gráfico a seguir:

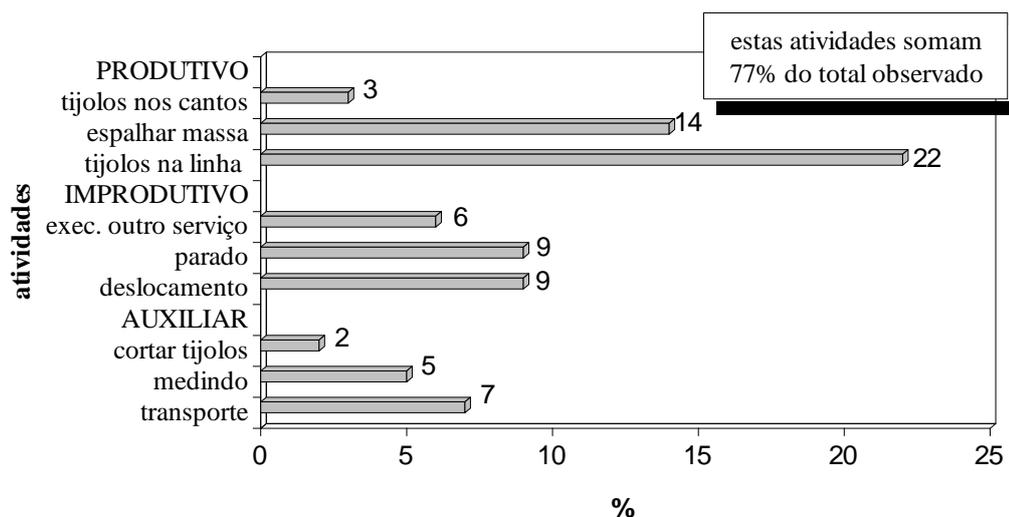


Figura 5.5
Atividades mais Frequentes entre Pedreiros - obra 1994a

A elaboração de uma estrutura de trabalho, com equipamentos que facilitassem o deslocamento dos postos de trabalho mostrava-se uma necessidade urgente. Andaimos instáveis e de difícil montagem, masseiras pesadas e coordenação deficiente do abastecimento são exemplos das causas do alto índice de deslocamento e transporte que, somados, totalizavam 16% do tempo do pedreiro.

Em 9% das 799 observações de pedreiros, verificou-se que os mesmos estavam parados, devido entre outros fatores, ao cansaço físico. Em um posto de trabalho mais elaborado do ponto de vista ergonômico é bem provável que este valor não seria tão alto. Portanto, intervenções ergonômicas no sistema tem potencial de redução deste tempo.

A quantidade de observações do pedreiro se deslocando, cerca de 9%, mostra o prejuízo decorrente de um *layout* de trabalho não adequadamente preparado e das deficiências de abastecimento. Boa parte deste índice seria reduzido com a manutenção da proximidade dos materiais. Um exemplo deste problema é o posicionamento da fonte de água, não centralizada no andar ou as pilhas de tijolos, constantemente fora da altura de trabalho.

O transporte de materiais realizado pelo pedreiro, ocupando 7% de suas atividades, seria reduzido se houvesse uma correta distribuição de materiais e equipamentos no andar. Além disso, este transporte de materiais deveria ser transferido quase que totalmente aos serventes.

As freqüentes idas e voltas do pedreiro para executar outros serviços, observadas em 6% das anotações, indicam a falta de planejamento prévio do seqüenciamento das diversas atividades do canteiro. A concentração no trabalho é um dos fatores para o aumento da produtividade. Entre as razões para que o tempo e esforço em uma atividade diminuam com a repetição estão a concentração, a familiarização, a melhor coordenação do grupo, melhoria da organização do trabalho, melhor suporte de engenharia, melhor gerência do dia-a-dia, melhor supervisão, desenvolvimento de técnicas e métodos mais eficientes e a possibilidade de desenvolvimento de um sistema de suprimentos mais eficiente.

Em cerca de 5% das observações do pedreiro, o mesmo estava medindo, prumando ou nivelando. A utilização de instrumentos de nivelamento, medição e prumo mais ágeis, muitos inclusive existentes comercialmente, poderia diminuir o tempo gasto com esta atividade.

O corte de tijolos, verificado em 2% das observações, não deveria ocorrer. A dificuldade de alcance, a própria inexistência de meio tijolos junto ao posto de trabalho e as dificuldades de amarração e modulação das paredes são as principais causas deste problema. Este fato reforça a necessidade de existir um planejamento adequado para o fornecimento dos materiais, assim como aponta as vantagens de se efetuar a modulação de projetos.

5.2.2.3. ANÁLISE DOS SERVENTES

A falta de planejamento quanto ao dia, local e equipe de descarga gerou muitas improvisações. Um plano de movimentação e armazenamento de materiais elaborado com antecedência e em acordo com as equipes diminuiria este desperdício de tempo e esforços.

A Figura 5.6 mostra o elevado índice de tempos improdutivos para os serventes: 57%. Este é o resultado da falta de condições de trabalho e instrumentos de motivação adequados, além do dimensionamento inadequado da equipe. Verificou-se também a pouca utilização deste tempo ocioso, por exemplo, em atividades de aprendizado. O aprendizado no trabalho é um dos instrumentos possíveis de motivação.

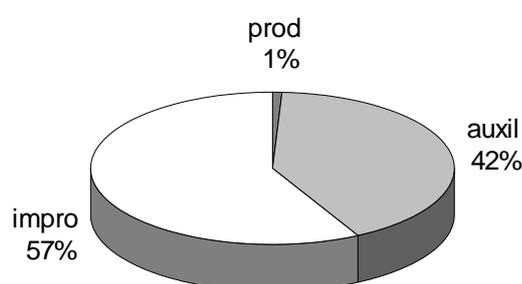


Figura 5.6
Distribuição dos Tempos dos Serventes - obra 1994a

O fato de em 18% das observações o servente estar parado (Figura 5.7) revelou que a equipe estava mal dimensionada. A composição da equipe nesta obra era de 1:1 (um pedreiro para um servente). Composições diferentes como 2:1 ou 3:2 podem alterar esta situação como atestam os estudos de Pigott (1972). Para tanto deve-se planejar antecipadamente a seqüência de execução de alvenaria, de forma que os serventes não necessitem deslocar-se excessivamente para atender mais de um pedreiro. Este dimensionamento deve ser realizado previamente, baseado, por exemplo, na produtividade dos profissionais da empresa obtida pelo cartão de produção.

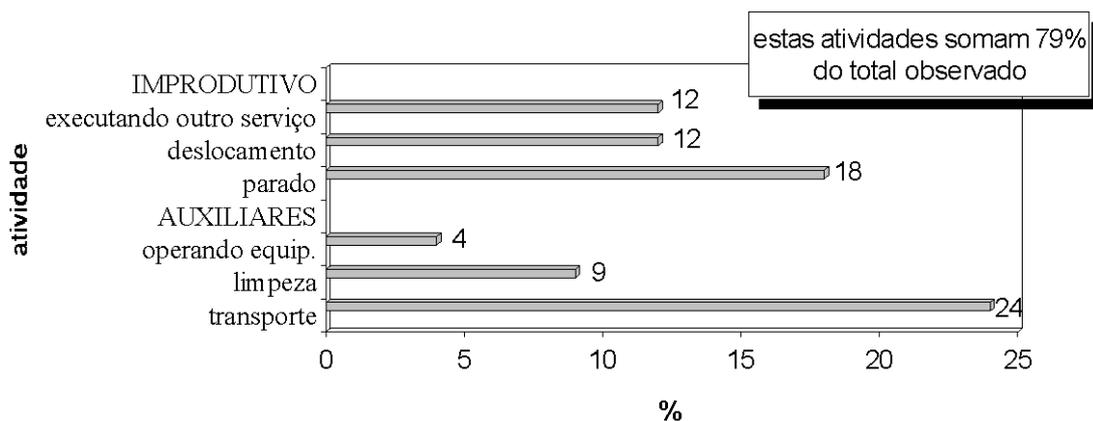


Figura 5.7
Atividades mais Frequentes entre os Serventes - obra 1994a

A formulação de alternativas de *layout* para facilitar o trabalho de serventes no seu deslocamento (12%) e no transporte (24%) deveriam ser pensadas já na etapa de planejamento.

Durante o período da pesquisa observou-se que em 12% das vezes o servente estava executando outro serviço. Isto se reflete diretamente na produtividade do pedreiro que acaba assumindo atividades que não lhe competem. Avisos antecipados da chegada de caminhões e da equipe que vai ajudar no transporte, por exemplo, ajudariam o servente a se precaver da falta de materiais para o pedreiro.

Verificou-se a inadequação do sistema de transporte. O prejuízo do transporte de tijolos por giricas, por exemplo, não é apenas monetário devido ao desperdício, mas também físico ao trabalhador. Considerando só os blocos cerâmicos que foram entregues no canteiro, até o período do diagnóstico, cerca de 66 caminhões, foram gastos aproximadamente 1320 horas de servente. Um sistema de transporte mais racionalizado, como a utilização de pallets, por exemplo, pode reduzir consideravelmente este consumo. Além disso o efeito do deslocamento dos serventes das atividades de auxílio ao pedreiro geraram quedas do nível de produção.

Verificou-se, também, o desbalanceamento do transporte. Houve excesso de operações, sobrecarregando toda a equipe, em determinados momentos, e, na seqüência, momentos de quase total ociosidade. Muitas vezes os observadores verificaram serventes parados em frente ao guincho, aguardando a subida do material e em outras observou-se giricas cheias, aguardando espaço nas caixas de argamassa. A distribuição dos esforços com

uma alteração do atual sistema de envio dos materiais aos andares, através de um trabalho contínuo e em ritmo constante, aumentaria a produtividade da equipe.

Uma das fontes do elevado índice de deslocamentos são as paradas para café no meio dos turnos, diminuindo a concentração no trabalho, um dos fatores para o aumento da produtividade. Se o café da manhã fosse servido no início da manhã, evitaria estes deslocamentos desnecessários, além de garantir que todos os operários não trabalhassem em jejum. É normal uma certa inércia na retomada dos trabalhos após paradas para lanches ou almoço. Na obra analisada esta inércia ocorria uma vez na metade de cada turno (Figura 5.8).

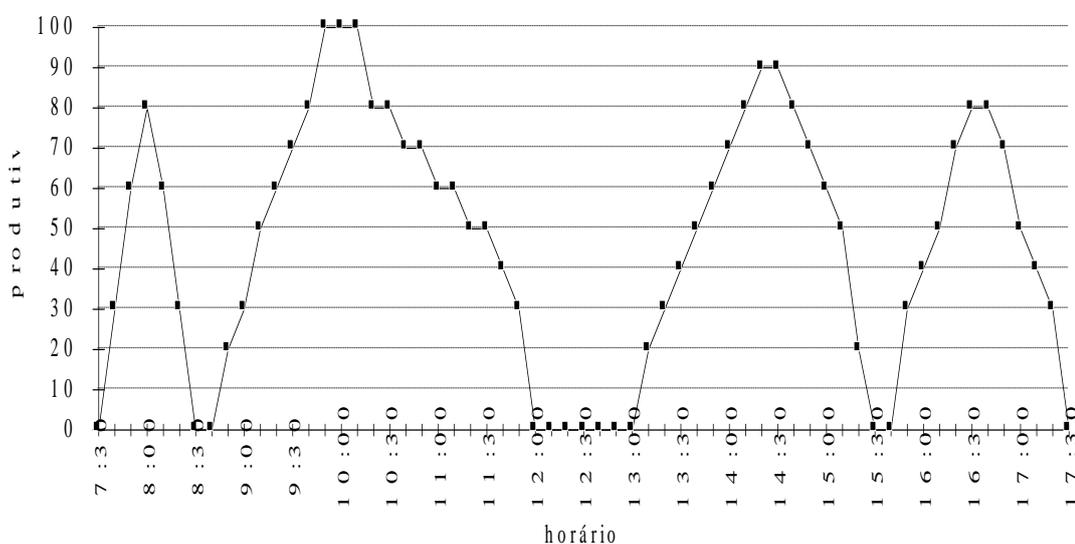


Figura 5.8
Curva hipotética com as paradas para café no meio dos turnos

É excessivo o percentual de 9% de tempo despendido pelo servente em atividades de limpeza. Muitas vezes ele só o fazia pela falta do que fazer, e de maneira lenta. Este serviço poderia ser mais concentrado, ao final dos turnos por exemplo. A forma de remoção do entulho, arrastando pilhas com a enxada ou pá, poderia ser alterada para não ocupar tanto tempo.

A preparação prévia do próximo posto de trabalho por parte do servente diminuiria a necessidade de paradas na produção. O pedreiro dispense 7% de seu tempo no transporte de materiais e 9% em deslocamento, não tendo, desta forma, sua capacidade produtiva explorada ao máximo. Para viabilizar esta antecipação da preparação do posto, as peças de andaime precisam ser mais leves e de rápida montagem.

5.2.3. DOCUMENTAÇÃO DE IMAGENS DO SISTEMA

Uma série de fotografias foram feitas focalizando, principalmente, as questões de desperdício, segurança, ergonomia, e *layout*. Parte destas fotografias foram transformadas em slides e aproveitadas nos cursos de treinamento e nos seminários.

Durante o diagnóstico da obra 1994a não se dispunha do equipamento de filmagem *time-lapse*. Desta forma, utilizou-se como ferramenta a filmagem normal. As filmagens realizadas neste diagnóstico buscaram focalizar as deficiências do processo produtivo, tanto as consideradas como crônicas como aquelas de caráter esporádico.

O filme foi editado, colocando cada uma das fases componentes do processo produtivo na ordem cronológica que ocorrem no canteiro. Assim, abordou-se o transporte de cimento, areia e blocos/tijolos, a produção da argamassa e a marcação e elevação da alvenaria.

Este vídeo continha aproximadamente 30 minutos. Para evitar a dispersão da atenção do público durante a sua exposição, escolheram-se músicas de fundo que conferissem mais dramaticidade e humor à edição. Não se utilizou de frases explicativas nem locução, fazendo uso apenas dos efeitos disponíveis para manipulação dos quadros como o *slow motion* e o multiplicador de quadros.

Este vídeo mostrou ser uma poderosa ferramenta de diagnóstico na medida que todos os funcionários da empresa, tanto engenheiros como operários, tiveram oportunidade de associar os resultados de outras técnicas com os fatos ocorridos em canteiro. Este material foi utilizado tanto no seminário realizado para a alta gerência, como nas palestras para os mestres e cursos de treinamento para pedreiros e serventes.

5.2.4. CARTÃO DE PRODUÇÃO

Utilizou-se esta técnica no acompanhamento dos serviços de execução de alvenaria na obra 1994a durante sete dias úteis. Inicialmente, discretizou-se todas as paredes em segmentos menores, procurando, na medida do possível, seguir a ordem de execução do pedreiro. Para o cálculo das áreas descontou-se todos os vãos. Classificaram-se as paredes conforme o tipo de tijolo e a espessura. No cartão de produção fez-se um croquis indicando a numeração das paredes.

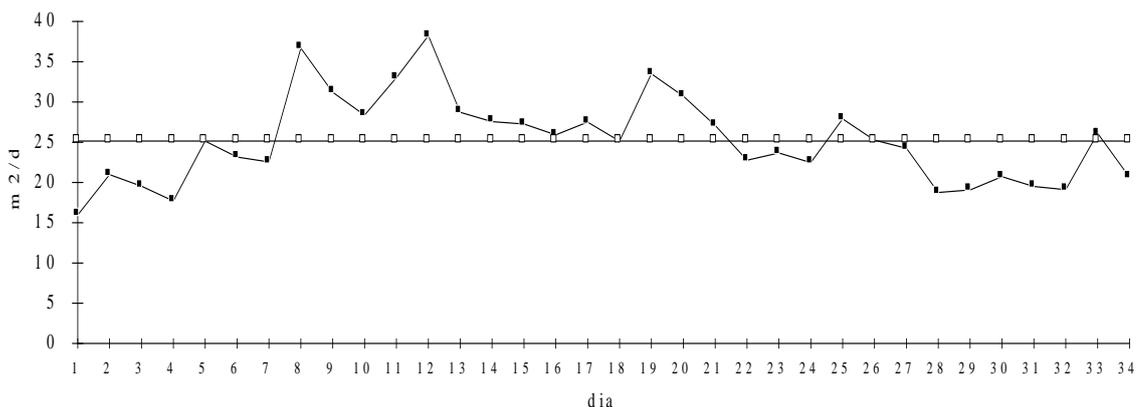
A orientação dada ao estagiário da empresa, responsável pela coleta do cartão de produção, foi a de efetuar as anotações ao final de cada turno. Quanto menor os intervalos de coleta maior o nível de precisão. Para evitar a marcação da mesma parede por mais de uma vez, decidiu-se utilizar uma planilha de controle englobando todas as paredes da obra, na qual era anotada diariamente a evolução da atividade.

Esta obra utilizava tijolos de 6cmx9cmx19,5cm e blocos cerâmicos de 6 furos com (9x15x19,5). Face à variedade das espessuras das paredes bem como se de tijolo ou bloco cerâmico, decidiu-se obter índices de produtividade na unidade número de blocos ou tijolos assentados por hora(Tij/h). A parede padrão para transformação dos dados na unidade m²/hora foi a parede de 15 cm (1/2 bloco) de blocos cerâmicos de 6 furos, com junta de 1,5 cm. Desta forma as paredes de 20 e 25 tinham suas quantidades produzidas sob na mesma unidade de medição. As quantidades obtidas em tijolos por hora possibilitaram mais tarde a conversão em m²/hora.

A análise dos dados coletados revelou resultados considerados muito altos para as condições da organização da produção. A média da produção da equipe, segundo estes dados, era de 0,22 HH/m². Supõe-se que esta discrepância tenha ocorrido pelo não entendimento dos reais objetivos da coleta ou pelo não entendimento do procedimento de coleta.

Como já havia certa quantidade de dados coletados pela empresa na mesma obra e face à falta de confiança quanto aos dados coletados durante o período de diagnóstico, decidiu-se por considerar os primeiros como indicadores do nível de produção. O índice médio encontrado foi de 25 m²/dia (8,8 horas de trabalho por dia) ou 0,35 HH/m². O gráfico a seguir representa estes dados:

Figura 5.9 - Produção na obra 1994A



5.2.5. CÁLCULO DO DESPERDÍCIO CONTÁBIL

Restringiu-se o cálculo somente à areia, cimento, blocos cerâmicos e tijolos. Inicialmente, procurou-se calcular o desperdício contábil somente para a elevação da alvenaria do bloco C do canteiro em análise. Entretanto não foi possível, pois não havia separação de entradas de materiais por edificação nas fichas de estoque do almoxarifado.

Como o bloco A e B tinham parte de suas paredes rebocadas, houve, também, a necessidade de se considerar o reboco também no cálculo. Seria extremamente difícil separar quanto de areia e cimento fora utilizado no assentamento dos blocos, reboco e chapisco.

A vistoria inicial (VI) foi realizada no dia 17/05/94 e teve como auxiliares o estagiário da empresa e o almoxarife. Utilizaram-se as medições de alvenaria já realizadas na elaboração do cartão de produção para avaliar a quantidade já executada. As superfícies rebocadas/chapiscadas foram medidas uma a uma, aproveitando, quando possível, a similaridade dos apartamentos. No bloco A a área de alvenaria foi medida via projeto, fazendo uso das plantas arquitetônicas e estruturais. Com a colaboração do almoxarife conferiu-se todos os estoques existentes nesta data e, também, tomou-se nota dos totais acumulados constantes nas fichas de estoque.

A espessura teórica de junta utilizada nos cálculos, foi de 1,5 cm. A espessura do reboco interno considerada foi de 1,5cm e para o reboco externo 2,5cm. Para o cálculo dos consumos teóricos, utilizou-se o traço estipulado pela empresa. Desta forma verificou-se que os quatro materiais estudados tiveram até a data da vistoria os seguintes desperdícios:

Tabela 5.1 - Desperdícios contábeis da obra 1994A

MATERIAL	DESPERDÍCIO	QUANTIDADE	U\$/UN	CUSTO (U\$)
Cimento	79,6%	3163 sacos	5,67	17.934
Areia	42,5%	325 m ³	10,19	3.312

Tijolo 6 Furos	5,4%	27.500 un.	0,11	3.025
Tijolo Maciço	25,5%	40.468 un.	0,07	2.833
			TOTAL	27.104

Para se ter uma medida do desperdício volumétrico da produção da alvenaria, separou-se por uma semana, em dois apartamentos, o entulho resultante do trabalho de dois pedreiros. A opção por coletar em apenas dois apartamentos deveu-se única e exclusivamente ao prazo estipulado para diagnóstico da obra. A medição foi feita por giricas. Os resultados estão apresentados na Tabela 5.2.

Embora os dados não possam ser considerados como estatisticamente representativos da obra, a estimativa resultante representa um indicador inicial do entulho produzido, que pode ser empregado com referência para futuras comparações.

Tabela 5.2 - Desperdício volumétrico na obra 1994A

Área de parede simples	Volume retirado	Índice Volume/Área	Área executada até a vistoria	Estimativa de Desperdício
300 m ²	1,26 m ³	0,0042 m ³ /m ²	17420 m ²	73m ³

Lista-se a seguir as principais fontes de desperdícios verificadas na obra 1994a, em particular no bloco C, durante o diagnóstico:

-CIMENTO

apesar de não quantificado em separado, foi verificado visualmente que uma das grandes fontes do desperdício de cimento era a incompatibilidade do projeto estrutural e arquitetônico. Vigas de 12cm de largura para tijolos de 9cm geraram rebocos com 80% a mais da espessura necessária;

o sistema de descarregamento de cimento de forma manual até a pilha, provocou o rasgamento de sacos com frequência. Uma parcela deste desperdício foi devido à altura da pilha, outra motivada pela distância e posicionamento para descarregamento impostas ao operário;

o traço era feito através da contagem de pás, não sendo possível realizar o controle adequado da mistura. A alteração do atual sistema para outro com maior controle do traço pode também beneficiar o trabalho do pedreiro que passa a utilizar uma argamassa mais homogênea;

foi verificado o afastamento insuficiente das pilhas em relação ao piso e à umidade da chuva;

não se verificou a utilização dos sacos mais antigos antes dos mais novos (estocagem do tipo PEPS - Primeiro que Entra é o Primeiro que Sai);

-AREIA

assim como no caso do cimento, uma das grandes causas de desperdícios da areia foi a espessura excessiva do reboco. Grande parte dos 42,3% de desperdício da areia poderiam ser evitados na etapa de projeto;

não havia preparação do local de recebimento da areia. O *layout*, apesar de cômodo para descarregamento, não era adequado para evitar as perdas com as chuvas. Não se verificou qualquer tipo de proteção lateral, com o agravante de existir uma grande depressão ao lado do monte;

a possibilidade de contaminação com outros materiais era constante. Não havia preparação de uma base adequada;

não havia controle de qualidade no recebimento da areia;

-TIJOLOS

os meios de transporte eram inadequados. A forma da girica, as quedas de tijolos durante o transporte e o descarregamento através do tombamento geraram muitas das quebras constatadas;

a carência de modulação do projeto gerou, em praticamente metade das vigas dos pavimentos tipo, a necessidade de corte de um terço do tijolo para que se pudesse fechar o vão na altura;

não havia controle qualitativo de recebimento dos tijolos;

o sistema de recebimento deste material é manual levando à monotonia e ao cansaço, condições que conduzem ao descaso no manuseio do material. Até o "*lançamento*" de tijolos dentro da girica foi verificado;

o local de armazenamento necessitaria de estudo mais criterioso na etapa de planejamento do canteiro;

o posicionamento de estoques de tijolos maciço, por longos períodos, sem proteção das chuvas, como foi verificado, diminui sensivelmente a qualidade do mesmo;

o duplo manuseio foi freqüentemente verificado nos andares;

foram verificadas pilhas não intertravadas e instáveis, sendo algumas vezes observado o desmoronamento das mesmas;

não se verificou locação efetiva de meio tijolos junto ao pedreiro. Este fato é confirmado pela amostragem do trabalho: em 2% de observações o pedreiro estava quebrando tijolos;

não se aproveitou do alongamento das pilhas nos postos de trabalho, isto é, havia concentração excessiva de tijolos em poucas pilhas nos pavimentos com alvenaria em execução, levando a muitas movimentações desnecessárias;

os andaimes eram instáveis e de difícil montagem, com freqüentes quedas de tijolos;

as condições de percurso são ruins. A rampa de subida ou descida do guincho é instável, exigindo grande esforço para ser superada e, muitas vezes, desmontando-se ao ser forçada.;

as distâncias entre paredes não permitem uma passagem livre para as giricas;

5.2.6. ANÁLISE CRÍTICA DA LOGÍSTICA DO SISTEMA

Uma parcela da análise da logística do sistema de movimentação e armazenamento de materiais neste canteiro é apresentada nos itens anteriores. Relaciona-se a seguir somente as questões referentes ao arranjo físico de equipamentos, armazenamento e vias de circulação e, também, na seqüência da movimentação dos postos de trabalho.

Utilizou-se o traçado das linhas de fluxo para analisar as vias de circulação no térreo e no pavimento tipo. Para o térreo fez-se um croqui, localizando a posição dos materiais e as vias utilizadas tanto por pessoas como para transporte de materiais (Figura 5.10).

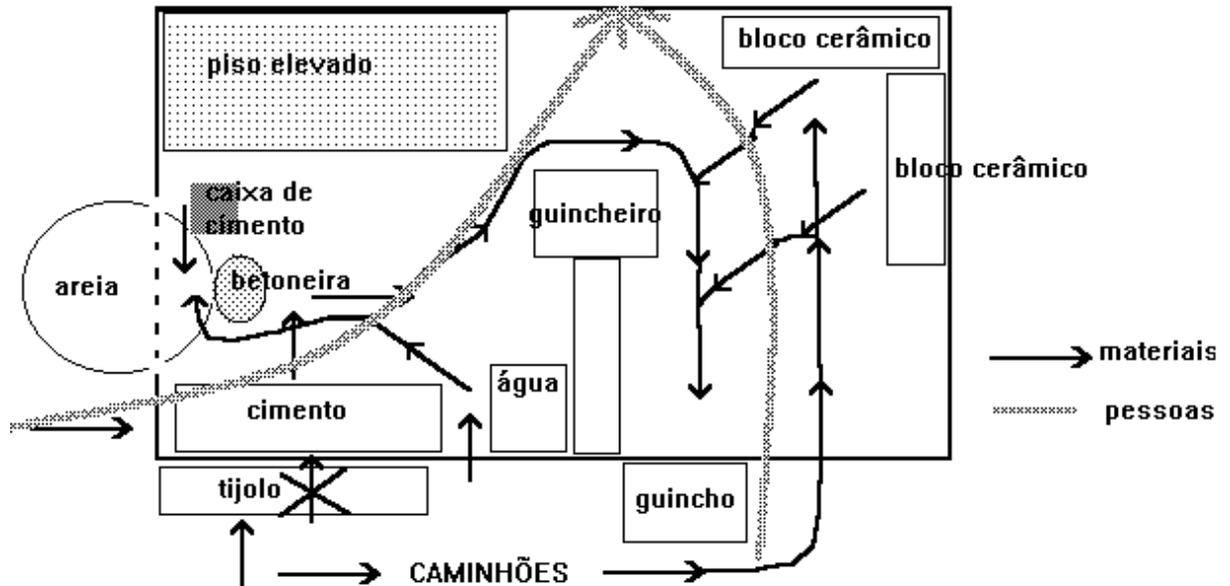


Figura 5.10

Esquema ilustrativo da linhas de fluxo do térreo - obra 1994a

Como era esperado, o simples traçado destas linhas revelou os graves problemas de circulação presentes. A grande maioria destes poderiam ser evitados na fase de planejamento. Dentre os problemas verificados no térreo pode-se citar:

posição do guinheiro impedindo o transporte direto da argamassa até o guincho, havendo a necessidade de se efetuar uma volta em torno do posto de trabalho do mesmo;

posição dos tijolos impedindo descarregamento direto do cimento na pilha;

a circulação das pessoas estranhas através dos postos de trabalho não era impedida;

a água para dosagem da argamassa localizava-se há cerca de 3m da betoneira, sendo transportada em uma lata. Uma simples torneira de água junto à betoneira, eliminaria este transporte;

dosagem da areia e cimento feita por pás, não havendo a menor condição de controle;

a qualidade do cimento estava comprometida com as pilhas de cimento que chegavam a 14 sacos. Além disso a altura da pilha traz enormes prejuízos ergonômicos ao trabalhador;

como a estocagem de cimento não era do tipo PEPS (Primeiro que Entra é o Primeiro que Sai) certos sacos de cimento deveriam estar há meses sem uso pela dificuldade de acesso;

a posição da caixa de cimento dificultava o transporte deste material. A betoneira estava entre a caixa e a pilha de cimento;

a areia, sem proteção e contenção, espalhava-se numa área relativamente grande, estando sujeita à ação das chuvas e do vento, dificultando o trabalho do servente;

os tijolos maciços eram colocados atrás da pilha de cimento, forçando o servente a ter que dar uma volta à pilha para poder transportá-los até o guincho

os blocos cerâmicos poderiam ser descarregados mais próximos ao guincho;

não existiam rampas para facilitar a transposição de desníveis no piso.

Para analisar o acompanhamento dos fluxos de execução das alvenarias no pavimento tipo, fez-se sobreposição de imagens em transparência. Desta forma pode-se verificar que a falta de orientação ou planejamento causou o surgimento de enclausuramentos dos pedreiros em pequenos ambientes. Este enclausuramento impedia a entrada de andaimes com conseqüente prejuízo ergonômico ao trabalhador. Os problemas de seqüenciamento impediam um fluxo mais direto dos materiais no andar.

5.3. ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados apresentada anteriormente foi quase que totalmente realizada pelos pesquisadores e constou nos relatórios entregues à empresa. A exposição desta primeira análise ao pessoal da empresa durante os seminários e cursos de treinamento, gerou debates, proposições e críticas que enriqueceram e aumentaram a sua profundidade.

A análise realizada pelos pesquisadores intensificou-se na amostragem. Para esta técnica o procedimento utilizado foi o seguinte: primeiramente o pesquisador fez um esboço de suas principais conclusões. A seguir, realizou um *brainstorming* com os observadores, considerando que os mesmos foram os que tiveram contato mais direto com a população amostrada e os que potencialmente tinham mais condições de interpretar os dados.

5.4. PLANO DE AÇÃO

5.4.1. CONSIDERAÇÕES

A implantação das melhorias deu-se em paralelo à implantação de um novo sistema de alvenaria. Este sistema tinha como principais características a utilização de blocos cerâmicos de maior dimensão (14cmx29cmx29cm e 19cmx29cmx29cm) transportados em equipamento especial (estrado vertical com garfos inferiores, semelhante ao carro de estrado vertical, exposto na Figura 2.2), paredes de alvenaria moduladas e execução das instalações elétricas simultaneamente à elevação da alvenaria.

A consideração da implantação de um processo construtivo novo foi considerada em todos os cursos de treinamento, seminários e, principalmente, na formulação das ações.

5.4.2. CURSOS DE TREINAMENTO E SEMINÁRIOS

Nos seminários e cursos de treinamento buscou-se focar somente os problemas mais importantes e que teriam o maior impacto em termos de produtividade e melhoria das condições de trabalho. Seguiu-se assim o princípio de Pareto segundo o qual 80% das dificuldades vem de 20% dos problemas.

Procurou-se relatar os resultados do diagnóstico para todos os níveis da empresa. A primeira iniciativa foi um seminário para a média e alta gerência. O seminário assumiu um caráter de grande evento dentro da empresa, já que era o primeiro resultado da parceria Universidade-empresa.

Neste seminário os problemas da obra foram expostos de maneira objetiva, apontando os problemas de maior significância em termos financeiros, de eficiência do trabalho e de carga física e segurança do trabalhador. Na exposição foram utilizados como material didático “slides”, transparências e o vídeo editado.

Os comentários e perguntas de todos os participantes durante e depois do seminário revelaram o grande interesse que todos tinham quanto aos resultados. A presença da diretoria revelou-se de extrema importância, conferindo maior valor à discussão dos resultados do diagnóstico.

Aos mestres de obra foi reservado um pequeno curso realizado em duas tardes. Procurou-se neste curso abordar apenas e tão somente os aspectos práticos das tarefas sem

entrar na questão custo ou outras que não lhes interessavam de forma imediata. Os resultados do diagnóstico foram expostos, obtendo como retorno opiniões e críticas contundentes, que foram devidamente anotadas e consideradas.

Aos pedreiros reservou-se um curso de treinamento especial, de uma semana, no qual se expôs a nova tecnologia a ser empregada, os resultados do diagnóstico, noções básicas sobre leitura de plantas, além de outros tópicos de igual relevância. Durante este treinamento aproveitou-se para realizar um *brainstorming* voltado aos problemas apontados no diagnóstico. Muitos problemas operacionais dos canteiros, não detectados no diagnóstico foram apontados pelos participantes. Através do curso preparou-se um clima organizacional para aceitação e assimilação de melhorias que viessem a ser necessárias.

5.4.3. ELABORAÇÃO DO PLANO

Com todos os problemas devidamente diagnosticados, analisados e divulgados, a próxima etapa constitui-se no estabelecimento de um plano de ação. Este plano poderia ser conduzido durante os seminários e cursos de treinamento, aproveitando a presença de todos. Contudo no estudo de caso optou-se por efetuar este plano após estes eventos. Procurava-se dar maior rapidez ao processo com este procedimento, através da participação de um número menor de pessoas.

A equipe de pesquisa interferiu o mínimo possível nesta fase, deixando a cargo da construtora a definição de como proceder para resolver os problemas levantados. Afastava-se assim a possibilidade de envolvimento com a política interna da empresa e a dependência por parte da empresa de soluções externas.

Para contribuir na maior rapidez dos trabalhos, decidiu-se fornecer um sugestão de um plano de ação baseado no 5W1H. Este plano, sendo apenas uma sugestão, abria espaço para alteração e adaptação por parte da empresa. Na Quadro 5.1 é apresentado o plano preparado.

Não se efetuou projeção de metas numéricas de resultado tendo em vista as críticas existentes quanto a esta forma de gerência. O uso de metas numéricas para julgar e dirigir a performance causa uma série de problemas como o pensamento de curto prazo e o mascaramento de resultados.

5.5. IMPLANTAÇÃO DAS MELHORIAS

Neste estudo de caso, a coordenação da implantação das melhorias ficou a cargo de uma única pessoa, no caso o engenheiro da obra. A implantação destas melhorias deu-se na forma de um teste piloto, na obra denominada 1994B. Esta obra constituía-se de um prédio residencial de 10 andares, com quatro apartamentos de 150 m² em cada pavimento.

As soluções para os problemas detectados foram naturalmente resolvidos pela gerência do canteiro. À equipe de intervenção cabia dar sugestões quando havia o desconhecimento das soluções possíveis. Contudo procurou-se não prescrever soluções, buscando dar a liberdade de criação para a gerência da empresa.

Nesta fase, várias foram as ações colocadas em prática, tais como:

melhoria dos acessos: desobstrução e execução de rampas muito mais estáveis e planas;

estudo e implantação de *layout* mais racional para produção de argamassa;

controle mais preciso do traço da argamassa: elaborado um dispositivo de madeira que aproveitava o nível mais elevado do armazenamento da areia. Constituía-se basicamente numa caixa de madeira inclinada com uma tampa. Esta tampa, ao ser retirada permitia a passagem da areia por gravidade até a betoneira;

local de trabalho limpo;

locais de armazenamento dimensionados e delimitados (a delimitação se deu por pintura no piso);

o contato direto entre obra e o fornecedor dos blocos possibilitando controle mais efetivo dos estoques;

melhora da comunicação andar-guincheiro através da utilização de tubofone;

estabelecimento da seqüência de execução da alvenaria, única e mais racional;

fornecimento de blocos para marcação e elevação de forma antecipada;

confecção de andaimes de montagem mais rápida e com menor esforço: metálicos e em módulos (plataforma + cavalete);

k) cordas de proteção sinalizadas em toda a volta dos andares, onde não havia alvenaria externa executada;

l) alteração dos horários de café: acordo com o sindicato dos trabalhadores e votação realizada na obra permitiu a mudança dos horários. A empresa passou a fornecer o café da manhã, sendo servido antes do início da jornada de trabalho;

m) alteração da composição da equipe: a equipe da obra 1994A era 1:1, nesta obra passou a ser 2:1, ou seja, dois pedreiros para um servente nos postos de trabalho.

A melhoria mais significativa, no entanto, não estava ligada diretamente aos processos de movimentação e armazenamento, mas sim na sensível mudança de atitude das pessoas envolvidas. A diferença de postura do engenheiro em relação às tarefas rotineiras mudou sensivelmente, refletindo-se na melhor organização do canteiro. O mestre da obra, sentindo-se apoiado para efetuar melhorias, também mostrou-se muito mais disposto a dar sugestões e a tomar atitudes.

Quadro 5.1 - Sugestão de aplicação 5W1H feita à empresa

N	O que?	Como?	Porque?	Onde?	Quem ?	Quando ?
1	Planejamento de áreas claras e objetivas para movimentação dos insumos	- Planejamento e análise do <i>layout</i>	-Diminuir improvisação e armazenamento dos materiais	Térreo	Eng. Rogério Mestre Jesus	Até 26/09
2	Integração entre as etapas construtivas	-Previsões via cronograma	-Diminuir improvisação das atividades entre etapas	Térreo	Eng. Rogério	Até 26/09
3	Planejamento da seqüência das atividades	-Correção de problemas com plantas de orientação	-Diminuir improvisação das atividades entre etapas	Pavimento tipo	Mestre Jesus Eng. Rogério	Até 26/09
4	Posicionamento das pilhas de blocos e tijolos	- Acompanhamento de problemas -Aula para serventes	-Diminuir duplos manuseios	Pavimento tipo	Mestre Jesus Eng. Rogério	Até 26/09
5	Fornecimento de equipamentos adequados para movimentação	-Fabricação dos equipamentos no depósito -Confecção de equipamentos já previstos	Diminuir desperdício/improvisação no transporte -Diminuir tempos auxiliares	Térreo Pavimento tipo	Arq César	Até 26/09
6	Planejamento de descargas	-Criação de um cronograma mensal de entregas	-Preparação dos locais e equipes de recebimento e armazenagem	Térreo	Fernando Mestre Jesus Eng. Rogério	Até 26/09
7	Dimensionamento	-Análise da composição	-Diminuir tempos	Pavimento	Eng. Rogério	Até 26/09

	das equipes	atual -Aplicação das diretrizes do relatório do NORIE	improdutivos	tipo	o Mestre Jesus	
8	Agilização do recebimento de materiais	-Execução da doca e rampas de acesso	-Diminuir tempos de descarga	Térreo	Arq. Cesar Eng. Rogério	Até 26/09
9	Melhorar comunicação andar/guinch eiro	-Tubofone (PVC 75mm)	-Diminuir tempo de espera -Melhorar segurança	Pavimento tipo	Mestre Jesus	Até 26/09
10	Aprendizado do servente no local de trabalho	-Aula sobre movimentação e armazenamento	-Aumentar a motivação -Melhorar a eficiência no trabalho	Térreo	Eng. Aguilaldo	Até 16/09
11	Alteração do horário do café da manhã	Contratação da empresa prestadora do serviço	Diminuir tempos improdutivos	Térreo Pavimento tipo	Eng. Marco Antônio	Até 26/09
12	Adiantamento do servente na preparação do próximo posto	-Aula +acompanhamento	-Diminuir tempos improdutivos	Pavimento tipo	Eng. Rogério Mestre Jesus	Até 26/09

5.6. DIAGNÓSTICO PARA *FEEDBACK*

A obra 1994B obteve significativos avanços gerenciais e tecnológicos. Enquanto na obra 1994A se transportava grande parte dos blocos cerâmicos e tijolos em giricas, incorrendo em significativas perdas de material e mão-de-obra, exigindo um grande esforço da mão-de-obra, na obra 1994B, os novos blocos eram transportados em carrinhos de estrado vertical. Não se utilizava mais giricas nesta obra. A postura da gerência, buscando resolver os

problemas de maneira antecipada contribui para o sucesso das melhorias. Persistiam ainda alguns duplos manuseios, porém, perfeitamente identificáveis, e com solução prevista para médio prazo.

Os resultados obtidos foram consequência tanto desta evolução tecnológica como da melhoria gerencial. Desta forma, este *diagnóstico para feedback* não mede somente as vantagens da intervenção mas também da nova tecnologia, não podendo os ganhos ou reduções de produtividade, serem conferidos exclusivamente à intervenção. Por outro lado, de acordo com as experiências brasileiras passadas, a introdução de novas tecnologias sem a evolução gerencial em paralelo, não atinge os efeitos esperados, podendo até ocorrer redução na produtividade e qualidade.

5.6.1. AMOSTRAGEM DO TRABALHO

Na obra 1994B, a equipe de produção de alvenaria constituía-se de 12 operários, na seguinte distribuição: quatro pedreiros na elevação da alvenaria, três pedreiros na marcação, um guincheiro, um betoneirista, três serventes junto aos pedreiros.

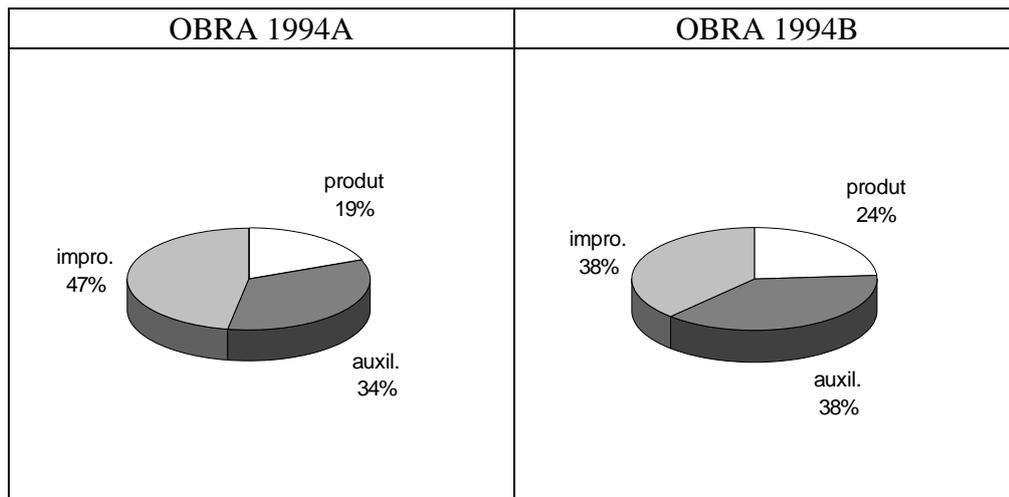
Utilizou-se para a coleta de dados três auxiliares de pesquisa, o mestre e o engenheiro da obra. As observações instantâneas começaram a partir do dia 26/09/1994 e se estenderam até o dia 20/10/1994 totalizando 2661 observações. A média de observações diária foi de 177 para a equipe, o que significa aproximadamente 15 planilhas de observação por dia. Com este total de observações, conseguiu-se um nível de confiança de 95% e erro relativo de 5% para os resultados da equipe.

Um fato que altera sensivelmente as condições de aproveitamento do tempo nesta obra, além da alteração da tecnologia, é o fato de que foi alterado a forma de pagamento dos pedreiros. Na obra anterior eram tarefeiros, nesta passaram a ser horistas. A empresa tinha como planos ter apenas pedreiros horistas. Na seqüência é exposta a análise das informações mais importantes retiradas da amostragem do trabalho, nesta obra.

5.6.1.1. ANÁLISE DA EQUIPE

Na comparação da produtividade do sistema novo com o sistema antigo, em termos de aproveitamento do tempo da equipe, a amostragem do trabalho revela que houve, de fato, ganhos de produtividade. A Figura 5.11 demonstra este fato.

Figura 5.11 - Comparação da distribuição dos tempos da equipe



A sensível diminuição dos tempos improdutivos de 47% para 38% é reflexo de uma série de alterações na organização do trabalho, entre elas a alteração da composição da equipe básica de 1:1 para 2:1. No entanto ainda existe um grande potencial de ganhos, visto que está distante da proporção considerada normal encontrada na bibliografia (1/3 para cada um das categorias).

Como era de se esperar para um processo mais racionalizado, os tempos de preparação do trabalho aumentaram, fato demonstrado pelo crescimento dos tempos auxiliares de 33% para 38%. Estes apresentam, também, um potencial de ganhos pois estão acima da proporção de 1/3. Interpretando este ganhos potenciais em termos de horas-homem, pode-se dizer que os 5% possíveis dos tempos auxiliares somados aos 5% dos improdutivos representam 211 horas-homem ao mês.

Com relação aos tempos produtivos, os números mostram que nesta obra a equipe ficou mais tempo ocupada com atividades realmente produtivas. Apesar disto, há que se tomar cuidado na interpretação deste dado. A amostragem do trabalho apenas mostra se o operário estava ou não exercendo alguma atividade produtiva, auxiliar ou improdutiva. Não avalia o ritmo que este operário estava trabalhando. Isto quer dizer que, por exemplo, se pode observar um operário executando a mesma tarefa em diferentes ritmos e obter ao final o mesmo resultado na amostragem. Para suprir esta deficiência faz-se uso de técnicas como o cartão de produção e filmagem. A variabilidade da distribuição dos tempos pode ser melhor visualizada na Figura 5.12 a seguir:

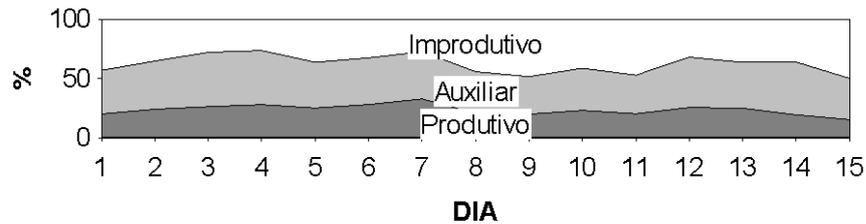
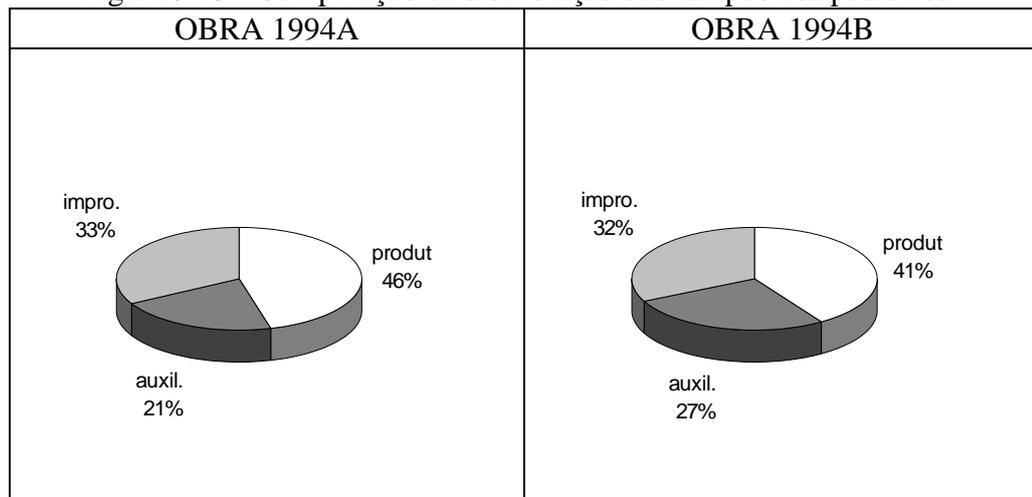


Figura 5.12
Distribuição dos tempos ao longo da pesquisa na obra 1994B

5.6.1.2. ANÁLISE DOS PEDREIROS

Os pedreiros foram observados 1515 vezes, chegando-se a um nível de confiança de 95% e erro relativo de 7,5%. Isto quer dizer que, no caso dos tempos produtivos, por exemplo, em 95 de 100 vezes que se for ao canteiro vai se encontrar o pedreiro 41% +/-3,1% do tempo ocupado em atividade produtiva.

Figura 5.13 - Comparação da distribuição dos tempos dos pedreiros



Do ponto de vista da proporção dos tempos, a obra possui uma distribuição muito boa. No entanto o ritmo observado pode ser considerado baixo, quando se observa os valores resultantes do cartão de produção, deixando clara a necessidade de se estabelecer um plano para melhorar os fatores motivacionais relacionados à satisfação no trabalho (crescimento, reconhecimento, o trabalho em si, maior responsabilidade, chance para progredir) e também os fatores de higiene relacionados à insatisfação no trabalho (condições de trabalho, salário, relações com a chefia, política da empresa).

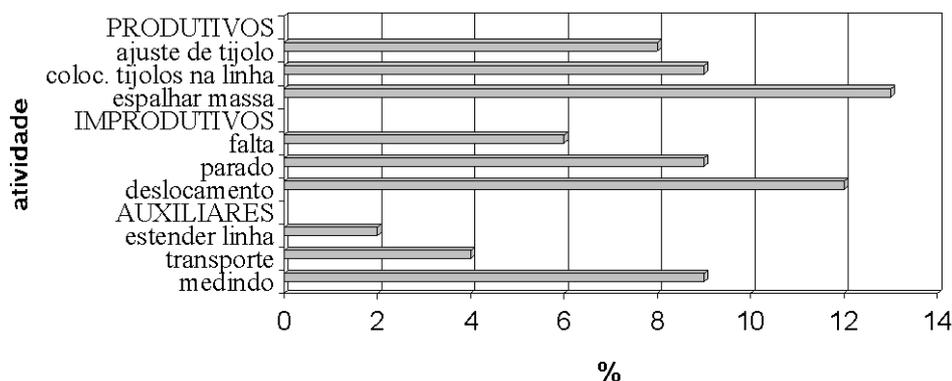
Os tempos produtivos baixaram devido, entre outras fatores, à maior complexidade do novo sistema no qual o pedreiro não tem que apenas empilhar tijolos, mas se preocupar com as instalações que virão a seguir e as distâncias da modulação. Outro fator

importante foi a redução na remuneração. Nesta obra os pedreiros trabalhavam em regime horista, enquanto que na obra anterior (1994a) trabalhavam como tarefeiros.

A Figura 5.14, mostra as três atividades de cada tipo de tempo que mais foram observadas no processo de amostragem.

É excessivo o tempo despendido pelo pedreiro em deslocamentos. Este valor, 12%, está 3% acima do encontrado na obra 1994A. Problemas com o abastecimento de material e a proximidade dos equipamentos são algumas das causas da elevada incidência desta atividade. Para reduzir o deslocamento, o projeto estrutural e a alvenaria devem estar em sintonia com relação à modulação, o servente deve auxiliar com presteza, a seqüência de execução deve ser planejada, os materiais devem estar o mais à mão possível, etc.

Figura 5.14 - Distribuição das atividades entre pedreiros - obra 1994B



As atividades de medição, englobando tudo o que se refere a posicionar os blocos e tijolos na posição correta, assumiu 9% das observações. O novo sistema construtivo exige maior atenção com as alturas e distâncias. Esta atividade no sistema antigo ocupava 5% do tempo do pedreiro. Existem, ainda, melhorias possíveis para esta atividade, devendo ser motivo de próximas ações. A mesma observação se aplica à atividade de estender a linha que nesta obra assumiu 2% do tempo do pedreiro.

O ajuste do tijolo na linha ocupando 8% do tempo do pedreiro é uma atividade que merece as atenções para a implementação de melhorias. Parte desta percentagem é devida à grande quantidade de argamassa colocada para o assentamento. Esta foi uma solução encontrada pelos pedreiros para suprir as deficiências de modulação e os desvios de dimensão dos blocos. A modulação dos projetos é imprescindível para que se diminua este tempo. Outro fator que influenciou nesta atividade é a consistência da argamassa. Esta deve merecer estudo mais criterioso para possibilitar um assentamento mais rápido, sem a

necessidade de se bater no bloco. Estas ações poderão influenciar também na diminuição do tempo despendido para espalhar a massa, verificado como sendo 13% do tempo do pedreiro.

Em 9% das vezes o pedreiro estava parado, a mesma proporção encontrada na obra 1994B, como mostrado na Tabela 5.3. Concluiu-se que são três as principais fontes desta percentagem: recuperação de energias devido ao peso do bloco, espera por materiais, mais precisamente o corte dos blocos, e interferência do electricista. Nas próximas obras, na eventualidade de se necessitar de cortes sugere-se a utilização de uma central de corte no térreo ou efetuar o adiantamento dos cortes no próprio andar de trabalho, evitando as esperas por materiais. Da mesma forma o electricista poderia ficar mais tempo disponível para auxiliar o pedreiro, deixando a atividade de fixar as caixas no bloco para a central na central de corte.

Em várias ocasiões, os auxiliares de pesquisa observaram o pedreiro ou o servente no andar gritando para o guincheiro na tentativa de solicitar materiais, resultando em esperas operacionais. O tubofone serviu para minimizar este problema. Para que este problema seja efetivamente evitado, o guincheiro deve ter a orientação de permanecer o máximo de tempo possível no posto de trabalho.

A atividade de transporte, que antes ocupava 7% (Tabela 5.3) do tempo do pedreiro, estando entre as três atividades auxiliares mais frequentes, foi reduzida para 4%. Esta foi uma consequência da redução de duplos manuseios de materiais, maior facilidade de transporte do novo sistema e melhor organização do trabalho. Durante o processo de amostragem do trabalho verificou-se que boa parte deste transporte pode ser ainda reduzido, atuando principalmente junto ao servente, via treinamento e acompanhamento.

As faltas e transferências para outras obras significaram 6% do tempo, mesmo número encontrado anteriormente na obra 1994A para a atividade denominada *execução de outro serviço*. Este comportamento prejudica a produção na obra sob diversos aspectos: subutilização dos serventes, desequilíbrio da seqüência dos postos de trabalho previamente definidos, diminuição do efeito aprendido, entre outros. Nas próximas obras, deveria-se procurar coordenar as equipes de toda a empresa para evitar este comportamento.

Tabela 5.3 - Comparação da amostragem das atividades dos pedreiros

CLASSIFICAÇÃO	ATIVIDADE	obra 1994A	obra 1994B
PRODUTIVO	ajuste de tijolo	22 ⁽¹⁾	8
	coloc. de tijolos na linha		9

	espalhar massa	14	13
IMPRODUTIVO	falta/em outro canteiro	-	6
	parado	9	9
	deslocamento	9	12
	executando outro serviço	6	-
AUXILIAR	estender a linha		2
	transporte	7	4
	medindo	5	9
	cortando tijolos	2	(2)

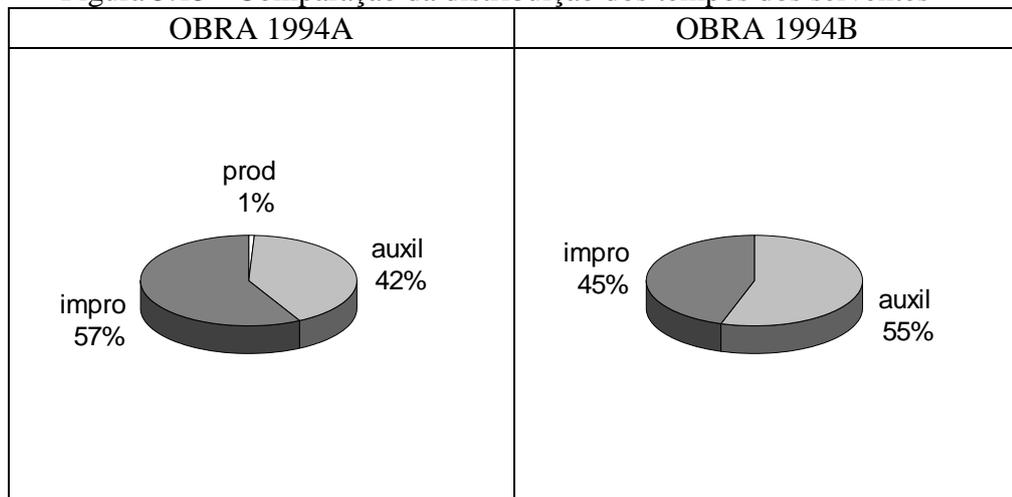
(1) na obra 1994B esta atividade foi subdividida

(2) atividade inserida em operando equipamento

5.6.1.3. SERVENTES

Entre os serventes verificou-se uma considerável alteração na distribuição dos tempos com uma redução de 12% do tempo improdutivo e conseqüente aumento dos tempos auxiliares (Figura 5.15). Este é um dos efeitos do redimensionamento da equipe. Significa, para esta equipe de cinco serventes, uma economia de aproximadamente 105 horas-homem por mês.

Figura 5.15 - Comparação da distribuição dos tempos dos serventes



Não se verificou em nenhum momento na obra 1994B ações pró aprendizagem no trabalho como se pode verificar pela inexistência de tempos produtivos. Com regras claras de funcionamento, numa relação ganha-ganha, o aprendizado no trabalho pode ser usado como instrumento de motivação para o trabalho.

Na Figura 5.16 apresenta-se as atividades mais freqüentes observadas para os serventes. Na comparação com a obra 1994A, como mostrado na tabela 5.4, os serventes apresentam distribuição semelhante das atividades. O transporte ocupa a mesma proporção de tempo, apesar do menor número de serventes. Este fato indica que os mesmos podem

estar sob a mesma carga de trabalho, mesmo atendendo mais pedreiros, pela simples utilização de um sistema construtivo e uma forma de organização do trabalho mais racional.

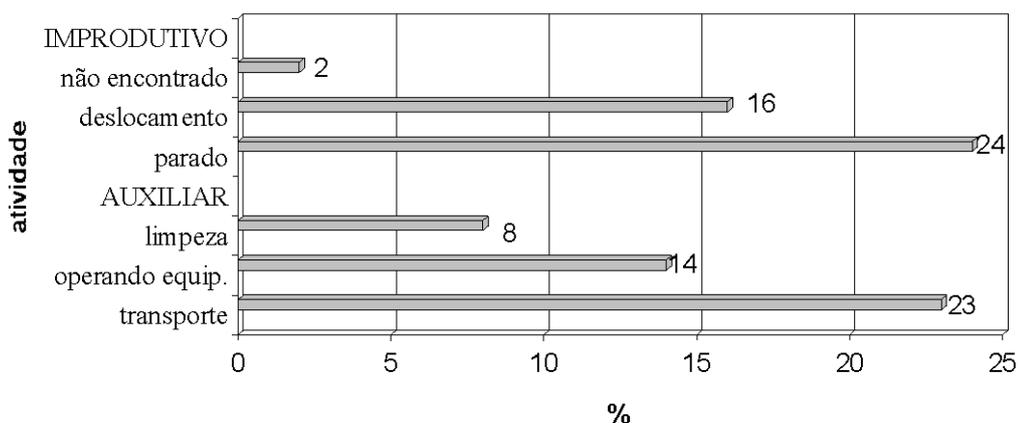


Figura 5.16
Atividades mais frequentes entre os serventes - obra 1994B

Tabela 5.4 - Comparação da amostragem das atividades dos serventes

CLASSIFICAÇÃO	ATIVIDADE	obra 1994A	obra 1994B
IMPRODUTIVO	não encontrado	-	2
	deslocamento	12	16
	parado	18	24
	exec. outro serviço	12	-
AUXILIAR	limpeza	9	8
	operando equipamento	4	14
	transporte	24	23

Ainda persistiu o duplo manuseio com argamassa e blocos, de menor gravidade, mas perfeitamente identificáveis. Não houve um adequado dimensionamento da nova masseira, que poderia ter sido obtido, por exemplo, através de técnicas de análise de valor. A masseira carregada é pesada demais para uma única pessoa transportar, ocupando sempre o pedreiro e um servente no seu transporte. Como resultado, voltou-se a utilizar o carrinho de mão para que o pedreiro não tenha necessidade de descer do andaime para ajudar o servente, e, com isto, surgiu novamente o duplo manuseio.

Houve um aumento do percentual de tempo parado. Talvez o baixo ritmo imposto pelos pedreiros na produção, decorrente da falta de motivação anteriormente citada, explique o fenômeno. Este tempo poderia ser aproveitado com a formulação de atividades alternativas ou em atividades de aprendizagem.

O aumento na porcentagem de deslocamentos entre serventes de 12% para 16% deve-se, principalmente, ao fato de que agora atendem a mais pedreiros. A necessidade de se deslocar para dois postos de trabalho, em vez de apenas um, justifica este aumento.

A limpeza continua com aproximadamente a mesma porcentagem de tempo. Há várias alternativas de reduzir o tempo dedicado pelo servente na atividade de limpeza, entre elas, o escoamento do entulho resultante nos andares através de equipamentos, implantação de um programa 5S, etc. Em apenas um andar, retirou-se 41 carrinhos de calça. Se levarmos em conta o custo de utilizar o guincho para descer este material e todos os outros efeitos e custos envolvidos, talvez seja viável economicamente a implantação de um duto de escoamento.

Verificou-se um grande avanço no fato de que os serventes não são mais deslocados do sistema de produção da alvenaria com a mesma frequência que na obra 1994B. A estabilidade de postos de trabalho é fator importante para que ocorra uma maior eficiência.

5.6.2. DOCUMENTAÇÃO DE IMAGENS DO SISTEMA

Fotografias registraram os pontos mais importantes de melhoria e as falhas que ainda persistiam, além dos novos problemas que surgiram. Da mesma forma, com uma filmagem do tipo normal, procurou-se registrar as principais falhas que ainda persistiam e as melhorias que foram implantadas.

Para que o vídeo se transformasse novamente numa ferramenta didática, a ser utilizada pelos próprios engenheiros da empresa em futuras atividades de treinamento efetuou-se a edição do material. Esta edição permitiu a intercalação de frases com conteúdo voltado única e exclusivamente para a movimentação e o armazenamento de materiais.

5.6.3. CARTÃO DE PRODUÇÃO

Durante 40 dias foram coletados dados através do cartão de produção. A coleta foi feita pelo mestre da obra que anotava o número de paredes executadas por cada pedreiro, utilizando a mesma nomenclatura do projeto de alvenaria. Semanalmente estes dados eram tabulados numa planilha eletrônica seguindo os seguintes critérios:

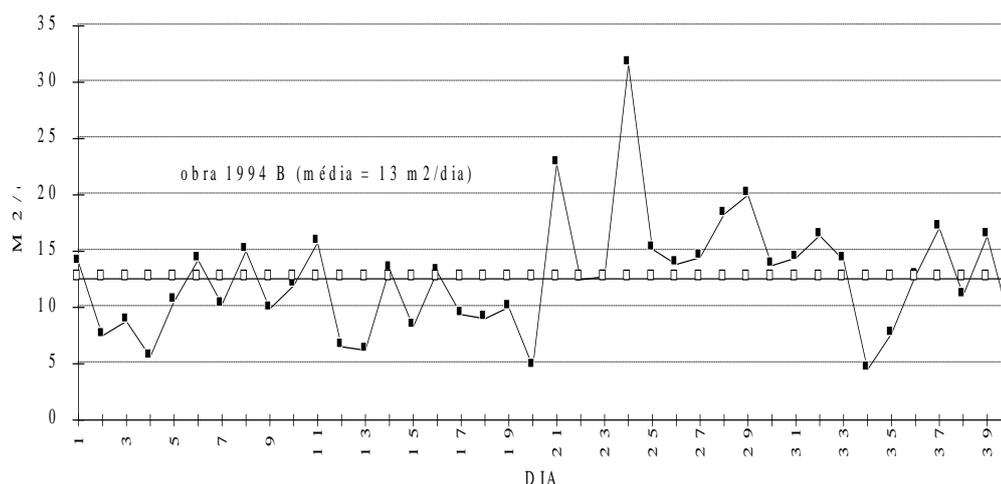
descontaram-se todos os vãos;

quando o pedreiro executava paredes de tijolo e também de bloco cerâmico não se levava em consideração a produção deste pedreiro neste dia para o cálculo da média da equipe. Isto se deve à significativa diferença de dimensões e peso do novo bloco cerâmico;

aplicou-se o cartão de produção somente para a elevação da alvenaria.

O resultado desta coleta, transformados em m²/dia, resultou numa média de produção, da elevação da alvenaria, de 13 m²/dia, ou 0,67 HH/m². Como se pode ver, o nível de produção na elevação baixou em relação à obra 1994A (25 m²/dia). Contudo, como verificou-se mais tarde a produtividade do sistema aumentou. O que se busca na intervenção é o aumento da produtividade global e não necessariamente o aumento da produção de um serviço (Capítulo 3). O gráfico a seguir mostra a evolução da produção na obra 1994B:

Figura 5.17 - Produção da elevação da alvenaria - obra 1994B



Alguns fatores são importantes para se entender o significado deste gráfico e a redução do nível de produção:

na obra 1994A os pedreiros trabalhavam sob regime de tarefa e na obra 1994B trabalhavam por hora;

há a interferência do eletricitista no processo de execução da alvenaria da obra 1994B;

a obra 1994B foi a primeira a ser aplicado o novo sistema de alvenaria. Por isso, houve uma série fatores que afetaram a produção como a dificuldade inicial na previsão de consumos, implicando em falta ou excesso de materiais, a aprendizagem dos pedreiros, a existência de muitos cortes nos blocos, dificultando a execução devido aos problemas com a

modulação, a resistência em utilizar a nova ferramenta de colocação da argamassa que compunha o novo sistema (meia-cana e não mais a colher de pedreiro);

grande espessura da junta utilizada para solucionar o problema da falta de modulação. Os blocos vinham com excessiva variabilidade dimensional nos três primeiros pavimentos;

lentidão do electricista no início da implantação do sistema e;

desenvolvimento e a fabricação de equipamentos não seguia a mesma velocidade das necessidades da obra;

Apenas os dados do cartão de produção não indicam se a obra 1994B atingiu maior ou menor produtividade que a anterior. Deve-se levar em consideração, também, os desperdícios que foram reduzidos, o menor número de visitas do electricista, etc. Com o agrupamento de todos estes dados pode-se afirmar se houve ou não aumento de produtividade. Se ambas as obras empregassem o mesmo sistema de alvenaria, já seria possível quantificar exclusivamente os benefícios da racionalização da movimentação e armazenagem dos materiais.

Com o cartão de produção, verificou-se que, apesar dos tempos produtivos verificados na amostragem do trabalho terem aumentado, o ritmo imposto pelos pedreiros pode ser considerado baixo. Vislumbra-se, desta forma, um potencial de produção maior para esta equipe, desde que sejam atacados os fatores de satisfação e apoio.

5.6.4. AVALIAÇÃO DO DESPERDÍCIO

5.6.4.1. DESPERDÍCIO CONTÁBIL

Seguindo a mesma metodologia proposta por Soibelman (1993), efetuou-se uma vistoria no dia 26/09/94, verificando-se todos os materiais em estoque, quantidades executadas e quantidades adquiridas. O mesmo procedimento foi utilizado para a vistoria final (VF) realizada no dia 20/10. Desta forma, efetuou-se o cálculo do desperdício contábil de três diferentes intervalos temporais: até a VI, entre a VI e a VF e até a VF.

Para efeito dos cálculos, utilizou-se o traço exposto em obra, que, transformado em traço por volume resulta no seguinte: 1: 3,4: 7,2. A junta teórica adotada foi de 1,5 cm de altura com 4cm de largura para cada filete utilizado nos blocos. O resultado final é apresentado na tabela a seguir:

Tabela 5.5 - Desperdício contábil da obra 1994B

MATERIAL OBSERVADO	UN	VI				VI- VF				VF			
		Cons.	Orç.	Perda	Perda (%)	Cons.	Orç.	Perda	Perda (%)	Cons.	Orç.	Perda	Perda (%)
		(a)	(b)	(a)-(b)	(a)/(b)	(a)	(b)	(a)-(b)	(a)/(b)	(a)	(b)	(a)-(b)	(a)/(b)
Bloco 29x29	un	16643	14543	2100	14	8889	8543	346	4	25532	23086	2446	11
Areia	m3	25	15	10	67	20	7	13	186	45	22	23	105
Cimento	sc	110	96	14	15	76	46	30	65	186	142	44	31
Cal	sc	297	234	63	27	142	105	37	35	439	339	100	29

Na Tabela 5.6, os índices de perdas são apresentados em termos de custo.

Tabela 5.6 - Custo do desperdício na obra 1994B

Material	Perda	unidade	Custo/unidade (US\$)	Custo total (US\$)
Bloco 29x29	2446	un.	0,49	1199
Areia	23	m3	10,19	234
Cal	100	sc	2,47	247
Cimento	44	sc	5,67	250
TOTAL				1930

- Total executado até a vistoria final = 1900 m2 de alvenaria
- Taxa de desperdício (alvenaria obra 1994B) = 1,02 US\$/m2

Na tentativa de encontrar as origens deste desperdício efetuou-se uma amostragem das juntas das paredes de três pavimentos, apresentada na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Dimensões médias das juntas de cada pavimento obra 1994B

	PAVIMENTO			Média	Teórico
	Primeiro	Segundo	Terceiro		
Espessura	1,97 cm	2,02 cm ###	1,85 cm	1,95	1,50###
Largura	5	5	5	5	4

* o segundo pavimento foi executado antes do primeiro.

Comparando-se o desperdício de argamassa somente na junta observa-se um índice de perdas da ordem de 62%.

No diagnóstico da obra 1994A, o cálculo do desperdício contábil por impossibilidades técnicas teve que incluir a parcela do reboco já executada até então, o que impossibilita a comparação direta de seu valores com a obra 1994B. A taxa de desperdício da alvenaria para a obra 1994A, incluindo grande parcela do reboco, foi a seguinte:

Taxa de desperdício (alv. + reboco obra 1994A) = 1,55 US\$/m2

Devido à melhor planeza e prumo das paredes no novo sistema, com as vigas da mesma espessura dos blocos, existe uma expectativa de redução considerável do desperdício com o revestimento. Logo, pode-se formular a hipótese de que, no cômputo final, o novo sistema, somado à evolução gerencial decorrente da intervenção, deverá oferecer ganhos substanciais em termos de diminuição do custo do desperdício.

5.6.4.2. DESPERDÍCIO VOLUMÉTRICO

Para se obter um indicativo dos desperdícios em termos de volume, foi separado em dois pavimentos todo o entulho gerado na elevação da alvenaria. Este entulho foi medido em números de carrinhos retirados e o total transformado na unidade m³/m² de alvenaria. A área de alvenaria considerada é a mesma utilizada para o cartão de produção.

O mesmo índice foi obtido na obra 1994A, porém somente em 2 apartamentos. Para aquela obra o desperdício volumétrico devido aos rasgos necessários foram estimados em função do trabalho de Soibelman (1993). No novo sistema construtivo estes rasgos praticamente são inexistentes, com exceção da caixa da escada, que representa uma parcela insignificante em termos de comprimento de rasgos.

Retirou-se de dois andares 86,5 carrinhos de mão de caliça, resultando num volume aproximado de 4,3 m³ para 760 m² de área de alvenaria executada. Pequena parte deste total constituía-se em entulho da alvenaria de tijolo maciço. O resultado é apresentado na Figura 5.18, juntamente com o resultado da obra 1994A e a formulação de uma hipótese para o desperdício volumétrico das futuras obras com o novo sistema construtivo.

Houve, desta forma, uma redução de aproximadamente 11% em volume de desperdício volumétrico global, o que implica em uma série de outras economias direta ou indiretamente relacionadas. O sistema apresenta um grande potencial de redução deste volume, que dificilmente poderia ser obtido no antigo sistema.

Com a estrutura modulada e com adequado controle de qualidade, com um controle sistemático das dimensões dos blocos, o controle da dimensão das juntas e a modulação da alvenaria, este número deverá cair drasticamente.

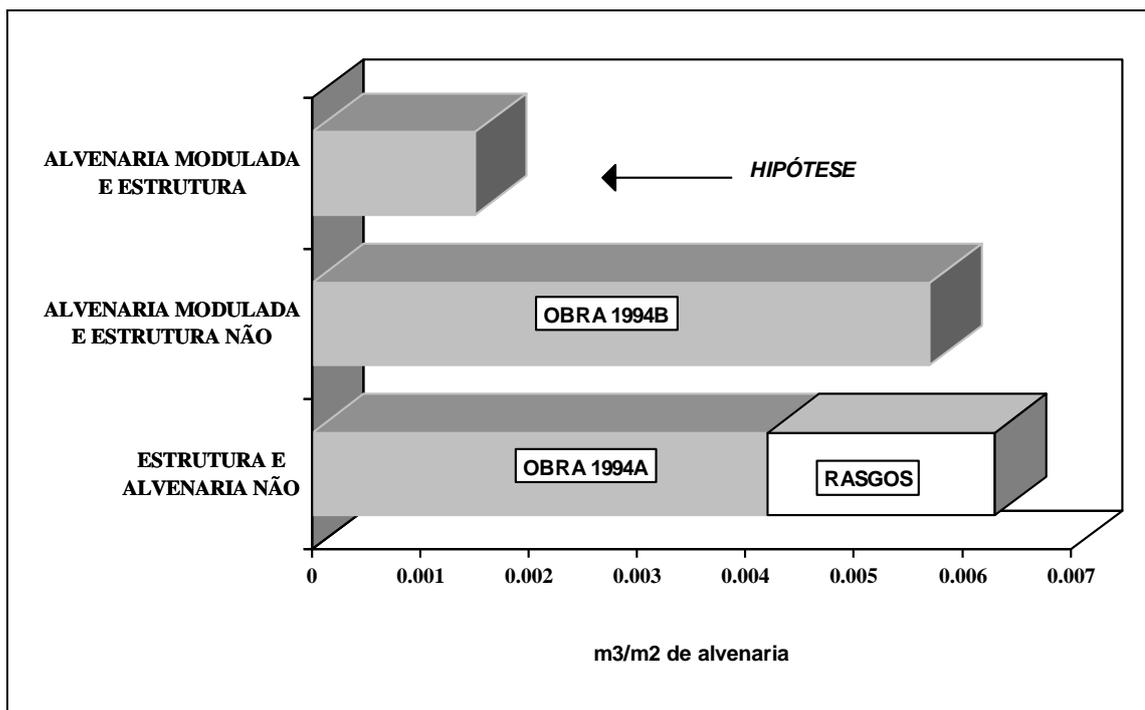


Figura 5.18

Desperdício volumétrico de materiais na elevação da alvenaria

5.6.5. COMPARAÇÃO DOS DOIS SISTEMAS DE ALVENARIA

A intervenção representa um custo para a empresa. Uma vez que a alta administração tem suas decisões orientadas por relações de custo/benefício, é importante salientar as reduções de custo decorrentes, direta ou indiretamente, da intervenção.

Desta forma, efetuou-se uma comparação entre os custos dos dois sistemas (Tabela 5.8). Utilizaram-se os dados colhidos em campo e estimativas feitas junto à empresa. Buscava-se comparar o custo de 1 m² do sistema antigo com 1 m² do sistema novo.

Tabela 5.8 - Comparação dos dois sistemas de produção (Traço 1: 3,4: 7,2)

Item	Quant	unid.	U\$/un	custo	Item	Quant	unid.	U\$/un.	custo
tj 9x15x19,5	36,000	un/m2	0,110	3,960	bloco 29x29	12,000	un/m2	0,490	5,880
Areia	0,021	m3/m2	10,190	0,210	Areia	0,004	m3/m2	10,190	0,036
Cimento	2,210	kg/m2	5,670	12,530	Cimento	0,640	kg/m2	5,670	3,630
Morter	0,008	l/m2	2,000	0,020	Cal	1,060	kg/m2	2,470	2,620
Ped. marc.	0,170 ¹	HH/m2	9,070	1,540	Ped. marc.	0,320 ³	HH/m2	9,070	2,900
Ped. eleva.	0,350 ²	HH/m2	9,070	3,175	Ped. eleva.	0,670	HH/m2	9,070	6,077
Serv. andar	0,350	HH/m2	1,560	0,546	Serv. andar	0,420	HH/m2	1,560	0,660
Serv. térreo	0,350	HH/m2	1,560	0,546	Serv. térreo	0,280	HH/m2	1,560	0,440
Desperdício	1,100	U\$/m2	1,100	1,100	Desperdício	1,020	U\$/m2	1,020	1,020
CUSTO = 23,67 U\$/m2					CUSTO = 23,32 U\$/m2				

1 - Produção estimada de 21 ml/dia/pedreiro (0,17 HH/m2 de acréscimo na elevação)

2 - Produção média = 25 m2/dia

3 - Produção estimada de 13 ml/dia/pedreiro (0,32HH/m2 de acréscimo na elevação)

Como se pode observar, o novo sistema de produção de alvenaria já apresenta ganhos, ainda que pequenos. Contudo há que se observar que não se efetuou a avaliação dos ganhos em termos de diminuição das interferências de eletricitas e encanadores e quase inexistência de rasgos, que tem certamente efeitos significativos na produtividade final. Estimou-se que alterações com pequenos avanços no ritmo de produção e na composição do traço e no controle de juntas, teria-se um ganho de produtividade de 15%.

5.6.6. DIRETRIZES PARA AÇÕES FUTURAS

A partir do segundo diagnóstico, foi sugerido um conjunto de diretrizes para ações futuras, divulgadas para a empresa em seminário juntamente com os resultados do diagnóstico para *feedback*. Deveriam servir apenas como uma orientação básica a ser seguida para dar continuidade ao trabalho de melhoria. Dividiram-se as diretrizes de acordo com os quatro componentes básicos da produtividade: homem, equipamentos, material, método.

Quadro 5.2 - Sugestões de diretrizes de ações futuras na empresa

FATOR	SUGESTÕES	FATOR	SUGESTÕES
Método	<ul style="list-style-type: none"> • Modulação de todos os projetos • Controle de qualidade das estruturas • Controle de espessura da junta (definida no projeto) integrada no pagamento de tarefa • Controle do desperdício volumétrico como indicativo • Estabelecer seqüência de execução com a participação dos pedreiros • Sempre planejar o <i>layout</i> em detalhes • Prever área de manobra para os caminhões • Coordenar as obras de tal forma a não necessitar acelerar a produção e nem faltar trabalho 	Homem	<ul style="list-style-type: none"> • Reunião freqüentes para reforçar as exigências do novo sistema • Estabelecer plano de treinamento continuado para mestres, pedreiros e serventes • Coordenação para evitar deslocamentos dos pedreiros • Treinamento continuado como fator de ascensão de nível • Plano para motivar o servente a manter o posto de trabalho organizado e abastecido • Permitir contato direto obra fornecedor de materiais • Agir sobre os <u>fatores motivacionais relacionados à satisfação no trabalho</u> (crescimento, reconhecimento, o trabalho em si, maior responsabilidade, chance para progredir) e também os <u>fatores de higiene relacionados à insatisfação no trabalho</u> (condições de trabalho, salário, relações com a chefia, política da empresa). • Guincheiro deve permanecer no posto de trabalho o máximo possível • Implantação de um programa 5S • Mostrar vídeo antes de começar a obra. • Visita a obras modelo (da construtora ou de outras construtoras)
Material	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo do traço da argamassa • Controle dimensional dos blocos 	Equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar os equipamentos para medição • Melhorar o método de marcação da primeira fiada • Aplicar a análise de valor no desenvolvimento de novos equipamentos • Adquirir ou produzir escantilhão melhor • Melhorar a masseira ou comprar os modelos existentes

6.1. AUMENTO DA PRODUTIVIDADE NO SUB-SETOR EDIFICAÇÕES

O contexto de produção atual permite a introdução do conceito de fatores vencedores e fatores qualificadores (Hill, 1992). Visualiza-se, que num futuro próximo, a qualidade e a produtividade na construção civil passarão a ser fatores qualificadores, sendo que itens como flexibilidade, tornar-se-ão fatores vencedores.

Algumas construtoras já perceberam este fato e procuram “enxugar” seus quadros buscando cada vez mais aumentar a produtividade de equipes cada vez menores dentro do conceito de *Lean Construction*. Agindo assim não ficam a mercê das variações econômicas, permitindo inclusive, um planejamento com horizonte um pouco maior que o normalmente praticado no setor. O “enxugamento” das equipes de produção implica na formação de uma estrutura de trabalho e de recursos humanos altamente produtiva. Do contrário, corre-se o risco de produzir aquém da qualidade, custo e prazos desejados.

Nesse sentido é de extrema relevância a identificação, por parte das empresas, dos pontos fortes e pontos fracos de suas áreas de produção. Isto pode ser realizado através da monitoração dos valores internos de produtividade e comparação com valores internos e externos. O acompanhamento dos indicadores de produção contribui para incentivar melhorias dentro da empresa de construção.

O fato da empresa de construção não ter demanda garantida impede que possa explorar em escala adequada os efeitos da rotina, ou seja, a otimização contínua decorrente da repetição da execução das tarefas. Para se conseguir esta continuidade, os gerentes deverão passar a dar mais atenção ao planejamento e à programação a nível mais micro, junto ao “chão da obra”, sempre com os olhos voltados para o planejamento estratégico empresarial.

A propalada falta de tempo de engenheiros e técnicos do setor, para identificar e resolver os problemas operacionais, gerenciais e tecnológicos, não encontra justificativa se levar-se em conta o prejuízo que estes representam. As instituições de pesquisa envolvidas em estudos que envolvam interações com empresas devem buscar divulgar a dimensão destas ineficiências, na busca de uma maior conscientização do meio técnico e empresarial.

A prática do planejamento da produção deve começar com o estabelecimento de instrumentos e regras para tal, provindas da direção de cada empresa. O planejamento antecipado de todas as tarefas de produção deve configurar na rotina do dia-a-dia da gestão do canteiro. A alta direção deve, também, procurar evitar que as gerências assumam a prática de agir sobre o problema para depois verificar qual é a verdadeira origem.

Percebe-se a necessidade dos profissionais do setor tomarem conhecimento das técnicas da engenharia de produção. Este ensino deveria começar já nos curso de graduação, com estudos práticos aplicados no canteiro. O desenvolvimento incipiente de conhecimentos gerenciais contrasta com a realidade do mercado, onde cerca de 70% dos engenheiros acabam assumindo funções gerenciais, para as quais não foram adequadamente preparados (Danna, Iida & Vieira, 1991).

A utilização mais intensiva de computadores no acompanhamento da produção, quando possível, com terminais no canteiro, contribuiria para melhorar a eficiência dos processos produtivos. O reconhecimento dos estoques existentes, a medição do desperdício contábil atual, o acompanhamento da programação físico-financeira, as projeções de consumo, os relatos das compras já efetuadas, a execução de pedidos com especificação correta, enfim, uma enorme gama de benefícios justificariam a implantação planejada de sistemas computacionais.

Considera-se, também, que as empresas poderiam incorporar automaticamente melhorias que já tenham sido testadas e aprovadas em outras empresas. A incorporação destas melhorias, adaptadas às condições econômico-financeiras, à cultura técnica e à estratégia de produção de cada empresa, poderão levar a grandes ganhos de produtividade, economizando um tempo precioso de desenvolvimento, muitas vezes não disponível.

Há a necessidade que as construtoras formulem uma estratégia de redução dos desperdícios, com o desdobramento em ações no canteiro. Os construtores devem assumir uma posição proativa em relação às perdas. Contudo, cabe ao gerente da obra o desenvolvimento de uma atitude responsável com relação ao desperdício. Esta postura deve pertencer a um esforço maior da organização, partindo da alta gerência.

O aproveitamento das estruturas disponíveis em centros de pesquisa deveria ser reconhecido pelas construtoras como um meio de aumentar sua vantagem competitiva. Para não tornar onerosa esta interação, vislumbra-se como grande alternativa a associação de

empresas na forma de cooperativas. No Brasil e em outros países esta prática tem mostrado bons resultados.

A evolução tecnológica do setor deve ser acompanhada de uma evolução gerencial de igual intensidade. O crescente número de seminários, palestras, cursos e eventos de todo tipo, que buscam o aprimoramento da área gerencial já tem surtido algum efeito. Contudo, o grande desafio que se coloca no presente é traduzir esta nova consciência em ações e, também, fazer este conhecimento permear para os outros níveis hierárquicos.

Um esforço governamental e empresarial no sentido de fornecer à mão-de-obra formação básica e treinamento no trabalho, em grande escala, é uma necessidade premente. Somente assim não será desperdiçado o potencial criativo destes indivíduos, que constituem por si só um recurso para aumentar a competitividade.

Os sindicatos de trabalhadores deveriam ser os mais interessados na melhoria das condições de trabalho dos seus associados. A associação destes sindicatos com os sindicatos patronais para o patrocínio de estudos ergonômicos, poderiam resultar em ações que efetivamente diminuíssem a carga física das tarefas diárias, com a conseqüente melhoria da produtividade e da qualidade de vida.

Com relação à tecnologia, percebe-se que a racionalização do processo tradicional é uma estratégia alternativa adequada para garantir a flexibilidade de produção. Apesar de haver uma certa homogeneidade tecnológica utilizada nas empresas de construção, pode se dizer que as diferenças de eficiência determinam custos e tempos diferentes. Desta forma, a racionalização destes processos, com melhorias incrementais e contínuas, pode garantir a flexibilidade dos processos internos de uma empresa.

As empresas deverão buscar aumentar as interações com fornecedores de materiais, no sentido de buscar a maior racionalização do processo produtivo, através de articulações a nível individual e setorial. A integração com alguns setores da cadeia de fornecedores, por iniciativas isoladas das empresas, é difícil, face ao fraco poder de barganha que possuem.

6.2. O MÉTODO PROPOSTO

Embora seja inadmissível a realização de generalizações a partir de um simples estudo de caso, os resultados obtidos sugerem que o método de intervenção proposto é

praticável tanto internamente por empresas ou pela interação destas com institutos de pesquisa. Neste último caso existe a grande vantagem da concentração de pessoal capacitado e melhor estrutura, possibilitam a divisão dos custos entre os vários participantes, além da maior independência dos atritos internos da organização.

É importante que a equipe que realiza a intervenção, interna ou externa à empresa, realize análises imparciais. Para que isto ocorra, a equipe não pode ter qualquer responsabilidade próxima pela adequação do desempenho. A intervenção não deve resultar na transferência da responsabilidade pela obtenção da qualidade, da equipe de operação para a equipe que realiza a intervenção. Quando a intervenção é externa, é de responsabilidade da empresa buscar os mecanismos internos para solucionar os problemas detectados. Não se pretende deixar a empresa dependente de soluções externas.

Antes dos trabalhos é de suma importância o registro e análise da estratégia de produção adotada pela empresa antes de se empreender uma intervenção. Deve-se procurar identificar esta estratégia, ainda que esteja implícita, de forma a melhor orientar as ações e evitar incompatibilidades entre os objetivos da intervenção e da empresa.

Recomenda-se evitar o excesso de preparação e planos, pois isso propicia a desmotivação, mesmo no interior da equipe de intervenção. Deve-se encontrar o ponto de equilíbrio entre a precaução e a rapidez exigidas na prática.

É necessário que se estabeleça de maneira clara qual o objetivo da intervenção logo no início dos trabalhos. Objetivos vagos e imprecisos podem gerar conflito de decisões entre gerentes, falta de convergência com os objetivos da equipe de intervenção, podendo se tornar uma fonte de desmotivação para os participantes. Em função dos objetivos estabelecidos, é feito o planejamento dos passos seguintes.

Confirmou-se a viabilidade de se aplicar melhorias em canteiro com retorno em curto prazo e sem necessidade de mudança substancial de tecnologia. A precariedade dos canteiros brasileiros reservam uma grande espaço para ação de melhorias simples mas eficazes. A maioria destas ações não exigem soluções complexas sendo mais relacionadas à mudança da postura gerencial.

Previamente à implantação de melhorias, aconselha-se estabelecer metas. Elas permitem avaliar se os objetivos foram atingidos com sucesso ou não. Estas metas devem ser específicas e claras, mensuráveis, realísticas, desafiadoras e com prazos definidos, incluindo

elementos de risco e criatividade. Devem ainda ser flexíveis e compatíveis com o propósito ou objetivo da organização.

Embora tenha se pretendido focar somente o sistema de movimentação e armazenamento de materiais, verificou-se grande dificuldade em isolar ações que atingissem somente este sistema. As atividades em canteiro são muito interligadas, havendo a necessidade de avaliação de ações nas atividades do entorno (produção, controle, etc.).

Deve-se procurar obter a legitimidade dos trabalhos dentro da empresa. A decisão e interesse da gerência da empresa no sentido da efetiva melhoria dos processos é condição essencial ao seguimento deste trabalho. Sem o apoio direto da administração, a intervenção pode cair no descrédito. A empresa deve ter a necessidade, capacidade e vontade de se reorganizar, fornecendo o apoio produtivo necessário, que consta de: informações, equipamentos, acessórios, materiais e condições de acesso.

É necessário para aplicações em outras atividades do canteiro a consideração cuidadosa das unidades a serem utilizadas. No serviço de formas, por exemplo, para aplicar o cartão de produção, poderá se estabelecer índices como: número de escoras/hora, m² de formas por dia, número de pilares/dia, metros lineares de viga/dia, etc. Neste caso o acompanhamento pode resultar na segmentação da medição em uma série de sub-medições.

A carência de um método científico para análise de *layout*, de fácil aplicabilidade na construção civil, não prejudica a replicabilidade do método proposto. A observação das recomendações acerca da análise crítica descrita no Capítulo 4 é suficiente para guiar as pessoas envolvidas no processo. Análises mais detalhadas e de maior profundidade fugiriam aos propósitos deste trabalho.

O adequado esclarecimento e a participação ativa do mestre de obras em todo o processo de intervenção é um dos fatores de sucesso. É ele que assegura a qualidade das tarefas do dia-a-dia da obra, sendo a interface entre a gerência do canteiro e os operários (Borcherding, 1977). Deve-se buscar o seu posicionamento favorável à intervenção.

Para diminuir a desconfiança e o desconhecimento dos objetivos do estudo por parte dos trabalhadores, não é suficiente apenas uma explicação sucinta. É necessário uma explicação um pouco mais detalhada por parte do analista, para que não fiquem dúvidas dos objetivos do estudo e funcionamento das técnicas. Por várias vezes, durante o diagnóstico, os operários abordavam os pesquisadores para pedir mais explicações. Recomenda-se, assim,

dispender mais tempo com este esclarecimento. Nestas explicações recomenda-se colocar que o propósito é observar a forma correta de executar a tarefa e torná-la melhor.

O mais difícil num trabalho de intervenção é convencer a gerência para partir para ações. A atitude comum se assemelha à seguinte frase: *faça o que você disse e não me faça perguntas*. Nestas circunstâncias, a gerência encara a equipe de intervenção como a mão-de-obra que irá resolver seus problemas. Outra dificuldade está em enfrentar o receio do desprestígio, sentido pela gerência do canteiro ao ter sua obra analisada. Este receio é eliminado quando a direção assume o compromisso formal de não utilizar os resultados do diagnóstico para coerção. Conseguir que esta cooperação da gerência seja sincera, e não imposição da alta gerência, não é fácil.

Uma das características da intervenção proposta é a utilização de analistas do processo, praticamente em tempo integral. Entretanto alguns autores são contra esta prática. Juran (1992) identifica algumas deficiências desta abordagem:

- a abordagem mantém grande parte do conceito de separação entre planejamento e execução;

- os analistas exibem as inclinações inerentes à sua cultura. Estas entram nas suas recomendações;

- o uso de analistas em tempo integral tende a atribuir a "propriedade" do processo a eles e não ao pessoal de linha.

As técnicas de coleta de dados utilizadas mostraram-se eficazes para retratar a situação do canteiro e apontar pontos de melhoria emergenciais. A carência de experiência na aplicação das técnicas, resultaram em alguns contratemplos no início dos trabalhos. Contudo, concluiu-se que a simplicidade das técnicas é estimulante e não há empecilhos para o seu emprego.

Para que seja possível as operações de cálculo do desperdício contábil, a empresa precisa ter controle de notas fiscais. Do contrário, fica impossibilitado o trabalho ou sua confiabilidade fica comprometida.

A utilização de outras técnicas mais complexas ou de maior profundidade para coleta (cronometria, carta de processo ou fluxograma, cartas múltiplas, etc.) e análise de dados (gráfico de Ishikawa, etc.), podem ser utilizadas, porém deve-se ponderar se sua aplicação atende aos propósitos da intervenção. A rapidez desejada exige análise o mais

breve possível, pelo qual estas técnicas podem não se mostrar praticáveis. Deve-se sempre levar em consideração o baixíssimo nível de escolaridade de nosso operário, que torna necessário a simplicidade nas informações obtidas.

Para que o operário não sofra dificuldades de entendimento, a exposição dos resultados deve ser o mais simples possível. Devem entender com relativa facilidade como foram obtidos aqueles dados e como se procedeu a análise. Desta forma, é possibilitada a sua participação de forma crítica. Nesse sentido, a filmagem mostrou-se a técnica de maior facilidade de entendimento por parte dos operários.

Os resultados do diagnóstico devem refletir uma análise de como o trabalho está sendo feito, não como deveria ou foi planejado. A intervenção não deve ter como objetivo enaltecer o trabalhos do gerente da obra e sim apontar os problemas de eficiência do canteiro. Assim, é de suma importância que tanto engenheiro como mestre da obra em análise tenham bem esclarecidos os objetivos da intervenção.

O trato com a empresa exige da equipe de intervenção comunicação eficaz entre os membros, imparcialidade dos pareceres, adaptabilidade às várias circunstâncias do canteiro e da organização estudada, integridade e pouco conflito interno. A eficácia de uma intervenção depende de quão eficaz é o processo de comunicação entre as partes envolvidas. Para que a informação e a comunicação atuem de maneira eficaz, é bom lembrar os seguintes pontos importantes: precisão na mensagem; forma de transmiti-la (escrita, verbal, sinais); quando transmiti-la e quantidade de informações e comprovação.

A intervenção pode ser prejudicada se, no início, forem emitidas opiniões sobre o que se observou. Deve-se evitar o julgamento de valor da empresa, mas restringir-se à análise ao relato do fato observado. A relação deve ser estritamente profissional.

A confidencialidade das informações é fundamental. Qualquer divulgação deve ter a devida autorização da empresa. A não observação deste princípio pode resultar no desprestígio da organização que realiza a intervenção. Este compromisso ético também se estende à definição da forma e época de divulgação dos resultados. Deve-se evitar, de todas as formas possíveis, o constrangimento do gerente do canteiro que tem sua obra analisada.

Quando o engenheiro, o mestre e os encarregados percebem que a intervenção traz benefícios à obra, melhorando os métodos de trabalho e diminuindo o desperdício, sem trazer punições, passam a contribuir naturalmente para o andamento da intervenção.

A intervenção requer uma certa habilidade analítica do pesquisador, pois os fatos podem não estar explícitos. Isto ocorre entre outros fatores, devido a omissão ou dissimulação dentro da empresa ou quando gerentes e gerenciados, embora querendo, não têm condições de explicar alguma questão.

O convívio com essas situações exige do responsável pela intervenção um relativo domínio dos fatores humanos envolvidos. Saber aplicar estes conhecimentos a cada momento de comunicação é fator fundamental. Note-se que o termo comunicação tem aqui sentido bastante amplo, pois durante a intervenção, a comunicação entre as partes se dá em várias situações: conversas informais, enquanto o pesquisador observa algum trabalho, enquanto anota, etc.

A definição do plano de ação deve ser feita tão logo quanto possível. Recomenda-se que nos seminários e cursos de treinamentos a equipe de intervenção já leve um esboço de aplicação do 5W1H, para aproveitar a reunião dos interessados, muitas vezes difícil e cara numa construtora. A aplicação do 5W1H neste processo é de fundamental importância pela possibilidade do encadeamento das idéias.

Seria de grande relevância avaliar o custo da intervenção em relação aos benefícios obtidos. Quando o custo da intervenção é maior do que o custo decorrente de desvios da situação atual, em toda a empresa, a intervenção não se justifica. A dificuldade desta tarefa encontram-se na avaliação dos benefícios. Muitos são intangíveis, como a mudança de atitude dentro da empresa, por exemplo. No estudo de caso não foram apropriados os custos de intervenção, mas a expectativa é que, com a aplicação do método proposto, simultaneamente em outras empresas, ocorra a diluição sensível dos custos, viabilizando os trabalhos.

Estudos voltados aos fatores humanos, realizados em paralelo à intervenção, mostram-se de grande valia. A identificação das lideranças informais no canteiro e ações buscando o seu comprometimento contribuiriam para facilitar a implementação das melhorias. Outro tipo de avaliação que pode se mostrar útil é a identificação das deficiências nos fatores motivadores na atividade ou obra analisada.

6.3. APLICABILIDADE DA PROPOSTA

6.3.1. ADERÊNCIA ÀS PARTICULARIDADES DO SUB-SETOR

Alguns autores discutem se a construção deve seguir o mesmo paradigma de evolução do processo de trabalho das outras indústrias, considerado como tendência universal de produção. Consideram que o setor deve ter uma evolução gerencial diferenciada dos outros setores. No âmbito do método de intervenção proposto, considera-se que a aplicação de conceitos de gestão como o PDCA, por exemplo, são perfeitamente aplicáveis. Precisam, no entanto, de algumas adaptações, como a utilização de ferramentas de coleta de dados adequadas às peculiaridades da construção.

Com relação à coleta de dados, praticamente inexistente no setor, verifica-se que sua utilização tem grandes efeitos dentro da organização. Os valores obtidos passam a ser o *benchmark* interno para a empresa, mais estreitamente ligados à sua realidade específica. Trabalhos futuros nos canteiros da construtora poderão comparar o desempenho presente com os novos desempenhos. A própria coleta dos dados em diagnósticos cria o interesse dentro da empresa em manter seus índices atualizados.

A acomodação a padrões viciados de ineficiência operacional, devido à falta de informações que revelem a situação atual dos canteiros, é um dos grandes entraves para melhoria da produtividade. A quantificação destes desperdícios, bem como das ineficiências da mão-de-obra, decorrentes das falhas gerenciais, estimulam a direção e a gerência a um maior comprometimento com a melhoria.

A visita de especialistas em processos nos canteiros das construtoras, trazendo críticas e contribuições ajuda na redução do desperdício de homens e materiais. A presença de um analista externo, independente da empresa, pode trazer à tona problemas não detectados pela gerência do canteiro.

Verifica-se que, apesar das campanhas das diversas associações e instituições buscando a redução dos desperdícios, os gerentes de obras ainda não encontram motivação e nem tempo para tratar do assunto, embora a economia potencial justifique ações imediatas. O apoio da direção para as ações necessárias, identificadas na intervenção, ainda que motivada por fatores econômicos, impulsiona o gerente da obra a voltar seus olhos para o problema. Uma solução para envolvê-los na prevenção é o oferecimento de prêmios, monetários ou não, por objetivos alcançados, com julgamento por observadores externos à empresa. Neste

contexto, a atuação de instituições como universidades e centros de pesquisa, contribui efetivamente para a mudança das atitudes dos profissionais nas construtoras, face à respeitabilidade de suas conclusões perante o meio técnico.

O grande cuidado de pesquisas deste gênero é a tradução das análises dos dados nas três linguagens diferentes que permeiam numa construtora: a linguagem do empresário (lucro), do engenheiro (eficiência operacional) e do operário (condições de trabalho). Da correta comunicação nestas três linguagens, vão depender as adesões ao processo de intervenção. Deve-se considerar que há vários interesses conflitantes dentro de uma empresa, sendo grande desafio de harmonização destes interesses. Este é o desafio da Qualidade: satisfação de todas as pessoas, incluindo aí acionistas, vizinhos, trabalhadores e clientes.

As dificuldades de intervenção em geral aumentam quando existe a presença de sub-empregados. A fragmentação da mão-de-obra em sub-empregados dilui as responsabilidades sobre o produto final e sobre o desenvolvimento de processos, tendendo a diminuir o controle e a vontade de participação. A tendência atual é vincular o sub-empregado a programas de melhoria através de parcerias.

6.3.2. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso confirmou os benefícios e a necessidade de uma evolução tecnológica seguida em paralelo à evolução gerencial. Ambas não podem caminhar isoladamente sob o risco de caírem no insucesso.

A grande maioria das falhas encontradas nos dois canteiros eram de responsabilidade da gerência. Havia um nítido desconhecimento de que há grandes ganhos de produtividade com um planejamento antecipado das diversas tarefas do canteiro e com a aproximação maior do gerente com os problemas dos processos de execução. Thomas, Sanders & Bilal (1992) demonstram em seu estudo, referente somente à alvenarias, que se pode adquirir um ganho em torno de 64 % na média de produção diária dos pedreiros, com um melhor controle gerencial.

O fato de não ter ocorrido o envolvimento dos operários num processo de melhoria participativo mais intenso como o CCQ, por exemplo, mostrou-se estrategicamente importante. Como se percebeu na parte de campo da pesquisa, os operários encaram o processo de melhoria com alguma desconfiança. A idéia de que alguém pode perder o

emprego com a elevação da produtividade está presente. A realização um diagnóstico sem a utilização dos dados para coerção contribui para diminuir este receio, abrindo caminho para um trabalho mais profundo de integração dos trabalhadores no processo de incremento da qualidade e produtividade.

As opiniões voluntárias foram devidamente anotadas e analisadas com cuidado em todo o processo de intervenção. Embora muitas opiniões delas não tenham sido importantes, traziam, em contrapartida, certo sentimento de integração nas decisões tomadas pela gerência.

A participação, no entanto, poderia ter sido maior no processo de análise. Esta análise deveria incluir, primeiramente, o pessoal responsável pela administração das equipes do canteiro (engenheiro, mestre e encarregado) juntamente com representantes dos trabalhadores. Esta análise básica deveria ser complementada nos seminários e treinamentos.

Percebeu-se inicialmente que os gerentes encaravam o pesquisador como alguém que iria prover as soluções para os problemas de produção, e não como alguém que iria apontar e quantificar os problemas. Este fato deve-se ao deficiente esclarecimento quanto aos objetivos da intervenção, que não foi feito de forma ampla na empresa. A exposição desta e outras informações, em reunião formal na empresa, poderia ter solucionado o problema.

A falta de participação mais intensa dos mestres no processo de análise reduziu a disposição dos mesmos para apoiar as recomendações resultantes. Sendo este o funcionário que mais atua junto à organização da produção, recomenda-se o aumento da sua participação neste processo.

Notou-se também a necessidade de uma maior presença de diretores no processo de melhoria. A presença ainda, que esporádica de diretores no canteiro acompanhando o processo é fator fundamental para aumentar o comprometimento de gerentes e operários com a melhoria.

A filmagem normal conseguiu suprir, ainda que não com a mesma eficiência, a falta de uma câmera *time-lapse*. O processo de análise, no entanto, é bem diferente. Na filmagem normal é o pesquisador que escolhe as imagens que pretende mostrar, focalizando quase que exclusivamente os maus procedimentos. Na filmagem *time-lapse* os bons procedimentos aparecem também, sendo que a escolha dos pontos a se discutir não fica nas mãos de um único indivíduo.

Algumas considerações ergonômicas dos processos, realizadas durante os seminários e cursos de treinamento, mostraram-se de muito efeito. Percebeu-se o quase total desconhecimento dos princípios básicos da ergonomia nos profissionais envolvidos com o canteiro.

Os dados do cartão de produção para a obra 1994 A mostram valores bem acima das referências internacionais. Uma comparação feita por Thomas, Sanders & Bilal (1992) entre sete países (Canadá, Inglaterra, Finlândia, Escócia, Suécia e EUA) encontrou um valor médio de 0,44 HH/m² para uma parede padrão (blocos de concreto 20x20x40). Na obra 1994 A, com paredes de blocos e tijolos cerâmicos, este valor chegou a 0,35 HH/m². Apesar disto, as deficiências do produto executado não compensavam este nível de produção. Se pudéssemos comparar a produtividade deste canteiro com a bibliografia internacional, é bem possível que estivesse muito baixa.

Com relação à amostragem do trabalho, comparando os dados de Bicca, Formoso, Scardoelli (1993), de um sistema de alvenaria similar ao empregado na primeira obra diagnosticada neste trabalho, obteve-se o seguinte:

Tabela 6.1 - Amostragem do trabalho de pedreiros (Bicca & Scardoelli, 1994)

Amostragem do Trabalho - PEDREIROS		
CLASSIFICAÇÃO	<i>Bicca, Formoso, Scardoelli (1994)</i>	<i>Obra 1994A</i>
produtivo	37,2%	46,0%
auxiliar	37,0%	21,0%
improdutivo	25,8%	33,0%

Nesta comparação, percebe-se as diferenças que podem ocorrer para o mesmo sistema, variando as condições de produção. Neste caso, considera-se que a grande diferença residia no dimensionamento das equipes. Na obra estudada por Bicca, Formoso e Scardoelli a composição era 2:1, já na obra 1994A era 1:1. Para cada ofício e cada operação existe uma proporcionalidade entre a mão-de-obra qualificada e a não qualificada. Neste caso a preocupação do engenheiro da obra estava com o aumento da produção do serviço elevação da alvenaria e não com a produtividade global da alvenaria.

Estes valores estão bem aquém dos verificados na bibliografia internacional. Vershuren (1980) relaciona alguns resultados de estudos realizados com a amostragem do trabalho. Adaptando estes valores para a classificação utilizada nesta dissertação e comparando com os valores obtidos na obra 1994B, tem-se:

Tabela 6.2 - Comparação dos valores internacionais de amostragem com o estudo realizado

Tempo	(1)	(2)	Obra 1994A	Obra 1994B
produtivos	58 %	↙ 57 %	19 %	24 %
auxiliares	18 %		34 %	38 %
improdutivos	24 %	43 %	47 %	38 %

(1) Vershuren (1980) (adaptado): global, Austrália, Suécia, Inglaterra e Países Baixos

(2) Olomolaiye, Wahab & Price (1987): alvenaria, Nigéria

Este quadro mostra o quão baixa anda a utilização do tempo da mão-de-obra nesta construtora. A diferenciação torna-se mais acentuada levando-se em conta que Vershuren (1980) considera que, com uma boa organização, a distribuição global dos serviços no canteiro podem chegar a:

Tabela 6.3 - Distribuição de tempos possível proposta por Vershuren (1980)

Tempo	Médio
produtivos	70
improdutivos	22
auxiliares	8

No primeiro diagnóstico decidiu-se separar a análise da amostragem do trabalho em três grandes grupos: planejamento, programação e preparação do trabalho. Este tipo de separação não se mostrou muito prática na medida que as divisões destes grupos encontram interfaces difíceis de se separar. Aconselha-se a análise de acordo com as categorias profissionais, equipes totais e/ou equipes básicas.

Com relação à produtividade do novo sistema construtivo, pode-se afirmar que já está surtindo o efeito esperado, embora ainda a inércia natural da implantação de uma nova tecnologia esteja presente. Vários autores alertam para este problema no início da implantação de novos sistemas de produção. Bishop (1972) considera que a produtividade é baixa quando um processo ou um sistema é posto em prática pela primeira vez, sendo que as melhoras continuam durante certo tempo até que se alcance a meta de produção proposta. Esta assertiva confirma-se no estudo de caso. Houve certa inércia até o estabelecimento de um ritmo considerado normal.

Embora, teoricamente, exigir novas habilidades deva motivar, neste trabalho este fato não se verificou, devido principalmente à redução de salário na obra piloto (1994 B). Os pedreiros saíram de um regime de tarefa, com salários relativamente bons, para um regime horista, sem prêmios por produção.

De nada adiantam os cursos de treinamento e seminários para toda a empresa se não houver uma disposição para fixação do trabalhador na empresa. A redução da rotatividade contribui para consolidar a cultura técnica na empresa, sendo o legado mais precioso da intervenção.

A liderança do engenheiro da obra no processo de aplicação das melhorias se mostrou fundamental. Contudo, percebeu-se a necessidade de envolvimento maior dos outros setores da empresa. As atitudes não contavam com ajuda efetiva dos outros departamentos. A designação na etapa de formulação do plano de ação de uma equipe interdepartamental para implementar as ações poderia solucionar o problema.

Ficou claro o desconhecimento da técnica de análise de valor por parte dos engenheiros. Esta técnica poderia contribuir enormemente para o desenvolvimento de equipamentos adequados para as condições de operação.

A realização das melhorias, dando uma configuração muito melhor ao processo produtivo do canteiro da obra 1994B, sob a mesma gerência da primeira obra diagnosticada comprovam os significativos ganhos. Nesta obra, mais organizada, houve maior facilidade de localizar os sintomas e as origens das ineficiências.

Procurou-se utilizar no início dos trabalhos uma lista de verificação para avaliação geral do canteiro, de forma diária e contínua. Como o diagnóstico é realizado em apenas um mês, as condições de produção não se alteravam muito, motivo pelo qual abandonou-se esta técnica. Recomenda-se então a utilização das listas de verificação apenas como uma avaliação geral do canteiro no início dos trabalhos.

6.4. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

A seguir enumera-se uma série de sugestões para pesquisas futuras que poderão cobrir a imensa lacuna de pesquisas nesta área do conhecimento:

aplicação de sistema computacional de acompanhamento da produção, que possibilite a previsão de consumos de maneira mais rápida e precisa, avaliando automaticamente a situação do desperdício contábil;

verificar a viabilidade de intervenções no canteiro com envolvimento mais participativo dos operários, (talvez em CCQs), integrando os vários departamentos no processo de melhoria;

formulação de uma metodologia de elaboração de *layout* de canteiros de edifícios, fornecendo diretrizes para decisões como: posição do guincho, alternativas de *layout* de produção de argamassa, alternativas para montagem de armadura, alternativas para montagem de formas, *layouts* de postos de trabalho diversos, etc;

metodologia para envolvimento do operário no planejamento da obra, já na etapa de projeto, com as atividades de revisão e compatibilização;

comparação da relação benefício/custo, para tipologias de edifícios genéricas, para decisão pela utilização de grua ou guincho;

participação do operário na análise de filmes *time-lapse* e os efeitos na melhoria dos processos;

aplicação da análise de valor na definição dos projetos e da organização da produção na construção civil;

elaboração de estratégias de produção na construção civil;

elaboração de metodologia de intervenção nos fatores de satisfação e motivação no trabalho em operários da construção civil;

comparação dos custos humanos e financeiros dos vários sistemas de transporte de blocos cerâmicos;

elaborar uma metodologia para discussão da construtibilidade dos projetos;

avaliar os vários seqüencionamentos possíveis para execução de uma obra ou uma atividade da obra. Por exemplo, no caso de formas, executar pilares primeiro e depois vigas e laje, ou executar de uma vez laje, vigas e pilares, etc.

6.4.CONCLUSÕES FINAIS

Sabe-se que entre os principais fundamentos para a implantação da qualidade total encontram-se o comprometimento da alta gerência, a mudança de atitude, o desenvolvimento contínuo, a forte supervisão, o treinamento extensivo e o reconhecimento. A intervenção contribui para esta implantação, atuando como um instrumento de rompimento com as ineficiências operacionais crônicas do setor, alterando principalmente as mudanças de atitude.

Dois pontos são importantes para o sucesso desta intervenção: a forma de seguimento e o nível de profundidade da investigação. Somente com a experiência pode-se desenvolver um modo sistemático de trabalhar. A não adoção de um método sistemático pode levar a uma falta de consistência na profundidade de avaliação e atuação no canteiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCQ - Associação Brasileira de Controle da Qualidade. **Auditoria da Qualidade**. Notas de Aula
- ABITANTE, Ana Luiza Raabe; BRUSCH, Lúcio R. Fraga & FORMOSO, Carlos T. **Desenvolvimento de um modelo para a gestão da qualidade e produtividade em empresas de construção civil de pequeno porte**. II Seminário para a Gestão da Qualidade na Construção Civil - Gestão e Tecnologia. Porto Alegre, RS: UFRGS, 8 e 9 jun, 1993.
- ARAÚJO, George & SANTOS, Aguinaldo dos. **Estudo piloto de medição da produtividade utilizando o cartão de produção**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1993, mimeo.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e tempos: projeto e medida do trabalho**. Traduzido por: Sérgio Luiz Oliveira Assiz et al. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. Tradução de: Motion and time study: design and measurement of work.
- BELOHLAV, James A. Quality, Strategy and Competitiveness. California Management Review, vol 35, nº3, 1993.
- BICCA, I.; FORMOSO, C. T.; SCARDOELLI, L. S. **Estudo piloto de medição da produtividade utilizando a amostragem do trabalho**. Proceedings: 5th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries. Florianópolis, SC: UFSC/UE, 1994.
- BICCA, I. & SCARDOELLI, L. S. **Estudo piloto da técnica de amostragem do trabalho**. Porto Alegre, RS: UFRGS, não publicado, 1993.
- BIRREL, George S. **Construction Planning - Beyond the Critical Path**. Journal of the construction division. ASCE, vol. 106, nºCO3, September, 1980.
- BISHOP, D. **Labour requirements for house building: advantages of continuity of work and experience**. BRE current paper, construction series nº18, Garston, Watford, U.K., 1965.

- BISHOP, D. **Productivity in the building industry**. Phil. Trans. I. Soc. Lond. A. 272, 533-563, 1972.
- BOBROFF, Jacotte. **A construção na França: novos modelos de organização e redefinição da competência dos trabalhadores**. ENCONTRO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL DO SINDUSCON - SP, 1. São Paulo, 2-5 out, 1989. (Texto datilografado).
- BORCHERDING, J. D. **What is the construction foreman really like?**. Journal of the Construction Division. ASCE, vol 103, n°C01, march 1977.
- BRISLEY, C. L. **Amostragem do Trabalho**. Manual de Engenharia de Produção. Seção 3: Técnicas de medição do trabalho. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 1970.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade Total: Padronização de Empresas**. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: O Gerenciamento da Rotina do Dia-a-Dia**. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1994.
- CARDOSO, Francisco Ferreira. **Novos enfoques sobre a gestão da produção. Como melhorar o desempenho das empresas de construção civil**. São Paulo: ENTAC 93, pg. 557 - 569.
- IBGE. **Censo Demográfico: mão-de-obra**. Rio de Janeiro, 1983, v. 1., t. 5, p. 75-82. (Recenseamento geral do Brasil, 1980)
- CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1983.
- CLAP, M. A. **Bricklayers' labour and material - A study of resource inputs productivity**. BRE, note n° N177/78, 1978.
- COLE, Robert E.; BACDAYAN, Paul & WHITE, B. Joseph. **Quality, Participation and competitiveness**. California Management Review, vol 35, n°3, 1993.
- CII. Construction Industry Institute. **Constructability: a primer**. Austin, 1986 (CII publication 3-1).

- DANNA, Luiz Francisco, IIDA, Itiro & VIEIRA, Ruy Carlos de Camargo. **Perfil do Engenheiro do Século XXI**. Brasília, DF: ABENGE - Associação Brasileira de Ensino de Engenharia. CONFEA - Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, 30/set, 1991.
- DEMING, W. Edwards. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Editora Marques-Saraiva, 1990.
- DIAS, Marco Aurélio Pereira. **Gerência de Materiais**. São Paulo, SP: Atlas, 1984.
- DUNLAP, Harold G. **Aplicação de memo-movimento**. Manual de Engenharia de Produção: Técnicas de medida do trabalho, Cap. 9. Editora Edgard Blücher, 1970.
- ELDIN, Neil N. **Productivity Improvement Too: Camcorders**. Journal of Construction Engineering Management. ASCE. mar, 1990, v116, nº 1.
- FARAH, M. F. S. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional**. Tese (Doutoramento em Sociologia) - Departamento de Ciências Sociais da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1992.
- FARAH, Marta Ferreira Santos. **Processo de trabalho: novo tema de investigação nos estudos sobre a construção no Brasil**. São Paulo, SP: Revista Construção, nº 2368, 28/junho, 1993.
- FARIA, Cléber Osório. **O emprego de filmagem time-lapse no gerenciamento de obras**, IPT-1981, p. 787-793.
- FORMOSO et alli. **Diagnose sobre o estado da arte da pesquisa em construção na Região Sul do Brasil - Relatório Final**. A pesquisa em construção na região sul do Brasil: balanço e tendências. Porto Alegre, RS: UFRGS, CPGEC, 1991.
- FORMOSO, Carlos Torres; FRANCHI, Cláudia de Cesare; SOIBELMAN, Lúcio. **As perdas de materiais na indústria da construção civil**. Anais: II Seminário da Qualidade. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1993.
- FORBES, W. **Dimensional disciplines and the output of bricklayers**. BRE, Current Paper, nº34/71, Garston, Watford, UK, 1971.
- FRANCHI, Cláudia de Cesare; SOIBELMAN, Lúcio; FORMOSO, Carlos Torres. **As perdas de materiais na indústria da construção civil**. Anais: II Seminário da Qualidade. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1993.

- FORMOSO, C. T.; HEINECK, L. F. M.; SCARDOELLI, L. S.; SILVA, M. F. S. **Melhorias de qualidade e produtividade: iniciativas das empresas de construção.** In: FORMOSO, C. T. (Ed). IV Seminário Qualidade na Construção Civil. Porto Alegre, RS: Programa de Qualidade e Produtividade da Construção, 1994.
- FRANCO, L. S. & AGOPYAN, V. **Implementação da Racionalização Construtiva na Fase de Projeto.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/94. São Paulo, SP: EPUSP, 1994.
- FRUET, Genoveva Maya & FORMOSO, Carlos Torres. **Diagnóstico das dificuldades encontradas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte.** Anais: II Seminário de Qualidade na Construção Civil - Gestão e Tecnologia. Porto Alegre, RS: CPGEC, UFRGS, 1993.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Diagnóstico nacional da indústria da construção.** Relatório Síntese. Belo Horizonte, 1984, v 1.
- FUNDACENTRO. **Atualidades em Prevenção de Acidentes.** vol 18, nº207, março, 1987, pg. 3.
- GUEDERT, Luis Otavio. Programa de Melhoria de Qualidade das Alvenarias - o caso Feschal/UFSC. ANTAC 93. Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações. São Paulo: USP, 17 a 19 nov, 1993.
- GRAY, C. **Buildability- the construction contribution.** Institute of Building. Ascot, CIOB. Occasional paper nº 29, 1983.
- GRIFFITH, A. **Buildability: the effect of design and management on construction.** In: CIB TRIENNIAL CONGRESS, 10., Washington, 1986. Advancing building technology: proceedings. s.1., CIB, 1986, v.8, p. 3504-12.
- HEINECK, Luiz Fernando M. **Curso de extensão "Orçamento e programação de custos na indústria da construção civil.** Ponto nº 12. Medição de produtividade. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1986.
- HEINECK, L. F. M. **On the analyses of activity durations on three house building sites.** Leeds, England: University of Leeds, Tesis, 1983.
- HEINECK, L. F. M & PANZETER, A. **Estimativa de custos na construção civil: um estudo de caso de obtenção de constantes unitárias de consumo de mão-de-obra.** IX ENEGEP, 03/06 de setembro, 1989.
- HEINECK, L. F. M. **Sistemas de qualidade em empresas de edificações. Disciplinas do conhecimento, técnicas**

- administrativas e ações objetivas.** Florianópolis: UFSC, 1994, mimeo.
- HERBSMAN, Zohar & ELLIS, Ralph. **Research of factors influencing construction productivity.** Construction Management and Economics. vol 8, nº2, 1990.
- HEDENSTAD, Kristin; MEYER, Bjørn Otto. **Establishing a Quality System. Pitfalls and psychological problems.** NBI - Norwegian Building Research Institute. Projekt report 132, 1993.
- HILL, Terry. Manufacturing Strategy. **The strategic management of the manufacturing function.** in [Voss, C. Manufacturing Strategy: process and content. Chapman and Hall, pg 3 a 11, 1992].
- IPT. **Programa de Atualização Tecnológica Industrial - PATI. Construção Habitacional.** Relatório IPT nº 27.080/88. São Paulo, SP: IPT, Divisão de Economia e Engenharia de Sistemas, 1988.
- JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. Juran: Controle da Qualidade. São Paulo: Makran Books, v I/II, 1992.
- JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da função qualidade.** Tradução por: Nivaldo Montige Jr. São Paulo: Pioneira, 1992. Traduzido de Juran on Quality by Design (Coleção Novos Umbrais).
- KUME, Hitoshi. **Statistical methods for quality improvement.** The Association of Overseas Technical Scholarship, AOTS, 1988 (tradução informal).
- LANTELME, Elvira Maria Vieira. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil.** Porto Alegre, RS: CPGEC/UFRGS, dissertação de mestrado, 1994.
- LAUFER, A. & TUCKER, R. L. **Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process.** Construction Management and Economics, 1987, 5, pg 243-266.
- LAUFER, A. **On Site Performance Improvements Programs.** Journal of the Construction Engineering and Management, ASCE, vol. 111, nº 1, mar, 1985.
- LEUSIN, Sergio. **Métodos de controle de produção e de produtividade nas edificações.** Anais XIII ENEGEP.

Florianópolis, SC: Imprensa Universitária da UFSC, 1993.

- LIMA, I. **A adequação das pioneiras teorias administrativas ao gerenciamento dos canteiros de obras.** São Paulo: 12º ENEGEP, 1993, p. 351-356.
- LONGO, Peter M. **Development of in house project evaluation checklist.** Journal of Management in Engineering. ASCE. v7, nº2, abril, 1991.
- MACEDO, Mauro Lemberg de. **O gerenciamento operacional de empresas de construção civil: abordagem conceitual e emprego da técnica de filmagem "time-lapse".** Porto Alegre, RS: UFRGS, CPGEC, diss, 1984.
- MAIA, Ardenise Macena Maia. **Metodologia de Intervenção para a Padronização de Serviços para a Construção Civil.** Florianópolis, SC: UFSC, dissertação, junho, 1994.
- MESEGUER, Garcia Alvaro. **Controle e Garantia da Qualidade na Construção.** São Paulo, SP: Sinduscon-SP/Projeto/PW, 1991.
- MOREIRA, Daniel Augusto. **Medida da Produtividade na Empresa Moderna.** São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1991.
- MOTTEU, H.; CNUUDE, M. La gestion de la qualité durant la construction: action menée en Belgique para le comité "Qualite Dans la Construction". In: CIB TRIENNIAL CONGRESS, 11., Paris, 1989. **Quality for building users throughout the world.** s.1., CIB, 1989, v.1, t.3, p. 265-76.
- NISKANEN, Toivo; LAUTTALAMMI, Jouni. **Accident risks during handling of materials at building construction sites.** Construction Management and Economics, vol 2, nº 41, 1989.
- OLIVEIRA, M.; LANTELME, E. & FORMOSO, C. T. **Sistemas de Indicadores de Qualidade e Produtividade da Construção Civil.** Qualidade na Construção Civil. Porto Alegre, 2(3): p. 3, maio, 1993.
- OLOMOLAIYE, P.O; WAHAB, K. A.; PRICE, D. F. **Problems Influencing Craftsmen's Productivity in Nigeria.** Building and Environment, vol 22, nº 4, p 317-323.
- PARKER, H.W. & OGLESBY, C. H. **Methods for Construction Managers.** McGraw - Hill Book Company, 1972.

- PICHI, Flavio Augusto. **Sistemas de Qualidade: uso em empresas de construção.** São Paulo, SP: USP, tese, 1993.
- PINTO, T. P. **Perdas de materiais em processos construtivos tradicionais.** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1989.
- PIGOTT, Pierce T. **A productivity study of housebuilding.** An Foras Forbartha, 1972.
- ROSSO, T. **Produtividade da Construção.** Trabalho apresentado no 2º ENCO - Encontro Nacional da Construção, Rio de Janeiro, dez, 1974, 30p.
- SCHOLTES, Peter R. **Times da qualidade. Como usar equipes para melhorar a qualidade.** Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1992.
- 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, RS: UFRGS, 1986.
- SILVA, Maria Angélica Covelo. **A modernização do macrocomplexo da construção civil: o posicionamento competitivo na contribuição ao desenvolvimento do país.** Seminário Internacional [sobre] Estratégias de Modernização da Construção Civil: Qualidade na Cadeia Produtiva, São Paulo, 5 e 6 dez., 1994.
- SINK, D. S; TUTTLE, T. C. **Planejamento e Medição para a Performance.** Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark Ed., 1993.
- SKINNER, Wickman. **Manufacturing in the corporate strategy.** New York: John Wiley & Sons, 1978, esp. Chapter 7.
- SOIBELMAN, Lúcio, FRANCHI, Cláudia de Cesare, FORMOSO, Carlos Torres. **As perdas de materiais na indústria da construção civil.** II Seminário Qualidade na Construção Civil - Gestão e Tecnologia. Porto Alegre, RS: UFRGS, 8 e 9 jun, 1993.
- SOUZA, Francisco Petersen de & FORMOSO, Carlos Torres. **Levantamento de estratégias de produção e aspectos de modernização em empresas de construção de edificações.** Anais: II Seminário de Qualidade na Construção Civil - Gestão e Tecnologia. Porto Alegre, RS: CPGEC, UFRGS, 1993.

- SESI - Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. **Diagnóstico da Mão-de-Obra no Setor da Construção Civil**. 1991.
- SHANLEY, L. F; KEARNEY, B. J. **An examination of labour content in house building**. An Foras Forbartha, Dublin, May, 1970.
- SINDICATO DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE GRANDES ESTRUTURAS NO ESTADO DE SÃO PAULO - SINDUSCON-SP. **Perfil da construção civil: 1989-1991**. São Paulo, SINDUSCON-SP, 1991.
- SKOYLES, E. R., SKOYLES, J. **Waste prevention on site**. Londres: Mitchell, 1987.
- SKOYLES, E. R. **Materials wastage - a misuse of resources**. Building Research Establishment. Department of Environment. Current Paper 67, 1976.
- SOIBELMAN, Lucio. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle**. Porto Alegre, RS: CPGEC/UFRGS, dissertação de mestrado, 1993.
- 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, RS: UFRGS, 1986.
- SMITH, Elisabeth A. **Manual da produtividade. Métodos e atividades para envolver os funcionários na melhoria da produtividade**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1993.
- THOMAS, Randolph H. **Labour productivity and work sampling - the botton line**. Journal of construction engineering management. ASCE, v117, n° 3, set. 1991.
- THOMAS, Randolph H.; SANVIDO, Victor E.; SANDERS, Steve R. **Impact of Material Management on Productivity - A Case Study**. Journal of Construction Engineering and Management, vol 115, n° 3, September, 1989.
- THOMAS, R; SANDERS, S. R.; BILAL, S. **Comparison of labour productivity**. Journal of Construction Engineering and Management. ASCE, vol 118, december, 1992.
- TOMMELEIN, L. D. **Sight Plan Experiments: alternative strategies for site layout design**. Journal of Computing on Civil Engineering. ASCE, n 1, jan, 1991.
- VERSHUREN, Cor. **Productivity in the Building Industry**. Management. S A Builder, october, 1980.

- WINSTANLEY, W. **Use of work study in Europe and its effects on productivity.** Institute of Building. Occasional paper, n^o4, Ascot, Berkshire, 1973.
- WERNECK, Dorothea Fonseca Furquim. **Emprego e salários na indústria de construção.** Rio de Janeiro: IPEA/INPES, Relatório de pesquisa, 1978.
- WOODHEAD, W. D. SAMOMONSSON, G. D. **Unproductive time in housebuilding - its causes and remedies.** CSIRO, Division of Building Research. Builder nsw, november, 1982.
- YATES, Janet K. **Construction competition and competitive strategies.** Journal of management in engineering. ASCE, january/february, 1994.