

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**ESCOLA DE ENGENHARIA**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGE**

**ORGANIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES ENFOCANDO AS  
FILOSOFIAS E PRINCÍPIOS DA ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO  
- UM ESTUDO DE CASO -**

**Francisco Albano Petersen de Souza**

**Dissertação para obtenção do título de  
Mestre em Engenharia**

**Porto Alegre**

**1997**

**ESCOLA DE ENGENHARIA  
BIBLIOTECA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**ESCOLA DE ENGENHARIA**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGEP**

**ORGANIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES ENFOCANDO AS  
FILOSOFIAS E PRINCÍPIOS DA ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO  
- UM ESTUDO DE CASO -**

**Francisco Albano Petersen de Souza**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia de Produção - PPGEP, como parte dos  
requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia.**

**Área de Concentração: Produção Civil**

**Orientador: Carlos Torres Formoso**

**Porto Alegre**

**1997**

À minha esposa Anelise  
pelo seu amor,  
compreensão e estímulo.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Carlos Torres Formoso pela orientação.

Aos professores Francisco José Kliemann Neto e José Antônio Valle Antunes Júnior (Junico) pelo ensino e incentivos na realização deste trabalho.

À empresa Encol S/A Engenharia, Comércio e Indústria, Regional de Porto Alegre, na qual realizou-se o estudo de caso, em particular nas pessoas do seu Superintendente Regional, Heimar Perazzone e Paulo Brasil, Gerente Técnico.

## RESUMO

A organização da construção de edificações apresenta peculiaridades estruturais que constituem-se em grandes entraves à introdução dos conceitos e princípios da organização da produção. Conseqüentemente, a construção caracteriza-se como uma organização com um alto grau de perdas nos seus processos e com baixo nível de tecnologia agregada e de eficiência operacional.

Diante disso, analisa-se a construção como um sistema de produção, sugerindo-se uma reestruturação da organização convencional da construção de edificações orientada pelos modernos conceitos da produção, baseados na estrutura de processos e operações.

Apresenta-se, como estudo de caso, um sistema de construção de edificações desenvolvido por uma empresa do setor, cuja constituição organizacional baseia-se, em parte, na estrutura de processos e operações com o rompimento de pressupostos básicos conceituais da organização convencional da construção.

Analisa-se, por fim, o caso apresentado em relação ao seu processo de implantação e às melhorias resultantes, enfocando-se, principalmente, a oportunidade de implantação dos princípios da organização da produção e redução dos problemas decorrentes das especificidades estruturais da organização convencional da construção de edificações.

## ABSTRACT

The organization of building construction presents structural peculiarities which impose obstacles to the introduction of the concepts and principles of the organization of production. Consequently, construction is characterized as an activity with a large percentage of losses and a low level of aggregate technology and operational efficiency.

With that in mind, this study analyses construction as a production system and suggests a restructuration in the conventional organization of building construction in which modern concepts of production, based on the structure of processes and operations, are adopted.

A case study is presented, in which a system of building construction has been developed by a company in this segment. This system is partly based on a structure of processes and operations, breaking with some basic preconceptions of the conventional organization.

Finally, the case study is analysed in relation to the process of implementation and resulting improvements. The opportunity for implementing the principles of production organization and reducing problems caused by structural particularities of the conventional organization of building construction are the main focus of the research.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1. Apresentação.....	1
1.2. Situação-Problema.....	4
1.3. Justificativas.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.5. Hipóteses.....	6
1.6. Delimitações.....	7
1.7. Método de Pesquisa.....	8
1.8. Estrutura de Exposição.....	10
<b>2. FILOSOFIAS E PRINCÍPIOS DA ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
2.1. Princípios da Organização Convencional da Produção.....	13
2.1.1. Centralização da Produção - As Origens da Fábrica.....	13
2.1.1.1. A Produção Artesanal Independente.....	13
2.1.1.2. A Produção Contratada Domiciliar.....	13
2.1.1.3. A Produção Centralizada em Fábricas.....	15
2.1.2. Divisão do Trabalho - A Contribuição de Adam Smith.....	16
2.1.3. Mecanização do Trabalho.....	19
2.1.4. Administração Científica do Trabalho.....	20
2.1.4.1. O Sistema de Administração por Tarefas.....	20
2.1.4.2. O Estudo de Tempos e Movimentos e os Quatro Princípios.....	23
2.1.4.3. A Importância do Trabalho de Taylor.....	27
2.1.5. Padronização da Produção - A Contribuição de Henry Ford.....	30
2.1.6. Humanização do Trabalho.....	33

2.2. Filosofia Convencional da Produção.....	36
2.2.1. Compreensão da Produção: Conjunto de Operações.....	36
2.2.2. Redução de Perdas através de Melhorias Incrementais.....	37
2.2.3. Estoque como um Mal Necessário.....	39
2.3. Filosofia Japonesa da Produção.....	40
2.3.1. Compreensão da Produção: Rede de Processos e Operações.....	41
2.3.2. Eliminação de Perdas através de Melhorias Fundamentais.....	46
2.3.2.1. O Princípio da Subtração do Custo.....	46
2.3.2.2. As Melhorias Fundamentais.....	47
2.3.2.3. As Melhorias no Processo.....	49
2.3.2.4. As Melhorias nas Operações.....	52
2.3.3. Estoque como um Mal Absoluto.....	54
2.4. Princípios da Organização Japonesa da Produção.....	57
2.4.1. Produção no Tempo Exato ( <i>Just-in-Time</i> ).....	57
2.4.2. Controle da Qualidade no Processo.....	58
2.4.3. Multifunção.....	59
2.4.4. Melhoria Contínua com Envolvimento de Trabalhadores.....	60
3. ORGANIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES.....	62
3.1. Peculiaridades da Organização Convencional da Construção de Edificações.....	63
3.1.1. Produção em Canteiro de Obras.....	63
3.1.2. Organização do Trabalho baseada na Estrutura de Oficinas.....	66
3.1.3. Trabalho baseado na Atividade Manual.....	73
3.1.4. Administração do Trabalho baseada na Autonomia Operária.....	75
3.1.5. Organização da Produção com Alto Grau de Variabilidade.....	80
3.1.6. Organização da Produção com Alto Grau de Perdas.....	84
3.2. Novo Conceito para a Construção de Edificações.....	87
3.2.1. Estágio Tecnológico da Construção de Edificações.....	88
3.2.2. Conceito Convencional da Construção de Edificações.....	91
3.2.3. Novo Conceito para a Construção de Edificações.....	95
3.2.4. Novos Sistemas para a Organização da Construção de Edificações.....	96

<b>4. SISTEMA DE PRODUÇÃO CENTRALIZADA PARA A CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES - APRESENTAÇÃO DO CASO.....</b>	<b>101</b>
4.1. A Empresa do Estudo de Caso.....	101
4.2. Reestruturação Organizacional do Sistema de Produção.....	101
4.3. Centralização da Administração de Serviços.....	104
4.4. Centralização da Produção de Componentes e Serviços de Apoio.....	105
4.4.1. Concepção e Implantação do Núcleo de Componentes.....	107
4.4.2. Desenvolvimento Organizacional e Melhorias na Produção.....	111
4.4.2.1. Desenvolvimento de Novos Produtos.....	112
4.4.2.2. Registro e Análise de Processos e Operações.....	113
4.4.2.3. Desenvolvimento de <i>Layout</i> e do Posto de Trabalho.....	118
4.4.2.4. Melhorias na Movimentação de Materiais.....	124
4.4.2.5. Desenvolvimento de Equipamentos.....	128
4.4.2.6. Desenvolvimento Comportamental para a Gestão Participativa...	130
4.4.2.7. Reorganização da Estrutura Funcional.....	131
4.4.2.8. Desenvolvimento de Planos de Produção.....	134
4.4.2.9. Melhorias no Ambiente e Condições de Trabalho.....	138
4.4.2.10. Implantação de Círculos de Participação.....	143
4.4.2.11. Capacitação à Multifuncionalidade.....	144
4.4.3. Unidades de Produção de Componentes e de Serviços de Apoio.....	149
4.4.3.1. Unidade de Produção de Fôrmas.....	150
4.4.3.2. Unidade de Produção de Armação.....	152
4.4.3.3. Unidade de Produção de <i>Kits</i> Elétricos e Hidrosanitários.....	154
4.4.3.4. Unidade de Produção de Artefatos de Madeira.....	156
4.4.3.5. Unidade de Produção de Artefatos de Gesso.....	158
4.4.3.6. Unidade de Produção de Artefatos de Concreto.....	160
4.4.3.7. Unidade de Produção de Artefatos Metálicos.....	161
4.4.3.8. Unidade de Produção de <i>Kits</i> de Carpete.....	162
4.4.3.9. Unidade de Serviços Mecânicos.....	164
4.4.3.10. Unidade de Abastecimento de Materiais.....	165

<b>5. ANÁLISE DO CASO EM RELAÇÃO À IMPLANTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO.....</b>	<b>167</b>
5.1. Novo Conceito para a Construção de Edificações e o Sistema de Produção Centralizada.....	168
5.2. Aplicação dos Princípios da Organização da Produção e Redução de Peculiaridades da Organização Convencional da Construção de Edificações.....	171
5.2.1. Centralização da Produção e Redução da Produção em Canteiro de Obras..	171
5.2.2. Divisão do Trabalho e Rompimento da Estrutura de Ofícios.....	172
5.2.3. Mecanização do Trabalho e Redução da Atividade Manual.....	173
5.2.4. Administração Científica do Trabalho e Redução da Autonomia Operária...	174
5.2.5. Produção no Tempo Exato ( <i>Just-in-Time</i> ).....	176
5.2.6. Controle de Qualidade no Processo.....	178
5.2.7. Multifunção.....	178
5.2.8. Melhoria Contínua com Envolvimento de Trabalhadores.....	179
5.2.9. Redução do Grau de Variabilidade da Produção.....	180
5.2.10. Redução do Grau de Perdas.....	182
5.3. Considerações Finais.....	184
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>187</b>
6.1. Sugestões para Estudos Futuros.....	191
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>192</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1. - Estrutura Organizacional do Sistema Convencional da Construção.....	67
FIGURA 3.2. - Exemplos da Variabilidade em Indicadores de Desempenho.....	82
FIGURA 4.1.a. - Exemplo de registro de processo e operações: fluxograma do processo de confecção de armaduras de vigas.....	115
FIGURA 4.1.b. - Exemplo de registro de processo e operações: mapofluxograma do processo de confecção de armaduras de vigas.....	116
FIGURA 4.1.c. - Exemplo de registro de processo e operações: diagrama homem-máquina do processo de confecção de armaduras de vigas....	117
FIGURA 4.2.a. - Exemplo de desenvolvimento do posto de trabalho - Posto de recorte de portas / Unidade de Artefatos de Madeira.....	119
FIGURA 4.2.b. - Exemplo de desenvolvimento do posto de trabalho - Posto de ferragem de portas / Unidade de Artefatos de Madeiras.....	119
FIGURA 4.3. - Exemplo de desenvolvimento de <i>layout</i> : fluxos de materiais da Unidade de Artefatos de Madeiras.....	120
FIGURA 4.4.a. - Doca de expedição de armaduras - Unidade de Armação.....	121
FIGURA 4.4.b. - Baias de recepção de materiais - Unidade de Artefatos de Concreto...	121
FIGURA 4.4.c. - Área de expedição de fôrmas prontas - Unidade de Fôrmas.....	121
FIGURA 4.5.a. - Exemplo de melhorias na movimentação de materiais: paletização de portas-prontas.....	125
FIGURA 4.5.b. - Exemplo de melhorias na movimentação de materiais: paletização de artefatos de gesso e blocos para alvenaria.....	125
FIGURA 4.5.c. - Exemplo de melhorias na movimentação de materiais: mecanização da descarga de barras de aço com monovia.....	126
FIGURA 4.5.d. - Exemplo de melhorias na movimentação de materiais: mecanização da carga de pallets com guindaste munck.....	126

FIGURA 4.5.e. - Exemplo de melhorias na movimentação de materiais: mecanização da carga e descarga de artefatos de gesso com braço articulado.....	126
FIGURA 4.5.f. - Exemplo de melhorias na movimentação de materiais: paletização e mecanização de artefatos de concreto .....	127
FIGURA 4.5.g. - Exemplo de melhorias na movimentação de materiais: paletização e mecanização de artefatos de concreto.....	127
FIGURA 4.6.a. - Exemplo de desenvolvimento de equipamentos: banca alimentadora com roletes e estantes para barras de aço.....	129
FIGURA 4.6.b. - Exemplo de desenvolvimento de equipamentos: carrinhos para movimentação e posicionamento de arames para armações de aço.....	129
FIGURA 4.6.c. - Exemplo de desenvolvimento de equipamentos: carrinhos para movimentação e posicionamento de estribos para armações de aço....	129
FIGURA 4.7.a. - Exemplo de plano de produção: plano de corte de barras de aço.....	136
FIGURA 4.7.b. - Exemplo de plano de produção: plano de confecção de fôrmas.....	137
FIGURA 4.8.a. - Programa 5S's na Unidade de Artefatos de Madeira.....	139
FIGURA 4.8.b. - Programa 5S's na Unidade de Serviços Mecânicos.....	139
FIGURA 4.9. - Exemplo de planilha de avaliação geral do programa 5S's.....	141
FIGURA 4.10.a. - Proposta de melhoria na Unidade de Artefatos de Madeira.....	145
FIGURA 4.10.b.- Exemplo de desenho anexo de proposta de melhoria na Unidade de Artefatos de Madeira.....	146
FIGURA 4.10.c. - Exemplo de realização de proposta de melhoria na Unidade de Artefatos de Madeira.....	146
FIGURA 4.11.a. - Unidade de Produção de Fôrmas: operações de corte.....	151
FIGURA 4.11.b. - Unidade de Produção de Fôrmas: operações de confecção.....	151

FIGURA 4.12.a. - Unidade de Produção de Armação: operações de corte e dobra.....	153
FIGURA 4.12.b. - Unidade de Produção de Armação: operações de armação.....	153
FIGURA 4.13. - Unidade de Produção de <i>Kits</i> Elétricos e Hidrosanitários.....	155
FIGURA 4.14.a. - Unidade de Produção de Artefatos de Madeira: operação de lixamento.....	157
FIGURA 4.14.b. - Unidade de Produção de Artefatos de Madeira: operação de montagem.....	157
FIGURA 4.15. - Unidade de Produção de Artefatos de Gesso: operação de moldagem.....	159
FIGURA 4.16. - Unidade de Produção de Artefatos de Gesso: operações de corte ...	159
FIGURA 4.17. - Unidade de Produção de Artefatos de Concreto.....	160
FIGURA 4.18. - Unidade de Produção de Artefatos Metálicos.....	161
FIGURA 4.19.a. - Unidade de Produção de <i>Kits</i> de Carpete: operações de corte.....	163
FIGURA 4.19.b. - Unidade de Produção de <i>Kits</i> de Carpete: <i>Kits</i> de Carpete.....	163
FIGURA 4.20. - Unidade de Serviços Mecânicos.....	164
FIGURA 4.21. - Unidade de Abastecimento de Materiais - Almoxarifado Central....	166

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1. APRESENTAÇÃO

Assiste-se nos últimos anos uma verdadeira revolução nas filosofias e princípios da organização da produção. Desde os primórdios da organização da produção até a década de setenta os princípios da produção preocupavam-se exclusivamente com a eficiência operacional do trabalho. A divisão do trabalho, a mecanização, a administração científica e a própria linha de montagem procuraram melhorias nas operações. A produção era compreendida como um conjunto de operações, as perdas reduzidas com melhorias incrementais e o estoque era considerado um mal necessário. A partir da década de 70, em função de uma nova condição econômica de mercado, que passa a ser regido pela demanda e não mais pela oferta de produtos, uma nova filosofia de produção é elaborada. A indústria japonesa passa a ser a protagonista principal dessa nova concepção da produção, cujos princípios de produção permitiram uma vantagem competitiva substancial aos produtores nipônicos, com base nos excelentes níveis de qualidade e produtividade atingidos por inúmeros setores da indústria no Japão. Estes novos conceitos e princípios, que implicam em profundas mudanças no modo tradicional de conceber e organizar a produção, revolucionaram a indústria de uma forma geral, representando uma verdadeira nova filosofia de produção.

O principal fundamento desta nova filosofia de produção consiste em um novo conceito da produção, cuja característica principal está em compreender a produção como uma rede de processos e operações, correspondendo, respectivamente, aos fluxos de materiais e aos fluxos de trabalhadores. Além disso, a eliminação de perdas ocorre por melhorias fundamentais e focalizadas, prioritariamente, no processo de produção, e o estoque passa a ser visto como um mal absoluto. Nesse contexto novos princípios da organização da produção, relacionados às melhorias dos fluxos da produção, na busca da eliminação total de perdas, são formulados. Cita-se, entre outros, a produção no tempo exato (*just-in-time*), o controle da qualidade no processo, a multifunção e a melhoria contínua com o envolvimento

de trabalhadores. Dessa forma, o conceito de eficiência da produção passa a ser resultado da organização desta em relação aos aspectos da qualidade, produtividade e custos, simultaneamente, e não mais, meramente, da organização do trabalho, visando, particularmente, aos resultados de produtividade. Outra característica básica dessa nova filosofia e de seus princípios é o caráter de aceitação universal que apresenta. Ou seja, estes conceitos e princípios são suficientemente genéricos, sendo válidos para qualquer tipo de organização, independentemente de natureza, tamanho, processo ou produto - (SHINGO, 1981).

Por outro lado, analisando-se a organização da construção de edificações, percebe-se que esta apresenta certas peculiaridades que dificultam a implantação dos princípios da organização da produção, quer seja os princípios básicos da organização convencional da produção, quer seja os modernos princípios da organização japonesa da produção. Essas peculiaridades dizem respeito ao fato da organização da construção de edificações estar baseada na produção em canteiros de obras, na estrutura de ofícios, na atividade manual e na autonomia operária, estabelecendo uma base organizacional significativamente distinta da encontrada na produção de natureza fabril. Estas condições promovem graus elevados de rotatividade da mão-de-obra, de variabilidade e de complexidade no processo construtivo que, por sua vez, criam obstáculos à racionalização dos métodos de trabalho, à padronização de procedimentos operacionais, à fixação e envolvimento de trabalhadores, dificultando a organização, o gerenciamento e as melhorias na produção entre outras conseqüências prejudiciais. Conseqüentemente, a construção caracteriza-se como uma organização com alto grau de perdas nos seus processos, com baixo nível de tecnologia agregada e, naturalmente, baixo nível de eficiência operacional.

Entretanto, alguns pesquisadores da área, em particular KOSKELA (1992), vêem uma grande necessidade de aplicação dos conceitos e princípios da produção, principalmente os modernos princípios da nova filosofia de produção. Justificam esses pesquisadores que notáveis ganhos podem ser atingidos nos primeiros esforços de constituição e melhoria dos fluxos da produção, em função da alta parcela de desperdícios neste setor. Porém, as peculiaridades da organização da construção de edificações necessitam de uma consideração especial, no sentido de evitar ou reduzir seus impactos prejudiciais para a organização e gerenciamento da produção. Segundo KOSKELA (1992), estas peculiaridades podem ser

amenizadas com a implementação de soluções estruturais, ou seja, através da concepção de um sistema organizacional baseado em processos, que permita a organização e avaliação dos fluxos existentes, a identificação de melhorias potenciais e a implementação de ações operacionais. Com base nesta perspectiva, KOSKELA (1992) reconhece que a reorganização da construção convencional consiste no primeiro passo a ser dado em direção às melhorias do processo, sendo uma condição estritamente necessária para isso.

Assim, as análises das peculiaridades da organização da construção de edificações, das respectivas dificuldades de implantação dos princípios da organização da produção e da conseqüente necessidade de reestruturação de sua base organizacional consistem na questão central abordada por este trabalho. Nesta abordagem, faz-se uso da concepção de melhorias fundamentais proposta por SHINGO (1996), a qual tem, por base, a eliminação de causas raízes que geram resultados indesejados na produção. SHINGO (1996) advoga a tese de que é necessário modificar os pressupostos básicos que levam a conflitos aparentemente insolúveis nos sistemas produtivos. Ou seja, que deve haver a suplantação desses conflitos aparentes através de novas idéias que modifiquem os pressupostos básicos do problema.

Diante disso, busca-se compreender a construção de edificações como um sistema de produção baseado na estrutura de processos e operações. Tal busca nos leva a apresentar uma nova conceituação da construção de edificações de forma a romper com alguns dos pressupostos básicos de seu conceito e organização convencionais. Apresenta-se em seguida, como estudo de caso, um sistema de construção de edificações desenvolvido por uma empresa do setor, cuja constituição organizacional baseia-se, em parte, na estrutura de processos e operações com o rompimento de alguns desses pressupostos básicos conceituais da organização convencional da construção. Dessa forma, analisa-se o caso apresentado em relação ao seu processo de implantação e às melhorias resultantes, enfocando-se, principalmente, a oportunidade de implantação dos princípios da organização da produção.

## 1.2. SITUAÇÃO-PROBLEMA

A problemática abordada por este trabalho situa-se na necessidade de uma reestruturação organizacional para a construção de edificações. Esta necessidade ocorre pelas dificuldades apresentadas pela organização convencional da construção de edificações na implantação de princípios da organização da produção, o que resulta em baixo nível tecnológico e baixo nível de eficiência operacional nesse setor.

## 1.3. JUSTIFICATIVAS

As maiores justificativas para a realização deste trabalho são as seguintes:

1. A construção de edificações apresenta vários indicadores que fazem transparecer um quadro caracterizado pelo atraso organizacional, gerencial e tecnológico. Um grande número de pesquisas no setor demonstram uma condição, sob diversos aspectos, bastante inferior se comparada com outros setores industriais: elevados índices de desperdícios de materiais e mão-de-obra; precárias condições de organização do trabalho; elevados índices de acidentes de trabalho, de rotatividade e de absenteísmo e altas incidências de patologias nas edificações, representando uma baixa qualidade do produto final.

2. Por outro lado, tem-se a possibilidade de aplicação de um conjunto de princípios da organização da produção que se apresentam com um caráter de aceitação universal, sendo válidos para qualquer tipo de organização.

3. A necessidade de eliminação ou redução das especificidades estruturais da construção convencional de edificações através da reorganização da construção, por apresentarem-se como grandes entraves à introdução de conceitos e princípios da produção - (KOSKELA,1992; GIBERT,1991).

## 1.4. OBJETIVOS

### Objetivo Principal:

O objetivo principal deste trabalho resume-se a propor uma reestruturação da organização convencional da construção de edificações orientada pelos modernos conceitos da produção e que permita a organização dos fluxos de produção, a implantação dos princípios da organização da produção e a redução das peculiaridades da organização convencional da construção de edificações.

### Objetivos Secundários:

1. Analisar a evolução dos princípios e filosofias da organização da produção, verificando suas interrelações e seus aspectos de complementariedade, de forma que possam orientar e fundamentar novos modelos para a organização da construção de edificações.

2. Analisar as principais peculiaridades da organização convencional da construção de edificações, suas implicações quanto à adoção dos princípios da organização da produção, bem como a maneira em que são atendidas as necessidades dessa organização quanto ao ambiente de produção, organização do trabalho, métodos de execução e procedimentos operacionais.

3. Verificar a posição da organização da construção de edificações em relação à evolução tecnológica dos sistemas de produção proposta por SHINGO (1996).

4. Apresentar as vantagens que a reorganização da construção de edificações, bem como a adoção dos conceitos e princípios da produção, podem trazer ao contexto da construção de edificações no que diz respeito à organização e gerenciamento dos processos de construção.

## 1.5. HIPÓTESES

### **Hipótese Principal:**

A organização convencional da construção apresenta obstáculos estruturais à implantação dos princípios da organização da produção, apesar desses possuírem um caráter de aplicação universal. Dessa forma a solução para a construção está nas melhorias fundamentais de reestruturação de sua base organizacional através de um novo conceito de organização baseado em processos e operações.

### **Hipóteses Secundárias:**

1. Os princípios da organização da produção não apresentam um caráter substitutivo e sim complementarista nos seus aspectos mais fundamentais. A diferença fundamental entre os princípios da organização convencional da produção e os novos princípios está no seu foco: enquanto aqueles limitavam-se à eficiência da operação, esses focalizam-se na eficiência do processo, sendo, portanto, complementares.

2. Pode-se considerar que a reorganização da construção convencional de edificações através do deslocamento de processos dos canteiros de obras é uma tendência consistente de desenvolvimento do setor da construção de edificações.

## 1.6. DELIMITAÇÕES

Quanto às delimitações do presente trabalho, apresenta-se as seguintes considerações:

1. Em relação à análise das filosofias e princípios da organização da produção faz-se uma abordagem conceitual, não envolvendo sistemas e técnicas de operacionalidade destes princípios, bem como, aspectos relativos à gestão de recursos humanos.

2. Em relação à análise da organização da construção de edificações, o presente trabalho limita-se à realidade das empresas de construção convencional de edificações, que utilizam a tecnologia construtiva convencional. Não aborda-se, também, análises a respeito da evolução histórica da construção de edificações, limitando-se apenas à uma avaliação crítica da situação atual sob a ótica de um sistema de produção, envolvendo características atualmente presentes neste setor produtivo.

3. Da mesma forma, em relação ao estudo de caso, limita-se à realidade de uma empresa que utiliza a tecnologia construtiva convencional.

4. Em relação à análise dos resultados da proposta de reorganização, com base no estudo de caso, limita-se às questões de mudança organizacional, redução dos problemas decorrentes das especificidades estruturais da organização convencional da construção e à oportunidade de implantação de princípios e técnicas da organização da produção. Não faz-se considerações a respeito da análise financeira do investimento requerido para a implantação do sistema de construção, abordando-se custo inicial, custo operacional, redução do custo de produção e retorno de investimento.

## 1.7. MÉTODO DE PESQUISA

O presente trabalho, por um lado, teve por estímulo inicial as pesquisas desenvolvidas por Lauri Koskela, do Technical Research Institute (VTT) da Finlândia, no campo da organização e do gerenciamento da construção. Sua fundamentação teórica baseia-se principalmente na linha de pesquisa iniciada com a publicação do artigo intitulado de *Application of the New Production Philosophy to Construction*, produzido por aquele pesquisador, em agosto de 1992, durante sua estada na Universidade de Stanford, EUA - (KOSKELA, 1992). Este artigo propõe ao setor da construção a aplicação da nova filosofia da produção com seus conceitos e princípios, abordando sua oportunidade e avaliando as limitações, dificuldades e soluções correspondentes às particularidades deste setor.

Assim, realiza-se uma revisão bibliográfica a respeito dos principais conceitos e princípios da produção, tomando-se como referência, prioritariamente, a compreensão histórica e sistêmica destes princípios proposta por Shigeo Shingo em SHINGO (1996). Pesquisa-se também as particularidades da organização convencional da construção de edificações, analisando-se suas implicações diante da implantação destes conceitos e princípios da produção.

Por outro lado, este trabalho abordou, como estudo de caso, a implementação e o desenvolvimento organizacional da centralização da produção de componentes e serviços de apoio para a construção de edificações como uma estratégia de reestruturação da construção convencional de edificações, praticado por uma empresa do setor. Esta centralização da produção foi realizada através do deslocamento de processos dos canteiros de obras e da implantação de um núcleo de unidades de produção de componentes e de serviços de apoio. Na implementação desta estratégia, o autor deste trabalho teve uma participação efetiva, atuando como coordenador do processo de implantação do núcleo de componentes, no período de agosto de 1993 a dezembro de 1996. Este autor participou como administrador do núcleo em questão com o propósito principal de implantar unidades de produção e promover o desenvolvimento organizacional destas. Neste contexto, portanto, além de administrar a transferência de processos dos canteiros de obras para o núcleo de componentes, com a instalação de unidades de produção, concebeu, desenvolveu e aplicou

um programa de desenvolvimento organizacional e de melhoria destes processos com a adoção de princípios e instrumentos modernos da organização e do gerenciamento da produção.

Assim, no que tange ao desenvolvimento organizacional do núcleo de componentes e melhorias nos seus processos de produção, como apresentado neste trabalho, e sendo este o objeto central do estudo de caso, o autor insere-se como o responsável pela sua concepção e implementação na filial estudada da empresa em questão. Entretanto, como contextualização do caso adotado, apresenta-se o processo de reestruturação organizacional do sistema de construção da empresa em questão, envolvendo a concepção das estratégias de centralização da administração de serviços e de centralização da produção de componentes, no qual o autor não possuiu participação.

Por fim, o estudo de caso deste trabalho, realizado na filial de Porto Alegre da empresa Encol S/A Engenharia, Comércio e Indústria, como apresentado e compreendido pelo autor, tem por objetivo único e exclusivo servir de objeto de estudo para fins de dissertação acadêmica. Sendo assim, sua abordagem, descrição e análise referem-se a um determinado momento da empresa, apresentando-se com caráter restrito aos fins pretendidos. Assim, o estudo de caso em questão não apresenta valor para avaliação, representação ou qualquer juízo da empresa citada, não servindo, portanto, como prova jurídica ou legal para quaisquer outros fins. Outrossim, não se autoriza o uso deste trabalho para fins outros que não os relativos à pesquisa e ensino acadêmico.

## 1.8. ESTRUTURA DE EXPOSIÇÃO

**Capítulo 1:** Apresenta-se de forma introdutória o tema abordado e o contexto no qual desenvolve-se o trabalho, situando-se a problemática a ser tratada, bem como, esclarecendo-se as justificativas, os objetivos, as hipóteses, as delimitações e o método de pesquisa.

**Capítulo 2:** Apresenta-se a evolução das filosofias e princípios da organização da produção, compreendendo os princípios da organização convencional da produção, a filosofia convencional da produção, a filosofia japonesa da produção e os princípios da organização japonesa da produção.

**Capítulo 3:** Neste capítulo apresenta-se a organização da construção convencional de edificações, analisando-se suas peculiaridades em relação à evolução dos princípios da organização da produção, bem como sugere-se, com base nessa análise, uma nova estrutura organizacional para a construção de edificações.

**Capítulo 4:** Apresenta-se, como estudo de caso, a concepção e o desenvolvimento de um sistema de produção para a construção de edificações, implementado por uma empresa do setor, que adota, em parte, a estrutura organizacional e os princípios da organização da produção sugeridos neste trabalho.

**Capítulo 5:** Faz-se a análise dos resultados alcançados e discussões em relação à aplicação dos princípios da organização da produção e redução dos problemas decorrentes das especificidades estruturais da organização convencional da construção de edificações.

**Capítulo 6:** Conclui-se, por fim, a análise apresentada, fazendo-se ainda sugestões para estudos futuros.

## CAPÍTULO 2

### FILOSOFIAS E PRINCÍPIOS DA ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

A história da produção tem assistido ao desenvolvimento de vários sistemas inovadores de produção. Ao longo desses diferentes sistemas de produção encontra-se um número de valiosos conceitos e inovações na administração e organização da produção.

Segundo SHINGO (1996), o estudo e a compreensão da importância dos diferentes sistemas de produção desenvolvidos até os dias de hoje podem ser guias importantes para determinar qual direção seguir na concepção ou reestruturação dos sistemas de produção, pois suas inovações na produção servem como base para os atuais sistemas de hoje e, por isto, não podem ser ignorados. Assim, para a implementação de melhorias, torna-se importante o entendimento das diferenças filosóficas entre os novos e os tradicionais sistemas de produção, para que isso ocorra não por cega imitação, mas através da aplicação da essência dos novos sistemas às necessidades da produção de cada empresa.

Dessa forma, uma visão abrangente é extremamente importante. Precisa-se descobrir as relações entre melhorias nos diversos sistemas e descobrir como um sistema complementa o outro, através do entendimento dos aspectos da formação histórica dos sistemas de administração da produção. Sem a consciência de como as melhorias inserem-se no contexto sistêmico organizacional, cada sistema poderá acabar anulando as vantagens dos outros. Assim, essa compreensão deve ser baseada na avaliação das vantagens e desvantagens dos princípios da organização da produção do passado, devendo-se desenvolver as vantagens e corrigir-se as desvantagens - (SHINGO, 1996).

Segundo WOMACK (1992), melhorias nos sistemas de produção são passíveis de serem construídas a partir de novas idéias e do repensar das noções básicas. Novas idéias emergem de um conjunto de condições em que as velhas idéias parecem não mais funcionarem. Assim, para compreender-se plenamente o estágio mais atual da produção e suas origens, precisa-se retroceder no tempo, examinando-se as origens artesanais da

organização da produção e sua evolução. Nesse sentido, SHINGO (1996) subdivide o processo evolutivo dos sistemas de produção, desde os primórdios da organização da produção, até os dias de hoje, em duas eras de características distintas na concepção da produção, em seus conceitos e princípios. Essas eras são denominadas por SHINGO (1996) como: Era da Produção Autorizada de Estoque e Era da Produção com Estoque Zero. Neste trabalho referir-se-á a essas eras como, respectivamente: Organização Convencional da Produção e Organização Japonesa da Produção.

## **2.1. PRINCÍPIOS DA ORGANIZAÇÃO CONVENCIONAL DA PRODUÇÃO**

### **2.1.1. Centralização da Produção - As Origens da Fábrica**

#### **2.1.1.1. A Produção Artesanal Independente**

A produção nos seus primórdios era organizada de acordo com uma estrita hierarquia linear e não piramidal, formada pela estrutura mestre-companheiro-aprendiz. O artesão independente dominava a um só tempo o produto, a sua produção, o processo e as operações da produção artesanal, bem como as atividades de vendagem, pois não estava separado do mercado por um intermediário. O controle da produção era facilitado pois se baseava na obediência que os costumes da época exigiam dos aprendizes e diaristas ao homem que os contratava para o servirem - (BRAVERMAN, 1987).

#### **2.1.1.2. A Produção Contratada Domiciliar**

A produção industrial começa quando um significativo número de trabalhadores artesãos é aglutinado por um único capitalista. Essa aglutinação se dá mediante contratação de trabalho domiciliar na tecelagem, fabricação de roupas, objetos de metal, relojoaria, indústria de lã e couro. No caso, o capitalista distribuía os materiais na base de empreitada aos trabalhadores, para manufatura em suas casas, por meio de subcontratadores e agentes em comissão. Esta prática resultou em uma grande variedade de sistemas de subcontratação - (MARGLIN, 1971).

Essas primeiras organizações eram simplesmente aglomerações de pequenas unidades artesanais de produção, refletindo poucas mudanças quanto aos métodos tradicionais. Ou seja, o trabalho permanece como artesanal. Assim, fiandeiros, tecelões, vidreiros, oleiros, ferreiros, serralheiros, marceneiros, moleiros, padeiros e outros continuam a exercer os ofícios produtivos que executavam como artesãos independentes, porém sob contrato do capitalista. Desse modo, o trabalho permanecia sob imediato controle dos trabalhadores artesãos, os quais detinham o conhecimento tradicional e as perícias de seus ofícios. Entretanto, dado que o artesão perde seu contato direto com o mercado, através da

interposição de um contratante e, através do surgimento de uma especialização parcelar, característica deste sistema, passa a perder também o domínio sobre o produto. Como relata MARGLIN (1971): *“a especialização parcelar só fez desaparecer o controle operário sobre o produto. O controle sobre o processo de trabalho ainda se mantinha intacto: o operário era livre para escolher as horas e a intensidade do seu trabalho. Esta liberdade só lhe foi retirada pela fábrica”*.

Nesse sistema de produção domiciliar e subcontratação o capital fixo não era relevante. O capital empregado pelo fabricante consistia sobretudo em capital circulante - estoque de bens em curso de fabricação. Entretanto, esse sistema domiciliar era afligido por diversos problemas de irregularidades na produção: perdas de materiais em trânsito, desfalques e desvios de mercadorias, lentidão na produção, falta de uniformidade e rigor na qualidade do produto, etc. Porém, o principal problema desse sistema, consistia na sua grande limitação de controle da produção: o fabricante que quisesse aumentar a produção tinha que obter mais trabalho da mão de obra já recrutada e não tinha modo algum de compelir seus trabalhadores a certo número de horas de trabalho. O artesão domiciliar, por ter o controle sobre a produção e seu tempo, começava e parava quando desejasse, com ritmo auto-imposto que incluía muitas folgas. Por outro lado, o fato da produção nesse sistema domiciliar ser dispersa e pulverizada, impedia maior desenvolvimento da divisão do trabalho e da tecnologia de máquinas, as quais eram bastante primitivas - (BRAVERMAN, 1987).

Assim, enquanto o empenho de comprar trabalho acabado, em vez de assumir o controle direto sobre a produção, aliviava o fabricante das incertezas desse sistema pela fixação de determinado custo unitário, ao mesmo tempo punha fora do alcance do capitalista muito potencial de produção que podia tornar-se disponível por horas estabelecidas, controle sistemático e reorganização do processo de produção. Entretanto, esses primeiros sistemas de tarefas domiciliares e de subcontratação representavam apenas um sistema de transição, fase durante a qual o capitalista não havia ainda assumido a função essencial de controle sobre o processo de produção. Este sistema praticamente desapareceu na Grã-Bretanha em meados do século XVIII. A tecelagem foi o último bastião da indústria a domicílio - (BRAVERMAN, 1987).

### 2.1.1.3. A Produção Centralizada em Fábricas

A concentração da produção em fábricas, no início do século XVIII, foi uma consequência lógica da produção doméstica e das suas contradições internas. A principal razão da adoção do sistema de fábrica foi o controle do regime de produção pelos fabricantes, os quais podiam estabelecer uma condição de organização, de disciplina, de coordenação do trabalho e de vigilância e, conseqüentemente, a redução dos custos. Como relata MARGLIN (1971): *“o controle sem centralização do emprego era, senão impossível, certamente muito difícil, e assim o requisito para a gerência era a reunião de trabalhadores sob um único teto”*.

Outra razão para o surgimento da fábrica está na necessidade da reunião de pequenos grupos de operários em oficinas, cujas máquinas ou pequenos moinhos de água tinham que se concentrar na proximidade de fontes de água e energia - (MARGLIN, 1971).

Nas primeiras fábricas, apesar da produção estar centralizada, o sistema da subcontratação persistiu tal qual o sistema anterior. Trabalhadores qualificados eram encarregados de determinadas máquinas e recrutavam seus próprios ajudantes, dentre familiares e conhecidos. Práticas deste tipo eram presentes nas fábricas de tecido, fábricas de tapetes, metalúrgicas, olarias, bem como nas minas de carvão, construções e obras públicas. Nas minas de carvão e de cobre havia os subempreiteiros que faziam um contrato com a gerência para explorar uma galeria e empregavam seus próprios ajudantes. Assim, o empregador imediato, até fins do século XIX, de muitos trabalhadores não era o grande capitalista, mas o subcontratador intermediário, muitas vezes como empregado especializado e pequeno empregador de trabalho. BRAVERMAN (1987) relata que nas primeiras fábricas, em Birmingham, não se concebia a idéia de que o fabricante, além de constituir a fábrica e gerenciar os materiais, devia exercer a supervisão sobre os pormenores do processo manufatureiro. A esse sistema de subcontratação estava associado o sistema de pagamento de salários por produção, baseados no pagamento pela quantidade de unidades produzidas, ou seja, salário por peça. Estes sistemas, sob várias formas, ainda são comuns atualmente.

WOMACK (1992) nos relata, a respeito de um dos primeiros fabricantes de automóveis na França, em 1894, o seguinte: *“Os dois fundadores da companhia, Panhard e*

*Levassor, e seus assistentes mais imediatos, eram responsáveis pelos contatos com os consumidores, para determinar as especificações exatas dos veículos, encomendando as peças necessárias e montando o produto final. Grande parte do trabalho porém, dava-se em oficinas artesanais individuais espalhadas por Paris. A força de trabalho da P&L compunha-se, na maior parte, de artesãos habilidosos, montando cuidadosamente à mão um pequeno número de carros. Tais trabalhadores conheciam com minúcia os princípios de mecânica e os materiais com que trabalhavam. Além do mais, muitos eram seus próprios patrões, muitas vezes trabalhando como empreiteiros independentes na fábrica P&L.*

A partir da implementação da produção em fábricas, passa o capitalista a ter controle sobre o regime de produção, a poder prescrever a natureza do trabalho e a quantidade a ser produzida. O controle da produção passa a ser, de fato, o conceito fundamental da gerência, para que essa possa ser eficiente. Era agora o proprietário ou o gerente de uma fábrica que tinha de estabelecer um nível de obediência e de cooperação que lhe permitisse exercer controle. Entretanto, o controle tratado aqui, consistia em, simplesmente, estabelecer a disciplina e a vigilância, sob a supervisão de um capataz, o que pouco tinha a ver com a eficiência. Disciplinar a força de trabalho significava um aumento das quantidades produzidas pelo aumento de trabalho, bem como acabar com os desvios de mercadorias e outros tipos de fraudes, sem alterar-se a produtividade do trabalho - (BRAVERMAN, 1987). Além disso, a concentração da produção em fábricas passou a modelar e determinar as formas particulares que a transformação tecnológica assumia. A centralização da produção em fábricas não só permitiu uma melhor organização, controle e disciplina da mão-de-obra, como também oferecia uma dinâmica tecnológica superior e um clima mais propício ao progresso técnico.

### **2.1.2. Divisão do Trabalho - A Contribuição de Adam Smith**

A divisão do trabalho foi o mais importante desenvolvimento da evolução da produção na idade moderna. Em 1766, o economista britânico Adam Smith publicou seu clássico livro *A Riqueza das Nações*, onde apresentava e discutia a divisão do trabalho. Smith escreveu que a divisão do trabalho começou na Inglaterra durante a década de 1760. A extraordinária melhoria na produtividade, possibilitada pela divisão do trabalho, teve um

impacto profundo e de longo alcance na indústria como um todo e possibilitou o surgimento da Revolução Industrial, permanecendo como o princípio fundamental da organização industrial - (SHINGO,1996; BRAVERMAN, 1987).

Entretanto, a divisão do trabalho proposta por Smith não é de modo algum semelhante à divisão do trabalho em ofícios ou à especialização parcelar da produção através da sociedade. Essa forma da divisão do trabalho, características de todas as sociedades é, segundo a terminologia marxista, a divisão social do trabalho, ou a divisão da sociedade em ofícios. A divisão do trabalho proposta por Adam Smith, consiste na análise do processo de trabalho, normalmente desenvolvido por um único trabalhador, e na divisão sistemática desse processo em suas operações elementares, sendo cada uma delas designada para trabalhadores com as habilidades necessárias correspondentes.

Para Adam Smith, a divisão do trabalho era o maior fator na melhoria da produtividade da mão-de-obra, o que explicava com o clássico exemplo da produção de alfinetes, onde a divisão do trabalho tornou possível aumentar a produção de 20 alfinetes/dia realizada por um único trabalhador experiente, para 4.800 unidades por dia, um aumento de 240 vezes, com 10 trabalhadores executando 18 operações separadamente. Resultados similares foram relatados em várias outras experiências - (SHINGO, 1996).

SHINGO (1996) explica esses resultados pela lógica da divisão do trabalho, que apresenta como benefícios os seguintes aspectos:

1. Repetitividade da mesma operação, aumentando o nível da habilidade individual dos trabalhadores.
2. Redução da tarefa a uma única operação, reduzindo e eliminando movimentos auxiliares tais como pegar uma ferramenta e devolvê-la.
3. Redução da tarefa a uma simples operação, facilitando a mecanização e as melhorias e incrementando drasticamente a eficiência do trabalho. A sofisticação, a diversidade de ferramentas e o desenvolvimento de máquinas que presenciamos hoje, tornaram-se possíveis graças à divisão do trabalho.

4. Simplificação e diversificação das operações, simplificando-se a necessidade de treinamento de novos trabalhadores e criando oportunidades de emprego para trabalhadores não-qualificados. Isso aumenta a renda, expande o consumo e torna possível a produção em massa, que permite incrementar o fornecimento de mercadorias baratas.

5. Facilidade na manutenção da qualidade decorrente da simplicidade e repetitividade das operações.

7. Melhorias nas taxas de utilização das máquinas e ferramentas.

Tais vantagens são tão grandes que a divisão do trabalho se espalhou rapidamente para todas as indústrias. WOMACK (1992) relata que os primeiros esforços da Ford na montagem de seus carros, começando em 1903, compreendiam a introdução de plataformas de montagem, sobre as quais um carro inteiro era construído, geralmente por um só montador. Em 1908, o ciclo de tarefas médio de um montador da Ford - tempo trabalhado antes que as mesmas operações fossem novamente repetidas - totalizava 514 minutos, ou 8,56 horas. Cada trabalhador montava grande parte de um carro, envolvendo um conjunto de atividades que levava um dia inteiro para completar, antes de prosseguir com o próximo. Por volta de 1913, após Ford conseguir a perfeita intercambiabilidade das peças e ter tomado a decisão de que o montador executaria uma única operação, o ciclo de tarefas médio havia caído para 2,3 minutos, promovendo significativo aumento na produtividade.

Outrossim, o princípio da divisão do trabalho é aplicado não somente a pessoas, mas também às máquinas: as brocas abrem furos; os tornos executam cortes circulares; as fresas executam cortes planos; os esmeris esmerilham superfícies, . Essa divisão do trabalho das máquinas facilitou e promoveu o desenvolvimento tecnológico do processo de mecanização.

Por outro lado, a divisão do trabalho não deixa de apresentar algumas desvantagens. As principais são - (SHINGO, 1996):

1. Aumento do número de áreas de trabalho, criando a necessidade da movimentação dos materiais entre essas áreas.

2. Repetição de tarefas simples implica o uso desbalanceado de certos músculos e juntas, o que pode resultar em fadiga localizada.

3. Repetição de tarefas simples pode gerar monotonia, porém esta simplicidade de tarefas é considerada como uma vantagem por alguns trabalhadores.

4. Dificuldade de planejamento e coordenação de todo o processo a medida que a divisão do trabalho evolui.

Portanto, a divisão do trabalho não está isenta de defeitos. Entretanto, como seus benefícios (isto é, a grande melhoria na produtividade humana como um todo) compensam com grandes vantagens as suas desvantagens, a divisão do trabalho difundiu-se em todas as indústrias. Considerando o seu efeito líquido, o valor da divisão do trabalho encontra-se fora de qualquer contestação. Obviamente, é natural que haja problemas devido à divisão excessiva do trabalho: uma divisão extrema do trabalho vai contra a natureza humana. Entretanto, isso não justifica a rejeição da divisão do trabalho em si. Afirmar de maneira simplista que a divisão do trabalho não é boa não tem sentido. O que se necessita é pensar em formas de melhorar a divisão do trabalho e não deixar de aproveitar suas vantagens. A melhoria da produção através da divisão do trabalho ainda hoje está sendo praticada e aperfeiçoada - (SHINGO, 1996).

### 2.1.3. Mecanização do Trabalho

Como decorrência da divisão do trabalho, as tarefas tornaram-se mais simples, mais concretas e mais mecânicas. Essa tendência, combinada com a introdução de várias formas de energia, conduziu inevitavelmente à mecanização e à motorização, que, combinadas, resultaram em máquinas para o auxílio e substituição do trabalho humano.

Esse processo de mecanização tornou-se um aspecto preponderante na promoção de avanços na natureza do trabalho: enquanto a mecanização melhorou significativamente o trabalho da mão humana, a motorização aumentou muito a sua força - (SHINGO, 1996).

Segundo SHINGO (1996), os avanços na divisão do trabalho conduziram a uma meticulosa análise e classificação das funções manuais, promovendo a concepção e o desenvolvimento de ferramentas. Por sua vez, essas ferramentas, através da substituição ou complementação, potencializaram as funções da mão, melhorando significativamente a produtividade do trabalho manual. Essas ferramentas podem ser de vários tipos, dentre as quais:

1. Ferramentas que completam ou substituem as funções de agarrar e transportar;
2. Dispositivos de fixação que auxiliam ou substituem a função de segurar;
3. Gabaritos que auxiliam ou substituem as funções de segurar, de alinhar e centrar;
4. Ferramentas que auxiliam ou substituem as funções de alterar a forma;

Combinando-se a mecanização e a motorização das funções da mão humana, tornou-se possível a concepção e o desenvolvimento de máquinas que substituíssem essas funções. As máquinas foram gradualmente melhoradas passando por várias etapas até a dotação das máquinas equipadas com dispositivos para detectar anormalidades, capazes de executar as funções que permitam a correção dessas anormalidades. Quando são satisfeitas estas duas condições, pode-se dizer que o sistema é totalmente automatizado. Esse conceito foi desenvolvido aproximadamente 100 anos depois das máquinas tornarem-se de uso comum. Essas facilidades desenvolvidas aumentaram drasticamente a produtividade humana - (SHINGO, 1996).

#### **2.1.4. Administração Científica do Trabalho - As Contribuições de Taylor e Gilbreth**

##### **2.1.4.1. O Sistema de Administração por Tarefa**

Durante o século XVIII e até fins do século XIX, o administrador deixava ao arbítrio do operário o problema da escolha do método para realizar o trabalho. Concomitantemente ao sistema de subcontratação da época estava associado o sistema de pagamento de salários por produção, baseado no pagamento pela quantidade de unidades produzidas. Sob essa condição, acreditavam os administradores que sua função limitava-se a induzir o trabalhador, através de incentivo especial, a usar sua iniciativa no sentido de obter o melhor desempenho possível no trabalho, sendo esse o principal problema da administração. Essa crença era tal

que grande número de administradores consideravam alguns esquemas de pagamento, por exemplo, a remuneração por peça, como sendo, praticamente, todo o sistema de administração. Esse sistema passou a ser denominado por TAYLOR (1966) como administração por iniciativa e incentivo.

Entretanto, sob o sistema de pagamento por peça, o preço a ser pago por peça se prestava para uma série de subterfúgios. Acreditava TAYLOR (1966) que praticamente todos os patrões fixavam uma quantia máxima, que julgavam razoável, para pagar o dia de trabalho, quer por peça produzida, quer por diária. Assim, quando o trabalhador aumentava sua produção, esperando um aumento correspondente no pagamento, a administração reduzia o preço unitário estipulado por peça, argumentando que os níveis de produção obtidos eram fáceis de serem atingidos; e passava a considerar esse novo nível como o padrão de trabalho diário. O trabalhador, para se resguardar, tomava imediatamente conhecimento da quota que a ele se referia, compreendendo que o patrão, desde que soubesse ser o empregado capaz de produzir mais, procuraria logo, ou mais tarde, um modo de aproveitá-lo nesta maior produção, com pouco ou nenhum aumento de salário.

Assim, se os patrões procuravam ganhar o máximo alterando o índice de pagamento da tarefa e o padrão de produção diária, os trabalhadores procuravam proteger-se, ao fazer parecer que não se podia produzir mais do que um certo número de peças por dia, limitando intencionalmente a sua produtividade e reduzindo o ritmo de trabalho. O próprio TAYLOR (1966), como chefe de produção, chegou a afirmar que lutaria contra um maior rendimento no trabalho, tal qual faziam seus próprios operários, porque sob o sistema de remuneração por peça, mesmo trabalhando mais, ganhavam o mesmo salário. Ou seja, o sistema gerava efeitos contrários, desincentivando os trabalhadores a tal ponto destes não terem nenhum interesse em aumentar a eficiência de seu trabalho. Afirmava TAYLOR (1966) ainda: *“trabalhar menos, isto é, trabalhar deliberadamente devagar, de modo a evitar a realização de toda a tarefa diária (...) é o que está generalizado nas indústrias e, principalmente, em grande escala, nas empresas de construção”*. Assim, como decorrência do sistema de trabalho por peça, formou-se um círculo vicioso que produziu uma relação hostil e de interesses antagônicos entre trabalhadores e administração. Como diz TAYLOR (1966): *“O patrão é logo considerado antagonista, senão inimigo, desaparecendo completamente a confiança mútua que deve existir entre chefes e subordinados, o*

*entusiasmo, o sentimento de que todos estão trabalhando para o mesmo fim e divisão nos resultados*". O antagonismo, decorrente do sistema de trabalho por peça, acentua-se de tal modo que as observações, embora razoáveis do patrão, são encaradas com suspeita e a indolência torna-se uma idéia fixa. Desta forma, ocorre o que TAYLOR (1966) afirma ser de "indolência sistemática" que corresponde à prática pelos operários com o propósito deliberado de deixar o patrão na ignorância de como pode o trabalho ser feito mais depressa.

TAYLOR (1966) empenhou-se em modificar o sistema de administração, a fim de que se tornasse um só os interesses dos trabalhadores e da direção, em vez de serem antagônicos. Nesse esforço, compreendeu que o maior obstáculo à cooperação harmônica, entre o trabalhador e a direção, residia na ignorância da administração a respeito do que realmente consistia um dia de serviço do trabalhador, resultando em padrões de trabalho vagos e arbitrários, estabelecidos sem qualquer base científica. Afirmava TAYLOR (1966): "*(...) a ignorância do patrão a respeito dos tempos para realizar os trabalhos auxilia o operário no propósito de diminuir suas possibilidades de produção*". TAYLOR (1966) visualizou o problema de uma perspectiva mais ampla, entendendo que a baixa produtividade originava-se do fato de os padrões não serem cientificamente determinados. Este reconhecimento levou TAYLOR (1966) a determinar as causas fundamentais do problema da falta de eficiência:

1. O sistema defeituoso da administração, por iniciativa e incentivo, que força os trabalhadores a fazerem "cêra" no trabalho, a fim de melhor proteger seus interesses - problema centrado na administração do trabalho.
2. Os métodos empíricos ineficientes, geralmente utilizados em todas as empresas, com os quais o operário desperdiça grande parte de seu esforço - problema centrado na operação do trabalho.

A principal orientação dos trabalhos de Taylor concentrava-se na obtenção de mão-de-obra econômica, porém, retribuída com salários mais elevados. Acreditava TAYLOR (1966) que o remédio para essa ineficiência está antes na administração que na procura do homem excepcional ou extraordinário. Assim, a administração científica tem como por seus fundamentos a certeza de que os verdadeiros interesses de empregadores e empregados são

um, único e mesmo: de que a prosperidade do empregador não pode existir por muitos anos se não for acompanhada da prosperidade do empregado e vice-versa. Prosperidade para o empregado significa, além de salários mais altos, o aproveitamento dos homens de modo mais eficiente, habilitando-os a desempenhar os tipos de trabalho mais elevados para os quais tenham aptidões naturais e atribuindo-lhes, sempre que possível, esses gêneros de trabalho. E ao empregador, também o que ele realmente deseja: baixo custo de produção.

Assim, TAYLOR (1966) criou e desenvolveu um sistema de administração, sustentando que este continha princípios de administração que deveriam ser a base de qualquer modalidade criteriosa de remuneração aos operários. A idéia de tarefa é, quiça, o mais importante elemento na administração científica. Esse sistema de administração, fundamentalmente, consistia em:

1. Analisar os trabalhos e melhorar sistematicamente as operações que os compunham - o estudo do tempo e do movimento;

2. Medir as operações melhoradas e estabelecer tempos-padrão de desempenho confiáveis - a determinação do padrão de eficiência;

3. Usar os tempos-padrão de desempenho como base para um sistema de remuneração - a sistematização da tarefa.

#### 2.1.4.2. O Estudo de Tempos e Movimentos e os Quatro Principios Fundamentais

TAYLOR (1966) afirmava que os trabalhadores, em todos os ofícios, têm aprendido o modo de executar o trabalho por meio da observação dos companheiros, adquirindo seus conhecimentos através de tradição oral, resultando em métodos que, praticamente, jamais foram codificados ou sistematicamente analisados e estudados. Como decorrência, existiam diversas maneiras em uso para executar as mesmas tarefas em cada ofício e, por esta mesma razão, uma grande variedade de instrumentos, usados em cada espécie de trabalho. Diante dessa situação, Taylor defendia a gradual substituição dos métodos empíricos pelos científicos, através do estudo de tempos e movimentos. Afirmava que: *"A notável economia de tempo e o conseqüente acréscimo de rendimento, possíveis de obter pela eliminação de*

*movimentos desnecessários e substituição de movimentos lentos e ineficientes por movimentos rápidos, em todos os ofícios, só poderão ser apreciados de modo completo depois que forem completamente observadas as vantagens que decorrem dum perfeito estudo do tempo e movimento”.*

Como parte de seu método de pesquisa, Taylor criou o que é hoje chamado de estudo de tempos. Para TAYLOR (1966), o custo do tempo era um aspecto chave usado para aumentar a eficiência global da fábrica, tornando possível o pagamento de maiores salários para a mão-de-obra e preços mais baixo para o consumidor de produtos acabados.

O estudo de movimentos não pode ser discutido sem referências ao trabalho de Frank B. Gilbreth e sua esposa Lillian M. Gilbreth, os quais viveram durante a mesma época de Taylor e muito influenciaram no seu trabalho. Gilbreth estudou maneiras de melhorar a eficiência do movimento humano e desenvolveu o chamado estudo dos movimentos. Ele afirmava que *“o tempo era uma sombra do movimento”* e *“uma tarefa leva um longo tempo para ser completada porque os movimentos para fazê-la consomem um longo tempo”*. Ou seja, o tempo não é nada mais que um efeito. Assim, afirmava que não poderia haver reduções no tempo sem que fossem feitas profundas melhorias nos próprios movimentos (causais) e nas condições de trabalho necessárias para esses movimentos. Enfatizou a necessidade de melhorar o movimento, se o objetivo fosse melhorar o fator tempo; e a necessidade de melhorar as condições de trabalho, se o objetivo fosse melhorias nos movimentos - (SHINGO, 1996). Assim, o estudo das condições de trabalho e dos movimentos do trabalhador é parte essencial para resolver o problema de se encontrar os melhores métodos de execução do trabalho. Gilbreth desenvolveu várias técnicas para a compreensão do trabalho e o estudo do movimento, cuja aplicação é uma ajuda valiosa para a análise e melhoria das operações manuais, isto é, para a aplicação dos princípios de economia de movimentos. Concebeu também, pioneiramente, a idéia e o conceito de processo, como uma seqüência de operações, e instrumentos para sua análise - (BARNES, 1977).

Portanto, Taylor enfatizou a necessidade de usar a ciência para estabelecer padrões claros e objetivos como uma solução fundamental para o problema de falta de eficiência, estudando as operações nos seus mínimos detalhes para melhorá-las. Ele chamava isso de

“colocar ciência no trabalhar” ou de “administração científica”. Mais tarde, TAYLOR (1966) evidenciou, de forma explícita, os quatro grandes princípios fundamentais da administração científica:

1. Desenvolvimento de uma ciência que pudesse aplicar-se a cada fase do trabalho humano (operações), em lugar dos velhos métodos empíricos, com o aperfeiçoamento e padronização dos movimentos, das ferramentas e condições de trabalho, substituindo o critério individual e a orientação pessoal empírica do trabalhador.

2. Selecionar cientificamente o trabalhador mais adequado para cada serviço, passando em seguida a ensiná-lo, treiná-lo e formá-lo, em lugar do antigo costume de deixar a ele que selecionasse seu serviço e se formasse ao acaso.

3. Criar um espírito de profunda cooperação entre a administração e os trabalhadores, com o objetivo de que as atividades se desenvolvessem de acordo com os princípios da ciência desenvolvida e aperfeiçoada.

4. Divisão eqüitativa do trabalho e de responsabilidade entre a administração e os trabalhadores, devendo a administração atuar sobre aqueles trabalhos para os quais estiver melhor preparada, substituindo dessa forma as antigas condições, nas quais a solução do problema quanto à escolha do método e a maior parte da responsabilidade recaíam sobre os trabalhadores.

Na maior parte dos casos, particularmente quando o trabalho é complexo por natureza, o desenvolvimento da ciência é o mais importante dos quatro princípios. Há exemplos, todavia, em que a seleção científica do trabalhador tem mais importância do que qualquer outro fator. Porém, a maior mudança no que diz respeito a administração está no fato desta exercer atribuições que envolvem novos encargos - (TAYLOR, 1966). Afirmava TAYLOR (1966) a esse respeito: “quase todos os atos dos operários devem ser precedidos de atividades preparatórias da administração, requerendo registros, sistematização e cooperação, que habilitam os operários a fazerem seus trabalhos mais rápidos e melhor do que em qualquer outro caso”. Assim, um dos pontos principais do trabalho de TAYLOR (1966) está na defesa de que a administração deve chamar para si maior soma de

responsabilidades, devendo planejar o trabalho. Afirmava TAYLOR (1966): *“a fim de que o trabalho possa ser feito de acordo com leis científicas, é necessário melhor divisão de responsabilidades entre direção e trabalhador”*. Taylor estabelece, como princípio geral, que a ciência que estuda a ação dos trabalhadores é tão vasta e complicada que o operário, ainda o mais competente, é incapaz de compreender esta ciência sem a orientação e auxílio de colaboradores e pessoas especializadas nesses estudos, quer por falta de instrução, quer por estarem, anos seguidos, habituados a lidar com o trabalho operacional. Referindo-se a uma das experiências relatadas por Taylor, SHINGO(1996) faz os seguintes comentários a esse princípio: *“as opiniões de Taylor podem ser explicadas da seguinte maneira: de acordo com fotografias, F. W. Taylor era um homem magro, de complexão e altura média. Teria ele sido capaz de carregar 47,5 toneladas de ferro gusa por dia, se fosse instruído para fazer isso? Teria o musculoso Schmidt, descrito por Taylor como “lento e forte como um touro”, sido capaz de desenvolver a ciência de carregar ferro-gusa? A resposta é “não” para ambas as questões”*.

Entretanto, TAYLOR (1966) não deixou de reconhecer a importância da cooperação dos trabalhadores no aperfeiçoamento dos métodos e ferramentas: *“pode parecer que, na administração científica, não há o mesmo incentivo que estimule a criatividade do trabalhador a inventar métodos novos e melhores, bem como a aperfeiçoar as ferramentas. É verdade que na administração científica não é permitido ao operário usar qualquer instrumento e método que acredite ser o aconselhado na prática diária de seu trabalho. Todo o estímulo, contudo, deve ser dado a ele, para sugerir aperfeiçoamentos, quer em métodos, quer em ferramentas. E sempre que um operário propõe um melhoramento, a política dos administradores consistirá em fazer análise cuidadosa do novo método e, se necessário, empreender experiência para determinar o mérito da nova sugestão, relativamente ao antigo processo padronizado. E, quando o melhoramento novo for achado sensivelmente superior ao velho, será adotado como modelo em todo o estabelecimento. Conferir-se-á honra ao trabalhador por sua idéia e ser-lhe-á pago prêmio como recompensa”*. Além disso, TAYLOR (1966) reconheceu a necessidade de aprofundar o estudo de alguns princípios gerais, como: padronização de instrumentos, padronização de métodos, psicologia e motivação dos trabalhadores.

Após experiências de aplicação desses princípios, TAYLOR (1966) acredita que está esclarecido existir uma ciência até mesmo nas mais elementares formas de trabalho que se conhece e que cada ato elementar do trabalhador pode ser reduzido a uma ciência. Assim, esses princípios fundamentais da administração científica são aplicáveis a todas as espécies de atividades humanas. Acredita também que, quando o trabalhador mais adequado para esses serviços for selecionado cuidadosamente, quando a ciência de fazer o trabalho for convenientemente desenvolvida e quando o homem selecionado tiver sido treinado para o trabalho, de acordo com essa ciência, os resultados obtidos devem ser consideravelmente maiores do que os alcançados no sistema por iniciativa e incentivo.

Depois dessas experiências, TAYLOR (1966) explicitou seu lema: "*alta produtividade, altos salários, baixo custo*". Com isso, estava afirmando que os custos poderiam ser reduzidos, apesar do aumento de salários, caso a produtividade fosse aumentada. Com a administração desenvolvendo melhores métodos e ensinando-os aos trabalhadores seria possível que esses recebessem salários mais altos sem esforço extra e produzindo produtos a um custo mais baixo.

#### 2.1.4.3. A Importância do Trabalho de Taylor

TAYLOR (1966) salienta que o modo de funcionamento da administração científica não deve ser confundido com a sua filosofia fundamental. Deixa claro que houve muita confusão entre o mecanismo do sistema e sua essência, havendo uso de elementos desse mecanismo sem observação da verdadeira filosofia da administração. TAYLOR (1966) salientava existirem várias provas concretas do erro, conseqüente ao uso do mecanismo, com desprezo, porém, dos princípios essenciais do sistema e também com a tentativa de encurtar passos necessariamente longos, em completa oposição ao que vinha demonstrando a experiência.

SHINGO(1996) afirma que desde os estudos de Taylor as empresas americanas têm usado sistemas salariais baseados na avaliação por desempenho, tornando-se imperativo o estabelecimento de tempos-padrão. Entretanto, com o passar do tempo, apesar de Taylor defender que o estabelecimento de tempos-padrão de desempenho baseados em análise de

tempo é um requisito indispensável para o sistema de tarefa, a melhoria das operações através do estudo de tempos e movimentos foi praticamente esquecida.

Assim é que, segundo BARNES (1977), apesar de Taylor e Gilbreth terem desenvolvido o seu trabalho pioneiro na mesma época, deu-se mais ênfase à determinação de tempos e ao valor por peça do que ao estudo de movimentos. Alguns viam o estudo de tempos somente como um meio para determinar a tarefa que deveria constituir um dia de trabalho, enquanto outros viam o estudo de movimentos somente como uma técnica para determinar um bom método de executar o trabalho. Entretanto, o estudo de movimentos e o estudo de tempos são inseparáveis, devendo o estudo de movimentos sempre preceder o estabelecimento de um tempo-padrão.

Assim, durante vários anos, a ênfase principal no campo do estudo de tempos e movimentos foi dada ao estabelecimento de tempos-padrão para serem usados em planos de incentivo salarial - (BARNES, 1977). SHINGO (1996) explica que os engenheiros americanos estiveram tão preocupados em estabelecer tempos-padrão de desempenho que, gradualmente, deixaram de lado o principal requisito de Taylor - que os trabalhos devem ser analisados de uma forma científica. Esses tempos-padrão de desempenho eram estabelecidos na sua média, por nivelamento, sem haver um estudo dos mesmos, limitando-se, simplesmente, a aceitação do *status quo* (os tempos necessários para as operações atuais) e, praticamente, abandonando-se as idéias a respeito de elaborar melhorias - (SHINGO, 1996).

HARMON (1992) afirma que algo saiu errado com a aplicação dos princípios e das práticas do estudo de tempos e movimentos estabelecidos por Taylor e Gilbreth no início deste século, pois, apesar de seus brilhantes exemplos de resultados na melhoria da produtividade, persiste um sem número de oportunidades de se melhorar ainda mais. Essa afirmação baseia-se na constatação realizada por aquele autor de que os estudos de tempos e movimentos geralmente se limitam ao estabelecimento de padrões, avaliação de desempenho e balanceamento da carga de trabalho em linha, dispendendo pouquíssimo esforço projetando processos para reduzir tempos e movimentos necessários.

HARMON (1992) relata ainda que Frank Gilbreth foi pioneiro no uso de filmes para capturar os deslocamentos, movimentos e distâncias percorridas num serviço. O uso ideal da

informação adquirida seria para desenvolver melhores métodos. Com o tempo porém as filmagens passaram a se associar primariamente com o estabelecimento de padrões de desempenho, com ou sem incentivos pecuniários. Os membros dos sindicatos acabaram se rebelando contra esta prática, por passar a representar programas concebidos para explorar o máximo possível de desempenho físico dos empregados. Como o estudo de tempos defendido por Taylor e a determinação destes, que simplesmente determina os tempos específicos, usam técnicas semelhantes, muitas pessoas confundem o fim com o meio. O fim é a melhoria; o meio é entender o *status quo*. Mesmo assim, muitas pessoas acreditam que o fim ou o objetivo da engenharia de produção é entender o *status quo*. Tornou-se uma norma a engenharia de produção estabelecer os padrões ao invés de realizar melhorias - (SHINGO,1996).

SHINGO (1996) afirma que visita muitas plantas industriais e em todos os lugares observa exemplos maravilhosos de mecanização e automação. Entretanto, com uma observação mais detalhada, normalmente revela que, ao invés de eliminar perdas nas tarefas essenciais, a perda está sendo mecanizada e automatizada. Esse fato o leva a questionar os propósitos da mecanização e da automação, deixando claro que mecanização e automação devem ser precedidas e fundamentadas pela análise científica apropriada do trabalho e consideração da fadiga humana - o trabalho desenvolvido pioneiramente por Taylor, e pela melhoria dos movimentos físicos dos trabalhadores e dos aspectos psicológicos do trabalho - o trabalho de Gilbreth.

Segundo HARMON (1992), em termos de aumento da produtividade da fábrica, tempos e movimentos desnecessários ainda oferecem as mais importantes oportunidades de melhorias. Projetos de aumento de produtividade devem envolver o estudo de tempos e movimentos nas operações existentes e no projeto de novas operações para reduzir o desperdício. Em tais casos, a economia de tempo na obtenção do produto pode variar de 40% a 80%. SHINGO (1996) reconhece que a ciência do trabalho, por aumentar em muito a produtividade, merece ser chamada de a terceira revolução industrial.

Entretanto, nos últimos anos, costuma-se falar com desdém das realizações de Taylor e Gilbreth. Alguns chegam ao extremo de rejeitar por completo os estudos de tempos e movimentos, concedendo-os a culpa pelos procedimentos monótonos e desumanizantes de

alguns processos de produção. Critica-se também a dependência aos padrões de tempo para a medição do desempenho das tarefas industriais. Segundo HARMON (1992), argumentar contra a bem sucedida aplicação dos estudos de tempos e movimentos e simplificação de tarefas à produção industrial é contrariar a realidade. SCHONBERGER (1984) afirma sentir-se surpreendido quando ouve autoridades norte-americanas no assunto afirmarem que os japoneses rejeitam o trabalho de Taylor e Gilbreth em favor de métodos mais humanísticos. Segundo esse mesmo autor, os japoneses fizeram muito bom uso dos ensinamentos de Taylor e Gilbreth, principalmente nas práticas dos círculos de controle de qualidade. SHINGO (1996) reconhece que o espírito do movimento, isto é, a análise detalhada de tarefas sob a perspectiva dos objetivos desta tornaram-se o fundamento principal de sua filosofia. Significa usar fatores humanos, fisiologia e psicologia do trabalho ao designarem-se tarefas.

Segundo SHINGO (1996), muitos teóricos não entenderam os critérios da engenharia humana nos estudos de Taylor e Gilbreth, ou não tinham conhecimento algum de sua existência. Segundo esse mesmo autor, um grande número de teóricos ignorava as teorias da fadiga e as normas e regras da ergonomia. SHINGO (1996) no entanto, em função do grande potencial de melhorias no trabalho oferecido pelos princípios de Taylor e Gilbreth, principalmente pelo fato de não terem sido adequadamente seguidos, acredita que está na hora de refletir novamente sobre esses estudos. Afirma que vale a pena pensar a respeito do trabalho de Taylor e Gilbreth.

#### **2.1.5. Padronização da Produção - A Contribuição de Henry Ford**

Em 1913, Henry Ford revolucionou os sistemas produtivos utilizando linhas de montagem para a fabricação de automóveis, sendo a próxima evolução fundamental na história da produção. A produção em linha de montagem espalhou-se para todas as operações de fabricação de automóveis do mundo.

Antes de Ford, a produção na indústria de automóveis caracterizava-se como uma produção artesanal, a qual possuía as seguintes características - (WOMACK, 1992):

1. Ausência de um sistema de padronização: diferentes fornecedores produziam as peças utilizando medições ligeiramente distintas, com máquinas rudimentares, o que impedia a produção de carros idênticos, mesmo que fossem construídos de acordo com os mesmos projetos.

2. Grandes esforços desperdiçados para ajustagem e montagem das peças: quando as peças chegavam para a montagem final suas especificações eram, na melhor das hipóteses, aproximadas. A primeira tarefa dos montadores consistia em ajustar as primeiras duas peças até atingir a perfeição. A seguir, encaixavam a terceira peça até que se ajustasse às duas primeiras e assim sucessivamente até completar todo o veículo, com suas centenas de peças. Tal processo, ao final da adaptação da última peça, poderia ocasionar diferenças significativas no tamanho do veículo completo em relação a outros construídos conforme idêntico projeto.

3. Produção sob encomenda: devido à incapacidade de produzir em série carros idênticos, o produto era único. Assim, cada carro fabricado era, no sentido exato da palavra, um protótipo.

4. Organizações extremamente descentralizadas: a maioria das peças e grande parte do projeto do automóvel provinham de pequenas oficinas. O sistema era coordenado por um proprietário/empresário, em contato direto com todos os envolvidos - consumidores, empregados e fornecedores.

5. Emprego de máquinas de uso geral para realizar a perfuração, corte e demais operações em metal ou madeira.

6. Incapacidade das pequenas oficinas independentes - onde se dava a maior parte do trabalho de produção - em desenvolver novas tecnologias: os artesãos individuais careciam de recursos para perseguirem inovações fundamentais, uma vez que avanços tecnológicos genuínos necessitariam de pesquisa sistemática e não apenas de tentativas isoladas.

Apesar dessas limitações, a indústria, pela disseminação do veículo, atingiu uma maturidade prematura, propícia ao surgimento de um novo sistema de produção. Nesse contexto, Henry Ford descobriu a maneira de superar os problemas inerentes da produção

artesanal. As novas técnicas de Ford reduziram drasticamente os custos, aumentando ao mesmo tempo a qualidade do produto. Entretanto, segundo WOMACK (1992), o princípio básico do Sistema Ford não residia, conforme muitas pessoas acreditam, na linha de montagem em movimento contínuo. O princípio básico de Ford consistia na completa e consistente intercambiabilidade das peças e na facilidade de ajustá-las entre si. O atendimento a esse princípio foi a inovação na fabricação que tornou a linha de montagem possível.

Henry Ford adquiria seus motores e chassis de terceiros, adicionando-lhes uma série de itens encomendados a outras firmas para montar um veículo completo. Em 1915, contudo, Ford tinha incorporado todas essas funções a sua empresa e se aproximava da completa integração vertical. A razão mais importante para que fizesse tudo internamente era o fato de necessitar das peças com tolerâncias bem menores e cronogramas de entrega bem mais rígidos do que qualquer um pudesse atendê-lo. Para conseguir a intercambiabilidade, Ford insistiu que o mesmo sistema de medidas fosse usado para todas as peças ao longo de todo o processo de fabricação. Sua insistência na padronização das medidas por todo o processo decorreu de ter ele percebido os benefícios que resultariam nos custos de montagem. Ter de comprar de fornecedores e depender do mercado traria inúmeras dificuldades.

Através da intercambiabilidade, simplicidade e facilidade de ajuste, Ford pôde eliminar os ajustadores qualificados, que constituíam o grosso da força de trabalho de montagem. Por volta de 1913, às vésperas da introdução da linha de montagem, Ford obteve uma grande vantagem competitiva, não só pela especialização do montador, decorrente de uma minuciosa divisão do trabalho, mas também pela eliminação de todo o trabalho de ajuste de peças, deixando de exigir que os trabalhadores limassem e ajustassem cada peça imperfeita, o que redundou em grande produtividade. WOMACK (1992) supõe que as economias resultantes dessas melhorias - minuciosa divisão do trabalho e perfeita intercambiabilidade das peças, provavelmente tenham sido bem maiores que as economias resultantes da introdução da linha de montagem, que seria concebida logo em seguida.

Ford logo reconheceu o problema trazido pela movimentação dos operários de uma plataforma de montagem para outra - o que demandava tempo. Assim, a grande façanha de Ford, em 1913, foi a introdução da linha de montagem móvel, em que o carro era

movimentado em direção ao trabalhador estacionário. Tal inovação diminuiu o ciclo de trabalho de 2,3 para 1,19 minutos. A diferença resultava do tempo economizado pelo trabalhador por ficar parado em vez de caminhar e pelo ritmo mais acelerado de trabalho que a linha móvel podia proporcionar - (WOMACK, 1992).

#### 2.1.6. Humanização do Trabalho - A Contribuição da Escola de Relações Humanas

Em 1927, a Western Electric, empresa americana do setor eletro-eletrônico, desenvolvia uma pesquisa nos moldes da administração científica, onde buscava correlacionar nível de iluminação do ambiente de trabalho à produtividade. Entretanto, nesta experiência ficou constatado que os fatores psicológicos têm grande influência sobre a produtividade. Após estes estudos a atitude perante os trabalhadores foi corrigida e as relações humanas começaram a desempenhar um papel importante nos estudos da organização do trabalho.

Outrossim, a preocupação básica da Administração Científica e, principalmente, do Sistema Ford foi estruturar totalmente o trabalho, racionalizando a tarefa e formalizando as características dos cargos do sistema produtivo. Tal proposta priorizou as características eminentemente técnicas e mecanicistas do trabalho, limitando-se aos aspectos fisiológicos do ser humano. As características de ritmo compulsório e a excessiva fragmentação do trabalho geraram sentimentos contraditórios e de monotonia nos trabalhadores. Não obstante, tais propostas se mostraram, sob o aspecto humano, inadequadas e a sua contestação levou ao encaminhamento de outras propostas para a organização do trabalho na produção - (FLEURY, 1983).

Assim, diversas propostas surgiram, então, no sentido de explorar esses fatores psicológicos para que o operário atingisse maior produtividade. Porém, hipóteses mais consistentes sobre o problema da motivação no trabalho só foram formuladas a partir da década de 40. Em sua grande maioria, estas hipóteses são derivadas de pesquisas empíricas em organizações. Três teorias são tidas como as mais influentes - (FLEURY, 1983):

1. Teoria da Hierarquia das Necessidades, de Maslow: admitiu a existência de uma hierarquia das necessidades que orientaria o comportamento humano, de tal maneira que um

indivíduo não passaria a perseguir as necessidades de nível mais elevado enquanto não tivesse satisfeito as necessidades de nível mais baixo. As necessidades de nível mais baixo são de caráter fisiológico, vindo a seguir as necessidades de segurança, as necessidades sociais, as de auto-estima e as de auto-realização. Em outras palavras, poder-se-ia encarar o trabalho como um meio pelo qual as pessoas procuram satisfazer as suas necessidades.

2. Teoria de Organização e Personalidade, de Argyris: admitiu a existência de uma incongruência básica entre as necessidades dos indivíduos e os requisitos das organizações formais. Essas se fundamentariam no modelo do homem imaturo, exigindo comportamento típicos de personalidade imatura, resultando em ineficiência para a organização e para os indivíduos: frustração, perspectiva de curto prazo e conflitos. A solução desse problema estaria na modificação das organizações de forma que permitissem que as pessoas desenvolvessem suas características de adultos no processo de trabalho.

3. Teoria Motivacional, de Herzberg: concluiu que os fatores determinantes da satisfação profissional são diferentes dos fatores que levam à insatisfação profissional. Assim, numa situação de trabalho, existem fatores que, se presentes, levam o trabalhador a ficar satisfeito, mas se ausentes, não necessariamente o levam a ficar insatisfeitos. Do mesmo modo, existem fatores que, se não estiverem presentes, levam o trabalhador à insatisfação, mas se presentes inibem a insatisfação mas não conduzem à satisfação. Herzberg chamou o primeiro grupo de fatores motivadores e o segundo de fatores de higiene.

A colocação de Herzberg corrobora com a teoria de Argyris de que a única maneira de se terem pessoas satisfeitas no trabalho e, conseqüentemente, pessoas produtivas é estruturando os cargos de maneira adequada à personalidade das pessoas, adequada aos requisitos de pessoas maduras. Tal proposta é apresentada no que se convencionou chamar de Enriquecimento de Cargos: caso em que há, num único cargo, uma ampliação horizontal - agrupamento de diversas tarefas de mesmo nível, e uma ampliação vertical - agrupamento de tarefas de diferentes níveis. Assim, o método de enriquecimento de cargos era visto como uma espécie de corretivo para a divisão excessiva do trabalho.

Um dos exemplos de maior repercussão na aplicação do enriquecimento de cargos foi o Sistema Volvo. O Sistema Volvo foi notoriamente criado em resposta ao duplo problema

de alto índice de absenteísmo e alta rotatividade de mão-de-obra. No Sistema Volvo, os trabalhos são executados por grupos de trabalhadores e as tarefas são escolhidas pelo próprio grupo. Entretanto, é difícil afirmar se a produtividade alcançada pelo Sistema Volvo é compensatória. Enquanto o Sistema Volvo rejeita a forma das relações humanas inerentes à divisão do trabalho, ele também nega os seus efeitos benéficos, as suas vantagens. Dessa forma, é natural que a produtividade caia, pois a divisão do trabalho apresenta-se superior quando se considera a necessidade da produtividade - (SHINGO, 1996).

Por outro lado, o processo de enriquecimento de cargos sofreu críticas por não envolver o trabalhador no seu projeto, não havendo alterações na distribuição de poder dentro da empresa. O cargo é enriquecido para o operário, por especialistas de diferentes disciplinas, especialmente psicologia e sociologia, sem que ele participe do processo. Houve o enriquecimento dos cargos, porém, não houve o enriquecimento das pessoas. Assim, o que é importante observar é que as idéias colocadas em prática não alteraram, de forma alguma, o modo como o trabalho é organizado, limitando-se a modificações periféricas - (FLEURY, 1983).

Segundo SHINGO (1996), o programa visando a eliminar a monotonia, a criar interesse no próprio trabalho e permitir que trabalhadores organizem e administrem a si próprios necessita de mais pesquisa. É ingênuo acreditar-se que somente a estrutura do trabalho e o projeto de tarefas são fatores mais importantes. Por outro lado, não se pode esperar progresso substancial no aumento da produtividade sem melhorias de longo alcance nas relações humanas no trabalho. É preciso considerar o lado humano dos trabalhadores e não vê-los somente como a personificação de habilidade e talentos necessários para a realização de uma determinada tarefa. Isso significa que melhorias também têm que contemplar questões como a redução das horas de trabalho, melhores relações entre a administração e os trabalhadores, . Reconhecer o lado humano dos trabalhadores é a tarefa mais importante e fundamental para a administração da produção - (SHINGO, 1996).

## 2.2. FILOSOFIA CONVENCIONAL DA PRODUÇÃO

### 2.2.1. Compreensão da Produção: Conjunto de Operações

No passado, quando um trabalhador fazia tudo, era difícil distinguir as operações dos processos, porque estavam fundidos num mesmo trabalhador. O processo não era reconhecido como um fenômeno distinto da operação. A situação mudou com a divisão do trabalho concebida por Adam Smith. Em outras palavras, a divisão do trabalho revela um fluxo ao longo de dois eixos. Assim, com a divisão do trabalho, o fluxo de operações tornou-se claramente distinto do fluxo dos processos - (SHINGO,1996). Nesses termos, afirma-se que:

1. Processo refere-se ao fluxo de materiais de um trabalhador para o outro, ou seja, os estágios pelos quais o material que está sendo trabalhado, o objeto da produção, se move até se tornar um produto acabado.

2. Operação refere-se ao estágio distinto no qual um trabalhador, o sujeito da produção, pode trabalhar em diferentes produtos, isto é, um fluxo humano temporal e espacial, que é firmemente centrado no trabalhador.

Em 1921, o casal Gilbreth, em relato à *American Society of Mechanical Engineers*, definiu processo como “o conjunto de eventos através dos quais os materiais são transformados em produtos”, onde os eventos podem ser de quatro tipos diferentes: operação, inspeção, transporte e armazenagem. Gilbreth, assim, tornou-se o primeiro a reconhecer que existe um fenômeno chamado processo nas atividades de produção. Entretanto, processos e operações, assim, desde o início do século, foram entendidos da seguinte maneira: a análise de uma atividade de produção usando grandes unidades (macrounidades) era chamada de análise de processo; e a análise de uma atividade de produção usando pequenas unidades (microunidades) era chamada de análise de operação. Em outras palavras, acreditava-se que um processo e uma operação eram dois fenômenos sobrepostos que ocorriam no mesmo eixo e que a única diferença consistia no tamanho da unidade de análise.

Contudo, com a evolução destes conceitos, as pessoas ficaram atraídas pela movimentação humana observável - que são movimentos operacionais. Alguns concluíram que a produção consistia exclusivamente de operações; outros, que entendiam processo como um conceito distinto, desprezavam sua função na produção - (SHINGO, 1996). Assim, na concepção convencional da produção, processo significava apenas um agrupamento de operações, não possuindo a menor importância para os analistas da época. Toda a atenção para eventuais melhorias na produção estava voltada somente para as operações. Os gerentes concentravam-se basicamente nas operações executadas pelos trabalhadores, ignorando ou subestimando, dessa forma, o fato de que o fenômeno de processo é distinto das operações - (SHINGO, 1996).

Por fim, DRUCKER (1990) nos relata o seguinte: *“Toda a abordagem tradicional encara a fábrica como uma coleção de máquinas e operações individuais. No século XIX, a fábrica era um conjunto de máquinas. Os conceitos do século XX, como a linha de montagem e a contabilidade de custos, definem performance como a soma dos custos mais baixos das operações. Mas nenhum dos novos conceitos está muito preocupado com a performance das partes. Na realidade, apenas todo o processo produz resultados. A chave está em que os novos conceitos concebem a produção como um processo físico que adiciona valor econômico aos materiais”*.

### **2.2.2. Redução de Perdas através de Melhorias Incrementais**

O conceito de perdas e a noção de suas causas evoluiu ao longo dos anos. No início do século, a noção de perdas vinculava-se, basicamente, ao desperdício de materiais. Com Taylor, a problemática das perdas e da eficiência na produção está centrada no trabalho humano. A causa principal desta ineficiência é a falta de uma visão gerencial no que tange à organização do trabalho e ao gerenciamento dos trabalhadores (treinamento e formação) dentro da lógica dos princípios da Administração Científica. Ford intensifica esta noção de desperdício do trabalho humano expandindo a noção de perdas ao trabalho que não agrega valor - trabalhos de ajustagens de peças por falta de padronização, ao trabalho agregado

perdido quando na perda de materiais processados, ao retrabalho e às perdas ao longo da cadeia produtiva - (ANTUNES, 1995).

Outrossim, o conceito de perda até aqui representado limita-se a questão da eficiência do trabalho ou eficiência operacional. Apesar do processo tornar-se visível com a divisão do trabalho e ser reconhecido como um fenômeno, em 1921, pelo casal Gilbreth, as suas funções desempenhadas foram largamente ignoradas ou subestimadas. As pessoas, ao considerarem operações e processos como fenômenos que aconteciam no mesmo eixo, tornaram-se muito preocupadas somente com as operações, que são estáticas, e ignoraram, ou nunca reconheceram, o processo que flui ao longo de toda a área de produção. Devido à consideração de que processo era somente um conjunto de operações, acreditava-se, erroneamente, que ao serem melhoradas as operações automaticamente melhorar-se-ia o processo e a produção como um todo. Assim, as atividades visando à melhoria da produção eram direcionadas unicamente à melhoria de operações individuais, enquanto a melhoria de processos era quase totalmente ignorada.

Apesar de superficialmente o Sistema Ford parecer ser uma melhoria de processos e não simplesmente das operações, o procedimento de linha de montagem começou como uma tentativa para melhorar as operações e não o processo propriamente dito - (SHINGO, 1996). Numa análise final, fica evidente que as inovações durante esse período tinham por objetivo principal a melhoria das operações. Por esse motivo, seria difícil considerar o Sistema Ford como uma inovação na produção focada no processo. Outrossim, com o reconhecimento do papel central exercido pelos processos, em 1921, pelo casal Gilbreth, foram desenvolvidas muitas técnicas analíticas para análise de fluxo de processos, tais como análise relacionada a processamento, análise de transporte e análise de esperas. Foram desenvolvidas, ainda, técnicas tridimensionais de *layout* de equipamento e instalações para melhorar a movimentação dos materiais dentro das fábricas. Entretanto, todas as melhorias resultantes continuaram superficiais e passivas, sendo dada, normalmente, maior importância à mecanização.

Dessa forma, as grandes melhorias relativas à operação foram realizadas. Economias de trabalho foram alcançadas principalmente por melhorias em operações manuais individuais e através da mecanização do trabalho, que resultou no uso de robôs. A

mecanização levou ao desenvolvimento e ao uso da alta tecnologia tal como controle numérico, controle de programas e robôs - (SHINGO,1996).

### 2.2.3. Estoque como um Mal Necessário

A filosofia convencional da produção caracteriza-se pela tolerância ao estoque, reconhecendo o estoque como um mal necessário. O estoque é considerado um mal, mas é tolerado porque permite absorver eficientemente o impacto dos vários problemas que surgem durante a produção. Dessa forma, a aceitação de estoque foi comum a todos os sistemas convencionais de produção.

Entretanto, embora o estoque tenha sido aceito como um mal necessário, houve maior preocupação com sua necessidade do que com o mal que causava. Assim, a presença do estoque tem o efeito de abrandar ou resolver uma série de problemas de produção. Através da utilização do estoque pode-se afirmar que:

1. Qualquer item defeituoso pode ser substituído imediatamente;
2. A produção pode ser mantida mesmo quando ocorrem paradas devido à quebra de equipamento ou à ausência de trabalhadores;
3. Pedidos de última hora e demandas imprevistas podem ser atendidos rapidamente;
4. Há absorção da grande carga de horas-homem devido aos longos tempos de *set-up*. Isso fez com que se acreditasse que uma vantagem da produção em grandes lotes é que ela diminui o impacto dos longos tempos de *set-up*.

Há, contudo, o reconhecimento de que o estoque é um mal. A busca do equilíbrio entre as vantagens e as desvantagens de um aumento no estoque conduziu à criação do conceito de lote econômico. Muitas pesquisas foram feitas tanto para o cálculo do lote econômico como para determinar suas condições necessárias e seu equacionamento matemático - (SHINGO, 1996).

### 2.3. FILOSOFIA JAPONESA DA PRODUÇÃO

Uma nova era na história da administração da produção industrial teve início com o Sistema Toyota de Produção em 1971, sendo este o primeiro sistema de produção baseado numa verdadeira nova filosofia de produção.

O Sistema Toyota de Produção foi concebido como um sistema próprio de produção pela Toyota Motor Company, maior empresa japonesa do setor automobilístico, a partir dos seus esforços para alcançar as indústrias automotivas das nações avançadas do ocidente, após a II Guerra Mundial. Em 1973, com a crise do petróleo, o Sistema Toyota de Produção tornou-se popular em vários outros setores industriais japoneses, fora da indústria automotiva, consolidando-se como um completo sistema de produção. Esse modelo permitiu uma vantagem competitiva substancial aos produtores nipônicos, com base nos excelentes níveis de qualidade e produtividade atingidos por inúmeros setores da indústria japonesa.

Na década de 80, expandiu-se rapidamente para diversos países industrializados do ocidente, transformando-se no modo dominante de conceber a moderna administração da produção industrial. Esse novo modelo passou a ser conhecido por diferentes nomes: Manufatura Classe Mundial, Produção Enxuta, Filosofia de Excelência da Produção, Filosofia JIT/TQC, etc. Entretanto, sua compreensão no ocidente, ao longo dos últimos anos, evoluiu através de três estágios - (KOSKELA, 1992):

1. Um conjunto de ferramentas, como *kanban* e círculos de qualidade;
2. Um método de manufatura, como o método *Just-in-Time*;
3. Uma filosofia de gerenciamento, como Filosofia JIT/TQC e Produção Enxuta.

O principal responsável pela concepção e promoção do Sistema Toyota de Produção foi Taiichi Ohno, ex-vice presidente da Toyota, com o importante propósito de aumentar a produtividade e reduzir custos. Como diz Ohno (MONDEN, 1984): "*para atingir este objetivo houve um empenho na eliminação de todos os tipos de funções desnecessárias nas fábricas: a estratégia foi investigar uma a uma as causas destas operações de produção e solucioná-las com a aplicação de métodos ou por tentativas e erros*".

Portanto, a principal característica deste sistema está na adoção de um método racional de fabricar produtos, com a eliminação completa de elementos desnecessários na produção, capaz de atingir elevada produtividade e qualidade com custos reduzidos. Estas características conferem a este sistema uma aceitação universal. SHINGO (1981) afirma neste sentido que: *"se o Sistema Toyota de Produção for compreendido a partir da sua lógica fundamental, pode ser aplicado em fábricas de qualquer região, sendo adaptável às características de cada planta, como um sistema de produção universal"*.

Assim, o Sistema Toyota de Produção representa uma verdadeira nova filosofia de produção, consistindo de novos conceitos, princípios e métodos que implicam em profundas mudanças no modo tradicional de conceber e gerenciar a produção - (FERRO, 1990). Esses novos conceitos e princípios abordam a produção na sua concepção, na sua função estratégica e nos seus aspectos de gerenciamento e organização. Estes conceitos aplicam-se sobre o projeto do processo, planejamento e controle da produção, administração de materiais, gestão de recursos humanos, gestão da qualidade, arranjo físico, organização do trabalho e projeto do produto. Possuem como propósito básico a redução de custos globais, ou seja, custos de fabricação, administrativos e de capital; o aumento de flexibilidade; e o aumento da qualidade do processo e do produto.

O passo inicial para o entendimento dos novos sistemas de produção japoneses é a compreensão de seus conceitos fundamentais.

### 2.3.1. Compreensão da Produção: Rede de Processos e Operações

No ocidente, até os dias de hoje, fenômenos superficiais de processo são, em geral, identificados corretamente, enquanto as diferenças mais fundamentais entre processos e operações são mal interpretadas. Por estarem baseados nestes erros fundamentais de percepção, os sistemas de produção convencionais desenvolveram-se somente no campo das operações. Por conseguinte, melhorias que meramente copiam características específicas dos novos sistemas de produção do Japão (o Sistema Toyota de Produção, por exemplo) terão pouco efeito. Melhorias ótimas não ocorrerão enquanto as funções da produção que formam a base destes sistemas não forem compreendidas. Na verdade, os novos sistemas de produção

do Japão não podem ser adotados sem um entendimento apropriado da natureza da produção - (SHINGO, 1996).

SHINGO (1981) compreende a produção como uma rede constituída de linhas ortogonais relacionadas a dois eixos de coordenadas. Estes eixos ortogonais correspondem, respectivamente, aos processos e operações da produção. Este modelo de **rede de processos e operações** constitui a base de compreensão de todos os fenômenos<sup>1</sup> da produção, onde, por processos e operações entende-se:

**processo:** curso de situações através do qual os materiais (objetos da produção) são transformados em produtos. Ou seja, corresponde ao fluxo de materiais em direção ao produto final, alterando-se ao longo do tempo e espaço simultaneamente. Visualizando-se pelo lado dos materiais em fluxo, pode-se dizer que diversos operadores e máquinas (sujeitos da produção) trabalham sobre estes ao longo do tempo e espaço.

O conteúdo do processo consiste de quatro fenômenos (situações) em que se encontram os materiais em determinado tempo e espaço:

1. Processamento: quando em alteração da forma ou substância, mudança de propriedades, montagem ou desmontagem;

2. Inspeção: quando em verificação da conformidade, comparação com um padrão;

3. Transporte: quando em mudança de posição, deslocamento;

4. Espera: corresponde ao tempo decorrido sem haver processamento, inspeção ou transporte. Pode ser de quatro tipos diferentes: estoque de matéria-prima, espera de processo, esperas de lote, estoque de produto acabado.

**operação:** curso de ações através do qual operadores e máquinas (sujeitos da produção) trabalham sobre os materiais. Ou seja, corresponde ao fluxo dos operadores e

---

<sup>1</sup> Entende-se por fenômeno todas as alterações ou situações impostas ao material (objeto da produção) pelos operadores e máquinas (sujeitos da produção). Consiste na realização das operações.

máquinas, ao longo do tempo e espaço simultaneamente. Visualizando-se pelo lado dos operadores e máquinas em fluxo, pode-se dizer que diversos materiais (objetos da produção) são trabalhados por estes ao longo do tempo e espaço.

As operações podem ser classificadas da seguinte maneira:

1. Operações de preparação e pós ajuste (operações de *setup*): referem-se à preparação dos materiais, matrizes, ferramentas, gabaritos, dispositivos de fixação, máquinas, etc, antes de uma operação principal ser executada. Referem-se também a operações pós-ajustes, tais como limpeza, que são executadas após uma operação principal.

2. Operações principais: referem-se ao trabalho real, correspondendo, respectivamente, aos quatro fenômenos do processo, como alterar a forma ou substância, montar ou desmontar (operação de processamento); verificar a conformidade, comparar com o padrão (operação de inspeção); mudar de posição, deslocar (operação de transporte); ações para armazenar materiais (operação de espera).

3. Folgas: são operações que não ocorrem regularmente. Podem ser divididas em dois tipos: humanas, como folgas por fadiga e folgas para a higiene pessoal, decorrentes das necessidades humanas; e não-humanas, como folgas operacionais e folgas entre operações, decorrentes de manutenção, esperas de materiais, etc.

SHINGO (1981) preocupa-se em deixar claro que processos e operações não apresentam-se numa relação linear sobreposta, mas constituem-se numa relação ortogonal distinta, onde operação corresponde, respectivamente, aos quatro fenômenos do processo. Diferencia-se, portanto, da concepção ocidental, proposta inicialmente por Gilbreth, onde o termo operação é utilizado para significar processamento no processo, ou seja, os termos operação e processamento significariam a mesma coisa. Outrossim, vários autores concebem a produção como um processo consistindo de atividades de conversão (processamento) e atividades de fluxo (inspeção, transporte e espera).

Essa questão é de fundamental importância pelas seguintes razões:

1. Em relação ao processo: o fato de reconhecer **processamento** como um fenômeno do processo (um acontecimento, ou seja, uma necessidade a ser atendida para que materiais transformem-se em produtos), diferentemente da operação de processamento, facilita o questionamento da real necessidade deste fenômeno ocorrer, ou, ao menos, da forma e intensidade como deve ser realizado no processo. Este questionamento pode ser baseado nas técnicas Engenharia de Valor e Análise de Valor, que serão abordadas mais adiante quando nas melhorias do processo. A questão central nesta análise, portanto, está no questionamento das necessidades de operações para efetivação do processo.

2. Em relação à operação, baseia-se em dois fatos: Primeiro, o fato de reconhecer a **operação de processamento** (atendimento à uma necessidade de processamento) permite a análise concentrada no modo de realizar esta operação, ou seja, no método utilizado, nas ferramentas, etc. O segundo fato está em permitir analisar como **operação** (atendimento à necessidades do processo) a realização dos outros fenômenos do processo (o atendimento às outras necessidades, como inspeção, transporte e armazenagem). Assim, a questão central nesta análise está no questionamento do método utilizado para a efetivação das operações no processo.

O conceito de produção como uma rede formada pela intersecção de processos e operações, segundo SHINGO (1996), é a mais fundamental e inovadora diferença entre os sistemas convencionais de produção e os da nova filosofia. Assim, a diferença entre a filosofia convencional da produção e a filosofia japonesa da produção localiza-se no nível mais básico, nos pontos conceituais de partida das duas abordagens. Um claro entendimento deste conceito fundamental é o ponto de partida a partir do qual se avalia que forma os sistemas de produção deverão tomar. O mesmo autor afirma que distinguir claramente processos e operações é o ponto chave para o desenvolvimento de novos sistemas de produção. Essa consideração é básica para a compreensão da fundamentação do Sistema Toyota de Produção, possuindo um significado extremamente importante.

Assim, é extremamente importante compreender que processo e operação são os dois pilares principais da produção, que os dois são de natureza diferente e que se interseccionam em ângulos retos. É importante entender que um processo relaciona-se com uma operação da mesma maneira que um eixo X relaciona-se com um eixo Y. Processos e operações estão

intimamente relacionados, mas são claramente diferentes. O processo é um elemento de produção ao qual deve ser dada a mais alta prioridade. As operações são fenômenos auxiliares de um processo. Na produção, as funções de processo são estabelecidas em primeiro lugar para, então, serem determinadas as funções de operação a fim de complementar as funções de processo. Se um processo for simplificado, se dois processos forem fundidos, ou se a seqüência de um processo for modificada, as funções das operações que fazem parte destes serão tão significativamente afetadas que, provavelmente, estas operações terão de ser modificadas. As mudanças de processo geram uma grande mudança nas operações executadas neste processo. Por exemplo, se o *layout* dos equipamentos for mudado de forma que as máquinas sejam posicionadas de acordo com a seqüência do processo, as operações de transporte também deverão ser reordenadas em função da nova disposição do processo. Dessa forma, as melhorias de processos devem ser efetuadas antes das melhorias de operações. Somente após as oportunidades para as melhorias de processo terem sido esgotadas é que deverão ser iniciadas as melhorias de operações relativas a este processo.

Como isso não era claramente entendido, o desenvolvimento correto da função de produção foi bastante atrasado. Não é exagero dizer que a clara separação entre as funções de processo e operação como uma rede avançou significativamente os métodos de produção nos últimos anos - (SHINGO, 1996). Outrossim, estes princípios são válidos para qualquer tipo de organização.

Considerando a maneira como os fenômenos do processo se manifestam em diferentes meios, como, por exemplo, nas fábricas de fios, fábricas de alimentos, montadoras de automóveis, construtoras de edifícios, etc, a cadeia de eventos através dos quais materiais são transformados em produtos, na sua concepção básica, não apresenta diferenças. Desse modo, é correto afirmar que produzir automóveis não é diferente de produzir pizzas ou edifícios: apesar das funções básicas e do know-how de produção, ou seja, a tecnologia de manufatura, serem específicas para cada produto, de uma perspectiva mais ampla, a produção de pizzas, de edifícios ou de automóveis é a mesma, ou seja, sob o ponto de vista de sua tecnologia de produção. Mesmo existindo diferenças entre os materiais empregados e os produtos resultantes, qualquer processo consiste em transformar materiais em produtos. O número de processos unitários e suas combinações podem ser distintos em diferentes

produtos, mas existem somente quatro fenômenos que os compõem: processamento, inspeção, transporte e espera. O processo de transformação é uma combinação e uma repetição desses quatro fenômenos. Neste nível, todos os fatores têm que ser considerados, não interessando qual produto esteja-se produzindo. Assim, toda a produção pode ser compreendida como uma **rede funcional de processos e operações** - (SHINGO, 1981).

### 2.3.2. Eliminação de Perdas através de Melhorias Fundamentais

#### 2.3.2.1. O Princípio da Subtração do Custo

Antigamente a maioria dos administradores concordava com a utilização da seguinte fórmula:  $\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço de Venda}$ . Essa corrente de pensamento aceita o *status quo* como dado, o que implica postular que não há necessidade de melhorias. O Sistema Toyota de Produção propõe o seguinte princípio de subtração do custo:  $\text{Preço} - \text{Custo} = \text{Lucro}$ . Aqui a idéia é que o preço é determinado pelo mercado, sendo o lucro resultado da subtração preço menos custo. Entretanto, a fórmula apresentada a seguir representa outra abordagem:  $\text{Preço} - \text{Lucro} = \text{Custo}$ . Nessa equação, um custo alvo é fixado subtraindo-se o nível de lucro necessário para manter a estabilidade do preço de venda.

Essas interpretações significam que uma empresa não pode sobreviver sem esforços implacáveis para cortar custos. Além disso, uma empresa deve não somente visar o lucro próprio, mas também retornar lucro para a sociedade, sendo que, para isso, deveria procurar diminuir os preços de venda por si, sem deixar a demanda fixá-los. Tal visão requer claramente esforços contínuos no sentido da redução de custos, requer um compromisso da organização com a eliminação total das perdas - (SHINGO, 1996).

Dado o conceito da Função Produção, no qual o processo constitui-se de fenômenos de processamento, inspeção, transporte e espera; e operações que se constituem em operação principal, de preparação e folgas: perdas são todos os fenômenos e operações que geram custos e não adicionam valor ao produto - (SHINGO, 1981).

Segundo OHNO (1988), o princípio da subtração do custo e a noção das perdas constituem-se no conceito mais fundamental do Sistema Toyota de Produção. Ele exige esforços extraordinários para a eliminação das perdas. Na verdade, a orientação básica original do Sistema Toyota de Produção não tem nada a ver com desperdício de excesso de produção, *just-in-time*, ou até com o sistema *kanban* - todas essas técnicas são meramente instrumentos para a eliminação total das perdas.

A eliminação de perdas se dá pela busca incessante de eliminação de inventários e redução da mão-de-obra, através das melhorias nos processos e nas operações. OHNO (1988) afirma que: "*para reduzir custos torna-se essencial fabricar apenas os produtos necessários usando a mínima força de trabalho*", sendo uma questão fundamental para isso a busca da eficiência em cada operador, em cada etapa do processo e em toda a planta de produção.

Uma diferença fundamental apresentada pela nova filosofia pode ser caracterizada como a mudança do foco de atenção de melhorias somente em operações para melhorias nos processos anteriormente esquecidos. Reconhecer isso é muito importante, representando uma mudança de consciência necessária para o entendimento correto do novo sistema de produção. Dado esse reconhecimento, a abordagem da nova filosofia é perseguir melhorias fundamentais. A idéia é descobrir as funções essenciais da produção e otimizar a eficiência de produção, melhorando todo e qualquer elemento que dificulte a produção eficiente.

#### 2.3.2.2. As Melhorias Fundamentais

Em muitas das atividades de melhorias, senão na maioria, as pessoas procuram problemas nos fenômenos superficiais (técnicas, por exemplo) e estão dispostas a se satisfazer com a mera correção de defeitos desses fenômenos. Tais melhorias trazem, com certeza, benefícios reais, porém, as oportunidades para melhorias fundamentais são frequentemente deixadas de lado. Ao questionar-se que problemas jazem escondidos nas origens dos fenômenos superficiais, pode-se realizar melhorias mais fundamentais, baseadas nas avaliações das causas essenciais.

Melhorias nos sistemas de produção são passíveis de serem realizadas a partir de novas idéias e do repensar das noções básicas. Assim, os trabalhos de melhorias sempre envolvem três níveis de pesquisa - (SHINGO, 1996):

1. Conceitos básicos;
2. Sistemas para dar forma a esses conceitos;
3. Técnicas para implantar os sistemas.

SHINGO (1996) a esse respeito relata: “ *Não podemos esperar por resultados completos e inovadores sem melhorias conceituais. Poderemos começar a atingir melhorias abrangentes e inovadoras não meramente melhorando nossas técnicas, mas, sim, os sistemas de nível mais alto que as apóiam e, num nível mais alto ainda, os conceitos ou premissas que as justificam. Isso é o que quero que entendam por melhorias fundamentais. Precisamos olhar para as melhorias atuais - mesmo que elas estejam produzindo alguns resultados limitados - e continuamente perguntar se existem melhorias correspondentes que podem ser feitas num nível mais alto. Deveremos ter em mente uma outra questão: é importante lembrar que a possibilidade de melhoria é infinita, no sentido de que para cada grupo de conceitos, sistemas e técnicas existe um grupo de conceitos, sistemas e técnicas de nível mais alto*”.

Por uma questão lógica, a melhoria do processo deve ser realizada antes da melhoria da operação - SHINGO (1981). Pois, uma vez que o processo corresponde ao fluxo de materiais em direção ao produto final, demandando necessidades de operações (processamento, inspeção, transporte e espera), estas necessidades devem antes ser verificadas e analisadas, buscando-se reduzi-las ou eliminá-las para após então, melhorar-se o modo de operacionalizá-las. Esta observação é válida no sentido de se evitar o risco de melhorar operações não mais necessárias sob a ótica de um processo revisado. Caso contrário, poder-se-ia melhorar (sofisticar), muitas vezes com agregação de tecnologia (mecanização ou automação), a própria ineficiência. Os processos devem ser melhorados concentrando-se em mudanças no objeto da produção. As operações devem ser melhoradas concentrando-se em mudanças nas próprias operações (os sujeitos ou agentes da produção). Assim sendo, melhorar o processo significa analisar, questionar e racionalizar os fenômenos de processamento, inspeção, transporte e espera; e melhorar a operação consiste em aperfeiçoar o método para operacionalizar cada um destes fenômenos.

### 2.3.2.3. As Melhorias no Processo

#### Melhorias no Processamento

Entre as próprias atividades de processamento pode estar havendo desperdícios que podem ser eliminados, pois é comum as pessoas se preocuparem em como fazer algo mais rápido (busca da eficiência na operação) sem questionar se aquilo deve realmente ser feito (busca da eficácia no processo).

O que deve ser questionado e melhorado (eliminação ou redução) em primeiro lugar é a necessidade das operações de processamento no processo, para, após, então, melhorar-se a própria operação de processamento. Deve-se, portanto, conduzir uma análise crítica diante das características a serem atingidas pelo produto incluindo questões do tipo: “por que determinado item ou componente deve ser produzido?”, “qual sua função no produto?”, “por que esta etapa do processo é necessária?”, ou “é este o método mais conveniente a ser adotado neste processamento?”. Qualquer elemento que adicione custo e não valor ao produto deve ser analisado e eliminado.

Nesse sentido, SHINGO (1981) alerta para a importância da aplicação das técnicas de Engenharia de Valor (EV) e Análise de Valor (AV), que objetivam respectivamente:

1. A simplificação e redução do número de componentes em termos de projeto, verificando-se, conseqüentemente, a necessidade de etapas do processo em função de determinadas características do produto. Determina quais são as funções necessárias do produto;
2. A simplificação e redução de operações necessárias para produzir determinado produto, verificando-se como será manufaturado ao longo de todo o processo. Determina como prover as funções necessárias do produto.

## Melhorias no Transporte

O transporte interprocessos meramente aumenta os custos, sendo um fenômeno de perda que não agrega valor aos produtos. Porém, é necessário devido às características do processo e das instalações, que impõem grandes distâncias a serem percorridas pelo material ao longo deste. Encaradas como desperdícios de tempo e recursos, essas atividades de transporte e movimentação devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo.

Entretanto, erroneamente acredita-se que melhorias nas operações de transporte constituem-se na única forma pela qual o transporte pode ser melhorado - (SHINGO,1996). É comum não se fazer distinção entre melhorar o transporte e melhorar os meios de transporte. Muitas pessoas acham que melhorar o transporte refere-se à realização de tal com o uso de empilhadeiras ou a instalação de correias transportadoras. Esses exemplos podem significar melhores meios de transporte, porém eles não representam melhorias no transporte propriamente dito, no âmbito do processo. Assim, melhorias no transporte (a necessidade de transporte) são bastante diferentes das melhorias na operação de transporte, melhoria no trabalho de transportar.

Melhorar o transporte significa reduzir ou até eliminar sua necessidade de ocorrência e a única maneira de se alcançar tal objetivo consiste em melhorar o *layout*, estabelecendo-se um *layout* baseado no processo. SHINGO (1981) para analisar o processo, faz uso das técnicas e diagramas concebidos por Gilbreth, concluindo que qualquer processo pode ser abordado por estas técnicas.

A abordagem básica de um problema de *layout* deve ser a de reduzir o transporte a zero. Isso significa a rejeição imediata do *layout* funcional, porque ele sempre envolve uma certa quantia de transporte. Assim, de acordo com a lógica da Função Produção em melhorar primeiro o processo e após a operação, deve-se primeiro melhorar o arranjo físico da fábrica, de forma a eliminar ou reduzir ao máximo as necessidades de transporte, para após, então, melhorar as operações de transporte remanescentes, através de racionalização de métodos e introdução de equipamentos. Desta forma, evita-se o risco de se mecanizar ou automatizar a ineficiência, ou seja, implementar melhorias em operações desnecessárias sob uma condição otimizada do processo.

## Melhorias na Inspeção

Sendo a inspeção uma ação que aumenta o custo e não agrega valor, seu propósito deve ser não descobrir defeitos, mas, sim, preveni-los. Assim, existem dois tipos de controle de qualidade: controle de qualidade para reduzir defeitos e controle de qualidade para eliminar defeitos.

Quanto ao uso de técnicas racionalizadas para a realização de inspeções, como as técnicas por amostragem estatística, SHINGO (1981) salienta que o real objetivo do controle da qualidade é a qualidade assegurada e não a racionalização do método de inspeção. Dessa forma, o processo produtivo deve ser desenvolvido de maneira tal que previna a ocorrência de defeitos.

O que deve ser melhorado (redução ou eliminação) é a própria necessidade de inspeção no processo, através de melhorias de garantias da qualidade e não o método de inspeção (operação de inspeção). Assim, o mais importante não é a racionalização dos meios, a tarefa de inspeção, mas, sim, a incansável racionalização da necessidade de inspeção no processo, a qual é mais importante que os meios.

## Melhorias nas Esperas

Uma espera é um estado no qual o tempo passa sem que haja a ocorrência de processamento, inspeção ou transporte. Uma espera aumenta o custo, mas não agrega valor direto ao produto. Uma espera segue um processamento, inspeção ou transporte anterior e, a não ser que sejam cuidadosamente monitoradas, podem, com frequência, prejudicar significativamente a programação da produção. Esperas podem causar perdas significativas: elas aumentam os ciclos da produção; aumentam os estoques de materiais, de produtos e de trabalho em andamento; diminuem o giro de capital; aumentam a área necessária para estoque e as horas-homem dispendidas em manuseio.

É comum a administração aceitar esperas como mal inevitável e necessário. No entanto, as esperas de processos ocorrem porque processamento, inspeção e transporte estão desequilibrados ou instáveis. Portanto, se uma tentativa é feita para simplesmente eliminar

esperas de processos é provável que haja uma queda na eficiência do processamento, da inspeção e do transporte. Há muito tempo, esperas de processo têm sido consideradas um mal necessário da produção, por servirem para amortecer e absorver flutuações no processamento, inspeção e transporte.

Esperas de processo podem ser melhoradas somente através do combate às causas de sua existência que estão na instabilidade do processamento, inspeção e transporte. Assim, o importante é melhorar, eliminando-se ou reduzindo-se as necessidades de esperas, através da redução da instabilidade do processo - (SHINGO, 1996).

#### 2.3.2.4. As Melhorias nas Operações

##### Melhorias nas Operações de *Setup* (preparação e pós-ajuste)

Melhorias nas operações de *setup* têm sido tradicionalmente ignoradas ou recebido atenção superficial. Entretanto, várias ações e instrumentos apresentam-se como melhorias eficientes para essas operações - (SHINGO, 1996):

1. Gabaritos intermediários: podem reduzir drasticamente o tempo de *setup* interno.
2. Operações paralelas: reduzem o desperdício de movimentos quando um único operador tem que executar o *setup*.
3. Padronização de funções: propicia redução significativa no tempo de *setup* e é muito mais barata do que a padronização de forma, onde todas as dimensões externas das matrizes são padronizadas.
4. Dispositivos funcionais de fixação: permitem a fixação de ferramentas e gabaritos num único movimento, simplificando significativamente a operação de fixação por limitá-la somente à função necessária.

5. Eliminação de ajustes: o tempo de *setup* pode ser bastante reduzido se os ajustes e a operação para teste forem eliminados, pois, normalmente, representam cerca de 50% do tempo total de *setup*.

### Melhoria nas Operações Principais

Os métodos empíricos ineficientes e os desperdícios de movimentos e de esforços estão presentes nas mais diversas operações do processo produtivo, significando ações desnecessárias dos trabalhadores para a realização de uma determinada operação principal. Diante disso, SHINGO (1981) sugere a adoção das metodologias de estudo de tempos e movimentos, desenvolvidas por Taylor e Gilbreth, visando a alcançar economia e consistência nos movimentos. Estas metodologias pressupõem a existência de uma única e melhor maneira para realizar uma tarefa. A aplicação destas técnicas de estudo de tempos e métodos está compatibilizada com a característica essencial de baixa tecnologia do Sistema Toyota de Produção, apoiando-se em soluções simples e de baixo custo, ao invés de grandes investimentos como a automação.

SHINGO (1996), a esse respeito relata: *“Foram Taylor e Gilbreth que na década de 1890 desenvolveram uma noção claramente definida de melhorias e estabeleceram técnicas para obtê-las. Seus métodos podem ser descritos da seguinte maneira:*

*Taylor: defina o status quo de forma analítica e temporal e melhore-o através do uso do raciocínio científico - estas atividades são conhecidas como técnicas de estudo de tempos.*

*Gilbreth: execute a análise de movimentos desmembrando o status quo em unidades elementares de movimento chamadas Therbligs. Identifique o objetivo de cada therblig e encontre a única e melhor maneira (na qual o trabalho é desmembrado, os objetivos são verificados e melhores métodos são inventados) usando técnicas que vão ao encontro desses objetivos.*

*Estas idéias estão no âmago das minhas atividades de melhorias”.*

A economia dos movimentos aumenta a produtividade e reduz os tempos associados ao processo produtivo. Entretanto, SHINGO (1981) alerta para a necessidade de não esquecer a essência da melhoria operacional: antes de se conduzir melhorias nos

equipamentos, primeiro melhorar os movimentos das operações, os quais estão na base. Ou seja, primeiramente, deve-se melhorar as próprias operações e, somente depois, mecanizar essas operações. Caso contrário, partindo-se inicialmente das melhorias dos equipamentos, corre-se o risco de se praticar a mecanização das perdas do trabalho. É importante entender que a tecnologia tem que ser adaptada ao trabalho e não o trabalho adaptado a tecnologia.

### **Melhorias nas Folgas Marginais**

Pode-se elencar melhorias para os três tipos de folgas marginais:

1. Folgas por fadiga: o tratamento tradicional preocupou-se em reservar um período de tempo adequado para recuperação da fadiga. Uma melhoria mais básica consiste em eliminar a fadiga física e mental dos trabalhadores, melhorando-se os métodos e aumentando-se o uso da mecanização e da automação. A melhoria do ambiente interno e externo da planta, o atendimento às condições ergonômicas, a manutenção de temperatura, iluminação e circulação de ar adequadas, controle de ruídos e de pó, também ajudam a reduzir a fadiga.

2. Folgas para higiene pessoal: normalmente folgas para higiene pessoal são concedidas. Naturalmente, é necessário fornecer e adequar instalações que satisfaçam essas necessidades pessoais, mas tratar as causas que criam necessidades de folgas para higiene pessoal também é importante.

3. Folgas de operação: folgas de operação são concedidas para manutenção e lubrificação de máquinas, remoção de sucata de usinagem, etc. Essas folgas são melhoradas através da eliminação do uso de trabalhadores para execução dessas tarefas.

### **2.3.3. Estoque como um Mal Absoluto**

Para OHNO (1988), as perdas por excesso de estoque são as que devem receber as maiores atenções, pois, além de gerar custos e não adicionar valor, escondem várias outras perdas no processo. O excesso de estoque representa apenas uma coleção de problemas.

sendo resultado, na maioria dos casos, da superprodução. A superprodução, isto é, a produção maior do que o necessário no momento, provém, em geral, de problemas e restrições do processo produtivo, gerando estoques que são utilizados para evitar descontinuidades no processo em função destes problemas. Como afirma SHINGO (1981), estoque entre processos tem a função de proteger ou compensar a instabilidade e deficiências do processamento, da inspeção e do transporte. Os maiores problemas causadores da superprodução e, conseqüentemente, dos estoques são:

1. Problemas de qualidade: quando algumas etapas do processo de produção apresentam problemas de qualidade, gerando refugo de forma incerta, o estoque, colocado entre estes estágios e os posteriores, permite que estes últimos possam trabalhar continuamente, sem sofrer com as interrupções que ocorrem em estágios anteriores.

2. Problemas de quebra de máquinas: quando uma máquina pára por problema de manutenção, as etapas posteriores do processo que são alimentadas por esta máquina teriam que parar, caso não houvesse estoque suficiente para que o fluxo de produção continuasse, até que a máquina fosse reparada e entrasse em produção normal novamente. Assim, tanto em relação aos problemas de confiabilidade de equipamentos, como aos problemas de qualidade, os estoques servem para gerar independência entre as etapas do processo produtivo.

3. Problemas de preparação de máquina: quando uma máquina processa operações em mais de um componente ou item, é necessário preparar a máquina a cada mudança de componente a ser processado. Esta operação representa custos referentes ao período inoperante do equipamento, à mão-de-obra requerida na preparação, à perda de material no início da operação, entre outros. Quanto maiores estes custos, maior tende a ser o lote a ser executado, para que os custos sejam rateados por uma quantidade maior de peças. Lotes grandes de produção geram estoques, pois a produção é executada antecipadamente à demanda, sendo consumida por esta em períodos subseqüentes.

Além desses, outros problemas como a falta de coordenação entre as necessidades (demanda) e a produção, em termos de quantidades e momentos, e as grandes distâncias a

percorrer com o material em função de um arranjo físico inadequado, levando à formação de lotes para a movimentação, também geram superprodução.

Entretanto, pelo fato da administração acreditar que um certo nível de estoques era inevitável, um mal necessário, sistemas de produção com a utilização de estoques foram logo aceitos como naturais. Esse é o fato pelo qual o estoque normalmente não é considerado um motivo para preocupação e, ainda hoje, é aceito com naturalidade pela gerência de produção. Em contraste, o Sistema Toyota de Produção encara os estoques como a origem de todos os problemas. Com o objetivo de produzir somente o que é necessário, a Toyota propôs a si própria o desafio de construir um sistema de produção com estoque zero que rejeita a existência de estoques - (SHINGO, 1981).

Assim, na filosofia japonesa de produção, o estoque é considerado um mal absoluto. Todos os motivos que o considerem como algo benéfico são rejeitados e melhorias mais profundas são realizadas para que seja totalmente eliminado. Por apresentar este aspecto, SHINGO (1981) afirma que a eliminação destas perdas deve ser o primeiro objetivo das melhorias no sistema de produção. Melhorar o armazenamento entre processos, reduzindo a necessidade deste, consiste em eliminar as causas da instabilidade e deficiências do processamento, da inspeção e do transporte. Sua redução, portanto, deve ser feita através da eliminação das causas geradoras da necessidade de mantê-los. Isto pode ser feito sincronizando-se os fluxos de trabalho, reduzindo-se as flutuações de demanda e garantindo-se a qualidade dos processos, a redução dos tempos de *set-up*, a otimização do *layout* da fábrica, e assim por diante.

## 2.4. PRINCÍPIOS DA ORGANIZAÇÃO JAPONESA DA PRODUÇÃO

O princípio da Subtração do Custo constituiu-se no princípio ativo fundamental para a construção dos sistemas japoneses de produção, tendo por objetivo principal a redução de custos pela eliminação total das perdas. Sendo assim, diversos conceitos básicos foram formalizados para atingir o objetivo principal do sistema. Conseqüentemente, vários métodos e técnicas foram desenvolvidos para operacionalizar estes conceitos. Os principais conceitos básicos são os seguintes - (MONDEN, 1984):

1. Produção no Tempo Exato (*Just-in-Time*);
2. Controle de Qualidade no Processo;
3. Multifunção;
4. Melhoria Contínua.

### 2.4.1. Produção no Tempo Exato (*Just-in-Time*)

Segundo SHINGO (1981), produção *Just-in-Time* significa que cada processo deve receber o suprimento de materiais e componentes exatamente no tempo, nos itens e na quantidade requeridos, permitindo um atendimento de forma dinâmica e instantânea à variada demanda do mercado. Portanto, a grande importância do princípio da produção *Just-in-Time* está em tornar desnecessária a produção antecipada das necessidades das etapas subseqüentes do processo e do consumo, evitando, desta forma, as perdas relacionadas à constituição de estoques.

A operacionalização da produção *Just-in-Time*, como concebida no Sistema Toyota de Produção, constitui-se num sistema simples e eficiente. A sua principal característica está no aspecto de puxar a produção ao longo do processo, de acordo com a demanda, através da técnica *kanban*. Neste sistema, o material somente é processado em uma operação se ele for requerido pela operação subseqüente do processo. Desta forma, organiza a produção ao contrário, do fim para o começo. A linha de montagem final é, na verdade, o ponto de partida da produção, regulando e balanceando o sistema através de um fluxo sincronizado que define as necessidades de materiais para as operações anteriores. Como resultado, os processos na fábrica são interligados uns aos outros, o que permite um melhor controle das quantidades necessárias para os vários produtos (MONDEN, 1984; CORRÊA, 1996).

A operacionalidade do sistema *Just-in-Time* tem como pré-requisito as seguintes condições: produção sincronizada; tempo de processamento reduzido; produção em pequenos lotes; tempo reduzido de preparação de máquina (*set-up*); *layout* celular do posto de trabalho; padronização dos trabalhos; qualidade assegurada no processo.

#### 2.4.2. Controle da Qualidade no Processo

SHINGO (1981) salienta que por mais que se aumente a confiabilidade da operação de inspeção, como, por exemplo, com o aumento do número de inspetores, não se terá qualquer influência na incidência de defeitos, pois estes são originados no processo e a inspeção é apenas para encontrar produtos defeituosos. Portanto, é impossível alterar a ocorrência de defeitos do processo no estágio da inspeção, por melhor que seja este tipo de inspeção. E, de fato, a operação de inspeção existe porque os produtos apresentam defeitos ou falhas, significando que se forem superadas as deficiências do processo poder-se-ia reduzir a necessidade de realizar as inspeções.

Surgiu assim o conceito da necessidade de consolidar a capacitação do processo, ou seja, de fazer com que o processo sob controle gere totalidade de produtos aceitáveis. Trata-se da garantia da qualidade centrada no controle do processo, que originou o lema "qualidade se incorpora no processo" - (ISHIKAWA, 1986). Assim, o conceito de controle da qualidade evoluiu do controle centrado na inspeção final para o controle centrado no processo. Como declara MONDEN (1984), o controle de qualidade no Sistema Toyota de Produção iniciou com inspetores independentes e métodos de amostragem estatística, mas rapidamente foi alterado para o método de inspeção própria de todas as unidades, o qual é baseado no controle autônomo de defeitos no próprio processo de produção. Portanto, no conceito de garantia da qualidade centrada no controle do processo, o trabalhador é o próprio responsável pelo controle de qualidade. Este conceito disseminou-se para além do setor da produção, atingindo todas as áreas funcionais da empresa.

Assim, prevenir a não-ocorrência de defeitos ao longo do processo é mais produtivo do que inspecionar o produto pronto. Aplicando-se o princípio do controle da qualidade no

processo, nas suas diversas etapas, um sistema de produção pode evoluir ao ponto de ser autocontrolado. Além disso, a inspeção por parte do próprio operador é mais eficiente, pois permite informações instantâneas, possibilitando a adoção imediata de medidas corretivas, com conseqüente diminuição dos defeitos - (ISHIKAWA, 1986).

### 2.4.3. Multifunção

O princípio da multifunção foi desenvolvido pela Toyota para atingir dois objetivos básicos do seu sistema de produção: a redução do tempo de ciclo, através da produção unitária de peças; e a flexibilidade da mão-de-obra. Desta forma, pode atender dinâmica e instantaneamente a variada demanda do mercado, sem precisar contar com estoques e grande efetivo de mão-de-obra.

Para conseguir sua meta de produção unitária de peças e, conseqüentemente, reduzir o tempo total de produção, o *layout* das máquinas foi alterado de uma disposição por função - *layout* funcional, para uma disposição por processo - *layout* celular. Esta alteração permitiu que cada operador pudesse manipular diversos tipos diferentes de máquinas, garantindo um fluxo de produção nivelado. Por exemplo, um mesmo trabalhador opera um torno, uma fresadora e uma furadeira, praticamente ao mesmo tempo. Em outras palavras, o operário de uma única função, um conceito que previamente prevalecia nas fábricas da Toyota, tornou-se um operário de funções múltiplas. Além disso, os operários não se limitam somente a um processo de atuação, podendo fazer parte de outros processos que produzam outros componentes. Por exemplo, um operador que faz parte do processo 4, pode atuar, por uma necessidade de balanceamento, no processo 7. Este sistema é chamado de "operação em multiprocesso" - (MONDEN, 1984).

A obtenção de flexibilidade no número de operários em uma determinada área de fabricação, para adaptação às alterações de demanda, é denominada de *Shojinka*. Em outras palavras, no Sistema Toyota de Produção, *Shojinka* significa alterar rapidamente o número de operadores em cada área de trabalho quando a demanda de produção se altera. Assim, visto pelo lado do operador individual, *Shojinka* requer que o mesmo esteja capacitado a atender as variações nas rotinas de operações, no conteúdo do trabalho individual e no tempo

do ciclo. A fim de atender rapidamente, o operador deve ser multifuncional, isto é, deve ser treinado para tornar-se um operador experimentado em qualquer tipo de trabalho e em qualquer processo - (MONDEN, 1984).

Duas questões importantes referentes às relações de trabalho nas fábricas japonesas e que propiciam as condições básicas para a implementação da multifunção é a questão salarial e a de treinamento. No Japão, os salários são basicamente ligados a cada operário e não a uma categoria específica de trabalho. Além disso, as típicas companhias japonesas ensinam muitos trabalhos diferentes aos operários através de programas de treinamento *on-the-job*. Estas condições de salários e de treinamento ajudam a motivar os trabalhadores a permanecerem na empresa por quase toda a vida profissional.

#### 2.4.4. Melhoria Contínua com Envolvimento de Trabalhadores

Melhoria contínua com o envolvimento dos trabalhadores é prática comum nas grandes empresas japonesas. O processo de aprimoramento contínuo não pode ser realizado a menos que a mão-de-obra esteja atuante, tanto no sentido de identificar os problemas e torná-los visíveis, como no sentido de colocar esforços para resolvê-los - (HUGE, 1993).

Segundo MONDEN (1984), uma condição básica para a implementação do movimento da melhoria contínua é manter completamente aberta a linha de comunicação da organização, de baixo para cima, do operário de linha ao supervisor e deste ao superintendente. Vários aspectos do Sistema Toyota de Produção requerem intensa participação e envolvimento da mão-de-obra, além de ênfase no trabalho em equipe. A participação do nível operacional melhora a aplicabilidade e a velocidade pelas quais as decisões podem ser tomadas. Segundo LUBBEN (1989), uma grande parte dos problemas de produção pode e deve ser resolvida pelos supervisores de linha e empregados. Se são estes que processam, montam, testam e movimentam os materiais, sabem definir qual a ação corretiva que com mais probabilidade resolverá o problema. O ganho de eficiência no processo de solução de problemas, portanto, é obtido simplificando o processo de comunicações, permitindo que os problemas sejam resolvidos no ponto de origem.

As melhorias, assim, decorrem da implantação de canais de comunicação e participação, tais como os planos de sugestões individuais (caixa de sugestões) e os círculos de controle de qualidade (CCQ). O CCQ é composto por trabalhadores de linha e liderados pela supervisão, possuindo uma relação direta com a organização formal do posto de trabalho - (MONDEN, 1984). O conceito de CCQ segundo ISHIKAWA (1986) é: *“um grupo pequeno para conduzir de forma voluntária atividades de controle de qualidade dentro da mesma área de trabalho. Este pequeno grupo conduz, continuamente, como parte das atividades do programa de qualidade, auto desenvolvimento e mútuo-desenvolvimento, manutenção e melhorias, utilizando técnicas de controle de qualidade com a participação de todos os membros”*.

## CAPÍTULO 3

### ORGANIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES

A construção é uma indústria bastante antiga e tradicional. Sua cultura e muitos dos seus métodos de produção tem suas raízes em períodos remotos e caracteriza-se, historicamente, por apresentar vários problemas que refletem um significativo atraso nos aspectos organizacionais, gerenciais e tecnológicos, quando comparada a outros setores industriais.

As condições estruturais que regem a organização da produção na construção convencional de edifícios diferem substancialmente daquelas correspondentes à organização dos processos industriais fabris. A construção apresenta uma série de peculiaridades que a concedem uma categoria própria de organização. Estas peculiaridades correspondem às características estruturais do sistema de produção e às características da cultura organizacional e gerencial no setor.

Em relação às características estruturais do sistema construtivo, cita-se, entre outras especificidades, o fato do produto da construção, a edificação, ser único; o ambiente da produção ser em canteiros provisórios e dispersos; o processo ser segmentado; o posto de trabalho ser transitório; além da alta variabilidade organizacional decorrente. Em relação às características da cultura organizacional e gerencial, cita-se os conceitos de planejamento, programação, controle e a própria organização da produção.

Essas peculiaridades são apresentadas freqüentemente como razões - ou desculpas, para a não implementação dos princípios da organização da produção e, portanto, estabelecem-se como uma das causas da persistência do atraso organizacional e da baixa eficiência operacional no setor (KOSKELA, 1992; CORNICK, 1991). Assim, a compreensão destas peculiaridades e a análise de suas implicações na implementação dos conceitos e princípios da produção torna-se uma questão central neste trabalho.

### 3.1. PECULIARIDADES DA ORGANIZAÇÃO CONVENCIONAL DA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES

#### 3.1.1. Produção em Canteiro de Obras

O processo convencional da construção de edificações desenvolve-se no canteiro de obras, mesmo local em que situar-se-á o produto final. Desta forma, o ambiente da produção naturalmente apresenta-se como de caráter provisório e temporário, estabelecendo limitações para o desenvolvimento de um arranjo organizacional que possa atender de forma eficiente as necessidades dos elementos produtivos. Estas limitações são ainda mais agravadas pela inexistência de postos fixos de trabalho, pela sujeição do ambiente às intempéries e pelo costume de não haver planejamento organizacional do canteiro de obras, considerando-se as necessidades operacionais. Em geral, a organização encontra-se mais adaptada ao produto e condições geográficas locais do que propriamente às necessidades da produção - (BEARDSWORTH et al. 1988; CORNICK, 1991).

Como afirma VIDAL (1984), o caráter provisório do processo produtivo da construção advém da natureza imobiliária do produto. Assim, apesar da construção guardar algumas semelhanças com o processo de produção característico da indústria por projetos de grande porte, em particular setores como a Construção Naval e a Construção Aeronáutica, difere-se no aspecto do ambiente de produção. Nestes setores, bem como na indústria mecânica pesada, o produto é retirado após sua finalização, permitindo, portanto, que tanto o canteiro naval como o hangar aeronáutico adquiram características de instalação fixa. Na construção, por sua vez, existe a desmobilização completa daquele aparato produtivo e mesmo do coletivo operário formado no canteiro. O canteiro de obras, portanto, entende-se como uma instalação provisória destinado a acolher um processo de trabalho de natureza igualmente provisória.

Também transitório e instável é o posto de trabalho no processo convencional da construção de edificações. O trabalhador circula pela edificação sem se fixar, executando trabalho sobre o trabalho executado pelas equipes anteriores nas diversas partes da construção. Assim, estas partes trabalhadas da edificação, que são ao mesmo tempo produto e local de trabalho, vão tendo suas características alteradas. Como afirma VIDAL (1984): "o

*resultado de cada etapa é não apenas o objeto de trabalho subsequente mas igualmente seu contexto de realização, o qual, dessa forma, se encontra em contínua evolução*". Esse caráter progressivo do ambiente imediato de trabalho inexistente na indústria fabril e pode ser considerado uma especificidade da construção tais as implicações que se dão na esfera da atividade humana. Diante deste fato, o local de trabalho fica bastante descaracterizado em relação ao conceito de posto de trabalho, sendo o termo "local de intervenção" mais adequado para interpretar esta condição. Neste aspecto em particular, a construção apresenta algumas similaridades com a condição de produção característica da indústria Naval e Aeronáutica - (VIDAL, 1984).

Além do caráter provisório e temporário, o ambiente de trabalho sujeita-se às intempéries. Como afirma ROSSO (1980), o próprio caráter do produto impede a proteção da influência desfavorável de perturbações externas imprevisíveis, provocando interferências no ritmo de trabalho, alterando a produtividade, interrompendo o andamento dos serviços, dificultando a programação da produção e as condições de trabalho.

Por outro lado, apesar de todas essas características que estabelecem um alto grau de variabilidade na construção de edificações, constata-se que, de forma geral, praticamente inexistente nas rotinas convencionais da administração de obras, um planejamento prévio sistemático do canteiro, envolvendo o projeto de canteiro e o planejamento das atividades de apoio. Assim, são freqüentes as interrupções do trabalho na obra, associadas, entre outros fatores, às deficiências da organização funcional do canteiro, principalmente em relação às condições de trabalho e à função de suprimentos.

Essas condições de trabalho nos canteiros apresentam-se insatisfatórias em grande parte das obras. A precariedade encontra-se presente nas instalações sanitárias; nos locais utilizados para refeições, sendo freqüente, por exemplo, estas serem feitas no próprio local de trabalho; na limpeza e organização do canteiro; e, principalmente, em relação à segurança no ambiente de trabalho. São alguns dos problemas freqüentes nas estatísticas de acidentes de trabalho na indústria da construção: quedas de trabalhadores, acidentes com instalações elétricas e com instalações de equipamentos provisórios, lesões provocadas por queda de materiais e pela presença de entulhos e sobras de materiais. A proporção de trabalhadores acidentados na construção em 1980, no Brasil, foi de 12,3%, correspondendo ao maior

número de acidentes de trabalho (22,7%) e de dias perdidos (21,3% do total) comparativamente a outros setores - (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1984).

Outro aspecto importante que deixa de ser contemplado pela falta de planejamento operacional do canteiro é a função suprimentos. Esta é geralmente apontada como causa de interrupções, atrasos e tempos improdutivos no processo de construção de edifícios. Essa falta de planejamento resulta em deficiências no abastecimento de materiais e componentes na obra, acarretando falta ou excesso de materiais; ausência de cuidados com o armazenamento de materiais, cujos almoxarifados, pela própria condição de transitoriedade do canteiro, muitas vezes não apresentam condições satisfatórias de preservação destes materiais, provocando danos na qualidade dos insumos; transportes inadequados de materiais e componentes, implicando em altos índices de perdas e desperdícios. A movimentação de materiais, que é uma das atividades que mais consome energia, tempo e mão de obra, carece totalmente de procedimentos de manuseio e transporte. Por outro lado, a elevada participação dos materiais no custo da obra (60% a 65%) e o grande número de itens manuseados mostram ser crítica a questão do volume de estoque nas obras de construção de edifícios - (PICCHI, 1993). Portanto, atenção especial deve ser dada aos procedimentos de estocagem em obra e à movimentação de materiais.

Os maiores problemas da construção relacionados aos canteiros de obras são:

1. Ambiente de produção com caráter provisório e temporário;
2. Posto de trabalho com caráter transitório e instável;
3. Necessidade de mobilidade constante de ferramentas, equipamentos e materiais;
4. Dificuldades relacionadas à transparência do trabalho;
5. Pouca proteção contra as intempéries e outras perturbações externas imprevisíveis;
6. Dificuldades quanto ao planejamento sistemático funcional do canteiro;
7. Dificuldades quanto à prevenção de acidentes no trabalho;
8. Dificuldades quanto à função de suprimentos de materiais.

Este quadro permite concluir que o canteiro de obras, por si só, como ambiente de produção, apresenta grandes e sérias limitações à organização da produção no que se refere aos seus aspectos mais básicos. Essas limitações são estruturais, pois trata-se do ambiente da produção, elemento fundamental que condiciona os demais aspectos da produção. O

ambiente mais amplo da produção caracteriza-se como provisório, temporário e disperso, o ambiente mais imediato do trabalho tem o caráter de ser transitório, instável, disperso e de difícil transparência, sujeitos às intempéries e à falta de planejamento operacional. Tais características resultam em alto grau de variabilidade organizacional e atendimento insatisfatório às condições básicas do trabalho, gerando impactos negativos nos resultados da produção como custo, prazo e qualidade. Assim, o canteiro de obras, a princípio, não se apresenta como local adequado para a produção, devendo abrigar a menor quantidade possível de atividades produtivas.

### 3.1.2. Organização do Trabalho baseada na Estrutura de Oficinas

O processo global de produção na construção de edificações estrutura-se em várias etapas constituintes. Essas etapas, que são processos parciais, ocorrem de modo seqüencial, iniciando-se a partir da implantação do canteiro de obras e execução das fundações e tendo prosseguimento com a execução da estrutura, vedações, revestimentos e montagens finais.

Essas etapas, por sua vez, são compostas por uma série de atividades diversificadas, realizadas de forma seqüencial, por equipes profissionais de oficinas diferentes. Cita-se, por exemplo, a etapa de estrutura de concreto armado, que se compõe das atividades de montagem de fôrmas, montagem das armaduras, assentamento de eletrodutos e concretagem, executadas, respectivamente e seqüencialmente por equipes de carpinteiros, de armadores, de eletricitistas e de pedreiros. Na execução de vedações participam o pedreiro de alvenaria, para a execução da alvenaria, o eletricitista, para embutimentos elétricos, o pedreiro de revestimento, para a execução do reboco, o pintor, para a pintura e o marceneiro, para a instalação de portas e roda-pés - vide figura 3.1.

A razão principal desta organização está na estrutura de oficinas característica do setor. Na organização convencional da construção, a produção se organiza em torno das especializações profissionais. Naturalmente, como o produto edificação evoluiu ao longo do tempo, tornando-se maior e mais complexo, a ponto de um único trabalhador (artesão) não poder envolver-se com todo o processo, tornou-se necessária a aglutinação dos diferentes oficinas tradicionais existentes no mercado de trabalho.

SISTEMA CONVENCIONAL DA CONSTRUÇÃO		
PROCESSO PRINCIPAL (operações principais)	SUB-PROCESSOS ORTOGONAIS (operações secundárias ortogonais)	OFÍCIO
<b>Etapa de Fundações</b> FUNDAÇÃO	conf. de fôrmas, armad. e prod. concreto	carp/ferr/pedr.
<b>Etapa de Estruturas</b> MONT. DE FÔRMAS MONT. DE ARMAÇÃO ASSENT. ELETRODUTOS CONCRETAGEM ESTRUT. COBERTURA	confecção de fôrmas confecção de armaduras preparação de tubul. elétrica produção de concreto conf. de fôrmas, armad. e prod. concreto	carpinteiros ferreiros eletricistas pedreiros carp/ferr/pedr.
<b>Etapa de Vedações</b> ALVENARIA EMBUT. ELÉTRICOS IMPERMEABILIZAÇÃO EMBUT. HIDRÁULICOS	conf. de peças pré-moldadas preparação da tubul. elétrica produção de argamassas montagem da tubul. hidráulica	pedr. de alvenaria eletricistas pedr. impermeab. bombeiros
<b>Etapa de Revestimentos</b> REVEST. EM AZULEJO REBOCO INTERNO REBOCO EXTERNO FORRO DE GESSO PISOS PINTURA FUNDO	preparação de materiais produção de argamassas mont. de balancins e prod. de argamassa confecção de artefatos de gesso produção de argamassas preparação de materiais	azulejistas pedr. de reboco pedreiros gesseiros pedr. de pisos pintores
<b>Etapa de Montagens Finais</b> ESQUADRIAS ENFIAÇÃO ELÉTRICA DISJUNT./ QUAD. ELÉTR. LOUÇAS/BANCAS/METAIS FORRO DE MADEIRA PORTAS DE MADEIRA RODAPÉS/CXS. PERSIANA TOMADAS/INTERRUP. PINTURA FINAL PINTURA EXTERNA TELHADO CARPETE	confecção de esquadrias preparação de ramais elétricos montagem de elem. elétricos montagem de apar. sanitários preparação de art. de madeira montagem da porta de madeira preparação de art. de madeira montagem de tomadas e interruptores preparação de materiais montagem de balancins confecção de tesouras preparação do carpete	marceneiros eletricistas eletricistas bombeiros marceneiros marceneiros marceneiros eletricistas pintores pintores carpinteiros carpeteiros

FIGURA 3.1. - Estrutura Organizacional do Sistema Convencional da Construção

Assim, a construção é uma atividade que requer a cooperação coletiva e, naturalmente, o trabalhador coletivo. Entretanto, não há na construção uma divisão do processo produtivo em suas operações elementares e, concomitantemente, uma divisão do trabalho operário. O máximo que se pode dizer é que existe uma segmentação da produção em atividades específicas através da aglutinação dos ofícios profissionais.

Dessa forma, os trabalhadores não estão relacionados diretamente com determinadas etapas do processo e sim com as intervenções neste no momento em que o material de sua especialidade (ofício) passa a ser necessário ao processo. Ou seja, não existem especializações por etapas do processo ou por partes distintas do produto. Existem sim especializações no processamento e aplicação dos materiais que compõem o processo. Por exemplo: não existe o profissional da etapa de estruturas, que trabalhe com todos os materiais envolvidos e que conceba a estrutura; sendo necessário, para realizar-se esta etapa do processo, as intervenções do carpinteiro, para os trabalhos com a madeira, do armador, para os trabalhos com o aço, do electricista, para os trabalhos com os materiais de instalações elétricas e do pedreiro, para os trabalhos com o concreto; da mesma forma, não existe o profissional de execução das vedações, sendo necessário, para a realização destas, as intervenções do pedreiro de alvenaria, para os trabalhos com os tijolos, do electricista, para os trabalhos com os materiais de instalações elétricas, do instalador hidráulico, para os trabalhos com os materiais de instalações hidrosanitárias, do pedreiro de reboco, para os trabalhos com a massa de reboco, e, finalmente, do pintor, para os trabalhos com a tinta, além do marceneiro, para os trabalhos com a madeira de acabamento. Desta forma, há profissionais que precisam intervir no processo, praticamente do início ao fim, ao longo de toda a sua execução, conforme a ocorrência da necessidade de aplicação dos materiais de sua especialidade: este é o caso, por exemplo, dos instaladores elétricos e hidrosanitários. Assim, no sistema convencional de organização da construção, os fluxos de trabalhadores, ao longo do tempo e espaço nos canteiros de obras, estão estreitamente associados aos fluxos de materiais.

Assim as atividades que compõem o processo de construção, desenvolvidas por ofícios profissionais distintos, correspondem a todo trabalho de preparação, processamento e aplicação de materiais distintos de domínio de um determinado ofício. Ou seja, cada atividade corresponde a um ofício profissional distinto e envolve, com um caráter de trabalho

artesanal, toda a sequência de operações relativas à preparação, ao processamento e aplicação de um determinado material, numa determinada fase do processo. A própria denominação dos ofícios profissionais denuncia essa situação: ofício de pedreiro corresponde à arte de trabalhar com a pedra (tijolo), ofício de ferreiro, arte de trabalhar com o ferro (aço); ofício de gesso, arte de trabalhar com o gesso, etc.

Não existe, portanto, uma divisão do trabalho no âmbito das atividades do processo da construção, correspondendo estas ao exercício de determinados ofícios de natureza artesanal, envolvendo várias operações de natureza diversa como transformação, usinagem, tratamento, pré-montagem e instalação de um determinado material. Cita-se, por exemplo, as atividades da etapa de estruturas: a atividade de montagem de fôrmas requer o corte de madeiras e confecção de fôrmas; a atividade de montagem de armação requer o corte, dobra e pré-montagem das armaduras; o assentamento de eletrodutos requer o corte e montagem de *kit*; a concretagem requer o preparo do concreto.

FARAH (1992) classifica essas operações desenvolvidas no canteiro de obras em três categorias diferentes, as quais estão presentes ao longo de todo o processo construtivo: operações de preparação de materiais, componentes e equipamentos auxiliares; operações da construção propriamente dita; e operações de apoio às atividades anteriores.

1. Operações de preparação de materiais, componentes e equipamentos auxiliares: pode-se citar, como exemplos, as operações de preparação de concreto para a concretagem; de preparo de argamassas para revestimentos; o corte, a dobra e a armação do aço para a execução da estrutura; as operações para a confecção de fôrmas, as operações de confecção e montagem de balancins, etc. Essas operações possuem uma presença marcante no processo construtivo e geralmente apresentam um alto grau de complexidade. Praticamente todas as atividades do processo construtivo convencional possuem operações de preparação de materiais e componentes. Embora estes sejam fornecidos às construtoras pela indústria de materiais, é necessária uma intervenção adicional no canteiro de obras, anterior a sua aplicação direta na construção propriamente dita. Assim, a partir dos materiais adquiridos no mercado, uma série de transformações, envolvendo a mistura ou agregação de materiais, usinagens, conformação, tratamento e pré-montagens vão dando origem a novos materiais e componentes, como ocorre, por exemplo, na confecção de fôrmas de madeira, na confecção

de armaduras e no preparo do concreto para a execução da etapa de estrutura; os fios de instalações elétricas e os tubos para instalações hidrosanitárias precisam ser cortados e montados para se adequarem a um projeto específico. De forma similar, ocorre a fabricação no canteiro de equipamentos auxiliares e dispositivos diversos para o suporte às atividades principais. Tal atuação exige, portanto, o desenvolvimento intenso de atividades de apoio, diante da multiplicidade de operações - de preparação e de construção de elementos - que o canteiro abriga.

2. Operações da construção propriamente dita da edificação: correspondem à execução dos elementos constituintes do produto final - a estrutura, paredes, telhado, etc. Assim, compreendem este tipo de operações, entre outras, o assentamento de tijolos para a execução da parede, a concretagem para a execução da estrutura, a instalação de telhas. Ou seja, são aquelas operações que estão diretamente vinculadas à edificação em si e, dentro do padrão tecnológico construtivo utilizado, não podem ser deslocadas.

3. Operações de apoio: apresentam a função de suporte ou apoio às operações principais, como a armazenagem de materiais e a movimentação de insumos, estando presente ao longo de todo o processo de produção.

Assim, a anatomia do processo construtivo passa a ser configurada como:

1. Processo principal: composto pelas operações de montagem, diretamente vinculadas à estrutura da edificação. As operações deste processo são executadas por vários ofícios diferentes.

2. Subprocessos ortogonais: compostos pelas operações de preparação de materiais, componentes e de equipamentos auxiliares, ou seja as operações de transformação, conformação, usinagem, tratamento e pré-montagem, transportes e inspeções, realizadas sobre os materiais a serem aplicados na construção. São todas aquelas operações que não correspondem a trabalho diretamente agregado à construção em si. As operações de cada subprocesso ortogonal são realizadas, no processo convencional, por um único e pelo mesmo profissional que irá aplicar esse materiais, correspondendo ao exercício da atividade no processo construtivo.

Assim, o processo construtivo, por ser constituído por subprocessos ortogonais, por ser causa e efeito da estrutura de ofícios, por não ter havido uma divisão do trabalho no âmbito destes ofícios, passa a apresentar, como característica do setor, uma complexidade no seu gerenciamento, com várias decorrências de impacto negativo ao processo.

Como decorrência dessa organização por ofícios, as equipes limitam-se a executar, especificamente as suas atividades, sem se envolverem com o desenvolvimento seqüencial de uma determinada parte da edificação. Além disso, para cada parte da edificação, cada atividade deve ser executada a cada vez, seqüencialmente, pressupondo outra anterior acabada: a simultaneidade raramente é permitida - (VARGAS, 1983). Ou seja, as atividades são executadas sobre o produto de cada atividade anterior, apresentando forte interdependência entre si e uma série de interfaces ao longo do processo. Esta fragmentação característica do processo é de tal ordem que compromete a produtividade, a qualidade e a própria seqüência de atividades. FERRO (1982) afirma a este respeito: *"Os desencontros sem conta, perceptíveis em quase todos os canteiros, têm origem, em parte, nesta tendência de ilhamento dos vários passos que o compõem; os colocadores de portões que deterioram o revestimento, o qual, por sua vez, bloqueia as esperas deixadas por eletricitistas e encanadores, os quais são obrigados a reabrir as paredes erguidas pelos pedreiros..."*.

A interdependência e a relação seqüencial pelas interfaces entre as atividades, requerem o estabelecimento de condições que devem ser garantidas tanto pela equipe que desenvolveu a atividade anterior como por elementos intervenientes de apoio e de coordenação. Estas condições dizem respeito, por exemplo, à preparação do local, à disponibilidade de materiais, ao atendimento das instruções e marcações de referências, etc. Ou seja, estabelece-se no processo, dada esta fragmentação do fluxo, uma certa dificuldade na administração das suas diversas interfaces. SILVA (1986) constata várias causas destas dificuldades, implicando na produtividade e na programação de execução: as definições errôneas dos tempos de execução dos serviços e o mal dimensionamento das equipes gera antecipação ou postergação do término das atividades; as falhas de comunicação entre as equipes e as falhas de supervisão, entre outras, ocasionam tempos de paradas e esperas elevados, ociosidades, erros de execução e retrabalho, interrupções no trabalho, ocorrência de acidentes, etc. Estes problemas são de tal ordem que é comum nos canteiros de obras a

presença de trabalhadores parados à espera de atividades a serem concluídas e a ocorrência freqüente de retrabalho, executado, normalmente, pelas equipes subseqüentes. Estas conseqüências, entretanto, não se limitam apenas às dificuldades de coordenação de equipes, mas resultam, também, da coordenação entre os diversos projetos e destes com a execução. Tais dificuldades são tão mais complexas de serem administradas quanto maior for o número de interfaces de atividades ao longo do processo.

Além disso, as especializações por ofícios organizam-se de forma hierárquica. Para cada equipe de trabalhadores, há um encarregado especializado na respectiva atividade (carpintaria, armação, concretagem, etc). Este encarregado, por sua vez, forma-se no próprio exercício de sua especialidade, ou seja, o saber operário e a ascensão profissional ocorrem no interior do próprio ofício de trabalho, limitado ao conhecimento deste. Assim, a fragmentação existente na execução do processo é reforçada com a correspondente fragmentação da responsabilidade de controle, mesmo esta não se justificando por aquela. Assim, na abordagem convencional da construção, partes de um processo são controladas em vez do processo por inteiro - (KOSKELA, 1992).

Esta característica fragmentada do processo por atividades de ofícios profissionais diferentes, naturalmente vem a dificultar a constituição dos fluxos da produção, pelas várias interfaces que apresenta. Desta forma, para cada etapa da construção, para cada parte da edificação, deixa de existir uma equipe responsável pela sua execução inteira. Ou seja, como afirma JURAN (1990), deixa de existir o *dono do processo*. Além disso, a coordenação do fluxo das equipes de trabalho torna-se muito difícil, pela diversidade destas equipes e suas necessidades envolvidas (materiais, ferramentas, equipamentos, etc.). Estas equipes são mobilizadas, muitas vezes subcontratadas por períodos limitados para a execução de um serviço em particular.

Nesse aspecto, a construção configura-se como uma multi-organização temporária, empreendida com o propósito de execução de um projeto em particular - (BOBROFF, 1991; KOSKELA, 1992). Este tipo de organização, além de estabelecer um grande contingente de mão-de-obra diversificada no canteiro, abriga um grande número de trabalhadores não qualificados, cujo trabalho no canteiro de obras é essencialmente braçal e temporário. Naturalmente, além do aumento da complexidade, um grande número de atividades que não

agregam valor passam a acontecer, além de outras perdas como retrabalho, desperdícios de materiais, etc.

Desse modo, as equipes de trabalho vão sendo montadas no transcorrer da execução do edifício e, quando é encerrada determinada fase, os trabalhadores são demitidos ou, em alguns casos, transferidos para outra obra, provocando uma mobilidade operária diferente da que ocorre na indústria - (VARGAS, 1983). Assim, a rotatividade de mão-de-obra constitui-se noutra característica importante deste tipo de organização. Como a força de trabalho é empregada para a execução de uma atividade específica, os trabalhadores, muitas vezes, são selecionados e contratados no próprio canteiro de obras pelo mestre ou engenheiro responsável. Desta forma, a sua permanência confunde-se com a duração do serviço para o qual foi contratado, em vez de possuir um vínculo permanente com a construtora. Vários estudos apontam um índice de rotatividade no setor cerca de três vezes superior ao verificado na indústria de transformação e significativamente maior ao observado nos setores de comércio e de serviços, podendo atingir índices superiores a 20% ao mês - (GRANDI, 1979). Entretanto, no Brasil, desde as alterações da legislação trabalhista, da Constituição de 1989, que elevaram os custos da dispensa, a subcontratação - recurso de uso generalizado no setor - passou a ser utilizada como uma estratégia para minimizar custos diretos com a mão-de-obra. Este artifício possibilita a adaptação do efetivo de mão-de-obra às particularidades da produção segmentada ao permitir a flexibilidade na absorção e desmobilização da força de trabalho segundo a seqüência das etapas do processo construtivo - (FARAH, 1992; VARGAS, 1983).

### 3.1.3. Trabalho baseado na Atividade Manual

O baixo grau de mecanização constitui-se noutra característica da organização da produção na construção, tornando o trabalho manual em base da atividade produtiva. A mecanização, quando presente, é marginal, servindo principalmente às atividades de preparação de materiais e de movimentação de cargas pesadas, sem dispensar a habilidade do trabalhador que continua sendo o elemento motor da atividade produtiva - (ROSSO, 1980).

Este fato decorre de algumas especificidades intrínsecas como:

1. Ambiente de produção apresentando caráter provisório, temporário e disperso dos canteiros de obras;

2. Posto de trabalho apresentando-se como transitório e instável, caracterizado pelo fato dos operários terem de se locomover de um local de trabalho para outro;

3. Produto apresentando uma relação dimensional homem-produto desfavorável: enquanto na indústria de transformação o homem manuseia o produto, dominando-o sob o ponto de vista dimensional, na construção o produto é fixo, muito maior e muito mais pesado que o trabalhador, estabelecendo uma relação de domínio inversa, o homem se submete ao produto.

4. Organização do trabalho baseada na estrutura de ofícios, sem permitir que as operações sejam desenvolvidas, simplificadas e, conseqüentemente, mecanizadas.

5. Gerência do trabalho, onde a ausência da cultura e prática de análise e melhoria do processo e das operações também limita a concepção e introdução de ferramentas e máquinas no processo de produção.

Como instrumentos de trabalho da construção, são utilizadas, sobretudo, ferramentas tradicionais - em geral de propriedade dos próprios trabalhadores - associadas aos diferentes ofícios que intervêm no processo construtivo. Pode-se classificar esses instrumentos tradicionais em:

1. Ferramentas manuais: constituídas de pás, colher de pedreiro, martelo, picareta, serrote, torquez, trena ou metro, marreta, talhadeira, desempenadeira;

2. Equipamentos auxiliares: andaimes, carrinhos de pedreiro e jiricas;

3. Pequenas máquinas fixas ou portáteis: serras elétricas, bombas hidráulicas, furadeiras, vibradores;

4. Máquinas médias: guinchos, monta-cargas, betoneiras, bombas para argamassas e para concreto, "dumpers";

5. Máquinas grandes: bate-estacas, escavadeiras, tratores, guindastes, guias de torre.

Assim, a maioria do equipamento utilizado substitui a força muscular do operário, mas não suas habilidades, resultando em forte presença de operários que conformam o produto com a utilização de ferramentas manuais - (VARGAS, 1980; FARAH, 1992).

#### **3.1.4. Administração do Trabalho baseada na Autonomia Operária**

O desenvolvimento e domínio pela gerência dos métodos de execução da construção, do “saber fazer” e seu desdobramento sob a forma de prescrição de procedimentos operatórios é algo pouco desenvolvido pelas empresas de construção. Prevalece uma autonomia operária caracterizada por dois aspectos peculiares da construção:

1. Em relação ao procedimento de execução - a tecnologia construtiva básica, que é decorrente do “saber-fazer” dos trabalhadores e não da empresa.

2. Em relação ao procedimento operacional e ao ritmo de trabalho - a tecnologia operacional, que se dá pelo próprio trabalhador, ou seja, não é imposto nem regulado por elementos externos.

Constata-se, em primeiro lugar, uma reduzida influência da normalização técnica sobre o processo construtivo, sobre a tecnologia construtiva básica. Por um lado, pelo desenvolvimento, ainda hoje, relativamente incipiente de normas técnicas de construção, sobretudo de normas de execução; e, por outro lado, como tendência geral, os projetos, na construção tradicional, indicam apenas a forma final do edifício (projeto arquitetônico) ou as características técnicas de elementos da edificação (projeto estrutural, de fundações, de instalações, etc.), não descendo a detalhes de execução. O projeto é, antes de mais nada, um projeto de produto, que define o “o que produzir”, mas não se traduz em especificações relativas ao “como produzir”, estabelecendo um distanciamento considerável entre o projeto da edificação e o processo construtivo - (FARAH, 1992). Assim, os métodos para a execução das diversas atividades no processo são resultado de uma experiência adquirida pela indústria da construção através de sua evolução e da transmissão oral de conhecimentos no meio, de trabalhador para trabalhador. Os trabalhadores, de uma forma geral, intervêm com sua experiência prática, de um lado, traduzindo e adaptando os projetos na fase de execução

e, de outro, recorrendo a conhecimentos tradicionais na utilização e aplicação dos materiais e componentes. Portanto, a tecnologia construtiva básica não se encontra sedimentada no nível gerencial, estando sob domínio único e assistemático do trabalhador.

Por outro lado, a atividade manual apresenta-se como suporte produtivo do processo da construção, sendo a habilidade dos trabalhadores o fundamento desta atividade produtiva. Assim, o ritmo, pela própria natureza do processo da construção e diferente do processo industrial fabril, não é imposto nem regulado por elementos externos (máquinas, esteira, cadência), dependendo, fundamentalmente, da iniciativa, da habilidade e da motivação do trabalhador. Entretanto, apesar da atividade manual ser o “elemento motor” da construção, a sistematização da tarefa, tendo por base a administração científica tal qual proposta por TAYLOR (1966), através da determinação de um padrão de eficiência com base no estudo de tempos e movimentos, não foi assimilada pelo setor. Desta forma, o grau de incremento no processo construtivo passa a depender do estímulo à produtividade através de incentivos, prêmios e outros artifícios motivacionais. As relações e entendimentos interpessoais passam a ganhar uma alta relevância no processo de gestão da construção, prevalecendo o sistema de administração por iniciativa e incentivo.

Assim, a substituição dos métodos empíricos pelos científicos, a partir do estudo de tempos e movimentos proposto por Taylor e Gilbreth, não apresenta-se na construção, prevalecendo o critério individual e a orientação pessoal empírica do trabalhador, sem melhorias e padronização em ferramentas e condições de trabalho. Isso é tão mais surpreendente quando observa-se que Gilbreth proveio do meio da construção, havendo dedicado, no início do século, um de seus estudos à análise do trabalho do pedreiro na execução de alvenarias, com proposição de melhorias dentro da lógica do estudo de movimentos. Com base nos resultados deste estudo, Taylor salientou os esforços desperdiçados pelos pedreiros em movimentos irracionais que eram repetidos em cerca de mil vezes ao dia, bem como o grande significado em termos de melhorias a partir da aplicação das proposições de Gilbreth - (TAYLOR, 1980). Tal experiência constitui-se num dos maiores exemplos de aplicação dos princípios de Taylor, com uma grande divulgação na área da organização do trabalho. Entretanto, aqueles mesmos esforços e situação criticados por Taylor, no início do século, ainda hoje encontram-se presentes na realidade da construção, apesar da significância das melhorias propostas.

Por outro lado, o processo de seleção dos trabalhadores se dá sem critérios, selecionados pelos mestres nos próprios canteiros de obras; o processo de formação do profissional da construção, por sua vez, baseia-se na imitação e na tentativa. Uns absorvem os métodos dos outros, com todas as deficiências e vícios dos primeiros. Esse processo se verifica desde o servente até o mestre de obras - (VARGAS, 1980).

Portanto, a escolha e o controle dos métodos de trabalho ficam inseridos na própria estrutura de ofícios, correspondendo ao "saber fazer" do trabalhador e não da empresa. Ao engenheiro, por sua vez, que representa a gerência de produção no canteiro de obras, praticamente não exerce o controle do "como produzir", do método. Limita-se às funções de controle administrativo e do controle técnico da obra. Se há um acompanhamento do método, ele é inteiramente subordinado à preocupação com o desempenho do produto do serviço.

Apesar das bases da administração científica terem sido criadas no fim do século passado, com Taylor e Gilbreth e apesar destes princípios fundamentais serem de aceitação universal, servindo para toda e qualquer natureza de atividade, até mesmo nas mais elementares formas de trabalho, na construção civil brasileira, ainda hoje, desconhece-se essas técnicas. Ao invés da administração científica, com a definição sistemática de métodos, seleção e treinamento específicos, a construção de edifícios apresenta sua produção baseada no saber da estrutura de ofícios, sendo este saber operário reproduzido no interior da própria força de trabalho - (PICCHI, 1993).

Segundo VARGAS (1980), na organização da produção assentada em bases manufatureiras, sempre está presente uma dificuldade de controle de trabalho. No caso da construção em particular, os métodos de trabalho são bastante variáveis e não há uma simultaneidade de serviços, isto é, uma repetitividade das operações, o que impediria a racionalização destes métodos. Assim, a estrutura manufatureira da construção de edificações, pela sua própria natureza, impede e dificulta a introdução dos métodos tayloristas, pois não há uma regularidade, nem continuidade no trabalho. A mobilidade operária dificulta a permanência dos trabalhadores na mesma empresa, provocando uma rotatividade da mão-de-obra exagerada, o que desperdiçaria os esforços de treinamento em

novos métodos de trabalhar. Assim, apesar das técnicas tayloristas serem vistas por várias instituições como a melhor solução para o problema da construção, percebe-se que a estrutura convencional da construção de edificações serve como um entrave à introdução dessas técnicas de racionalização do trabalho.

Portanto, como aponta VIDAL (1984), fica evidenciado, como característica do setor, um mecanismo próprio dessa categoria de atividades: a autonomia operária, assim entendida como o espaço pessoal de decisões, não só sobre o método de trabalho a ser utilizado, mas, fundamentalmente, sobre o andamento e regulação do processo individual de trabalho. É esta margem de autonomia que permite o funcionamento do sistema de trabalho. Daí a manutenção desta sistemática pelas instâncias técnicas da empresa, mesmo porque ela é imprescindível para a produção. A autonomia apresenta-se como uma necessidade no canteiro - (BOBROFF, 1991).

Assim, a organização na construção depende desta qualificação do trabalhador, de sua habilidade e de sua motivação para viabilizar a produção, pois o estabelecimento do ritmo de trabalho se dá no interior da própria força de trabalho. Entretanto, é interessante se observar que o mecanismo pelo qual esta autonomia toma forma real, a gestão da variabilidade pelo coletivo de trabalhadores, realiza-se à margem do processo formal de trabalho, como uma atividade pouco desenvolvida, pouco instrumentada e nem formalizada pela gerência técnica. Conseqüentemente, a eficácia das inovações técnicas e organizacionais, que se referem apenas ao processo formal, é relativamente baixa - (VIDAL, 1984).

Assim, em contrapartida à autonomia operária, característica do setor, o controle da produção apresenta-se com uma conotação disciplinar focado no trabalhador. Como característica da organização hierárquica na construção está sua feição bastante rígida e autoritária no canteiro de obras. Como relata FARAH (1992): *"na vivência do canteiro, o trabalhador aprende a se submeter a tal estrutura, à disciplina. Assim como adquire com o trabalhador qualificado o domínio de um ofício, aprende também a exercer controle sobre o trabalho de outros, função esta assumida, em níveis crescentes, pelos oficiais, pelos encarregados de ofício e pelo mestre"*. À esta estrutura hierárquica de ofícios, cabe o controle informal e assistemático do ritmo de trabalho, do controle da qualidade de execução e da produtividade. Entretanto, raramente algum esforço especial é feito para eliminar

defeitos, erros e omissões, relacionadas às ineficiências do trabalho e do processo - (PICCHI, 1993).

A estrutura hierárquica de ofícios, portanto, não garante um controle eficaz sobre o processo de trabalho, uma vez que o domínio sobre o fazer permanece com os trabalhadores. As empresas recorrem, então, mesmo informalmente, à concessão de incentivos remuneratórios, sob a forma de pagamento por produção: o incentivo é dado para que o trabalhador acelere a produção numa espécie de auto-regulação. TAYLOR (1966) mostrou que esse método de organizar o trabalho se mostrava ineficiente. Contudo, na construção de edificações, esta é a forma dominante de pagamento utilizada pelos subempreiteiros, ou seja, a iniciativa pelo incentivo.

Salienta-se, entretanto, que o ritmo controlado pela autonomia operária diz respeito à produtividade individual do trabalhador ou de uma equipe em particular na execução de uma determinada atividade. Já o ritmo de andamento da obra, que diz respeito ao conjunto de atividades seqüenciais executadas por equipes diferentes, depende, fundamentalmente, da coordenação dos serviços executada a cargo da administração do empreendimento.

Por fim, se por um lado a iniciativa e o controle do ritmo de trabalho permanecem de forma inalienável, sob o dispor do trabalhador, por outro, existem condições para um planejamento da produção no canteiro e prescrição dos métodos de trabalho, mesmo que não rigorosa - (BOBROFF, 1991). PICCHI (1993) afirma que a redação de um procedimento específico para cada serviço é um requisito básico de garantia de qualidade. Porém, a carência de normas referentes à execução da construção de edifícios e a pequena cultura de se elaborar registros escritos dificultam a elaboração destes procedimentos. Desta forma, esta falta de prescrição de métodos vem a dificultar a constituição e administração dos fluxos de materiais e principalmente dos fluxos das equipes de trabalho, além de prejudicar a melhoria contínua, pois não há uma base metodológica estabelecida para ser analisada e melhorada. Prejudica também a multifunção, pois não há documentos para o treinamento sistemático dos trabalhadores em outras funções; o controle de qualidade fica prejudicado, pois não havendo prescrições do método de execução, não há formalização da verificação da qualidade desta execução ao longo do processo; além de aumentar a variabilidade e a complexidade do processo como um todo.

### 3.1.5. Organização da Produção com Alto Grau de Variabilidade

Como as características anteriormente apresentadas sugerem, configura-se na construção tradicional de edificações uma organização e controle precários da produção. Estes aspectos são decorrência de uma estrutura que tem na alta variabilidade organizacional uma característica que se apresenta, simultaneamente, como causa e efeito decorrente. É causa no momento em que dificulta a organização e controle da construção pelos meios convencionais. É efeito pelo próprio fato da organização e controle ocorrerem de forma insatisfatória.

Campinos-Dubernet aponta duas dimensões da variabilidade característica da atividade de construção - (FARAH, 1992):

1. Variabilidade externa, qualitativa (característica do produto ou de parte do produto) e quantitativa (instabilidade do tamanho das séries).
2. Variabilidade interna, representada pela caracterização das especificidades ao longo do processo.

A variabilidade externa qualitativa do produto, diz respeito ao fato de cada obra constituir-se numa atividade produtiva singular. A edificação de uma forma geral é desenvolvida com base em projetos únicos e singulares. Além disto, pela sua característica imobiliária, incorpora-se ao conjunto o terreno, que também apresenta características próprias. Assim, as variações quanto às condições topográficas dos terrenos, quanto à situação e legislação de uso do solo de local para local e quanto às necessidades de mercado da região onde será realizada a construção dificultam a padronização do projeto e do produto final. As fundações são definidas em função das características do solo e da topografia do terreno. A estrutura varia conforme as características do projeto arquitetônico, que se diferencia de obra para obra. Há variações também nos materiais e componentes utilizados, nos instrumentos de trabalho e nos trabalhadores envolvidos ao longo das diversas etapas do processo produtivo, principalmente nas etapas finais de acabamento e revestimento.

A variabilidade externa quantitativa, por sua vez, também é decorrente da dependência da atividade produtiva com relação à propriedade da terra e às características dos terrenos, sofrendo, por outro lado, a influência da instabilidade característica do mercado habitacional - (FARAH, 1992). A continuidade e a simultaneidade dos trabalhos passa a depender também da disponibilidade do terreno - (VARGAS, 1980).

No que se refere à variabilidade interna do sistema da construção de edificações, cita-se as próprias especificidades do processo construtivo:

1. O produto é executado em locais diferentes, devido a natureza imobiliária, obrigando que a cada produto-edificação haja um deslocamento dos recursos de produção para um novo terreno, o que determina uma reorganização ou adaptação constante do processo de produção e do sítio produtivo, que é sempre de caráter temporário e provisório, requerendo soluções próprias e provisórias para os diversos problemas da organização da produção. Assim, à imobilidade do produto deve corresponder uma grande mobilidade da força de trabalho e dos instrumentos e ferramentas utilizados na atividade produtiva.

2. O processo de produção apresenta etapas com grande heterogeneidade e estas segmentadas em várias atividades que são executadas de forma interdependente por categorias profissionais diferentes. Isto faz variar a quantidade de trabalho requerido, os materiais e componentes a serem processados, os instrumentos de trabalho e a participação de trabalhadores com diferentes qualificações.

3. A organização do trabalho caracteriza-se por uma multi-organização de equipes profissionais de caráter temporário com altos índices de rotatividade de mão-de-obra.

4. O posto de trabalho tem caráter transitório e instável, não apresentando arranjo físico, sendo melhor interpretado como local de intervenção.

5. O método de execução, o procedimento operacional e o ritmo de trabalho caracterizados como individual, não prescrito, sem domínio da gerência e regido pela autonomia operária, com dependência da atividade manual e habilidade do trabalhador.

6. O planejamento, a programação e o controle da produção com carência de instrumentos que se adequem às particularidades do processo, gerando dificuldades na antecipação de necessidades, estabelecimento de prazos e controle do processo.

SILVA (1986) relata que a variabilidade relacionada ao consumo de mão-de-obra foi detectada em diversos estudos desenvolvido pelo *Building Research Establishment*: “em termos de operações individualizadas, os estudos desenvolvidos em canteiros pelo “*Building Research Establishment*” encontraram uma relação de 4:1 entre o maior e o menor consumo de mão-de-obra em canteiros distintos com diferentes executantes, embora com as mesmas características”. São apontadas, ainda, na literatura, as proporções de 1:2 e 1:3 entre o mínimo e o máximo consumo de mão-de-obra dentro de um mesmo canteiro.

Em pesquisas realizadas por OLIVEIRA et al. (1995), sobre sistema de indicadores em mais de vinte empresas de construção, constata-se também uma grande variabilidade em indicadores de desempenho das mais diversas naturezas - vide figura 3.2.

Indicadores de Desempenho	valor min.	valor máx.
perda de aço para concreto armado (%)	7,9	27,3
perda de bloco cerâmico furado (%)	5,4	39,8
espessura de revestimento interno em argamassa (mm)	19,8	30,0
tempos produtivos na execução de alvenarias (%)	15,0	38,0
tempos produtivos na execução de fôrmas (%)	21,0	47,0

FIGURA 3.2. - Exemplos da Variabilidade em Indicadores de Desempenho

A variabilidade passa a gerar uma outra condicionante característica da construção de edificações: a complexidade do processo de produção de edificações. Esta decorre da grande variabilidade das condições de produção, da imprevisibilidade de fatores internos e externos

ao canteiro de obras, da multiplicidade e interferências das atividades e serviços, e da dificuldade de avaliação e controle do processo de execução em cada etapa. ROSSO (1980) comenta que as circunstâncias às vezes primitivas em que as operações de produção devem ser desenvolvidas e o fato de grande parte destas operações ser sensível às perturbações do meio, tornam o problema da coordenação e da continuidade do trabalho bem mais difícil de solução no processo da construção da edificação do que em qualquer outro processo de produção. Por outro lado, a alocação das equipes de trabalho ao longo dos vários locais de intervenção - ao contrário do que ocorre na fábrica, onde os postos de trabalho são fixos - e a decorrente dificuldade de supervisão, dada pelo fato do trabalho ser desenvolvido em ambientes isolados e transitórios, também são fatores de grande complexidade de coordenação no processo - (KOSKELA, 1992).

Assim, a variabilidade constitui um aspecto crucial à atividade de construção, diferenciando-a de outros processos produtivos industriais e repercutindo diretamente sobre a questão do controle do trabalho. Esta característica tende a ser vista por alguns analistas como uma condicionante técnica absoluta da atividade de construção, passando a ser causa e efeito ao estabelecer limites ao incremento da produtividade e por dificultar todo o processo de planejamento e controle da produção. Entre as dificuldades criadas pela variabilidade no processo de planejamento está a inadequação das técnicas de programação que possuem características essencialmente determinísticas - (SILVA, 1986). Por outro lado, como afirma VIDAL (1984), a gestão da variabilidade pelo coletivo operário, ou seja, a autonomia operária, concretiza-se como um artifício informal e pouco instrumentado pela gerência de produção, apesar de ser através deste mecanismo que a construção se realiza, harmonizando-se com todas as demais especificidades.

Por fim, cabe salientar que a natureza singular da edificação diz respeito à sua configuração geral, ao seu desenho final. Ou seja, o caráter único do projeto da edificação refere-se comumente ao aspecto final e geral do produto, à disposição física de suas partes constituintes e não aos processos intermediários da produção e aos métodos operacionais. Desta forma, os materiais, componentes, métodos de execução e procedimentos operacionais não necessariamente variam, sendo usualmente os mesmos - (KOSKELA, 1992). Por exemplo, de uma edificação para outra, varia a configuração arquitetônica das paredes, porém a caracterização constitutiva e o procedimento de execução destas paredes não

necessariamente variam. Assim, pelo ponto de vista da produção, o produto, apesar de ser único na sua caracterização geral, pode apresentar uma certa repetitividade, possibilitando, conseqüentemente, uma padronização de materiais, métodos e procedimentos operacionais. Como salientado por CAMPOS (1990), dentro de um processo não repetitivo, por exemplo a construção de um prédio, é possível ter processos repetitivos, por exemplo a preparação de concreto, assentamento de tijolos, etc. Portanto, os problemas associados com a singularidade do projeto e do produto final da construção não afetam, diretamente, todos os processos da construção.

### 3.1.6. Organização da Produção com Alto Grau de Perdas

GIBERT (1991) destaca que a organização convencional do processo da construção, fundada nas suas especificidades, principalmente na sua segmentação entre os diversos ofícios, em última análise representa um significativo obstáculo contra qualquer melhoria relacionada à produtividade. Já para KOSKELA (1992) existe uma crescente evidência empírica de que os problemas de fluxo da produção, como a excessiva segmentação do processo, efetivamente dificultam a implementação de melhorias, estabelecendo, portanto, fluxos deficientes e uma expansão das atividades que não agregam valor, ocasionando, como conseqüência, consideráveis perdas e desperdícios na construção. Cita-se, como exemplo, a excessiva movimentação de materiais, de equipamentos, supervisão, retrabalho, tempos improdutivo, etc.

Por outro lado, no setor da construção não tem havido uma análise sistemática para identificar os tipos de perdas no processo construtivo, de tal forma que uma grande parte destas perdas não é, sequer, percebida pelos profissionais da área e, naturalmente, seus valores são desconhecidos. Praticamente as pesquisas a respeito deste assunto ficam limitadas à questão dos problemas de eficiência operacional como perdas no trabalho humano - ociosidades, baixa produtividade, tempos improdutivo e desperdícios de materiais. Esses estudos, apesar de possuírem um caráter limitado, apresentam uma idéia da ordem de magnitude das perdas e desperdícios na construção.

PEER e NORTH (1971) desenvolveram uma pesquisa com observações em 8 canteiros de edificações de tipologia diversificada, constatando que em média cerca de 23% do tempo total gasto pelo efetivo operacional foi não produtivo. Destes, 52% por problemas de coordenação, transporte e entrega de componentes intermediários e 20% por efeito do seqüenciamento errôneo das atividades. O tempo não produtivo, para aqueles autores, refere-se ao tempo de trabalho evitável e tempo ocioso. Os tempos de trabalho evitáveis são caracterizados pelo grande número de deslocamentos do local de trabalho, pelas esperas, demoras e retrabalhos causados por problemas com o trabalhador, o projeto ou o gerenciamento e que poderiam ser evitados.

GIBERT (1991) afirma que a sustentação de uma intensa segmentação do processo leva para uma multiplicação de tempos não produtivos, causados principalmente por esperas de uma equipe pela outra e pelos deslocamentos generalizados no canteiro e retrabalhos por incompatibilidades entre as atividades. Para FORBES (1977) apud SILVA (1986), apenas um terço (1/3) do tempo total é dispendido em atividades que efetivamente contribuem para o processo de construção, como regra geral, embora haja grandes variações entre equipes e entre canteiros. O restante do tempo é dividido entre as tarefas auxiliares (1/3), como manuseio, descarga, limpeza, etc., e o tempo não produtivo (1/3). Aquele autor associa a distribuição dos tempos produtivos e não produtivos aos aspectos organizacionais do processo.

Um dos principais indicadores de desperdícios na construção de edifícios corresponde à grande quantidade de entulho (resíduos da construção) que sai das obras, proveniente de restos de materiais gerados no processo construtivo e de um grande número de serviços quebrados e refeitos durante a obra. Como afirma PICCHI (1993): “ *o entulho gerado nas obras brasileiras (sistema de construção convencional, com estrutura independente) situa-se entre 10% e 20% da massa final do edifício, variando em função do elemento de alvenaria utilizado e do grau de organização e controle da obra*”. Segundo KOSKELA (1992), com base em pesquisas desenvolvidas na Suécia, o excesso de materiais consumido nos canteiros, provenientes de desperdícios de naturezas diversas, estaria na média de 10%, variando no intervalo de 5 a 30% para diferentes materiais.

SOIBELMAN (1993), em pesquisa de levantamento de índices de desperdícios realizada em cinco obras de edificação na cidade de Porto Alegre, concluiu o seguinte:

1. Os índices de perdas de materiais na construção de edificações é efetivamente maior do que os comumente praticados nos exercícios orçamentários.

2. Existem grandes variações nos índices de perda de um mesmo material em diferentes obras similares<sup>2</sup>.

3. Há uma falta de preocupação com a perda de materiais, falta de sistemática de administração de materiais ou até cuidados elementares no recebimento, na estocagem, na utilização e no trato com os materiais.

4. Os desperdícios são oriundos, preponderantemente, das deficiências no gerenciamento das obras de uma forma geral, ocorrendo com mais intensidade durante a armazenagem e a movimentação dos materiais do que durante a produção propriamente dita<sup>3</sup>.

5. Os desperdícios dos materiais pesquisados representaram um acréscimo médio de 7,98% em relação aos custos orçados dos empreendimentos.

---

<sup>2</sup> O que comprova o alto grau de variabilidade no processo, conforme o item 3.1.5.

<sup>3</sup> O que está de acordo com a negligência existente no setor em relação ao planejamento operacional do canteiro, conforme item 3.1.1.

### 3.2. NOVO CONCEITO PARA A CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES

A organização convencional da construção de edificações, como visto, apresenta certas peculiaridades que se constituem em verdadeiras barreiras à sua evolução no que se refere à adoção de princípios da organização da produção de um modo geral. Essas peculiaridades correspondem às características estruturais básicas da sua organização, as quais se diferem substancialmente das características correspondentes à organização da produção industrial de natureza fabril.

Em princípio, pode-se definir como organização industrial de natureza fabril a organização, cujo sistema de produção, entre várias modalidades de produção, seja baseado essencialmente em processos centralizados, organizados e de natureza repetitiva, onde a variabilidade de cada fase do processo, que caracteriza a produção artesanal, é substituída por graus pré-determinados de uniformidade e continuidade operacional, características dos processos de produção parcial ou totalmente mecanizados - (ROSSO, 1980). Assim, os elementos determinantes do sistema de produção fabril são a repetição, a continuidade e a organização dos processos. As primeiras, de caráter essencialmente técnico, decorrem de uma condição estrutural estabilizada dos processos de produção e a última, de caráter gerencial-administrativo, decorre, principalmente, de planejamento e ações de controle.

No caso da organização convencional da construção de edificações, o fato dos canteiros de obras serem dispersos, somente temporariamente organizados e provisoriamente adaptados para a produção; e os postos de trabalho apresentarem um caráter transitório e instável, entre outras especificidades, restringe o alcance da repetição, da continuidade e mecanização do trabalho. Assim, por um lado, não houve no setor a incorporação significativa de máquinas e equipamentos ao processo produtivo, mudança que está na base do processo histórico de desenvolvimento industrial. Como decorrência, a construção, extremamente pulverizada e descentralizada, apresenta uma relação mão-de-obra - capital sensivelmente mais elevada do que na indústria fabril.

Por outro lado, essas características dos canteiros de obras acrescentadas da estrutura de ofícios e do alto grau de variabilidade e rotatividade da mão-de-obra, resultantes da

organização convencional da construção de edificações, impedem ou dificultam a introdução dos princípios da administração da produção. Assim, a divisão do trabalho, proposta por Adam Smith em 1776 e os princípios gerenciais da administração científica do trabalho, desenvolvidos a partir do início do século por F. W. Taylor, não foram incorporados pela construção. Esses princípios da organização da produção permitiram, nos setores em que foram implantados, um maior controle e desenvolvimento tecnológico sobre o processo de produção. Na organização convencional da construção de edificações, como visto, prevalece outro padrão de relação capital-trabalho, com forte participação do trabalhador no controle do processo produtivo. Permanece com aqueles que executam o trabalho, os trabalhadores de ofício, uma parcela considerável da atividade de concepção do método de execução da produção, do procedimento operacional do trabalho e do controle de seu ritmo.

Essas características peculiares da organização convencional da construção de edificações, portanto, ao dificultarem a introdução dos princípios básicos da organização da produção, apresentam-se como causas diretas da baixa eficiência operacional do sistema convencional da construção de edificações, representada pela baixa produtividade, baixa qualidade final e alto índice de desperdícios de recursos - (KOSKELA, 1992).

Segundo VARGAS (1980), características como a estrutura de ofícios, a absorção de grande contingente de trabalhadores não qualificados, a forte presença de operários que conformam o produto com a utilização de ferramentas manuais e a ausência, ou presença marginal, da máquina no processo construtivo conferem à construção de edificações um estágio de desenvolvimento da organização da produção anterior à indústria fabril - o trabalho ainda é sedimentado sobre uma base estrutural artesanal.

### 3.2.1. Estágio Tecnológico da Construção de Edificações

SHINGO (1996) concebe a evolução da tecnologia de produção com base em três estágios diferentes: Tecnologia Básica, Tecnologia de Manufatura ou Operacional, Tecnologia de Produção. Essas tecnologias, em todos os seus estágios, quando devidamente sistematizadas e documentadas correspondem ao *know how* de produção da empresa.

1. Tecnologia Básica: estágio em que são determinadas as condições básicas para a realização dos processos. Em qualquer tipo de produção é necessário primeiro definir-se as tecnologias básicas (ou específicas) que determinam como os produtos são produzidos - os procedimentos básicos de execução, ou seja, todas as condições necessárias para produzir um produto específico. A tecnologia básica refere-se à variedade de fatores e características, como traço de mistura, temperatura, pressão, tipo de ferramenta, formato de moldes, propriedades dos materiais, etc., considerados, por exemplo, nas operações de transformação, conformação, usinagem, tratamento, forjamento, fundição, soldagem, montagem, etc. Estas tecnologias básicas são estudadas e melhoradas em termos de aplicações específicas. Fazendo-se uma analogia, a tecnologia básica corresponde à "receita do bolo", ao "saber fazer". As organizações que se limitam apenas à tecnologia básica, sem desenvolverem a tecnologia operacional, correspondem à uma produção baseada na atividade artesanal, cuja característica principal está em não apresentar distinções entre operações e processos.

2. Tecnologia de Manufatura ou Tecnologia Operacional: estágio em que as organizações apresentam além do conjunto das tecnologias básicas, o domínio e o controle dos métodos operacionais de realização da produção. Esses métodos operacionais decorrem da aplicação dos princípios básicos da organização da produção, como: divisão do trabalho, mecanização do trabalho, princípios da administração do trabalho de Taylor e os princípios de economia de movimentos de Gilbreth, padronização da produção e humanização do trabalho. A tecnologia de manufatura ou tecnologia operacional corresponde, para o conjunto de operações, ao "saber fazer" e ao "saber operar". As organizações que se limitam à tecnologia de manufatura ou operacional, pouco desenvolvendo sobre tecnologia de produção, apresentam sistemas de produção convencionais, cuja característica principal está em compreender a produção como um conjunto de operações isoladas.

3. Tecnologia de Produção: estágio em que são considerados todos os fatores de produção, com uma perspectiva voltada para sistemas e processos. Essa consideração envolve a aplicação de vários princípios e técnicas para a melhoria destes processos, como: princípios básicos para operações do processo (mecanização, princípios de Taylor e Gilbreth, padronização, etc.), princípio de produção *just-in-time*, controle de qualidade no processo, multifunção, melhoria contínua, técnicas de *layout* para melhorar o transporte, técnicas de

gerenciamento para melhorar a maneira de planejar, controlar e monitorar, técnicas de melhoria para melhorias em áreas específicas, técnicas da engenharia de produção, etc. Neste nível tecnológico, todos os fatores são considerados, não interessando qual produto esteja-se produzindo. As organizações que atingiram esse estágio de tecnologia de produção apresentam sistemas de produção avançados, cuja característica principal está em compreender a produção como uma rede de processos e operações. A tecnologia de produção compreende, além do "saber fazer" e do "saber operar" para o conjunto de operações, o "saber produzir" para os processos do sistema.

Diante desse quadro evolutivo, constata-se que o nível tecnológico da construção convencional de edificações não ultrapassou o estágio da tecnologia básica. Essa condição ocorre pelo fato da construção não ter incorporado os princípios básicos da organização da produção, como a divisão do trabalho, a mecanização e os princípios concebidos por Taylor e Gilbreth. Assim, não exerce o domínio e o controle sobre os métodos operacionais de realização da produção, mantendo ainda, no que se refere a esses métodos, o caráter artesanal da produção. Apresenta, em contrapartida, uma organização da produção baseada na estrutura de ofícios, com trabalho preponderantemente baseado na atividade manual e regido pela autonomia operária, resultando numa organização com alto grau de variabilidade e alto grau de perdas, conforme verificado no item 3.1. deste trabalho.

Além disso, é comum, na maioria das empresas do setor, a ausência de sistematização e documentação da própria tecnologia básica. Ou seja, o conhecimento das condições básicas para a realização das atividades, dos procedimentos básicos de execução, que determinam a tecnologia básica, encontra-se, na maioria dessas empresas, sob o domínio único dos trabalhadores e não da administração, ocorrendo de forma assistemática sem haver constituição de *know-how* técnico da empresa. Como relata SOUZA (1995): "*normalmente, as empresas de construção não têm a prática de registrar formalmente o procedimento executivo de cada serviço. Com isso, o seu domínio tecnológico passa a ser limitado e variável em função da mão-de-obra ou do empreiteiro utilizado em cada época e local*". Assim, o "saber fazer" - a tecnologia básica, e o "saber operar" - a tecnologia operacional, dizem respeito e limitam-se, de forma geral, ao conhecimento empírico operário. O "saber produzir" - a tecnologia de produção, simplesmente não existe.

Essa condição de atraso tecnológico da organização da construção de edificações demanda, naturalmente, um questionamento sobre a origem do bloqueio da sua evolução, ou seja, no sentido de se descobrir as causas mais fundamentais que impedem o gerenciamento e a administração da sua evolução organizacional e tecnológica. Assim, um primeiro passo no entendimento dessa questão está na compreensão da base conceitual e organizacional da construção de edificações.

### 3.2.2. Conceito Convencional da Construção de Edificações

A construção é uma indústria bastante antiga e tradicional. Sua cultura e muitos dos seus métodos de produção tem suas raízes em períodos remotos. Entretanto, apesar de, nas últimas décadas, terem surgido algumas iniciativas para solucionar seus problemas crônicos, pode-se reconhecer que a sua base conceitual de concepção não se alterou. Essa base conceitual de concepção da construção consiste na sua compreensão como um conjunto de atividades<sup>4</sup> isoladas.

Vários conceitos e instrumentos gerenciais refletem esta concepção convencional da construção como um conjunto de atividades isoladas. Este modelo está presente tanto nas mais antigas tradições da construção como nos mais recentes e modernos métodos e técnicas de gerenciamento deste setor, como as técnicas e *softwares* de planejamento e programação de obras e, mais recentemente, as técnicas da qualidade total - (KOSKELA, 1992). Quanto ao planejamento da construção, pode-se citar como funções principais: a determinação da quantidade e tipo de atividades necessárias para a execução da obra; a determinação do seqüenciamento das atividades; a determinação da duração de cada atividade; e o estabelecimento do cronograma de execução com a previsão de datas de início e término das atividades. Estas funções estabelecem a base sobre a qual se desenvolve a programação e o controle da construção. A programação, em geral, baseia-se no uso de técnicas como o diagrama de Gantt e as redes PERT/CPM.

---

<sup>4</sup>Convém salientar que o termo *atividade* é diferente do termo *operação*, conforme utilizados neste trabalho. o termo *operação* está relacionado à divisão do trabalho, correspondendo a uma parcela elementar do processo; o termo *atividade* está relacionado ao ofício profissional e seu relacionamento na construção, correspondendo a um serviço executado por um determinado ofício, um subprocesso do processo construtivo principal.

Assim, o planejamento convencional baseia-se na concepção da construção como uma série de atividades específicas, as quais são, então, organizadas numa seqüência lógica de forma a apresentar a menor duração total. Entretanto, segundo KOSKELA (1992), esse modelo de planejamento da construção apresenta duas grandes limitações, quais sejam: quanto ao planejamento das interfaces entre as atividades e quanto ao planejamento de execução da atividade em si. Ou seja, existem várias dificuldades de interface entre as atividades, as quais não são modeladas pela rede CPM e que afetam a continuidade da produção. Em segundo lugar, dada uma determinada atividade, por exemplo, a instalação de elevadores, o método de rede apenas estabelece a data de início e de término desta atividade, sem planejar o serviço em si. Portanto, o planejamento convencional da construção e, conseqüentemente, a programação e o controle não contemplam o planejamento operacional de execução das atividades e nem o planejamento das suas interfaces, limitando-se apenas à configuração teórica das suas disposições ao longo do tempo.

Assim, com base na concepção convencional da construção, nem os fluxos de trabalhadores (operações), nem os fluxos de materiais (processos) são planejados e, sequer, concebidos de modo consistente. Como afirma KOSKELA (1992), o planejamento convencional em rede, além de apresentar uma condição desconectada entre as atividades, falha em dar o suporte ao planejamento dos fluxos de trabalhadores e ao planejamento dos fluxos de materiais, resultando em ineficiências no processo de construção. Outrossim, percebe-se que vários autores procuram justificar as limitações desta técnica com uma série de argumentos. Porém, todos esses argumentos relacionam-se à concepção convencional da construção, por atividades, deixando transparecer que as limitações não estão na técnica em si, mas, antes disso, na própria concepção da construção. Dentre esses argumentos, com base em HEINECK (1983) apud SILVA (1986), cita-se:

1. Falta de integração simultânea entre as fases do planejamento e da execução;
2. Falta de integração entre os níveis de gerência e operacional;
3. Incapacidade de definir adequadamente as atividades;
4. Abordagem subjetiva para o estabelecimento da duração das atividades;
5. Sobreposição das relações de precedência entre as atividades;
6. Variabilidade no montante de recursos requeridos pelas atividades;
7. Falta de aderência para a seqüência de trabalho pré-determinada;
8. Subjetividade na determinação da produtividade de cada atividade;

#### 9. Falta de informações, em tempo hábil, para realimentação a partir do canteiro.

Por outro lado, essa concepção da construção como um conjunto de atividades isoladas compatibiliza-se, mutuamente, com a organização da produção baseada na estrutura de ofícios. Dessa forma a anatomia organizacional da construção configura-se na composição de diversos subprocessos distintos (atividades) com posição ortogonal em relação ao processo principal resultante - vide figura 3.1.

Entretanto, essa organização da construção baseada na aglutinação de diferentes atividades desenvolvidas por ofícios tradicionais existentes no mercado de trabalho, com um caráter de trabalho artesanal, cujo resultado corresponde a elementos (fôrmas, armação, embutimentos elétricos, etc.) a serem combinados para dar forma a partes (estrutura, paredes, etc.) de um processo principal resultante (processo da edificação em si), apresenta diversos aspectos prejudiciais à organização da produção. Os maiores problemas causados pela organização da construção baseada na estrutura de ofícios são:

1. As equipes limitam-se a executar especificamente as suas atividades, sem se envolverem com o desenvolvimento seqüencial de uma determinada parte da edificação. Assim, o processo principal de realização de uma determinada etapa construtiva estabelece-se de forma segmentada, gerando complexidades na supervisão, coordenação e no gerenciamento do processo, além de ocasionar inúmeras perdas devido às interfaces, como grande número de atividades que não agregam valor, retrabalho, desperdícios de materiais, etc. Esta característica fragmentada do processo por atividades de ofícios profissionais diferentes, naturalmente vem a dificultar a constituição dos fluxos de materiais, ou seja, a constituição do próprio processo principal da edificação. O processo principal da edificação é mera decorrência das diversas intervenções de ofícios ao longo do tempo.

2. A estrutura de ofícios estabelece especializações no processamento e aplicação de determinados materiais que compõem o processo. Cada atividade corresponde a um ofício profissional distinto e envolve, com um caráter de trabalho artesanal, toda a seqüência de operações relativas a preparação e a aplicação de um determinado material (subprocessos ortogonais), numa determinada fase do processo. Os profissionais precisam intervir no processo, conforme a ocorrência da necessidade de aplicação dos materiais de sua

especialidade, para executar atividades sobre o produto de cada atividade anterior, apresentando forte interdependência entre si.

3. Partes dos sub-processos ortogonais, apesar de não apresentarem vínculos diretos com a construção em si, em geral realizam-se sob condições ambientais, de arranjo físico e de recursos para a produção completamente inapropriados, decorrentes da falta de planejamento e do caráter provisório e temporário do canteiro de obras, ocasionando baixa produtividade e elevado grau de desperdícios.

4. Inexistência de uma divisão do trabalho no âmbito das atividades do processo da construção, correspondendo estas ao exercício de determinados ofícios tradicionais, envolvendo várias operações de natureza diversa como transformação, usinagem, tratamento, pré-montagem e instalação de um determinado material. O fato de não ter havido a divisão do trabalho prejudica essas operações pela falta de simplificação, mecanização e outras melhorias para a eficiência do trabalho. Assim, os fluxos de trabalhadores, no âmbito dos subprocessos ortogonais, ao longo do tempo e espaço nos canteiros de obras, estão estreitamente associados aos fluxos de materiais, sob um caráter artesanal, dificultando a sua constituição e ocasionando perdas diversas.

5. Os sub-processos ortogonais de preparação de materiais e componentes aumentam a dificuldade da organização do canteiro como um todo, pois, além de aumentar o número de operações abrigadas no canteiro, apresentam uma certa complexidade muitas vezes maior do que a atividade principal de montagem correspondente.

6. Pela diversidade das equipes e empresas especializadas que são mobilizadas, muitas vezes subcontratadas por períodos limitados para a execução de um serviço em particular, e suas necessidades envolvidas (grande número de materiais, ferramentas, equipamentos, etc.), ocorrem dificuldades de coordenação.

7. Dificuldades em estimular e acumular melhorias dentro da organização com força de trabalho temporária e com alto nível de rotatividade. A permanência do trabalhador confunde-se com a duração do serviço para o qual foi contratado, em vez de possuir um vínculo permanente com a construtora.

Portanto, o fato da concepção da construção como um conjunto de atividades isoladas estar na base dos conceitos de gerenciamento e organização da construção de edificações constitui-se em causa fundamental de vários problemas crônicos relativos à eficiência operacional do processo construtivo. Da mesma forma, a estrutura de ofícios é prejudicial ao desenvolvimento da organização da construção de edificações, devendo haver um rompimento nesta estrutura e conceber-se uma organização baseada no reconhecimento de processos - processo principal e subprocessos ortogonais.

Para KOSKELA (1992) a solução desses problemas crônicos da construção, face às suas peculiaridades, encontra-se na sua reconceitualização e reorganização de sua base estrutural, adotando-se melhorias sistêmicas e fundamentais em vez de procurar-se soluções isoladas e incrementais para os vários problemas. Assim, o ponto de partida para evoluir-se a organização da construção de edificações consiste, fundamentalmente, em mudar-se o modo de concebê-la, estabelecendo-se um novo conceito e novos sistemas organizacionais para a construção de edificações.

### 3.2.3. Novo Conceito para a Construção de Edificações

Existe uma variedade de sistemas de produção disponíveis, porém cada um deles se constitui numa extensão conceitual de suas premissas. Sistemas de produção consistentes decorrem de mudanças significativas, questionando-se extensivamente e melhorando-se essas premissas conceituais básicas. Assim, melhorias inovadoras, fundamentais e abrangentes decorrem de melhorias conceituais, melhorias nos sistemas de nível mais alto, nos conceitos e premissas que as justificam - (SHINGO, 1996). Dessa forma, os trabalhos para as melhorias sempre envolvem três níveis de pesquisa: análise de conceitos básicos, concepção de sistemas para dar forma a esses conceitos, implantação de técnicas para operacionalizar os sistemas.

Assim, a reorganização da construção convencional de edificações deve ser baseada em soluções estruturais, através da concepção de sistemas de produção baseados em novos conceitos, que permitam a organização e avaliação dos fluxos da produção e a identificação e implementação de melhorias fundamentais. Nesse sentido, segundo KOSKELA (1992), a

construção pode aproveitar o conceito fundamental da produção conforme estabelecido por SHINGO (1981): toda a produção pode ser compreendida como uma rede funcional de processos e operações. De acordo com este novo conceito de produção, pode-se conceber a construção como consistindo de fluxos básicos: fluxos de projeto, fluxos de materiais e fluxos de trabalhadores. Ou seja, segundo KOSKELA (1992), a construção também pode, e deve, dada a alta parcela de atividades que não agregam valor no seu processo, ser compreendida como uma composição de fluxos.

Dessa forma, a mudança mais fundamental a ser realizada na construção consiste no rompimento conceitual de sua concepção como uma organização baseada na composição de atividades. Deve-se buscar o reconhecimento da construção como uma organização baseada em processos e operações, particularmente, em processo principal (montagem da edificação), subprocessos ortogonais (preparação e produção de materiais e componentes) e respectivas operações. Esta nova compreensão da construção sugere uma reorganização da base estrutural da organização convencional da construção. KOSKELA (1992) reconhece que a reorganização da construção convencional consiste no primeiro passo a ser dado em direção às melhorias do processo, sendo uma condição estritamente necessária para a melhoria da construção de edificações. Com a implementação de soluções estruturais, as peculiaridades da organização convencional da construção podem ser amenizadas, os problemas podem ser identificados e saneados e os processos e as operações, em geral, melhorados.

Assim configurados, os processos podem ser analisados em relação às operações que adicionam valor e em relação às operações que não adicionam valor, ou seja, perdas. Na busca da melhoria dos fluxos de materiais e dos fluxos de trabalhadores, o foco principal está na minimização das perdas. Segundo KOSKELA (1992), dada a alta parcela de perdas neste setor, notáveis ganhos podem ser atingidos já nos primeiros esforços de constituição e melhoria dos fluxos da produção.

#### 3.2.4. Novos Sistemas para a Organização da Construção de Edificações

Tem sido provado em alguns países que o modo tradicional de organizar a construção estabelece-se como um grande dificultador às melhorias e inovações na produção. A idéia de

mudar a organização para eliminar estes obstáculos tem sido a razão de algumas iniciativas já reconhecidas na indústria da construção nos países europeus. Estas iniciativas baseiam-se na reestruturação da base organizacional convencional da construção de tal forma a eliminar ou amenizar os obstáculos para a melhoria dos processos e implantação de conceitos e princípios da produção - (KOSKELA, 1992). Dentre estas iniciativas, pode-se citar:

1. O Processo Seqüencial de Construção, desenvolvido na França, cuja principal idéia é conceber o processo construtivo como uma seqüência de etapas autônomas de realização sucessiva. Estas etapas são definidas pelo reagrupamento de atividades correspondentes a uma mesma parte ou função da construção (estrutura, vedação, etc.) e não em termos dos ofícios tradicionais, de tal forma que deixa de existir interferências ao longo da realização de cada etapa - (GIBERT, 1991; KOSKELA, 1992).

2. O Sistema Aberto de Construção, desenvolvido na Holanda, onde o princípio básico consiste em estabelecer um conjunto integrado de regras e acordos entre as empresas participantes do empreendimento, a respeito do planejamento e organização do projeto e da construção. Apresenta como características principais a coordenação modular, a padronização de componentes, pré-fabricação de componentes, distinção entre partes da construção (parte estrutural, parte de obra interna, etc.), equipes especializadas e multifuncionais, etc. - (KOSKELA, 1992).

3. O Novo Processo de Construção, desenvolvido na Finlândia, cuja característica principal está no envolvimento de fornecedores e no estabelecimento de parcerias com empresas especializadas nas diferentes etapas da construção para a apresentação e colaboração contínua em soluções pré-concebidas (resolução de problemas antes de chegar ao canteiro), envolvendo a pré-fabricação de componentes, além de grande integração de projeto e obra, projetistas e construtores - (KOSKELA, 1992).

Na indústria da construção no Brasil, percebe-se, nestes últimos anos, estratégias de racionalização que envolvem a introdução da polivalência no canteiro de obras, políticas de engajamento do trabalhador, melhorias na gestão da mão-de-obra e a busca da gestão do processo de produção global, do projeto à execução. Observa-se ainda que a solução de

industrialização baseada em sistemas fechados vem sendo substituída pela industrialização de componentes ou sistema de industrialização aberta - (FARAH, 1992).

ROSSO (1980) afirma que a pré-fabricação em sistemas fechados foi e é a solução mais elementar para atingir-se a industrialização da construção. Este sistema, inicialmente experimentado nos países europeus no período pós-guerra, baseia-se na produção de partes da edificação, particularmente estrutura e vedação, em fábricas, através da padronização do produto e da introdução da repetitividade de operações. Posteriormente, estas partes são deslocadas para o canteiro de obras, onde são montadas na forma da edificação. Porém, este sistema, apesar de tornar possível a aplicação dos princípios básicos da organização da produção, sofreu várias restrições, principalmente, por apresentar:

1. Raio de ação limitado pelo custo de transporte;
2. Flexibilidade limitada pelo custo e amortização dos moldes;
3. Utilização limitada a mercados absolutamente regulares, com aceitação de produtos padronizados.

Assim, diante da crise que atingiu a atividade de construção naqueles países a partir dos anos 70, caracterizada pela retração de demanda e pelo declínio do suporte estatal ao setor, eliminou-se praticamente a possibilidade de padronização do produto final. Com o retorno à edificação convencional, a tendência de produção em pequenos lotes - construção em média de 40 habitações por edificação, quando, no período da construção em massa, os conjuntos e cidades novas tinham milhares de unidades - houve uma intensificação da variabilidade na produção. É neste contexto que a alternativa da industrialização baseada em sistemas fechados ou pré-fabricação pesada foi substituída pelo sistema de industrialização por componentes ou sistema de industrialização aberta - (FARAH, 1992).

O sistema de industrialização aberta ou por componentes corrige os aspectos críticos do sistema fechado, industrializando os componentes intermediários, que, por serem mais leves e menores, oneram menos o processo. Além desta característica, este sistema apresenta também uma grande flexibilidade, prestando-se para aplicações em qualquer projeto e tipologia de edificação - (ROSSO, 1980). Segundo FARAH (1992), esta industrialização aberta, caracterizada principalmente pelo deslocamento para fora do canteiro de obras das atividades de preparação de materiais e componentes, constitui-se em uma estratégia de

redução da variabilidade na construção, estabelecendo-se como uma tendência importante de transformação do setor. Segundo esta tendência, a construção propriamente dita, no canteiro de obras, tende a se tornar cada vez mais a montagem de componentes produzidos, sob processos industrializados, por uma diversidade de fabricantes.

Conforme salientado no item 3.1.1. deste trabalho, um dos maiores obstáculos para as melhorias e inovações nos processos da construção e implantação de conceitos e princípios da produção corresponde ao canteiro de obras. O canteiro de obras, por si só, como ambiente de produção, apresenta grandes e sérias limitações à organização da produção no que se refere aos seus aspectos mais básicos. Essas limitações são estruturais, pois trata-se do ambiente da produção, elemento fundamental que condiciona os demais aspectos da produção.

A solução mais fundamental para esse problema está no deslocamento de atividades do canteiro de obras. KOSKELA (1992) reforça esta idéia afirmando que a solução mais básica para reduzir o impacto das peculiaridades da organização convencional da construção de edificações está em estabelecer os fluxos de materiais num número mínimo de atividades, retirando-as do canteiro de obras. O princípio básico, portanto, está em enxugar os canteiros de obras daquelas atividades que não dependem, necessariamente, do vínculo direto à edificação, centralizando-as em unidades de produção apropriadas às necessidades de seus processos. Ou seja, concomitantemente ao deslocamento de atividades do canteiro de obras está a oportunidade de industrialização dessas atividades deslocadas.

Conforme a classificação proposta por FARAH (1992), a respeito das atividades desenvolvidas no canteiro de obras, as atividades de preparação de materiais e componentes e as atividades de apoio à produção são as que imediatamente encaixam-se nesta estratégia. Em relação às atividades da construção propriamente dita, estas também incluem-se nesta estratégia, se não no seu todo, nas suas partes, quando submetidas a alterações na tecnologia construtiva básica, principalmente através da aplicação das técnicas de Engenharia de Valor e Análise de Valor<sup>5</sup>, objetivando a simplificação das operações de processamento.

---

<sup>5</sup> Salienta-se que essas técnicas são de prática obrigatória em obras públicas nos EUA, onde constam do currículo das faculdades de engenharia, conforme Revista CONSTRUÇÃO REGIÃO SUL, n° 342. No Brasil, no entanto, são pouco conhecidas no setor da construção.

Contudo, o atendimento à esse pressuposto apenas traz a construção para um nível próximo ao da organização fabril, alterando-se suas características estruturais no que tange ao ambiente de produção, grau de mecanização, nível de variabilidade, instrumentos de controle, etc. Logicamente, a partir desta condição, pode-se desenvolver os processos adotando-se os mesmos princípios de organização da produção até então aplicados ao meio industrial fabril, inclusive as mais recentes tecnologias organizacionais e de produção da área da engenharia de produção, como os princípios da organização japonesa da produção.

Assim, é baseado nesta estratégia que o presente trabalho apresenta e analisa, como estudo de caso, a implantação organizacional de um núcleo de produção de componentes e serviços de apoio, realizada por uma empresa do setor, como sugestão de reorganização da construção convencional, voltada a sistemas baseados em processos. Este núcleo baseia-se na concepção do sistema de industrialização aberta ou por componentes, com o deslocamento, para fora do canteiro de obras, das atividades de preparação de materiais e componentes e das atividades de apoio à produção. Como decorrência, houve uma amenização das especificidades estruturais da construção, reduzindo-se os obstáculos para a constituição dos fluxos de processo e melhorias destes. Desta forma, houve a implantação de novos conceitos e princípios da produção.

## CAPÍTULO 4

### SISTEMA DE PRODUÇÃO CENTRALIZADA PARA A CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES - APRESENTAÇÃO DO CASO

#### 4.1. A EMPRESA DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado na filial de Porto Alegre da Encol S/A Engenharia, Comércio e Indústria, empresa dedicada à incorporação, construção e venda de edifícios.

A filial de Porto Alegre da empresa em questão foi implantada no ano de 1986. No ano de 1996 constituiu-se, em volume de produção, na sexta maior filial da empresa, apresentando 350 mil metros quadrados construídos e 18 empreendimentos em construção, atingindo, em 1995, um faturamento de 60,0 milhões de dólares. No período compreendido entre os meses de outubro de 1994 e maio de 1995 apresentou a melhor produtividade física de produção<sup>6</sup> entre todas as filiais da empresa.

#### 4.2. REESTRUTURAÇÃO ORGANIZACIONAL DO SISTEMA DE PRODUÇÃO

A empresa do estudo de caso estabeleceu como sua estratégia de crescimento um desenvolvimento tecnológico e organizacional dirigido, fundamentalmente, para uma filosofia industrial. Com base no desenvolvimento dos sistemas industriais, a padronização se apresentou como uma necessidade e alternativa viável para possibilitar a realização do volume de construção pretendido, dentro dos padrões de qualidade necessários. Atualmente a empresa possui, simultaneamente, 6,5 milhões de metros quadrados em execução.

---

<sup>6</sup>Correspondente ao consumo de mão-de-obra por área real executada. Neste período atingiu uma média de 24,4 Hh/m<sup>2</sup>, conforme relatórios internos da empresa.

Assim, para atingir o desenvolvimento pretendido, a empresa iniciou em 1987 um programa de desenvolvimento tecnológico e organizacional do seu sistema de produção que compreendeu as seguintes etapas:

1. Normatização dos Procedimentos de Execução de Serviços da Construção: Nesta etapa inicial foram ensaiados e questionados praticamente todos os processos de produção em uso na empresa, envolvendo projetos, materiais, execução e controle, através do estabelecimento de convênios e projetos de pesquisas com universidades, institutos de pesquisa e empresas de consultoria. Após os ensaios em laboratórios, os processos foram testados em campo, em "obras piloto", onde receberam contribuições e adaptações para então serem padronizados e normatizados para toda a empresa. Atualmente a empresa possui mais de 50 textos normativos referentes aos procedimentos de execução de serviços. Este acervo técnico é formado por relatórios, manuais técnicos, normas de execução, vídeos e instrumentos gerenciais de planejamento e controle. Assim, através dessa etapa, promoveu-se o desenvolvimento, a padronização e a consolidação da tecnologia básica da empresa, que constitui o seu *know-how* de produção.

2. Concepção do Modelo Matricial de Administração da Produção: Na busca de alternativas para a racionalização do sistema de produção da empresa foi necessário, além do desenvolvimento tecnológico dos processos, o questionamento da organização da área de produção. Desse questionamento surgiu uma nova concepção para a organização da produção, que foi denominada de Modelo Matricial de Administração da Produção. Este modelo consiste no compartilhamento dos recursos de produção por todas as obras de uma filial. Dessa maneira, em vez dos recursos serem administrados diretamente pelas obras, como se cada uma fosse uma empresa isolada, são administrados para atender o conjunto das obras. O objetivo é racionalizar ao máximo o uso desses recursos de produção, principalmente dos recursos humanos, diminuindo sua ociosidade e aumentando sua produtividade.

Estas duas etapas constituem-se no embasamento fundamental do sistema organizacional de produção de edificações desenvolvido pela empresa em questão. Este embasamento permitiu a estruturação deste sistema de produção na seguinte configuração:

1. Centrais de Administração de Serviços: implantadas a partir de 1991, através da centralização da administração de serviços, que consiste na constituição de equipes especializadas nos principais serviços do processo construtivo. Estas equipes realizam serviços nas diversas obras da filial e estão aglutinadas nas seguintes centrais:

- Central de Estruturas
- Central de Obra Bruta
- Central de Obra Fina
- Central de Instalações

2. Núcleo de Componentes e Serviços de Apoio: implantado a partir de 1993, através da centralização da produção de componentes e serviços de apoio. Consiste na produção, sob um enfoque organizacional industrial, de componentes, pré-montagens e preparação de materiais em geral, bem como dos serviços de apoio aos canteiros de obras. Este núcleo de componentes compõe-se de:

- Unidades de Componentes
- Unidades de Serviços de Apoio

3. Núcleos de Empreendimentos: constituídos pela aglutinação de obras da filial que recebem continuamente a prestação dos serviços pelas centrais de administração de serviços e os componentes e materiais produzidos ou preparados pelo núcleo de componentes.

Estes três elementos constituem-se nos pilares principais do sistema organizacional de construção de edifícios da empresa estudada e operam como unidades administrativas autônomas e independentes, subordinadas a uma gerência técnica e integrando-se através do Modelo Matricial de Administração da Produção.

Todas estas ações foram amplamente implementadas na filial da empresa do estudo de caso, sendo que, quanto ao Núcleo de Componentes e Serviços de Apoio, esta filial foi piloto e modelo de implantação para todas as demais.

### 4.3. CENTRALIZAÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO DE SERVIÇOS

Na empresa do estudo de caso, desde o ano de 1991, é praticado um modelo de administração da produção com estrutura matricial, no qual equipes especializadas desenvolvem serviços nas diversas obras da empresa de forma contínua. A diferença fundamental deste modelo, comparando-se com a estrutura convencional (lotação do pessoal em obras quase que totalmente autônomas), está no fato dos operários deixarem de ser funcionários de uma obra em particular, como é tradicional, e, em termos práticos, passarem a ser funcionários da empresa, que abrange dezenas de obras. Assim, estabelecem-se equipes de produção estáveis, treinadas e especializadas nos diversos serviços da construção.

Desta forma, as diversas atividades que compõem o processo construtivo convencional foram aglutinadas em quatro centrais de administração de serviços que correspondem às principais etapas da construção. Estas centrais estabelecem contratos de prestação de serviços com as obras, que são cumpridos pelas equipes, funcionando como se fossem empresas de prestação de serviços especializados. As centrais e suas respectivas atividades são:

1. Central de Estrutura: engloba as atividades de geotecnia, fundações, montagem de fôrmas, assentamento de armaduras e concretagem dos elementos estruturais.
2. Central de Obra Bruta: execução de alvenarias, contra-piso, reboco interno e reboco externo.
3. Central de Obra Fina: instalação de esquadrias, execução de forros, pintura interna e externa e assentamento de carpete.
4. Central de Instalações: execução das instalações hidrosanitárias, elétricas, de telefonia e louças sanitárias.

#### 4.4. CENTRALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE COMPONENTES E SERVIÇOS DE APOIO

A centralização de processos da construção na empresa do estudo de caso iniciou a partir de uma necessidade, em algumas filiais, principalmente nas de Vitória e São Paulo, de disponibilidade de áreas para a produção. Nestas filiais não se dispunha de áreas suficientes nos canteiros de obras para o desenvolvimento das atividades de preparação de materiais e produção de componentes, principalmente as atividades de corte, dobra e armação do aço e a produção de fôrmas de madeiras. Portanto, no início da década de oitenta a empresa iniciou, nas respectivas cidades destas filiais, a transferir estas atividades para áreas centralizadas denominadas de Canteiros Centrais de Obras.

A partir de 1991, com o agravamento da crise econômica, a ausência de financiamentos governamentais para a construção de edifícios e o alto patamar de juros cobrados na contratação de financiamentos para o capital de giro dificultaram as condições de fluxo de caixa da empresa. Diante desta situação, a empresa passou a dispor apenas dos recursos próprios da sua carteira de cobranças para a realização dos seus empreendimentos. Nesse contexto, caso fosse mantido o processo tradicional de construção, no qual cada serviço é iniciado tão logo tenha-se condições para executá-lo, o volume mensal de recursos seria insuficiente para gerar a produção. Ao mesmo tempo, o capital imobilizado na produção antecipada de partes da construção havia se tornado extremamente caro. Assim sendo, para viabilizar-se, a empresa precisou adequar seu perfil de desembolso ao perfil de sua receita, tornando proibitivo o estoque de materiais, mão de obra e serviços. A estratégia encontrada para atingir este objetivo foi a postergação do início da etapa de obra fina (acabamento e montagem), que custa cerca de cinquenta por cento (50%) do total do custo da construção. Ou seja, o cronograma de desenvolvimento do empreendimento passou a ser definido a partir da data de entrega, concentrando-se o desembolso, o máximo possível, no período de conclusão do empreendimento, na etapa de montagem e acabamento da obra. Entretanto, para que este procedimento não acarretasse atrasos nos prazos das obras, bem como pudesse ser mais intensificado, seria necessário que o prazo de execução da etapa de obra fina fosse reduzido o máximo possível, inicialmente para em torno de seis meses.

Este fato, conseqüentemente, acarretou um esforço de desenvolvimento tecnológico e organizacional no sentido de se reduzir ou de se eliminar a interdependência e a relação

seqüencial entre as atividades tradicionais no canteiro de obras, substituindo-se pela produção simultânea e de rápida montagem, bem como a substituição de procedimentos artesanais e de baixa produtividade por processos mais avançados com maior produtividade. Assim, a estratégia encontrada foi centralizar os processos desta etapa de obra fina, implantando-se novas centrais de produção no canteiro central de obras da filial para a produção e a preparação de outros componentes como porta-pronta, *kits* de instalações, louças, pias, *shafts* removíveis, etc. Estes produtos, sob essa nova condição, só entram na obra na fase de pintura final.

Desse modo, a empresa do estudo de caso já vinha adotando a estratégia de centralização, ao menos parcialmente, desde antes da implantação do núcleo de componentes propriamente dito, ao realizar em centrais de produção, no canteiro central de obras, alguns componentes como: armaduras de aço, fôrmas de madeira, *kits* hidrosanitários, portas prontas, etc. Entretanto, como a própria denominação do conjunto destas centrais prenuncia - Canteiro Central de Obras, a cultura e a organização dos processos que prevaleciam na produção centralizada continham os mesmos vícios e aspectos tradicionais dos canteiros de obras. Ao mesmo tempo, essas centrais de produção eram administradas pelos mesmos engenheiros e equipes que administravam os serviços nos canteiros de obras, ou seja, as centrais de administração de serviços.

Portanto, apesar de centralizada, a produção desses componentes ocorria sob um ambiente organizacional não desenvolvido, sem a adoção de conceitos básicos da organização da produção, ou seja, sem haver racionalização nos processos, arranjo físico, desenvolvimento de métodos, equipamentos e outros aspectos da organização da produção. Predominava, portanto, a desorganização funcional, tendo-se como decorrência a irracionalidade de arranjo físico com tempos auxiliares e improdutivos em excesso; a carência de métodos de trabalho e a falta de equipamentos e ferramentas mais adequados, ocasionando desperdícios de materiais e de esforços físicos; a falta de limpeza e higiene no ambiente de trabalho; o excesso de supervisão e o controle autoritário por parte de encarregados de produção oriundos dos canteiros de obras. O que se salienta, entretanto, é que esses processos, uma vez centralizados, porém não organizados e desenvolvidos, passam a apresentar suas ineficiências de forma muito mais explícita do que quando situados nos canteiros de obras. Diferentemente do que ocorre nos canteiros de obras, onde essas

ineficiências ficam dispersas e muitas vezes escondidas, nas centrais de produção ficam, pois, centralizadas e transparentes, configurando-se em verdadeiras centrais de ineficiências.

Contudo, dentro de uma filosofia industrial que a empresa procurava adotar, a mudança de conceitos e práticas de organização e gestão dos processos produtivos se fazia imprescindível. Assim, o primeiro passo seria a mudança da cultura da construção, predominante no canteiro central de obras, para o enfoque industrial, através da implantação de um núcleo de unidades de produção de componentes.

#### **4.4.1. Concepção e Implantação do Núcleo de Componentes e Serviços de Apoio**

Com a implantação de um núcleo de componentes e serviços de apoio, desenvolvido sob um enfoque industrial, a empresa visava à redução do custo da construção, a melhoria da qualidade, a redução acentuada de desperdícios de recursos, o aumento da produtividade e a elevação da confiabilidade e homogeneidade dos processos.

Este núcleo tinha como objetivo específico centralizar o máximo de processos de preparação de materiais, ou subprocessos ortogonais, após separados do processo de montagem, ou processo principal de construção. Esses subprocessos ortogonais envolvem os seguintes tipos de operações:

1. Operações de transformação: operação em que matérias primas são reunidas para transformação em um novo material. Exemplos: produção de concretos, de argamassa.

2. Operações de conformação: operação que molda o material em uma determinada forma. Exemplos: confecção de blocos de concreto, de placas de gesso, de pré-moldados em concreto.

3. Operações de usinagem: operação de alteração da forma do material através de corte, furação, etc. Exemplos: corte e dobra do aço, corte de tubos de pvc.

4. Operações de tratamento: operação de modificação de propriedades de materiais, componentes ou conjuntos. Exemplos: lixamento e enceramento da madeira, pintura de componentes.

5. Operações de pré-montagem: operação de reunião de materiais para a formação de componentes ou conjuntos com o uso de parafusos, pregos, colas, soldas, etc. Exemplos: montagem de *kits*, porta-pronta.

No sistema convencional de construção, a maioria destas operações ocorrem no canteiro de obras, sob condições adversas, com baixa produtividade e elevado grau de desperdícios. Dentro da estratégia industrial adotada pela empresa estudada, centraliza-se as operações até a pré-montagem no núcleo de componentes. Desta forma, pode-se realizar estas atividades - preparação de materiais, produção de componentes, pré-montagens e serviços de apoio com instalações, equipamentos e processos sob condições de ambiente organizacional, de gestão administrativa e de arranjo físico com enfoque industrial, que maximizem a qualidade, a produtividade e reduzam significativamente os desperdícios de recursos. Após executados, estes componentes são deslocados para o canteiro de obras de forma a necessitarem somente da operação de instalação à estrutura final, no seu local definitivo na obra, ou seja, apenas a atividade de montagem, que também deve ocorrer de forma racionalizada.

Desta forma, o núcleo foi constituído por unidades de produção de componentes e unidades de serviços de apoio:

1. Unidade de Produção de Componente: unidade de produção com instalações físicas, arranjo físico, equipamentos, recursos humanos, processo e organização específicos, que possibilitam a produção de determinada linha de produtos destinados à montagem em obra, como por exemplo: Unidade de Armação, Unidade de Artefatos de Gesso, Unidade de Artefatos de Madeira, etc.

2. Unidade de Serviços de Apoio: unidade de prestação de serviços de apoio às obras, apresentando também instalações físicas, arranjo físico, equipamentos, recursos humanos.

processo e organização específicos para este fim. Exemplos: Unidade de Serviços Mecânicos, Unidade de Ensaio de Materiais, Unidade de Abastecimento de Materiais.

O enfoque industrial exigia, entretanto, mudanças de três naturezas diferentes:

1. Natureza cultural (novos princípios e novos conceitos): era necessária a mudança de alguns pressupostos muito fortes da cultura dos canteiros de obras, substituindo-se a visão de construtor por uma visão industrial no que se refere a novos conceitos e princípios de organização da produção. Assim, os pressupostos estabelecidos, entre outros, pela convivência com o desperdício, acomodação com a baixa produtividade, instalações improvisadas, baixo grau de exigência quanto à qualidade e baixa prioridade ao planejamento deveriam ser erradicados. O enfoque industrial exigia uma mudança de postura em todos os níveis da empresa, dos gerentes aos operários. Esta nova postura deveria apresentar, entre outros, os seguintes aspectos: rejeição aos desperdícios, à baixa produtividade e à baixa qualidade; rejeição às soluções improvisadas, priorizando o planejamento; questionamento de todos os processos, visando sua racionalização com utilização de instrumentos e métodos adequados existentes nas práticas industriais; compromisso com a qualidade, entendendo que a qualidade do produto é consequência da qualidade do processo; busca de melhorias contínuas, com o claro entendimento de que tudo pode e deve ser melhorado; análise e resolução de problemas através de enfoque sistêmico, trabalho em equipe e tratamento das causas; conscientização e sensibilização de todas as pessoas em posição de liderança na utilização de práticas industriais.

2. Natureza organizacional (instalações para a produção): compreendia a evolução das instalações físicas, da organização de processos, dos métodos de trabalho e equipamentos.

3. Natureza gerencial (novas práticas industriais): a transformação do antigo canteiro central de obras em núcleo de componentes dependia da adoção de práticas industriais. Estas práticas dizem respeito ao planejamento e controle da produção (PCP); sistemas de informação e controle; estudos de arranjo físico (*lay-out*); logística e técnicas de movimentação de materiais; estudos de produtividade; organização e métodos do trabalho

com estudos de tempos e movimentos; gestão da qualidade e melhoria contínua; gestão de recursos humanos, motivação, participação, etc.

Assim, o esforço de implantação do núcleo de componentes e serviços de apoio dependia, em primeiro lugar, de um programa de medidas e condições cujo atendimento tornava-se necessário para que as mudanças na cultura, os aspectos organizacionais e as práticas gerenciais, sob o enfoque industrial, permeassem as diversas unidades deste núcleo. Estas medidas e condições foram as seguintes:

1. Centralizar a administração de todas as unidades de produção e de serviços de apoio em um único administrador, de tal forma a conduzir-se o processo de implementação e mudança com mais agilidade, uniformidade e coordenação.

2. O administrador do núcleo deveria ser um profissional com formação ou experiência na área industrial, de forma a combater as práticas e a cultura da organização da construção civil e de seus canteiros de obras e implementar a cultura fabril, com consistência e determinação.

3. A denominação das centrais de produção deveria mudar para Unidade de Produção de Componentes e Unidade de Serviços de Apoio. Da mesma forma, a denominação do conjunto de centrais deveria mudar de Canteiro Central de Obras para Núcleo de Componentes e Serviços de Apoio, de forma a afastar-se a idéia de canteiro de obras e instalar-se a cultura fabril.

4. Deveria ser realizado um amplo treinamento conceitual envolvendo todos os participantes administrativos da área técnica e de produção da empresa (gerentes, engenheiros, técnicos, encarregados, auxiliares, etc.), com o desenvolvimento de trabalhos em grupos e apresentação em seminários internos. Este treinamento teria como objetivo: nivelar a compreensão da função estratégica do núcleo de componentes no sistema construtivo da empresa; conscientizar e sensibilizar todos os participantes na utilização de práticas industriais; estimular a pesquisa, o desenvolvimento e implantação de novos conceitos, novas práticas e técnicas de gestão e organização da produção; estimular o desenvolvimento de novas idéias e apresentação de sugestões para a implantação do núcleo.

através do envolvimento participativo entre os profissionais da área; integrar as equipes e melhorar a administração das interfaces entre as várias unidades administrativas do sistema organizacional de construção da empresa. Este treinamento contou com a participação de consultores externos, visitas a fábricas, seminários internos e premiação aos melhores trabalhos apresentados.

Realizadas essas ações e atendidas as condições determinadas, a equipe administrativa responsável pela implementação e desenvolvimento do núcleo de componentes foi constituída. Em seguida, um amplo programa de desenvolvimento organizacional e mudança cultural a nível operacional foi estabelecido. O objetivo deste programa estava em melhorar-se significativamente os processos que já estavam implantados e os a serem implantados dali por diante, erradicando-se a cultura de canteiro de obras prevalescente e adotando-se vários conceitos da organização da produção industrial.

#### 4.4.2. Desenvolvimento Organizacional e Melhorias na Produção

Esse programa foi em parte estabelecido a partir do programa anterior, com a participação e sugestões de grupos de trabalho. Assim, as etapas do programa de desenvolvimento organizacional sucederam-se conforme segue:

1. Desenvolvimento de Novos Produtos;
2. Registro e Análise de Processos e Operações;
3. Desenvolvimento de *Layout* e do Posto de Trabalho;
4. Melhorias na Movimentação de Materiais;
5. Desenvolvimento de Equipamentos;
6. Desenvolvimento Comportamental para a Gestão Participativa;
7. Reorganização da Estrutura Funcional;
8. Desenvolvimento de Planos de Produção;
9. Melhorias no Ambiente e Condições de Trabalho;
10. Implantação de Circulos de Participação;
11. Capacitação à Multifuncionalidade.

#### 4.4.2.1. Desenvolvimento de Novos Produtos

O desenvolvimento de novos produtos ocorreu conforme a evolução da centralização da produção de componentes na empresa. Desta forma, os primeiros produtos a serem definidos, na ocasião de implantação do canteiro central de obras foram os conjuntos de fôrmas-prontas; conjuntos de armação e *kits* hidrosanitários. Em seguida, em função da estratégia de postergação de desembolso referente à execução da etapa de obra fina, outros produtos foram concebidos, como: porta-pronta e artefatos de gesso.

Com a implantação do núcleo de componentes e definição de seu objetivo e propósitos, a linha de produtos de produção centralizada expandiu-se, envolvendo todo e qualquer componente, bem como serviço, que pudesse ser realizado desta forma. Ou seja, o processo de centralização de subprocessos foi sistematizado. Assim, várias atividades desenvolvidas pelas equipes de produção nos canteiros de obras foram analisadas e questionadas, sob o ponto de vista de suas operações e de seus respectivos vínculos à edificação, de tal forma a poder-se separar os sub-processos ortogonais do processo principal da construção, reduzindo-se a obra, cada vez mais, a simples montagem. As atividades convencionais, assim, foram fragmentadas em dois segmentos: um que pudesse ser deslocado do canteiro e centralizado no núcleo e outro que se limitava, praticamente, à operação de montagem, vinculado diretamente à obra em si. Quanto aos produtos resultantes desse processo, destaca-se: kit de forro-pronto, *kits* de rodapés, louças-prontas, *kits* elétricos, conjunto de carpetes, artefatos em concreto pré-moldado, artefatos metálicos, *kits* de materiais para serviços padronizados e engradamento de forros.

Para alguns destes produtos foram concebidas normas para a industrialização no núcleo e montagem na obra, referindo-se à descrição do produto e partes componentes, projeto, técnicas de montagem, etc. Para a ampliação desta linha de produtos deve-se considerar que a industrialização requer uma maior rigidez na tecnologia construtiva básica e nos seus métodos. Ou seja, é fundamental destacar que a contínua simplificação e padronização dos métodos construtivos é fator determinante para a expansão desta proposta de industrialização. Neste sentido, uma grande parte de produtos desenvolvidos no núcleo apresentam-se padronizados, implicando em padronização dos seus procedimentos de

montagem quando nos canteiros de obras. Cita-se como exemplos: fôrmas-prontas, porta-pronta, louças-prontas e artefatos em concreto pré-moldado.

#### 4.4.2.2. Registro e Análise de Processos e Operações

Os arranjos físicos nas unidades que já estavam implantadas até então (Unidade de Armação, de Fôrmas e de *Kits* Hidrosanitários) haviam sido estabelecidos pelos próprios encarregados e trabalhadores destas unidades, na medida em que instalava-se bancadas e equipamentos nestes processos. Logicamente, estes arranjos físicos não se basearam em estudos sistemáticos de forma a atender critérios de eficiência operacional. Ou seja, assemelhavam-se mais a agrupamentos de bancadas e equipamentos do que, propriamente, a arranjo físico industrial. Assim, como conseqüência, a irracionalidade prevalecia nestes processos, ao apresentar excessos de movimentos, de distâncias e de tempos improdutivos.

Portanto, para todas as unidades de produção de componentes e de serviços de apoio foram desenvolvidas ações de melhoria nos processos de produção. Estas ações basearam-se, num primeiro momento, no registro e análise destes processos com a utilização de instrumentos de racionalização, como fluxogramas de processos, mapofluxogramas, diagramas homem-máquina, filmagens operacionais e registros fotográficos - vide figuras 4.1. Estes instrumentos foram aplicados com base nas práticas recomendadas ao estudo de tempos e movimentos, conforme descritas por BARNES (1977). Nas unidades de serviços, limitou-se a aplicação destes instrumentos somente ao fluxograma, sendo aplicado em processos de rotinas de escritórios, constituindo-se numa ferramenta bastante eficiente para a análise e racionalização dos processos burocráticos existentes.

Segundo HARMON (1991), o instrumento que mais auxilia a redução ou eliminação dos tempos e movimentos desnecessários é o registro escrito, com observações das operações e do processo e da maneira como estão sendo realizados na prática. O simples fato de registrar no papel ensinará o aparecimento de idéias a respeito da maneira como o trabalho e o processo podem ser melhorados. Essa técnica de melhoria do método de trabalho não é novidade, mas consiste no primeiro passo que deve ser necessariamente tomado para evidenciar os desperdícios existentes, segundo aquele autor,

Estes registros serviram para a compreensão, mapeamento e mensuração dos aspectos característicos dos fluxos dos processos de produção das unidades, tais como: seqüenciamento operacional, disposição de postos de trabalho, distâncias de movimentação de materiais e operadores, áreas, tempos produtivos e improdutivos, tempos de ciclos operacionais, tempo de preparação de máquinas, taxa de rendimento de máquinas, flexibilidade operacional e condições de organização, limpeza e segurança. Por outro lado, dentro de um processo dinâmico de melhoria contínua, serviram como instrumentos de avaliação e de motivação, ao permitirem comparações, de tempos em tempos, da evolução do desenvolvimento organizacional. Da mesma forma, foram de grande importância ao servirem, também, de instrumentos de análise para este desenvolvimento.

Observou-se, conforme salientado por HARMON (1991), que durante a aplicação destes instrumentos surgiram várias constatações imediatas de melhorias nos métodos analisados. Entretanto aguardou-se a análise formalizada destes processos e operações para a devida alteração de melhoria. Porém, esta possibilidade de evidenciar áreas em que o trabalho pode ser melhorado ocasionou uma grande motivação nos observadores, aumentando sua percepção das necessidades de realizar tais melhorias.

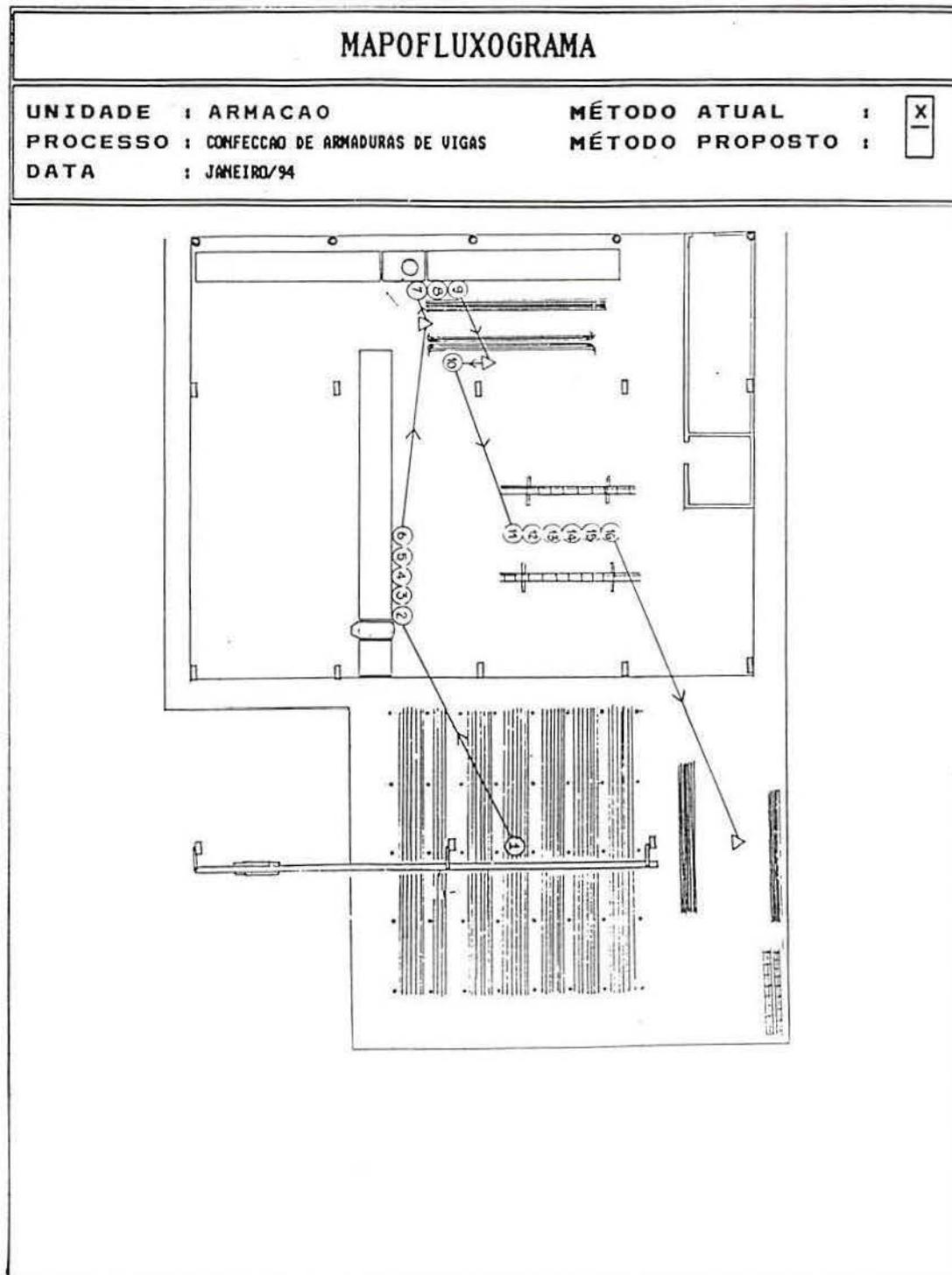
Após estes registros, os fluxos dos processos foram, então, analisados sob o ponto de vista da eficiência operacional, considerando-se a metodologia de análise conforme descrita por BARNES (1977). Identificou-se várias operações que não agregavam valor, como a movimentação excessiva de trabalhadores e materiais, esforços desnecessários, tempos operacionais elevados e tempos excessivos de preparação de máquina; operações gargalos; estoques intermediários elevados; baixos rendimentos de máquina; áreas ocupadas e desperdiçadas; desperdícios de materiais; baixa flexibilidade no arranjo físico; etc.

Para as unidades de Armação, Fôrmas e *Kits* Hidrosanitários, uma vez que já estavam implantadas, os resultados desta análise foram bem mais significativos. Constatou-se, por exemplo, a existência de vários aspectos e situações que não mais eram necessários diante das novas condições de trabalho no núcleo, mas somente estavam presentes por decorrência dos costumes e práticas tradicionais arraigadas dos canteiros de obras. Cita-se, entre muitas destas observações: máquinas de corte e dobra na Unidade de Armação concretadas ao chão, tornando-se rígida a primeira disposição física dos equipamentos, sem considerar

FLUXOGRAMA					
UNIDADE : ARMAÇÃO		MÉTODO ATUAL :		<input checked="" type="checkbox"/>	
PROCESSO : CONFECCAO DE ARMADURAS DE VIGAS		MÉTODO PROPOSTO :		<input type="checkbox"/>	
DATA : JANEIRO/94					
SÍMBOLO	No.	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	DIST. ( m )	TEMPO ( min )	OPER.
▽		Armazenagem em Baias			
□		Consulta na Planilha			
○	1	Selecao de Barras na Baia	9,5	1,33	CORTE
→		Deslocamento para Banca			
○	2	Posicionamento na Banca			
○	3	Medicao do Comprimento Especificado			
○	4	Acionamento da Maquina de Corte			
○	5	Fechamento em Feixe			
○	6	Identificacao do Feixe			
→		Deslocamento p/ Armazen. Intermediaria	10,8		
▽		Armazenagem para Operacao de Dobra			
→		Deslocamento para Banca de Dobra	4,5	1,00	DOBRA
○	7	Posicionamento na Banca			
○	8	Medicao do Comprimento Especificado			
○	9	Acionamento da Maquina de Dobra			
→		Deslocamento p/ Armazen. Intermediaria	5,0		
▽		Armazenagem para Operacao de Armacao			
□		Consulta de Projeto			
○	10	Selecao de Barras para Armacao	10,5	30,0	ARMACAO
→		Deslocamento para Cavaletes			
○	11	Marcacao de Barras para Estribos			

Fonte: Encol/Nucen/Poa

FIGURA 4.1.a. - Exemplo de Registro de Processo e Operações:  
fluxograma do processo de confecção de armaduras de vigas.



Fonte: Encol/Nucen/Poa

FIGURA 4.1.b. - Exemplo de Registro de Processo e Operações:  
mapefluxograma do processo de confecção de armaduras de vigas.

DIAGRAMA HOMEM-MAQUINA								
UNIDADE		: ARMAÇAO						
PROCESSO		: CONFECCAO DE ARMADURAS DE VIGAS						
ATIVIDADE		: CORTE DE VIGAS			MAQUINA : CORTADEIRA			
N.	OPERADOR 1	TEMPO (s)	N.	OPERADOR 2	TEMPO (s)	N.	OPERADOR 3 (MAQUINA)	TEMPO (s)
	Deslocamento de Barras para Bancada	36		Deslocamento de Barras para Bancada	36			
	Posicionamento na Banca	5		Posicionamento na Banca	5			
	Espera	12		Medicao do Comp. Especificado	12			
	Aciona a Maquina	7		Espera	7		Corte de Material	7
	Leitura da Planilha	5		Fechamento em Feixe e Especificacao	10			
	Selacao de Barras na Baia	5		Deslocamento do Feixe	25			
	Espera	25						
TEMPO TOTAL DO CICLO		: 95 s						
RENDIMENTO DA MAQUINA		: 7,37 %						

Fonte: Encol/Nucen/Poa

FIGURA 4.1.c. - Exemplo de Registro de Processo e Operações:  
diagrama homem-máquina do processo de confecção de armaduras de vigas.

possibilidades de melhorias futuras; existência de barracos de madeira nos galpões das unidades, sem fazer uso do vestiário centralizado, desperdiçando-se área produtiva e dificultando-se a manutenção da limpeza e higiene; equipamentos e bancadas desenvolvidos nas próprias unidades, apresentando um caráter de improvisação para um trabalho permanente; carpinteiros utilizando cinturões de ferramentas (utilizados para permitir agilidade no canteiro) na realização de atividades centralizadas na unidade; etc.

Por fim, esta análise serviu como base fundamental para a determinação das demais etapas do programa de desenvolvimento e melhoria dos processos das unidades de produção, tendo sido um instrumento importante para a priorização e a orientação das ações de melhoria destes processos.

#### 4.4.2.3. Desenvolvimento de *Layout* e do Posto de Trabalho

Com base na prática de registro e análise dos processos foram constatadas várias necessidades de alterações no arranjo físico das unidades do núcleo de componentes. Assim, foram realizadas várias alterações no arranjo físico das bancadas, máquinas e equipamentos das unidades de produção, de forma a minimizar-se distâncias, esforços e tempos - vide figuras 4.2.

Esses arranjos físicos, em cada unidade de produção, foram estabelecidos com base na organização regida pelo processo, respeitando-se a disposição requerida pelo fluxo de materiais - vide figura 4.3. Além disso, alterações e complementações nas instalações físicas prediais foram realizadas, citando-se, como exemplos, a construção de docas e áreas de expedição de componentes, construção de áreas de recepção e armazenagem de materiais - vide figuras 4.4.

Observou-se, entretanto, uma certa resistência inicial na disposição de mudar a forma habitual de trabalho, principalmente por parte dos encarregados e trabalhadores mais antigos. Nestes, o processo de mudança, ainda mais com sugestões e participação operária, ataca frontalmente a questão de poder e liderança. Ouvia-se freqüentemente, por parte destes funcionários, expressões do tipo: "*sempre foi feito assim, porque mudar?*". Certa vez, ao



FIGURA 4.2.a. - Exemplo de Desenvolvimento do Posto de Trabalho:  
Posto de Recorte de Portas / Unidade de Artefatos de Madeira

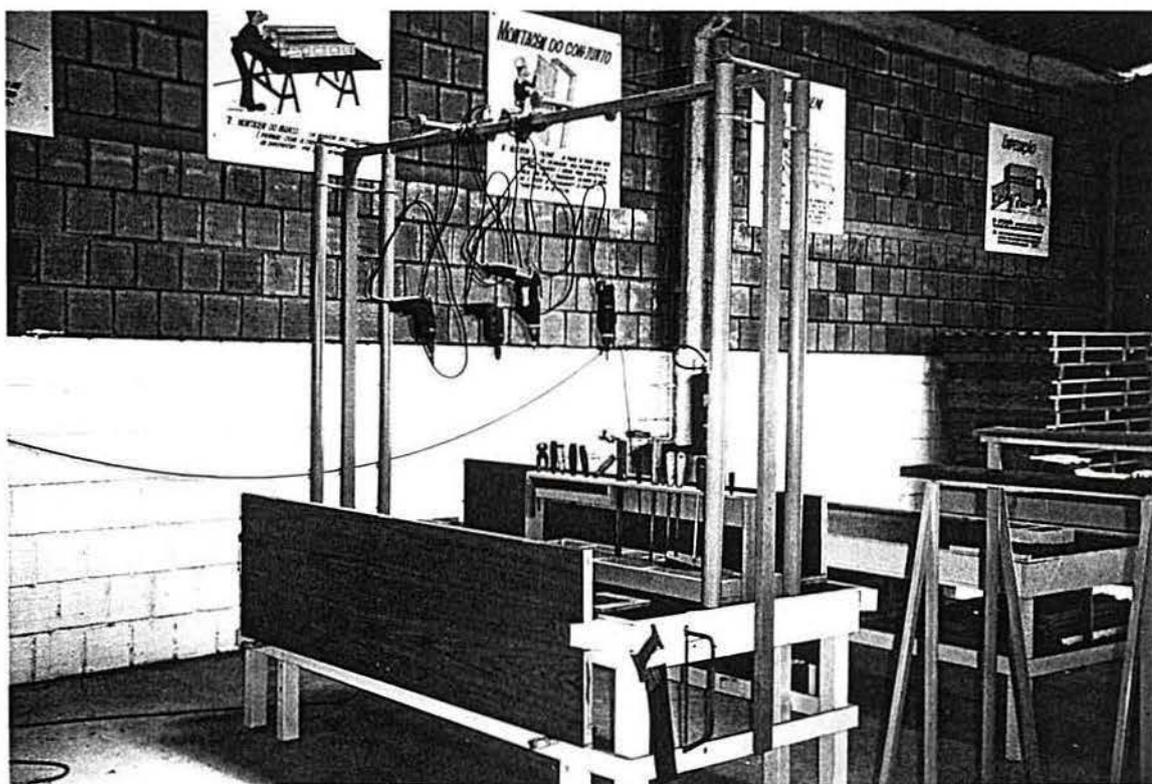


FIGURA 4.2.b. - Exemplo de Desenvolvimento do Posto de Trabalho:  
Posto de Ferragem de Portas / Unidade de Artefatos de Madeiras

LAY-OUT BÁSICO - UF - Artefatos de Madeira -

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1 - Armazenagem porta                | 9 - Armazenagem piso                              |
| 2 - Armazenagem aduela               | 10 - Policorte com disco de serra                 |
| 3 - Armazenagem alizar               | 11 - Bancada de enceramento rodapé                |
| 4 - Bancada de enceramento           | 12 - Máquina aplicar adesivo no piso              |
| 5 - Instalação fechadura em cavalete | 13 - Cavaletes p/ embalagem - piso, rodapé, forro |
| 6 - Bancada de montagem cj. porta    | 14 - Expedição                                    |
| 7 - Armazenagem rodapé               | 15 - Saída do material                            |
| 8 - Armazenagem forro                |   |

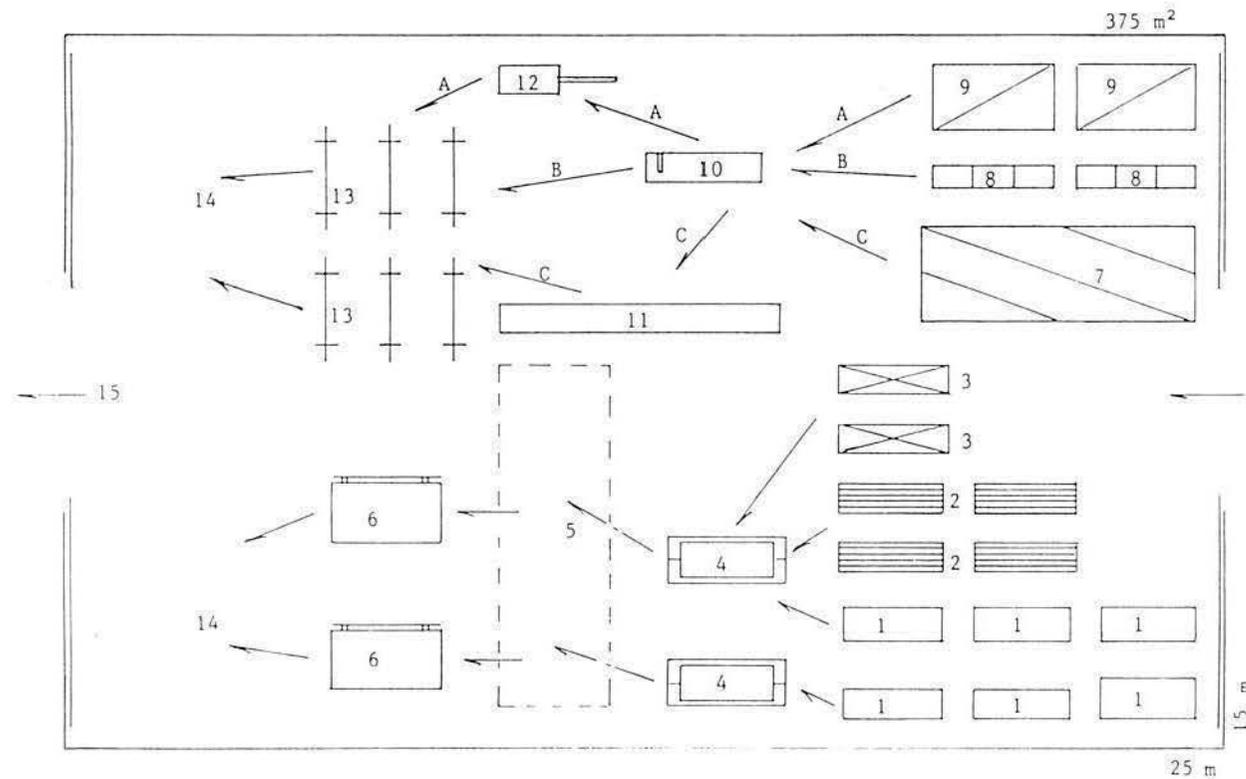


FIGURA 4.3. - Exemplo de Desenvolvimento de Layout:  
Unidade de Artefatos de Madeira

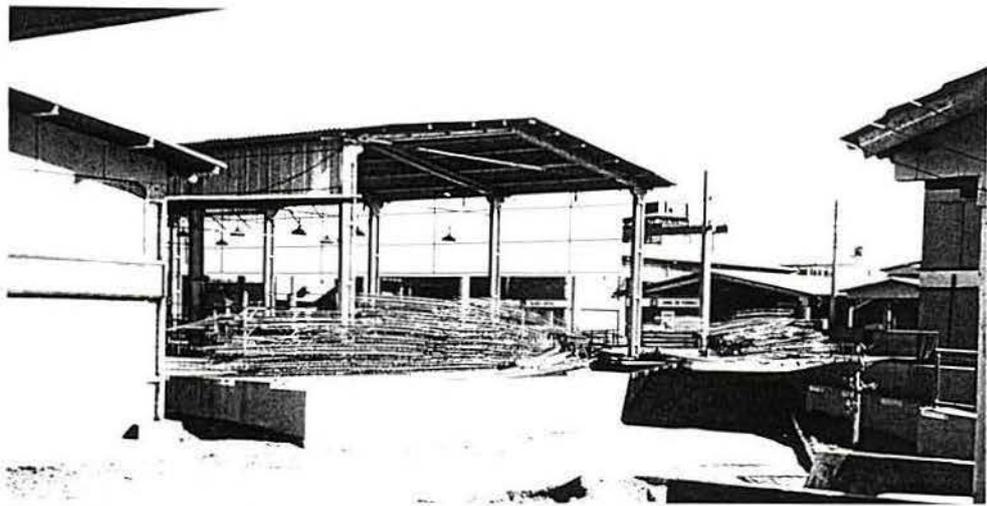


FIGURA 4.4.a. - Doca de expedição de armaduras: Unidade de Armação.

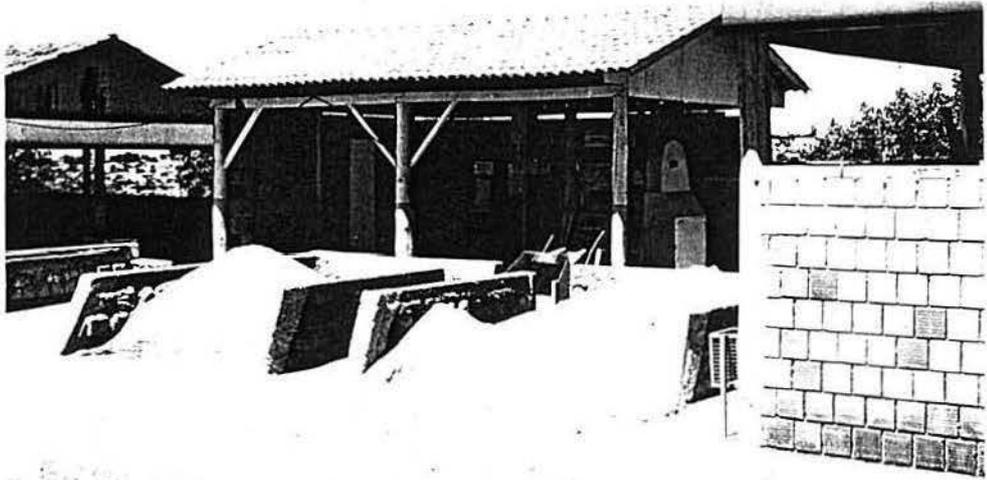


FIGURA 4.4.b. - Balas de recepção de materiais: Unidade de Artefatos de Concreto.

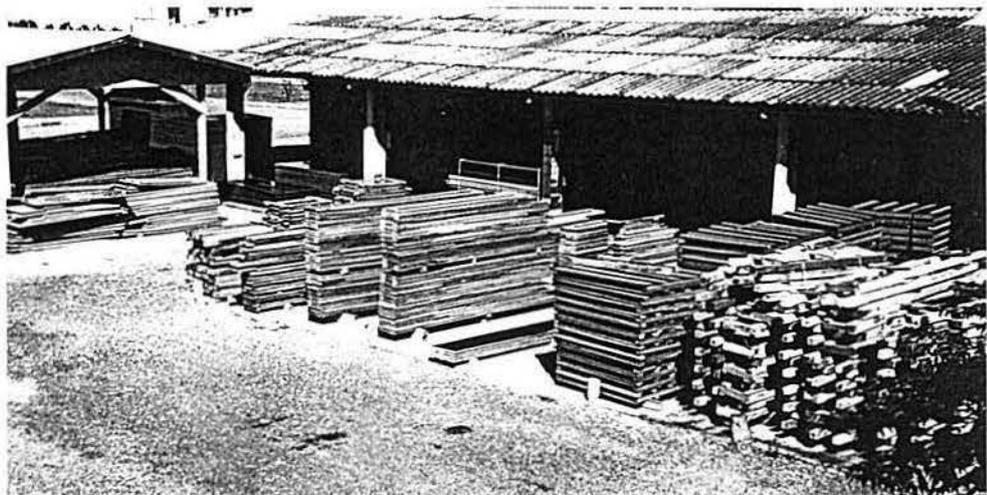


FIGURA 4.4.c. - Área de expedição de fôrmas: Unidade de Fôrmas

promover-se uma alteração significativa na disposição das bancadas da Unidade de Fôrmas, foi perguntado aos vários participantes desta unidade de produção o que haviam achado da mudança proposta. A resposta foi unânime em expressões do tipo:

*“ Não tenho opinião a respeito disso, quem deve achar é o seu Ari (encarregado de equipe)! ”.;*

*“ Eu não acho nada, minha obrigação aqui é trabalhar, quem manda nisso é o seu Ari e o engenheiro. O que o seu Ari e o engenheiro decidirem prá mim tá bom! ”.*

Ou seja, estabeleceu-se nos primeiros períodos do programa de desenvolvimento organizacional e melhoria de processos uma resistência à proposta da racionalidade da organização da produção, protagonizada pelo empirismo tradicional arraigado na cultura da construção civil e consagrado pela autonomia de seus operários. Entretanto essa resistência foi só inicial. A medida que argumentava-se a razão das mudanças, com base nos dados concretos levantados quando no registro dos processos e, também, na medida em que as primeiras ações de mudança foram promovendo melhorias efetivas na condição de trabalho, o coletivo de trabalhadores foi-se acostumando, aceitando, confiando e, paulatinamente, participando do processo dinâmico e continuado de mudança. Porém, este processo de aceitação foi escalonado. Ou seja, evoluiu-se da negação à mudança para a sua aceitação, mas, no entanto, havia ainda uma certa dificuldade de compreensão à mudança contínua, pois, o entendimento era que, à medida que uma melhoria havia sido implementada não havia por que mudar novamente. Certa vez foi dito:

*“Pô, agora que tava bom, melhor do que nunca, nós vamos mudar de novo! Por quê?”.*

Observou-se também que após a implementação de melhorias, algumas dificuldades de adaptação inicial, redundando, conseqüentemente, em resistência de aceitação inicial, sempre existiram. Com o passar do tempo, esta negação era substituída por uma aprovação. Ou seja, independente dos resultados gerados por uma mudança, toda alteração requer um esforço inicial de adaptação. Logicamente, em muitas vezes, os resultados nos primeiros

momentos podem ficar aquém do esperado e, talvez, até reduzir, inicialmente, o rendimento operacional. Porém, estes resultados iniciais são variáveis, comportando-se conforme a velocidade de adaptação às mudanças. Se estas foram concebidas com base nos princípios de racionalização certamente serão favoráveis. Cita-se um exemplo a este respeito: após realizar-se a análise do processo de moldagem de placas de gesso, na Unidade de Artefatos de Gesso, foi constatado que os trabalhadores executavam a limpeza das tampas de fôrmas de moldagem em posição ergonômica muito desfavorável. Ou seja, antes da retirada da peça fundida em gesso, a tampa de fôrma era deslocada e colocada no chão, onde, para ser limpa, o trabalhador tinha que se curvar a todo instante. Esta operação era exercida cento e trinta vezes ao dia. Após a análise, concluiu-se por fixar estas tampas às mesas de moldagem através de articuladores flexíveis, de forma que após serem abertas pudessem ficar acima destas mesas, permitindo a operação de limpeza em posição ereta. Porém, a operação de limpar a tampa sobre a mesa, apesar de ergonomicamente ser muito mais favorável, era bastante diferente da operação habitual anterior, de forma que provocou uma certa dificuldade de adaptação inicial, redundando em redução na produtividade por cerca de duas semanas. Entretanto, após estes dias, a melhoria já havia sido absorvida, oferecendo uma condição e resultados em termos de produtividade melhores do que os anteriores.

Por fim, ao longo do programa de desenvolvimento organizacional e melhoria de processos, pode-se dizer que partiu-se de um estado de resistência à mudança para um estado de participação espontânea e voluntária nesse processo de desenvolvimento. Também, os conceitos ministrados no treinamento comportamental começaram a transformar-se em novas atitudes, a ponto dos trabalhadores orgulharem-se de uma mudança que tirava deles o trabalho operacional pesado, como movimentar manualmente cargas pesadas e outras atividades que não agregavam valor e consumiam grandes esforços, e substituiu por trabalho que efetivamente agregasse valor ou exigisse habilidades diferenciadas, como o manuseio de equipamentos e ferramentas mais sofisticadas.

#### 4.4.2.4. Melhorias na Movimentação de Materiais

A movimentação horizontal e vertical de materiais na construção é uma das atividades que mais consome energia, tempo e contribui para a geração de perdas. Movimentação é um exemplo típico de fonte de desperdício na grande maioria dos serviços, não contribuindo para a agregação de valor. A desnecessária e inútil movimentação de ferramentas, equipamentos e materiais constitui-se num desperdício que pode ser reduzido em qualquer processo de produção.

Após os estudos de racionalização dos processos e desenvolvimento de *layout* envolvendo a redução e eliminação de necessidades de movimentação de materiais, o método escolhido para melhorar-se essas operações foi a paletização e mecanização dessas atividades. A paletização permitiu a movimentação com auxílio de equipamentos em substituição à utilização de mão de obra. Ao mesmo tempo, foi realizada uma ampla pesquisa a respeito de equipamentos para carga e descarga, que pudessem adequar-se às unidades de produção do núcleo e aos canteiros de obras. Esta pesquisa considerou, para cada equipamento, as características operacionais (capacidade de carga, tamanho, etc), as aplicações possíveis, vantagens e desvantagens, custos de aquisição e operacionais, etc. Os equipamentos considerados foram: empilhadeira manual, empilhadeira elétrica, empilhadeira pantográfica, empilhadeira com contra-peso, ponte rolante, pórtico rolante com talha elétrica, monovia com talha elétrica, braço articulado, mesa elevadora motorizada, esteira transportadora, guindaste munck sobre caminhões, carrinhos paleteiros, além de planos inclinados e docas - vide figuras 4.5.

Como resultados da implementação de melhorias na movimentação de materiais no núcleo de componentes, cita-se: maior agilidade na seleção dos materiais para envio à obra; rapidez na operação de carga; melhor aproveitamento da capacidade do caminhão; redução da ocorrência de erros; facilidade de inventariar estoques; redução de danos aos materiais. Nos canteiros de obras pode-se elencar os seguintes resultados: redução na necessidade de mão de obra para a descarga; agilização da descarga; facilidade de conferência; redução de perdas por danos aos materiais, etc. Por fim, com o ganho de agilidade no processo de entrega de materiais, resultante da utilização do sistema de paletização e mecanização da carga e descarga, possibilitou-se uma diminuição dos estoques nos canteiros de obras.



FIGURA 4.5.a - Exemplo de Melhorias na Movimentação de Materiais:  
paletização de portas-prontas.

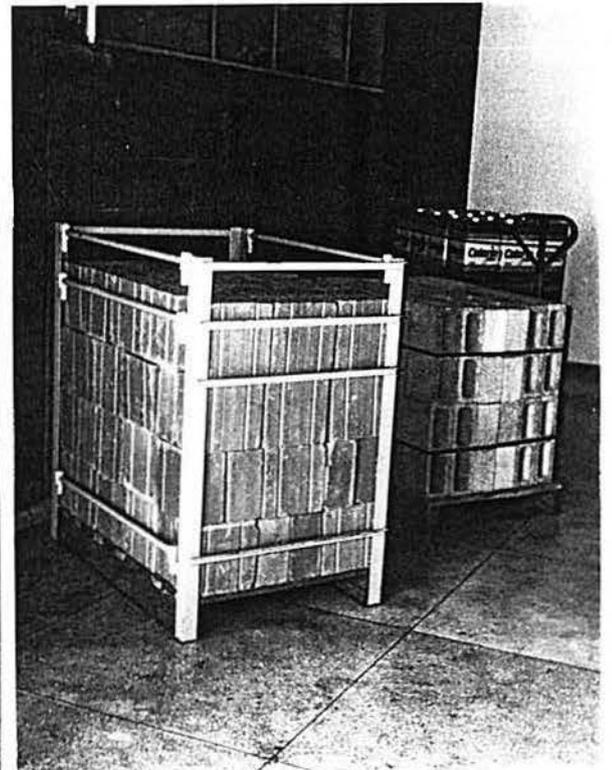


FIGURA 4.5.b. - Exemplo de Melhorias na Movimentação de Materiais:  
paletização de artefatos de gesso e blocos para alvenaria.

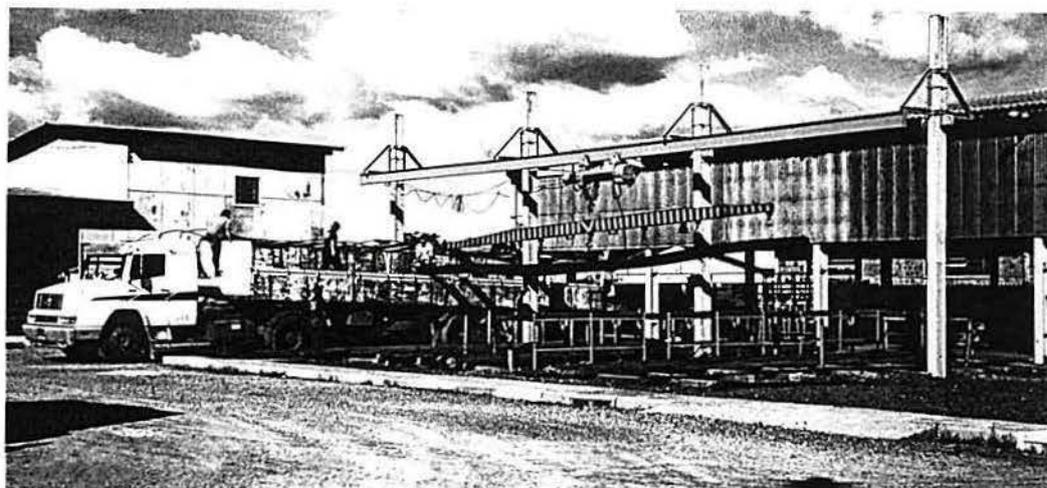


FIGURA 4.5.c. - Exemplo de Melhorias na Movimentação de Materiais:  
mecanização da descarga de barras de aço com monovia.

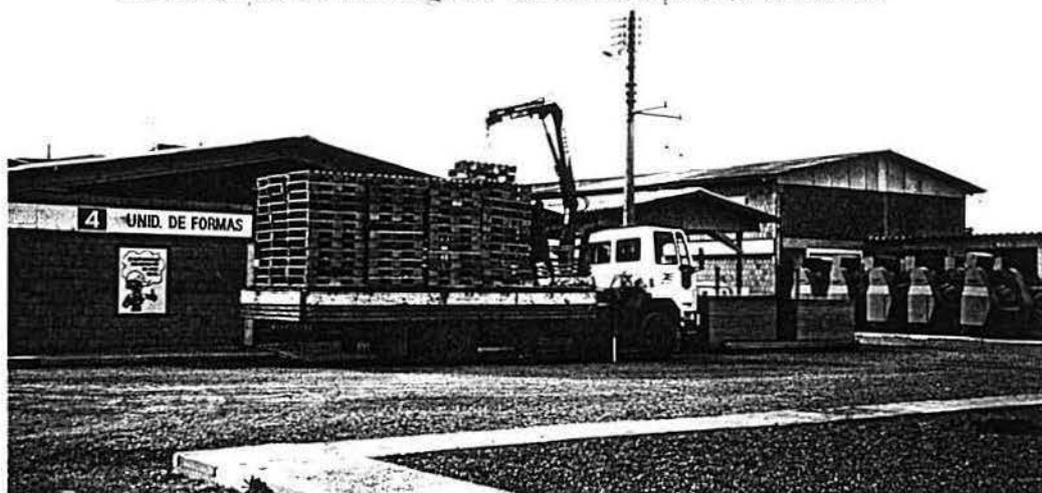


FIGURA 4.5.d. - Exemplo de Melhorias na Movimentação de Materiais:  
mecanização da carga de *pallets* com guindaste munchie.

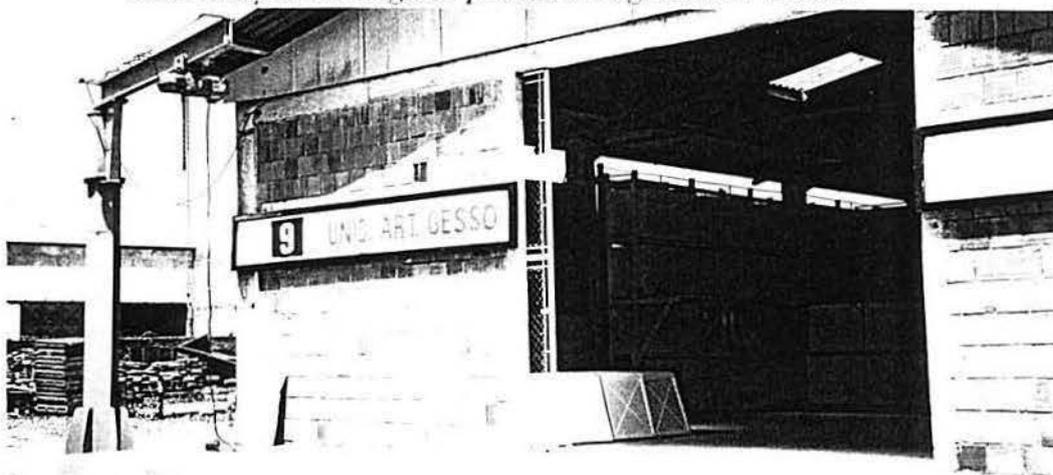


FIGURA 4.5.e. - Exemplo de Melhorias na Movimentação de Materiais:  
mecanização da carga e descarga de art. de gesso com braço articulado.

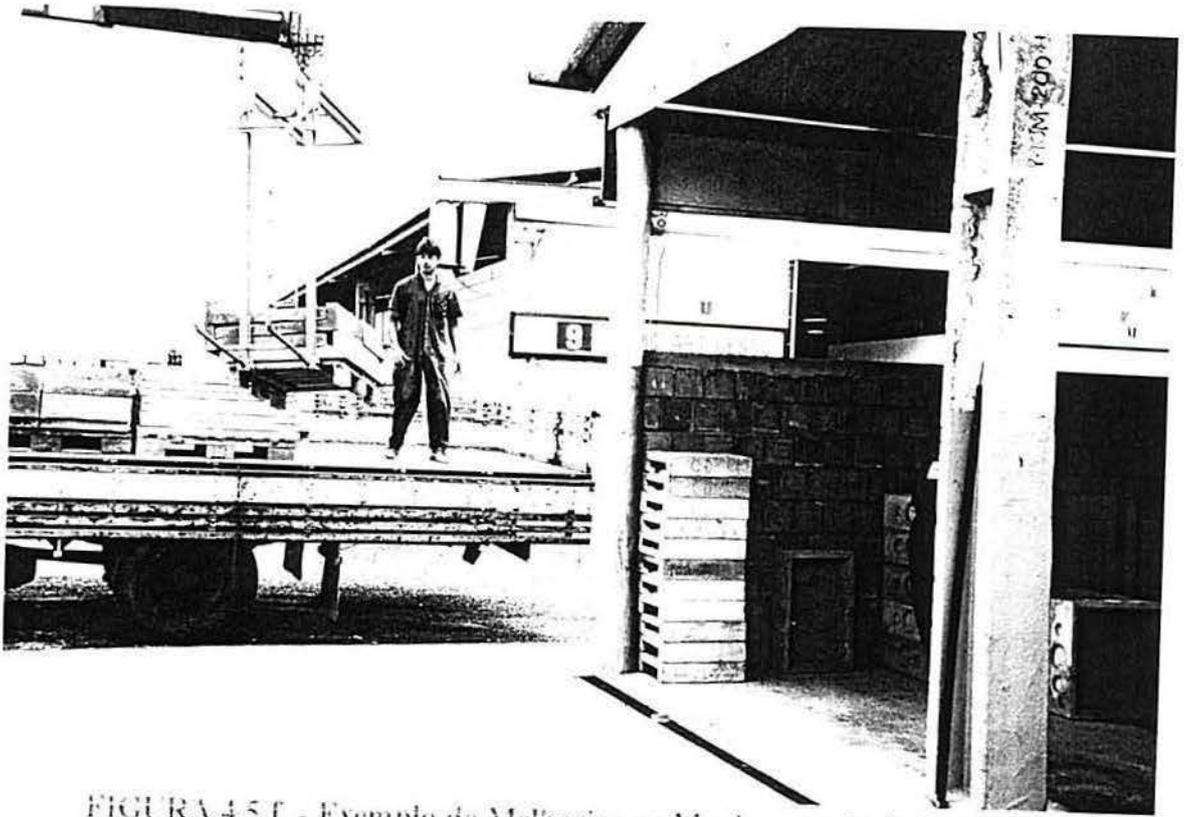


FIGURA 4.5.f - Exemplo de Melhorias na Movimentação de Materiais:  
paletização e mecanização de artefatos de concretos.

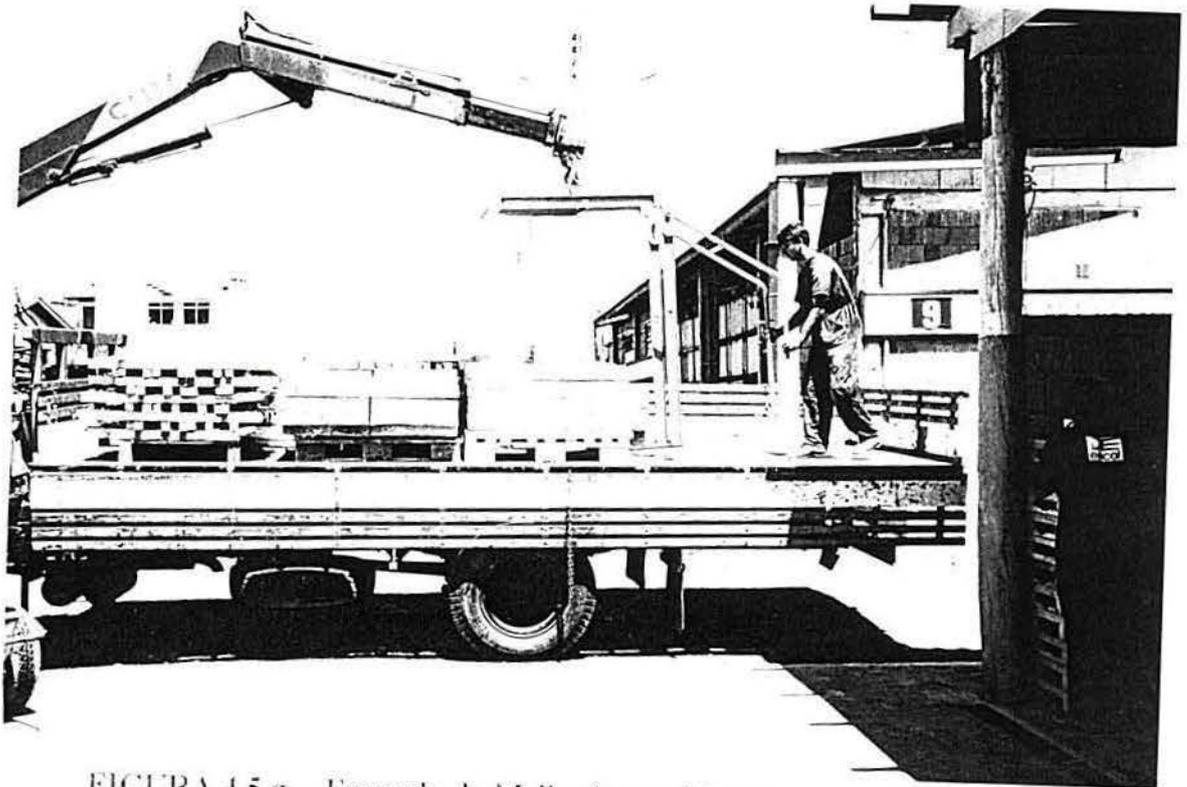


FIGURA 4.5.g - Exemplo de Melhorias na Movimentação de Materiais:  
paletização e mecanização de artefatos de concretos.

#### 4.4.2.5. Desenvolvimento de Equipamentos

Uma vez que todos os processos presentes no núcleo foram oriundos dos canteiros de obras, naturalmente apresentam uma carência de equipamentos e ferramentas mais desenvolvidos. Por outro lado, com base na questão cultural característica da construção civil de aceitação, com naturalidade, do esforço humano em detrimento do esforço mecanizado, as iniciativas para introdução de equipamentos nestes processos centralizados eram praticamente inexistentes. Salienta-se, novamente, que a organização destes processos seguia os mesmos moldes dos canteiros de obras, com seus hábitos e vícios, sem haver um maior aproveitamento das vantagens da condição centralizada.

Assim, após a análise dos processos, foi realizado um questionamento a respeito das ferramentas utilizadas nas operações, quanto à sua especificação, utilização, posição, e a respeito das máquinas e equipamentos mais especialistas para determinadas operações e dispositivos para auxílio com fins de guias, fixação e segurança.

Como decorrência, vários equipamentos e ferramentas foram desenvolvidos e adaptados às necessidades particulares de cada unidade e de cada processo, principalmente no auxílio às operações de movimentação, carga e descarga de materiais e às operações de processamento. Os projetos e a concepção destes equipamentos e ferramentas foram realizados, em parte, com a participação efetiva dos trabalhadores, alguns com total participação, ou seja, desde a constatação da necessidade de melhoria, seguida da idealização de um novo equipamento e acompanhamento no desenvolvimento e implantação. Grande estímulo para estas iniciativas foram dados pelos círculos de participação e pelo programa 5S's, implementados mais adiante, bem como pelas visitas realizadas a outras fábricas com processos semelhantes, como, por exemplo, fábricas de móveis, para a Unidade de Artefatos de Madeira. Todos esses equipamentos foram, praticamente, desenvolvidos na Unidade de Artefatos Metálicos, optando-se por desenvolver-se internamente para que se pudesse fazer, dentro do espírito de melhoria contínua e participação dos trabalhadores, adaptações e ajustes necessários à eficiência operacional. Como exemplos destes equipamentos, cita-se: banca alimentadora de aço, carrinhos para movimentação de materiais específicos, banca com serra pendular, equipamentos para suspensão de ferramentas e gabaritos de fixação e ajustes - vide figuras 4.6.

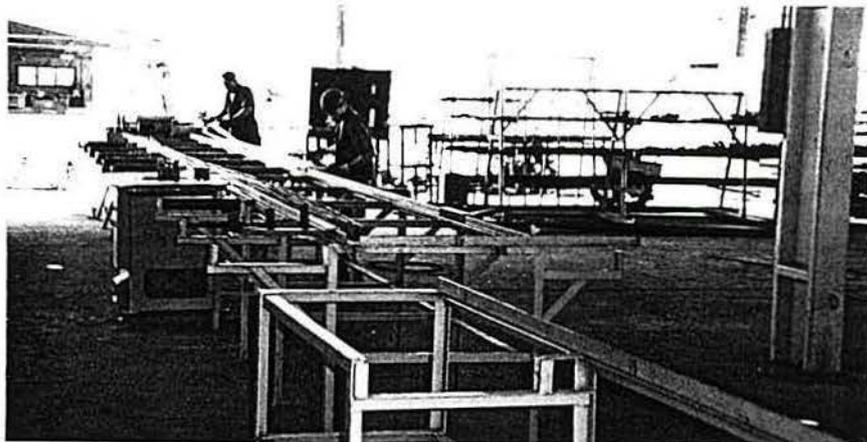


FIGURA 4.6.a. - Exemplo de Desenvolvimento de Equipamentos:  
banca alimentadora com roletes e estantes para barras de aço.

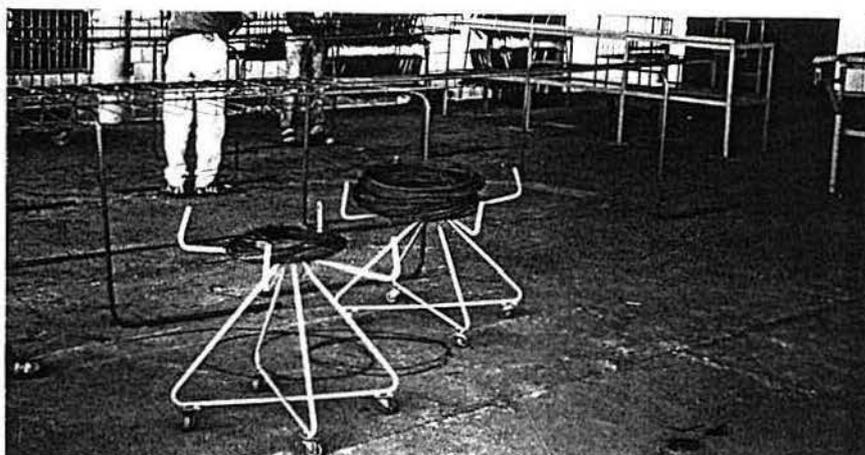


FIGURA 4.6.b. - Exemplo de Desenvolvimento de Equipamentos:  
carrinhos para movimentação e posicionamento de arames para armações de aço.



FIGURA 4.6.c. - Exemplo de Desenvolvimento de Equipamentos:  
carrinhos para movimentação e posicionamento de estribos para armações de aço.

#### 4.4.2.6. Desenvolvimento Comportamental para a Gestão Participativa

Todo o efetivo de trabalhadores utilizado inicialmente nas unidades de produção, a medida que essas foram sendo implantadas, era oriundo dos canteiros de obras da empresa. Sendo assim, traziam consigo toda a cultura, os hábitos e o comportamento característicos do setor da construção civil - falta de organização, falta de racionalização e supervisão autoritária. Portanto, para que se enquadrassem a uma nova condição de trabalho, em um ambiente centralizado e permanente, sob processos repetitivos e dentro de princípios modernos de gestão, era necessário uma mudança a nível cultural e comportamental.

Assim, foram planejadas e realizadas várias ações, com a participação do setor de RH da empresa, objetivando-se o rompimento com a cultura tradicional dos canteiros de obras e a incorporação de novos conceitos de comportamento e de organização da produção. As principais ações foram:

1. Treinamento conceitual sobre princípios de racionalização, princípios de economia de movimentos, economia de recursos, organização e limpeza do ambiente de trabalho, clientes e fornecedores internos;
2. Treinamento comportamental para cultura e prática participativa, com jogos de envolvimento e integração de equipes;
3. Visitas a fábricas e a apresentações de trabalhos de Círculos de Controle de Qualidade (CCQ's) de empresas de outros setores industriais.

Esse treinamento foi de grande importância para a continuidade de realização das demais etapas de implantação do núcleo, amenizando uma barreira cultural significativa e familiarizando os trabalhadores com conceitos e práticas que estariam presentes nessas próximas etapas. Por outro lado, houve uma boa aceitação por parte dos trabalhadores, que se engajaram fortemente nesse programa. Concede-se esse resultado, por um lado, ao caráter educacional, disciplinar e de dignificação do ser humano desse programa e, por outro, por estar voltado a trabalhadores que carecem totalmente de ações dessa natureza por parte da administração, à qual, comumente, estão submetidos. Salienta-se que no meio da construção

civil é comum não haver sequer treinamento de práticas profissionais. Desta forma, obteve-se bons resultados não só em relação ao alcance dos objetivos estipulados - assimilação de novos princípios e conceitos, novas atitudes e participação, como também percebeu-se impactos positivos na motivação, assiduidade e disciplina. Em pouco tempo já percebia-se uma certa diferença comportamental e disciplinar entre os trabalhadores do núcleo e os profissionais dos canteiros de obras.

#### 4.4.2.7. Reorganização da Estrutura Funcional

O poder exercido pelos encarregados na estrutura hierárquica da construção é de natureza autoritária, voltado muito mais para a disciplina do trabalhador e outras restrições à participação - (FARAH, 1992). Assim, após as ações de racionalização dos processos, decorrentes do estudo sistemático do trabalho e desenvolvimento do *layout*, a estrutura funcional do núcleo foi alterada, reduzindo-se um nível da hierarquia típica da estrutura funcional da construção civil: é comum nos canteiros de obras as equipes serem comandadas por mestres e encarregados de ofício. Nas unidades de produção do núcleo, os encarregados foram afastados pelas seguintes razões:

1. Pela necessidade de mudar-se a cultura e as práticas correntes de gestão, liderança e organização da construção civil, bastante arraigadas na figura destes profissionais e, portanto, vigentes no núcleo. Esta medida fazia-se necessária no sentido de desbloquear-se o caminho para a continuidade do programa de desenvolvimento organizacional;

2. Para possibilitar que o nível operacional tivesse uma ascensão no que tange à sua participação, às suas reivindicações, às suas responsabilidades, deixando transparentes seus problemas e suas limitações;

3. Para que o nível técnico-administrativo tivesse um envolvimento direto com os problemas do nível operacional e desenvolvesse um maior domínio dos processos, de forma a administrar e conduzir melhorias de resultados mais eficazes;

4. Por uma questão econômica de redução de custos administrativos de supervisão, que, com o treinamento comportamental e a racionalização dos processos, começava a não mais se fazer tão necessária;

5. Para agilizar-se as decisões no sistema de comunicações, com maior envolvimento das pessoas diretamente afetadas nos assuntos, facilitando a comunicação e a compreensão das atividades a executar e dos objetivos a alcançar.

Assim, nas unidades que encontravam-se implantadas, foram afastados os encarregados. Para as novas unidades, não houve a participação desses profissionais. Os técnicos, por sua vez, tiveram sua participação mais enquadrada na função de supervisores. Ou seja, as suas responsabilidades, comumente limitadas à área técnica-administrativa e numa posição de *staff*, ampliou-se para a responsabilidade de supervisão administrativa-operacional de um determinado grupo de unidades de produção, oferecendo suporte às equipes operacionais destas unidades. Por outro lado, desenvolvendo-se o senso de responsabilidade, de disciplina e a conscientização da equipe de operadores, através de reuniões e esclarecimentos, as questões de comportamento foram supridas por uma maior participação e envolvimento da própria equipe de trabalhadores, devendo assim, cada trabalhador, responder pelos seus atos, de forma responsável e profissional perante a equipe. Portanto, deixou de existir funcionários de supervisão exclusivos de uma ou outra unidade de produção. Ou seja, todos os integrantes de uma determinada equipe passaram a ter uma participação efetiva no processo.

Com o afastamento dos encarregados muitos problemas que até então existiam ficaram transparentes, podendo-se, então, imediatamente, resolvê-los nas suas causas e eliminá-los. Antes, muitos desses problemas eram tratados nas suas conseqüências, através do pronto-atendimento da supervisão excessiva, da autoridade rígida e do controle excessivo, e assim fazia-se da presença do encarregado algo imprescindível para a realização da produção. Analogamente, portanto, essa medida transcorreu como a retirada do tapete de cima da sujeira e assim, avistando-a, passou-se a limpá-la, eliminando-a de vez. Salienta-se, entretanto, que este aspecto está bastante presente na cultura gerencial da construção civil, no que tange à resolução de problemas, dentre os quais a excessiva variabilidade. Desse modo, diante da variabilidade excessiva - característica marcante da construção civil, cabe o controle

dinâmico e autoritário da supervisão excessiva, em vez do empenho para a sua redução. Assim, os excessos de supervisão sobre as equipes de produção da construção civil funcionam como os excessos de estoques intermediários nos processos da produção fabril, formados para compensar as instabilidades do sistema. Em vez de haver concentração de esforços nas causas dos problemas, nas razões de sua existência, resolve-se através do abafamento pela supervisão excessiva.

Entretanto, apesar de ampliar-se as responsabilidades dos técnicos e dos trabalhadores e resolver-se vários problemas de gerenciamento das unidades, percebeu-se, nas equipes mais numerosas, a necessidade de preenchimento de algumas lacunas da estrutura funcional. Assim, nas primeiras semanas após esta mudança, observou-se a necessidade de uma liderança de equipe. Este líder de equipe teria como funções principais:

1. Coordenar os diversos postos de trabalho do processo na unidade;
2. Centralizar e dinamizar o fluxo de informações do nível operacional para o nível de supervisão e vice-versa, principalmente nas ordens de produção;
3. Exercer liderança de grupo.

Desse modo, inicialmente, tratou-se com as equipes a necessidade de um líder de equipe, porém, sem a conotação dos encarregados e/ou mestres dos canteiros de obras. Deixou-se bem claro que as lacunas a serem preenchidas deveriam ser, fundamentalmente, as de coordenação, sendo que as funções de supervisão técnico-administrativa seriam efetuadas pelo supervisor técnico e as questões de disciplina e responsabilidade de equipe pela própria equipe. Para melhor explicar essa nova função às equipes de trabalhadores foram feitas analogias com a função do capitão de equipe de futebol, do líder de turma. Esse líder, portanto, estaria no mesmo nível da equipe operacional, trabalhando da mesma forma, porém, aglutinando as funções de chefe de equipe, de coordenação e porta-voz. Os líderes foram escolhidos pelas próprias equipes, com base, principalmente, na liderança naturalmente exercida por alguns. Conseqüentemente esses líderes passaram a receber um *plus* de remuneração.

#### 4.4.2.8. Desenvolvimento de Planos de Produção

Um dos maiores problemas aflorados a partir do afastamento dos encarregados de equipes foi a falta de organização, de simplificação e de sistematização na forma e no fluxo de informações. As causas principais deste problema eram:

1. A própria prática corrente de administrar a informação da produção na construção civil, com base apenas nos projetos das partes do produto final, ficando o método de produzir a critério dos trabalhadores, sem haver desenvolvimento destes métodos por parte dos engenheiros ou da área técnica das empresas de construção;

2. A própria razão da importância do mestre e encarregado: uma vez que as informações não estão sistematizadas e organizadas, a participação destes profissionais torna-se imprescindível para a realização da produção, ao mesmo tempo torna-se uma questão de poder concentrado pelo domínio do saber por parte destes funcionários;

3. A falta de hábito e de cultura de documentar o trabalho por parte da administração da construção civil.

4. A falta de cultura para a produção repetitiva de partes de componentes, baseada em programas de produção: o hábito vigente na construção é produzir um componente inteiro por vez, pois a produção, comumente, ocorre no canteiro de obras para uma obra em particular.

5. A falta de cultura em relação à padronização e simplificação da produção.

Verificou-se que a falta de organização destas informações, estabelecidas em planos de produção, provocava uma falta de planejamento metódico da produção, ocasionando movimentações excessivas, pois as operações não ficam concentradas em postos de trabalho e sim dispersas ao longo do tempo e espaço; ocorrem verificações excessivas, pois deixa de existir um programa de produção que estabeleça a padronização e permita a repetitividade; consultas excessivas aos projetos com dificuldades de manuseio destes documentos no

ambiente de produção; falta de clareza, organização metódica e orientação para a produção; dificuldade no levantamento e na previsão de materiais componentes para a produção.

Assim, para praticamente todas as unidades de produção do núcleo, foram desenvolvidos planos de produção. Estes planos adquiriram características próprias conforme as particularidades dos processos das unidades de produção para as quais foram desenvolvidos. Os objetivos destes planos são, primordialmente, orientar o método de produção e, mais particularmente, o posto de trabalho e a operação. Propiciam a concentração do trabalho num determinado posto, estimulam a repetitividade e a padronização do componente, do método e do procedimento operacional. Além disso, propiciam uma base documentada para a melhoria contínua, servindo de instrumento de simplificação do processo e da operação. Como instrumentos de esclarecimento e de instrução operacional, servem também como elementos fundamentais no treinamento e disseminação do conhecimento, do saber-fazer operacional.

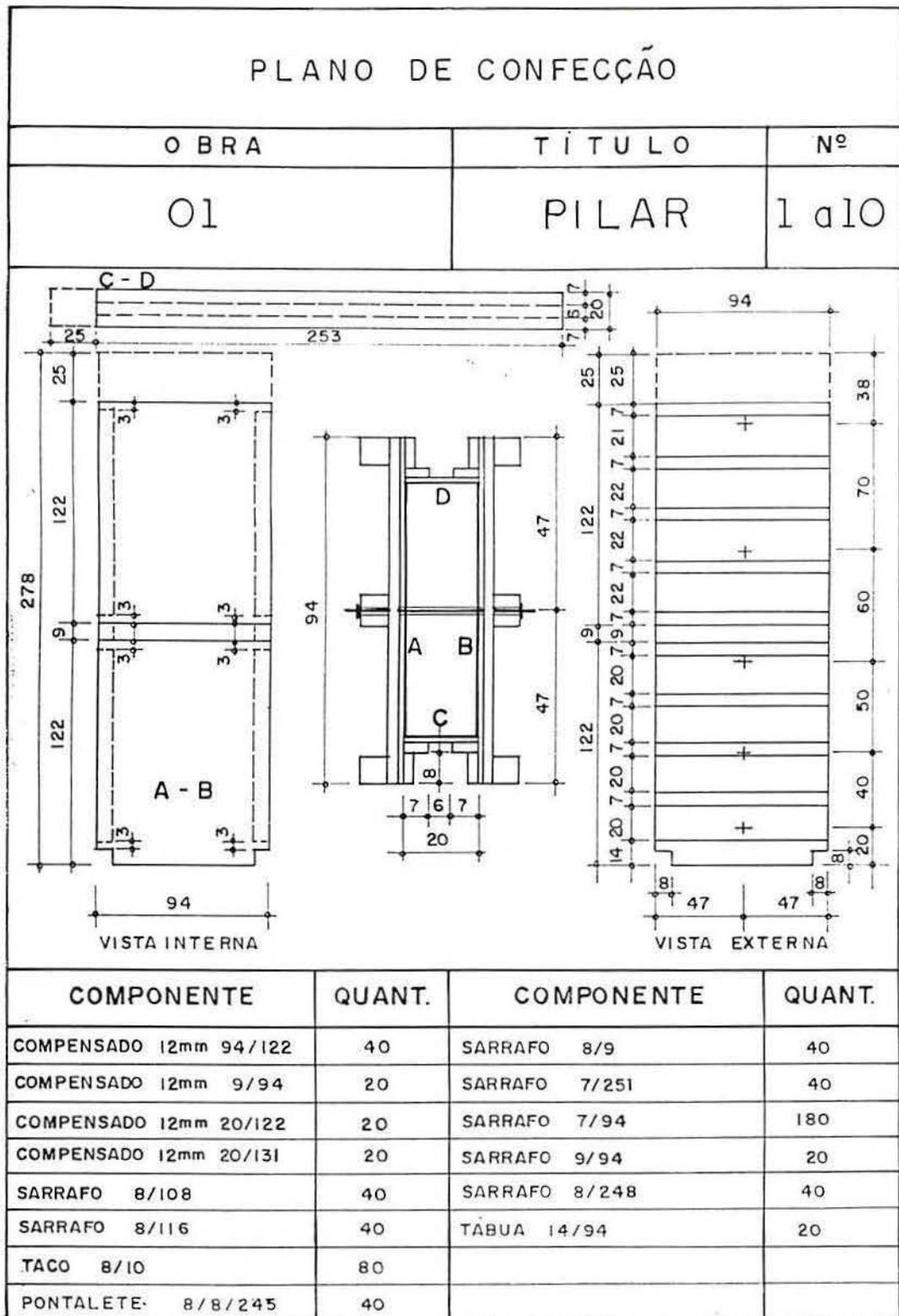
Estes planos foram desenvolvidos principalmente para as unidades de Armação, de Fôrmas e de Artefatos de Madeira - vide figuras 4.7. Como conseqüências de suas aplicações, foram responsáveis pela organização dos processos, pelo aumento da produtividade e da qualidade de execução e, principalmente, pela redução de desperdícios de materiais, por atenderem a princípios de otimização de consumo de recursos.

Os planos de produção da Unidade de Armação são concebidos por *software* que possui algoritmo baseado em programação linear. Como conseqüência de sua aplicação, reduziu-se significativamente o desperdício dos materiais utilizados para a confecção dos produtos desta unidade. Além da redução no desperdício de materiais, obteve-se também ganhos de produtividade pela melhor orientação à racionalização do trabalho. Ou seja, na Unidade de Armação, a forma de produção foi alterada: antes processava-se a operação de corte e dobra para cada elemento estrutural (vigas, pilares e lajes), operando-se sobre todos os materiais componentes (aço em diferentes bitolas); agora realiza-se esta operação por cada tipo de bitola, para todos os elementos estruturais de um determinado pavimento para uma determinada obra (lote de produção), reduzindo-se os tempos de movimentação, carga e descarga intermediárias e tempos de preparação de máquina, bem como melhorando-se o rendimento destas máquinas.

MATERIA PRIMA UTILIZADA		MATERIA PRIMA UTILIZADA - ANTE O INÍCIO DO PERÍODO UTILIZANDO PERÍODOS			
QUANTIDADE	ESTADO DO	COMPRIMENTO (L) DO	PESS. TOTAL	QUANTO TO	ESTADO DO
MATERIA PRIMA UTILIZADA - ANTE O INÍCIO DO PERÍODO UTILIZANDO PERÍODOS		MATERIA PRIMA UTILIZADA - ANTE O INÍCIO DO PERÍODO UTILIZANDO PERÍODOS			
MATERIA PRIMA UTILIZADA - ANTE O INÍCIO DO PERÍODO UTILIZANDO PERÍODOS		MATERIA PRIMA UTILIZADA - ANTE O INÍCIO DO PERÍODO UTILIZANDO PERÍODOS			
SISTEMA DE CORTES					
T.M.	QUANTIDADE 147145 A 002145	CORTES DE CADA BARRA		QUANTIDADE	TOTAL
		QUANTIDADE	COMPRIMENTO		
11,80	1	1	224	1	224
		1	192	1	192
		1	146	1	146
		4	107	4	428
11,90	12	1	1104	12	1104
11,70	1	0	224	0	224
		2	192	2	384
		1	124	1	124
11,74	11	1	226	11	2486
		1	277	11	3047
		1	146	11	1606
		8	124	99	12396
11,79	1	0	226	1	226
		0	192	1	192
		1	277	1	277
		0	146	1	146
11,70	4	4	224	16	416
		1	146	4	584
		1	104	4	416
11,71	4	0	224	16	416
		1	124	4	500
11,72	1	1	224	1	224
		1	124	1	248

Fonte: TQS/Encol/Nucen/Poa

**FIGURA 4.7.a. - Exemplo de Plano de Produção:  
plano de corte de barras de aço.**



Fonte: Encol/Nucen/Poa

FIGURA 4.7.b. - Exemplo de Plano de Produção:  
plano de confecção de fôrmas para pilares.

Ou seja, aumentou-se o lote de transferência entre os postos de trabalho (antes o correspondente a um elemento estrutural, agora a quantidade correspondente ao lote de produção), porém, sem necessariamente aumentar-se o estoque de matéria prima e de componentes acabados, pois o lote de produção mantém-se o mesmo (um pavimento), sendo unitário e com programação antecipada. Entretanto, aumentou-se o estoque em processo, pois houve um aumento da defasagem de tempo necessário entre as operações de corte e dobra e as operações de montagem, sendo necessário esperar-se até a última bitola ser cortada e dobrada para, então, iniciar-se a montagem. Deste modo, processa-se simultaneamente dois lotes de produção. Logicamente, poder-se-ia fazer considerações ao tamanho do lote de produção (processar-se o equivalente a dois pavimentos por vez, por exemplo), o que iria provocar impactos no desperdício de materiais, na produtividade e nos estoques intermediários e de produtos acabados.

#### 4.4.2.9. Melhorias no Ambiente e Condições de Trabalho

O fato do núcleo de componentes apresentar um ambiente de trabalho com caráter permanente e centralizado, bastante diferente do ambiente provisório, temporário e disperso dos canteiros de obras, propiciou a implantação de programas que estimulassem a participação dos trabalhadores na conservação deste ambiente. Assim, fez-se uso do instrumento 5S's, bastante difundido nos programas de Qualidade Total desenvolvidos por muitas empresas. Este instrumento foi implementado e funciona atualmente como rotina sistematizada da administração do núcleo - vide figuras 4.8. Na sua implementação seguiu-se as seguintes etapas:

1. Treinamento conceitual da teoria do programa 5S's;
2. Planejamento da operacionalização, sistematização e rotina de funcionamento;
3. Implementação.

No treinamento enfatizou-se a conscientização e a sensibilização para o ambiente organizado e limpo e a importância do programa 5S's, através de palestras, cartazes, ilustrações, etc. Vários cartazes, faixas e painéis ilustrativos foram distribuídos pelo núcleo com frases de efeito, como, por exemplo: "Não sujar é melhor do que limpar!" e "Um lugar para cada coisa, cada coisa em seu lugar!". Além disso, foram concebidos cartazes do

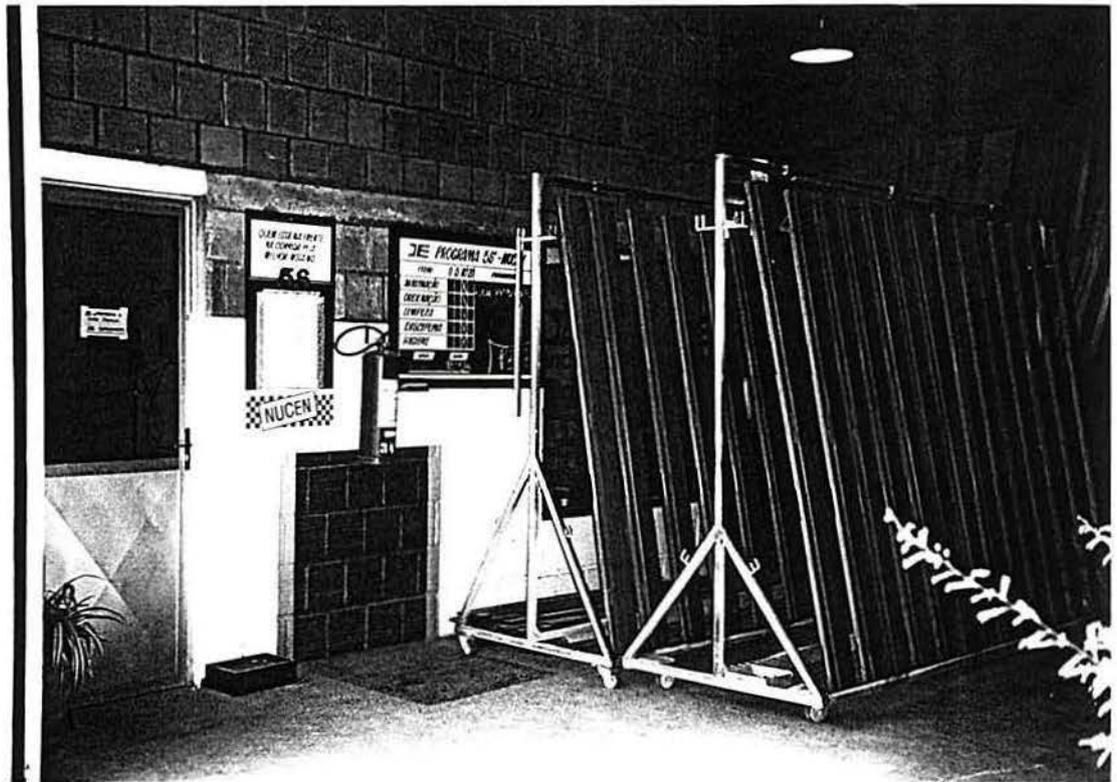


FIGURA 4.8.a. - Programa 5S's na Unidade de Artefatos de Madeira.



FIGURA 4.8.b. - Programa 5S's na Unidade de Serviços Mecânicos.

programa 5S's, apresentando os cinco itens do programa: arrumação, ordenação, limpeza, higiene e disciplina, com seus respectivos significados. Estes cartazes foram fixados em todas as unidades de produção e serviços e nas áreas comuns de grande circulação como relógio ponto, refeitório e corredores.

O ponto mais importante do planejamento operacional do programa 5S's foi a avaliação, definindo-se critérios, períodos, responsáveis, instrumentos, etc. Assim, estabeleceu-se que a avaliação das unidades seria feita, nos primeiros dois meses, a cada período quinzenal e, após, a cada período mensal. Esta redução da periodicidade foi devido a redução da intensidade das melhorias que, naturalmente, ocorre após um período inicial, bem como a maior assimilação dos conceitos pelos trabalhadores. Esta avaliação seria realizada pelo supervisor técnico em conjunto com dois ou três participantes da unidade em avaliação. Esta participação tinha como importância o envolvimento dos trabalhadores de modo a estimular a auto-crítica.

Foram concebidos alguns instrumentos de apoio a avaliação do programa, como:

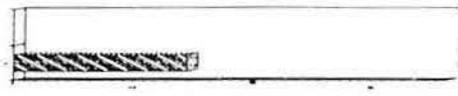
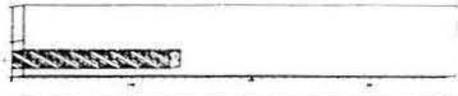
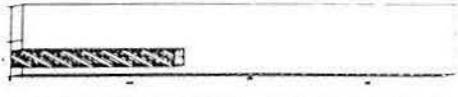
1. Planilha de avaliação: para cada item do programa foi concebida uma planilha de avaliação com quatro conceitos: ruim, razoável, bom e ótimo, com seus respectivos significados para aquele determinado item. Relacionados à estes conceitos, existe uma pontuação que representa a intensidade de cada conceito: baixo, médio e alto.

2. Planilha de avaliação geral: esta planilha apresenta a relação de todas as unidades participantes do programa, sua pontuação em cada avaliação e a pontuação acumulada das avaliações realizadas, além de uma representação gráfica desta pontuação acumulada. Esta planilha tem por objetivo principal, além de informar as unidades de sua pontuação, criar uma situação comparativa de forma a estimular a disputa entre as unidades - vide figura 4.9.

Nas primeiras avaliações, para criar-se uma sinergia e estimular-se a competitividade entre as equipes e o envolvimento, as unidades mais conceituadas apresentavam para as demais suas dependências e suas criações que justificaram os altos conceitos, servindo de estímulo, exemplo e orientação para as outras equipes. Após quatro avaliações consecutivas é realizado o fechamento do ciclo de avaliações. Em um evento de confraternização, quando se

PROGRAMA 5'S - NUCEN / POA

AVALIAÇÃO GERAL

UNIDADE	AVALIAÇÃO				TOTAL	ESCORE
	1º	2º	3º	4º		
SERV.MECÂNICOS	35	40	40	45	160	
ARMAÇÃO	25	40	40	40	145	
FORMAS	25	45	45	35	150	
ART. GESSO	25	40	40	35	140	
ART. MADEIRA	30	45	45	80	200	
ART. METALICOS	10	25	30	40	105	
ART. CONCRETO					0	
KIT'S HIDRAUL.					0	
<p>PERÍODO : 12/08 A 20/10                  PRÊMIO : KIT BOLSA PESSOAL                  VENCEDOR :</p>						

Fonte: Encol Nucen Poa

FIGURA 4.9. - Exemplo de Planilha de Avaliação Geral do Programa 5S's.

reúne todo o efetivo do núcleo e a participação de gerentes de área, é feito o reconhecimento formal da unidade vencedora e a respectiva premiação aos integrantes da equipe.

Ao longo da administração do programa, teve-se como objetivo principal a efetiva mudança de comportamento e atitudes dos trabalhadores perante o ambiente de trabalho. Assim, neste sentido foram estabelecidos:

1. Ênfase da avaliação para as áreas mais reservadas das unidades, como vestiários, sanitários, depósitos, armários pessoais, etc.
2. Prêmio estimulando a extensão do programa às próprias residências e vida particular dos trabalhadores. Ou seja, a natureza dos prêmios, concedidos a cada ciclo de avaliações, estava direcionada para que os premiados pudessem estender as ações do programa às suas próprias casas. Exemplos: jogos de ferramentas, *kits* de limpeza, *kits* de higiene pessoal;
3. Acompanhamento sistemático e rotineiro dos resultados do programa realizado pelos supervisores e engenheiro.

A aceitação do programa pelas equipes das unidades ocorreu de forma bastante satisfatória. Percebeu-se que o fato de mostrar aos trabalhadores uma nova forma de trabalhar, uma nova preocupação com o seu bem estar, seu ambiente e suas condições de trabalho, foram importantes para este resultado. Algumas observações foram realizadas, dentre as quais:

1. O fato da natureza do programa estar voltado à questão educacional, disciplinar e de dignificação do ser humano foi questão chave na aceitação e assimilação do programa.
2. O estímulo ao ambiente de sinergia e competitividade entre as unidades foi muito importante para a consolidação do programa, criando uma dinâmica e motivação positiva.
3. A administração deve estar preparada para prestar todo o apoio necessário às diversas solicitações de ajuda e suporte às iniciativas dos trabalhadores em organizar, limpar e

desenvolver seu ambiente de trabalho. Desta forma, para toda e qualquer sugestão, por parte dos trabalhadores, deve haver, necessariamente, um retorno por parte da administração. Caso contrário, tem-se o risco de desestimular-se a participação voluntária e espontânea do funcionário.

4. Deve haver um claro entendimento a respeito da questão custo-benefício nas sugestões e melhorias apresentadas, estabelecendo-se limitações de ordem econômica e de viabilidade técnica.

5. Da mesma forma, deve existir um total esclarecimento a respeito da diferença entre sugestão de melhoria e reivindicação, estabelecendo-se limitações de graus de competência. Assim, no caso do núcleo em questão, todas as sugestões que dependessem de ações mais abrangentes, que estivessem fora do alcance da administração do núcleo, não seriam consideradas.

6. Apesar das limitações impostas, são grandes a abrangência das ações e a intensidade destas, possibilitando a continuidade permanente do programa.

#### 4.4.2.10. Implantação de Circulos de Participação

O fato de implementar-se, anteriormente, o treinamento para o desenvolvimento comportamental e o programa 5S's preparou um caminho natural para a implantação dos círculos de participação. Tanto é que a implantação destes círculos de participação teve que ser antecipada como solução à necessidade de sistematizar-se o processo de administração de sugestões de melhorias, pois estas sugestões, naturalmente, afloraram do nível operacional como resultados desses programas de base participativa anteriormente desenvolvidos.

Assim, foram implantados círculos de participação, denominados de CQP - Circulo de Qualiprodutividade, nas unidades de Artefatos de Madeira, de Armação e de Serviço Mecânicos. Inicialmente limitou-se a estas três unidades para, após o programa estar sistematizado, estender-se às demais. Na implementação seguiu-se as seguintes etapas:

Treinamento conceitual; Planejamento da operacionalização, Sistematização e rotina de funcionamento; e Implementação.

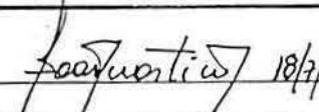
O treinamento foi desenvolvido abordando-se os seguintes pontos: objetivos da criação dos círculos, conceitos básicos de qualidade e produtividade, conceito de sistemas, processos, clientes e fornecedores internos, indicadores de qualidade e produtividade, prática de *brainstorming* e práticas de reuniões, metodologia de análise e solução de problemas. Neste treinamento foram salientadas as mesmas questões de limitação do programa 5S's - considerações em relação ao custo-benefício e aos graus de responsabilidade envolvidos.

Os círculos foram montados nas unidades com praticamente todo o efetivo. Nas unidades mais numerosas houve seleção de grupo de forma espontânea. A reunião era conduzida pelo supervisor-técnico, no próprio escritório administrativo e desenvolvida em horário de trabalho, com frequência a critério destes supervisores. Nestas reuniões era realizado o levantamento dos principais problemas das unidades, priorização dos problemas levantados e análise destes problemas.

Foram desenvolvidos alguns documentos de formato padrão com o objetivo de melhor equacionar o desenvolvimento das reuniões. Dentre estes, cita-se os seguintes: folha de verificação, para registrar a frequência de ocorrência dos problemas e, com base em dados e fatos melhor selecionar e analisar estes problemas; folha de encaminhamento de propostas de melhorias, com relato da situação atual da problemática abordada e situação proposta para resolução do problema, evidenciando-se as principais vantagens da proposta apresentada. Houve uma abordagem bastante diversificada no elenco de problemas e sugestões. Porém, a maioria das sugestões estava voltada para o desenvolvimento de equipamentos, dispositivos e ferramentas de auxílio ao trabalho - vide figuras 4.10.

#### 4.4.2.11. Capacitação à Multifuncionalidade

As diversas unidades de produção e de serviços que compõem o núcleo de componentes apresentam variações no volume de produção (vales e picos) ao longo do tempo. Entretanto, estas oscilações ocorrem de forma diferenciada entre as diversas unidades

CQP - CÍRCULO DE QUALIPRODUTIVIDADE / NUCEN - POA	
GRUPO: MARCEVÁRIA Nº PROPOSTA: 021	FOLHA DE ENCAMINHAMENTO DE PROPOSTA DE MELHORIA
SUPERVISOR: JOÃO ANARDILINO	ÁREA: UN. ART. MADEIRA
MEMBROS: Rui Nobre, JOÃO ANARDILINO, VALÉRIO CAYARGO, ROGERIO NOBRE,	
TÍTULO DO PROJETO: ELEVADOR COM CONTRAPESO P/ DOBRADICEIRA.	
SITUAÇÃO ATUAL - Excessivos deslocamentos manuais do máquina horizontal e verticalmente. - Tempo elevado do ajuste do eixo da máquina na porta. (15 min.) - Desgaste físico do operador após 06 horas de trabalho contínuo, produtividade cai em $\pm 50\%$ .	
SITUAÇÃO PROPOSTA: Utilizar elevador de corrente com contrapesos reduzindo os índices atuais de tempo e de fadiga do operador.	
PRINCIPAIS VANTAGENS DA PROPOSTA: - Eliminação dos movimentos manuais - Redução do tempo de ajuste do eixo da máquina na porta ( $\pm 60\%$ ) - Redução do desgaste físico do operador em $\pm 95\%$ , possibilitando que a produtividade seja quase constante durante todo o expediente (8.8 horas)	
ANEXOS	SUPERVISOR
<input checked="" type="checkbox"/> - DESENHOS	 18/12/94 DATA
<input type="checkbox"/> - ORÇAMENTOS	
<input type="checkbox"/> - FOTOS	 VISTO
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> - APROVADO <input type="checkbox"/> - REPROVADO

Fonte: Encol Nucen Poa

FIGURA 4.10.a. - Exemplo de Proposta de Melhoria na Unidade de Artefatos de Madeira.

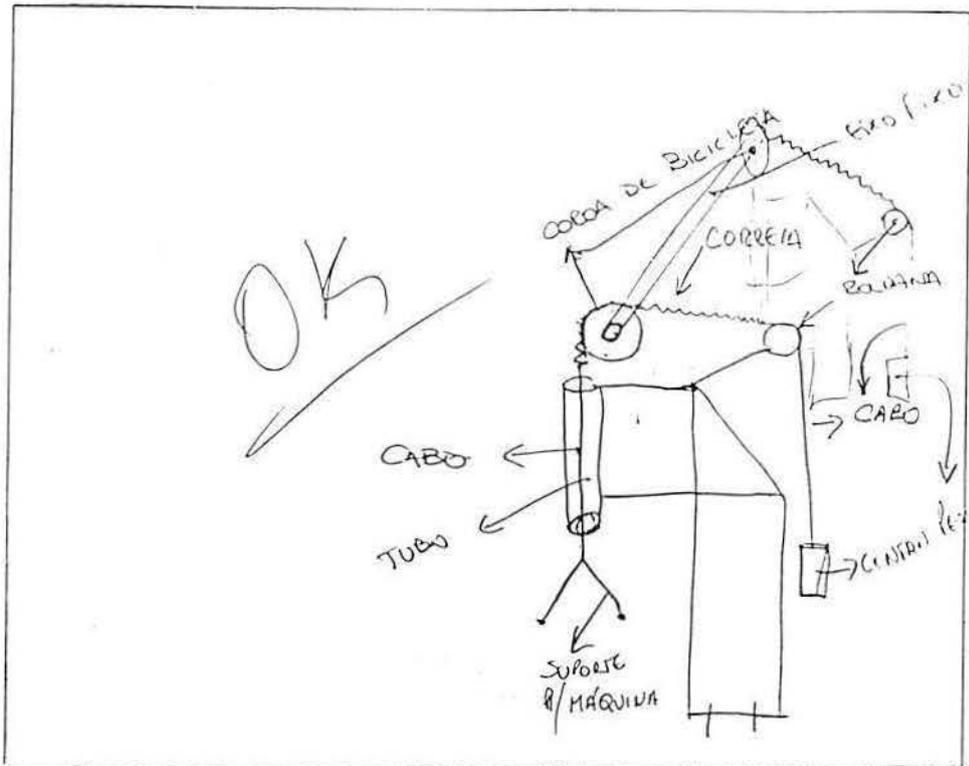


FIGURA 4.10.b. - Exemplo de Desenho Anexo de Proposta de Melhoria na Unidade de Artefatos de Madeira.

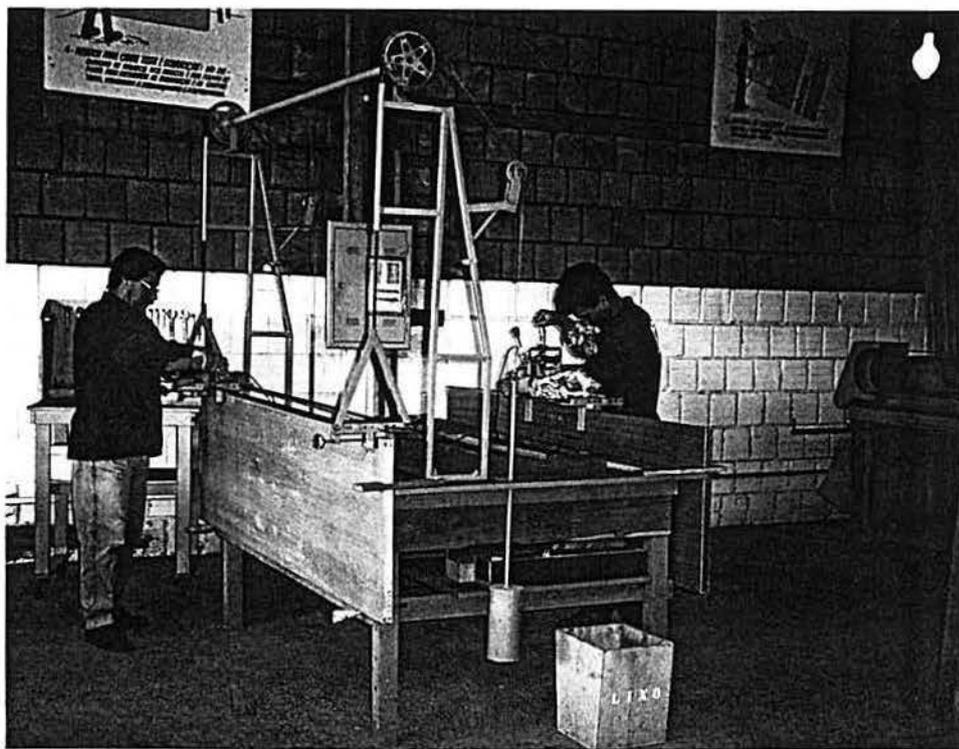


FIGURA 4.10.c. - Exemplo de Realização de Proposta de Melhoria na Unidade de Artefatos de Madeira.

Ou seja, quando uma determinada unidade de produção apresenta um nível de produção abaixo da média, provavelmente outra unidade esteja apresentando um nível de produção acima de sua média, havendo uma certa complementariedade nestas oscilações. Isto ocorre porque estas unidades atuam concomitantemente em diferentes etapas do processo construtivo, que ocorrem de forma seqüencial.

Sendo assim, existe a possibilidade de um melhor aproveitamento dos trabalhadores do núcleo através do remanejamento destes entre as diversas unidades, em vez de proceder-se transferências entre o núcleo e os canteiros de obras. Além disso, percebeu-se inicialmente que ao precisar-se de reforços de efetivo para uma determinada unidade, por exemplo, Unidade de Fôrmas, era muito mais fácil, mais ágil e muito menos problemático ocupar trabalhadores de outras unidades de produção, com outras especialidades, do que propriamente inserir profissionais de mesmo ofício, porém, provenientes dos canteiros de obras. Ou seja, era menos problemático enfrentar-se a adaptação do trabalhador em relação às questões de habilidade e de técnica profissionais do que a adaptação deste em relação às questões de natureza cultural e comportamental. Por fim, esta alternativa torna-se muito mais proveitosa para a constituição do núcleo ao garantir-se uma maior flexibilidade do efetivo além de outros aspectos positivos como motivação e redução do efetivo global.

Assim, a multifuncionalidade foi implementada para atender uma necessidade de adaptação do efetivo às variações no nível de produção das diversas unidades, aumentando-se ou diminuindo-se as respectivas equipes com transferências de trabalhadores entre estas unidades. Por outro lado, viu-se também como oportuno explorar-se melhor o potencial vocacional dos trabalhadores do núcleo, dando-lhes possibilidades de experimentarem-se em diferentes processos de forma a buscarem motivação, identidade e realização profissional.

A partir das diferentes atividades desenvolvidas nas unidades de produção e serviços, procurou-se, inicialmente, classificar-se estas atividades em relação à habilidade requerida e ao aspecto social da função, se individual ou coletiva. Tomou-se somente estes dois aspectos por entender-se que estes são os mais significativos em relação à adaptação do trabalhador no meio de trabalho. Concluiu-se, portanto, que há uma diversidade bastante grande destes aspectos entre as diversas unidades do núcleo, dentre as quais, cita-se:

1. Serviços de maior habilidade: representados pelos serviços das unidades de componentes de acabamentos, como Unidade de Artefatos de Madeira, Unidade de Artefatos de Gesso e Unidade de Artefatos Metálicos;

2. Serviços de menor habilidade: representados pelos serviços das unidades de componentes de estrutura e obra bruta, como Unidade de Artefatos de Concreto, Unidade de Armação e Unidade de Fôrmas;

3. Serviços individuais: realizados e mensurados de forma individual, como apresentado na Unidade de Artefatos de Concreto, Unidade de Artefatos de Gesso e Unidade de Artefatos Metálicos;

4. Serviços coletivos: realizados e mensurados de forma coletiva, como apresentado nas Unidade de Armação, Unidade de Fôrmas, Unidade de Artefatos de Madeira e Unidade de Serviços Mecânicos.

Assim, a operacionalidade da multifunção se deu conforme a ocorrência de disponibilidades de trabalhadores de algumas unidades concatenadas com as necessidades de reforços de equipes de outras unidades, observando-se os aspectos diferenciais das atividades entre estas unidades. O trabalhador, ao aprovar-se como multifuncional, passava a receber uma complementação na sua remuneração.

Ao longo da implementação da multifuncionalidade no núcleo de componentes, observou-se os seguintes resultados:

1. Aumento da flexibilidade e da facilidade nas alterações do efetivo de mão-de-obra no que tange a reforços, reduções, substituições quando em falta ou quando em férias de funcionários;

2. Redução do efetivo total médio, decorrente da redução de ociosidades, e, principalmente, da rotatividade deste efetivo no núcleo. Houve situações em que um mesmo profissional trabalhava em um turno numa unidade (Unidade de Artefatos de Gesso) e no outro turno em outra unidade (Unidade de Artefatos de Concreto);

3. Enriquecimento e valorização da função profissional redundando em aumento de motivação por parte dos trabalhadores e aumento de produtividade.

Este aumento de motivação por parte dos trabalhadores decorreu, principalmente, dos seguintes aspectos observados: possibilidade de continuidade na empresa e no núcleo; desafio de aprender um novo ofício com uma nova habilidade; rompimento com a rotina do dia a dia; oportunidade de ampliar a experiência profissional à novas profissões; oportunidade de experimentar e escolher o trabalho em que melhor se adapta, conforme as características deste trabalho: se coletivo, individual, repetitivo, sob projeto, etc. Percebeu-se existir muitos destes casos, ou seja, havia funcionários que preferiam trabalhar em equipe, outros de forma individual.

#### 4.4.3. Unidades de Produção de Componentes e de Serviços de Apoio

Concomitantemente ao programa de desenvolvimento organizacional e melhorias na produção, foi-se implantando novas unidades de produção e de serviços de apoio, a tal ponto do núcleo constituir-se em um complexo de minifábricas de componentes. Desta forma, o Núcleo de Componentes e Serviços de Apoio constitui-se, atualmente, das seguintes unidades de produção de componentes e de serviços de apoio:

1. Unidade de Produção de Fôrmas;
2. Unidade de Produção de Armação;
3. Unidade de Produção de *Kits* Elétricos e Hidrosanitários;
4. Unidade de Produção de Artefatos de Madeira;
5. Unidade de Produção de Artefatos de Gesso;
6. Unidade de Produção de Artefatos de Concreto;
7. Unidade de Produção de Artefatos Metálicos;
8. Unidade de Produção de *Kits* de Carpete;
9. Unidade de Serviços Mecânicos;
10. Unidade de Abastecimento de Materiais - Almoxarifado Central;

Estas unidades serão apresentadas a seguir explicitando-se os produtos ou serviços realizados, o processo de produção e os resultados atingidos com a sua implantação.

#### 4.4.3.1. Unidade de Produção de Fôrmas

Nesta unidade são produzidas e recicladas todas as fôrmas de madeira para as estruturas de concreto armado realizadas pela filial da empresa nas suas obras.

O processo de produção desenvolvido nesta unidade ocorre com base em projetos específicos de fôrmas e em planos de produção para o corte e confecção, ambos desenvolvidos para cada obra pela própria empresa. A produção consiste, basicamente, na transformação de elementos de madeira bruta (sarrafos, guias e caibros) e chapas de madeira compensada em jogo de fôrmas para estrutura de concreto armado para uma determinada obra. Esta transformação dá-se através das operações de corte transversal, corte longitudinal, aplainamento, montagem, pintura e paletização. Além do produto principal, produz-se, como produtos secundários, cunhas e tacos para fixação, aproveitando-se sobras de materiais do produto principal. Vários equipamentos foram desenvolvidos, outros adaptados ou simplesmente inseridos, dentre os quais, destaca-se: serras de corte longitudinal, como esquadrejadeiras e alinhadeiras, serras de corte transversal, como destopadeiras, plainas elétricas, martelos pneumáticos de bobina, carrinhos paleteiros, gabaritos metálicos, etc. A equipe de trabalhadores é constituída por quatro profissionais, sendo três carpinteiros e um ajudante. A fôrma, após executada, é paletizada e enfardada de forma a facilitar, com o uso de guindastes acoplados em caminhões, a movimentação horizontal e vertical quando na expedição e entrega à obra - vide figuras 4.11.

Com a organização do arranjo físico, introdução de planos de produção, instalação de equipamentos e paletização dos materiais, a produtividade elevou-se significativamente em relação ao processo anterior e, principalmente, em relação ao processo convencional de execução nos canteiros de obras. A unidade produz uma média de dois mil metros quadrados de fôrmas por mês, correspondendo a uma produtividade média de 2,46 m<sup>2</sup>/Hh. Por outro lado, a questão dos desperdícios de materiais e da qualidade do componente final encontram-se bastante melhorados. O desperdício de madeira reduziu, em média, de 27% para 8%.

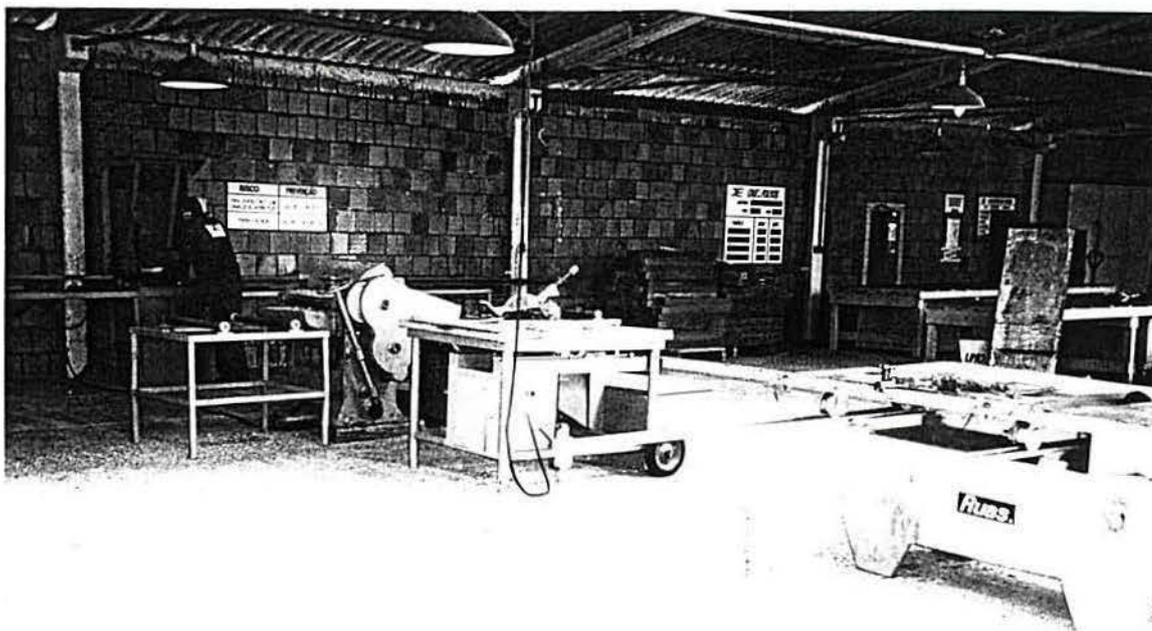


FIGURA 4.11.a. - Unidade de Produção de Fôrmas: operações de corte.

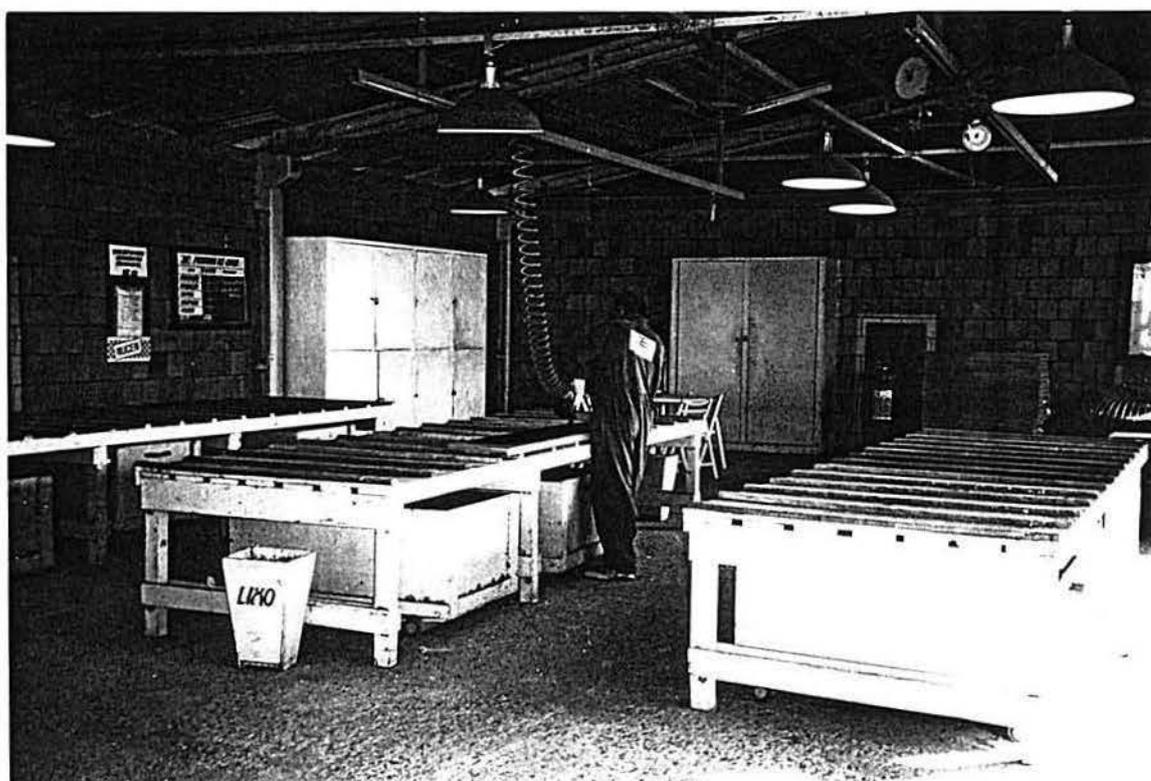


FIGURA 4.11.b. - Unidade de Produção de Fôrmas: operações de confecção.

#### 4.4.3.2. Unidade de Produção de Armação

Nesta unidade são confeccionadas as armaduras de aço utilizadas em todas as estruturas de concreto armado das obras da empresa. Assim, todo o aço consumido pela empresa é concentrado, inicialmente, no núcleo e, após processado, é distribuído aos diversos canteiros de obras.

A produção ocorre mediante projeto estrutural desenvolvido por terceiros e plano de produção. O processo consiste, basicamente, na transformação de barras de aço em jogos de armaduras para um pavimento completo, constituído de pilares, vigas e lajes, através das operações de corte, dobra e montagem. A movimentação interna do material em parte está mecanizada, como a descarga do aço, que é executada com a utilização de monovia e talha elétrica. Vários equipamentos foram concebidos de forma a reduzir os esforços necessários para a movimentação e atender necessidades ergonômicas no manuseio dos materiais, como: bancas alimentadoras, bancas de corte e bancas de dobra de aço com utilização de roletes; estantes ergonômicas para acondicionar o estoque intermediário; carrinhos para acondicionamento e movimentação de ferramentas, materiais e componentes auxiliares como arame para amarração de barras, estribos dobrados, etc. As operações de corte e dobra são executadas com auxílio de máquinas pneumáticas. A expedição é realizada em doca, construída especialmente para este fim, de forma a reduzir os esforços e facilitar a operação de carga - vide figuras 4.12.

A equipe desta unidade conta com dezessete trabalhadores e atinge uma produção média de cem toneladas de aço processado por mês, o que corresponde à uma produtividade média de 33.0 kg/Hh. O desperdício de material foi significativamente reduzido, devido, principalmente, à utilização do plano de corte e dobra para o processamento do aço; a perda atual está em torno de 3.5%, contra um índice que varia de 7.9% a 27.3% (OLIVEIRA et al. 1995).

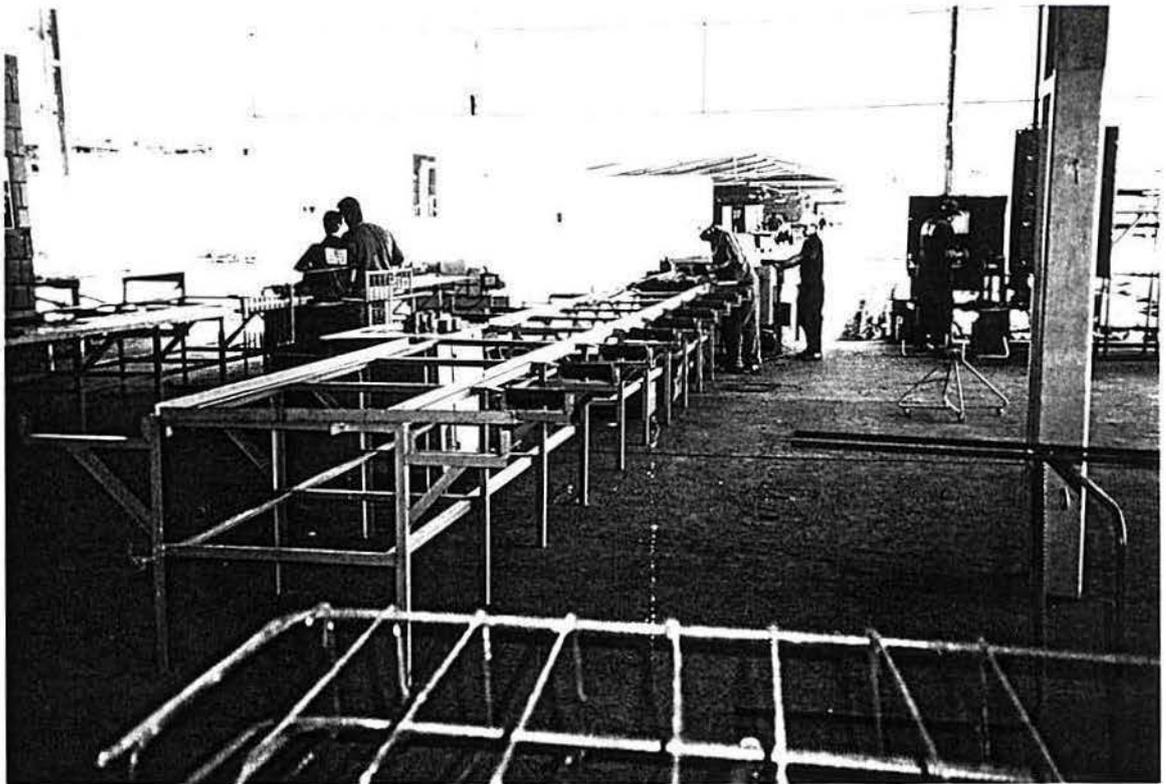


FIGURA 4.12.a. - Unidade de Produção de Armação: operações de corte e dobra.

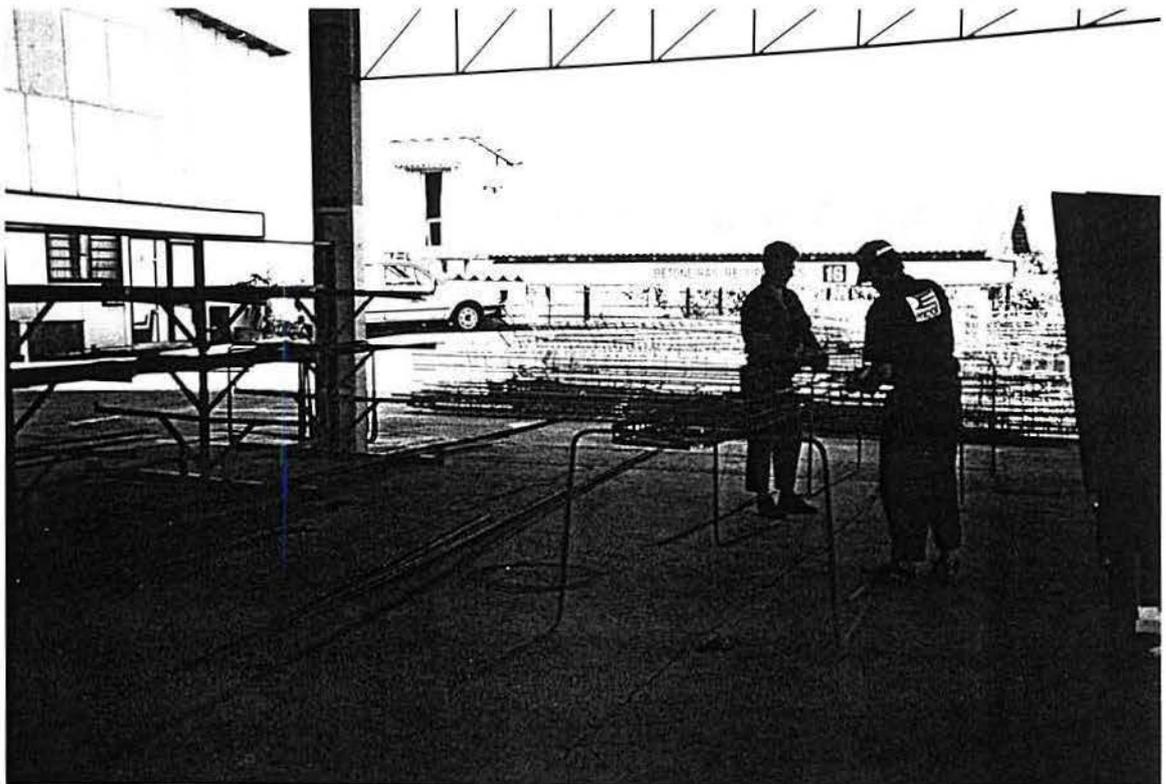


FIGURA 4.12.b. - Unidade de Produção de Armação: operações de armação.

#### 4.4.3.3. Unidade de Produção de *Kits* Elétricos e Hidrosanitários

Nesta unidade são pré-montados os componentes das instalações elétricas, hidrosanitárias e aparelhos sanitários, constituindo-se em *kits* de sub-sistemas elétricos e hidrosanitários, de tal forma a resultar, quando no canteiro de obras, somente o serviço de instalação junto à estrutural predial.

A produção destes componentes ocorre com base em projetos específicos de *kits* de instalações, fazendo-se uso de planos de corte e montagem. Estes planos levam em consideração os benefícios da repetitividade e da continuidade operacional, do posto de trabalho e do aproveitamento otimizado de materiais. Ou seja, em vez de se produzir instalações unitárias, peça por peça, no próprio local, de forma dispersa, como ocorre na produção convencional, produz-se, operação por operação, de forma repetitiva, todo o lote uniforme (de mesma prumada) de uma determinada edificação - vide figuras 4.13.

O processo consiste, portanto, na transformação de materiais de instalações elétricas e hidrosanitárias em componentes maiores dos sistemas elétricos e hidrosanitários da edificação. Assim, quanto às instalações elétricas, os eletrodutos e a fiação são previamente cortados e acondicionados em *kits*, os quadros de medição (QM's) e os centros de distribuição de energia elétrica (quadro de disjuntores - CD's) são montados integralmente, os componentes de tomadas e interruptores são selecionados e acondicionados em *kits* por apartamento. Seguindo o mesmo princípio na instalação hidrosanitária, a tubulação de distribuição de água quente e fria, bem como a canalização de esgotos sanitários para uma determinada peça da habitação (cozinha, área de serviço, banheiro) são previamente cortadas e montadas na unidade de produção, de forma a necessitarem somente a conexão à rede principal, quando na edificação. Por fim, os aparelhos sanitários (vasos, lavatórios, pias e tanques) são também previamente montados na unidade de produção, com a instalação dos metais, ralos, válvulas, flexíveis e ramal de esgotamento, sendo necessário, quando na edificação, somente a atividade de instalação final à parede. Ao final, todo *kit* produzido é submetido a uma verificação sistemática de conformidade: após montados, são testados sob as mesmas condições de uso final, garantindo-se, portanto, a qualidade da instalação desde a produção dos componentes. A expedição destes componentes se dá de forma paletizada em

jogos por apartamentos. Trabalham nesta unidade três profissionais, realizando todos os serviços em caráter de multifunção e utilizando diversos equipamentos e ferramentas.

Com estas medidas, obteve-se ganhos significativos quanto à redução de desperdícios de materiais, quanto à produtividade e à qualidade das instalações. A produção média mensal foi medida em 1635 pontos, com uma produtividade média de 2,95 pontos/Hh. Os ganhos relativos à redução de desperdícios de materiais decorre do grande aproveitamento destes proporcionado pela produção centralizada. Há uma grande racionalização no uso dos materiais, diferentemente da produção convencional, na qual todo o serviço de preparação e montagem de materiais é realizado no próprio local de aplicação final, resultando em grandes desperdícios. O aumento da produtividade decorre basicamente da repetitividade e da concentração que o trabalho na unidade passa a apresentar. Quanto à qualidade, o ganho se dá pela especialização da equipe e pela verificação sistemática de conformidade dos *kits*.

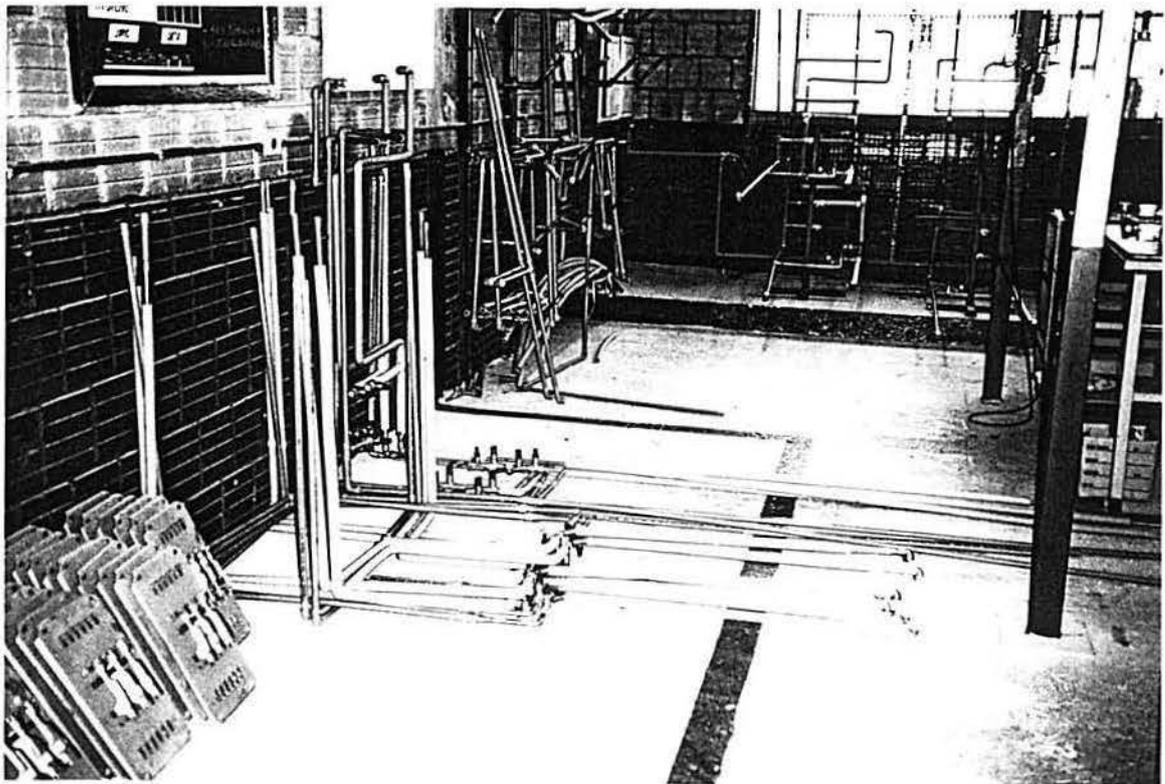


FIGURA 4.13. - Unidade de Produção de *Kits* Elétricos e Hidrosanitários

#### 4.4.3.4. Unidade de Produção de Artefatos de Madeira

Nesta unidade são confeccionados todos os componentes em madeira de acabamento como portas-prontas, rodapés, forros em madeira, revestimentos de pisos em madeira, caixas de persiana e *kits* de engradamento de forros.

Ao contrário do sistema convencional, no qual os componentes em madeira de acabamento são preparados e montados no próprio local de instalação final, no núcleo de componentes estes materiais são imunizados, cortados, lixados, pintados e montados na unidade de produção, restando ao canteiro de obras apenas o serviço de instalação na edificação. Foram desenvolvidos e instalados nesta unidade de produção vários equipamentos como bancadas de serras, bancadas de parafusadeiras elétricas, câmara de pintura, carrinhos de movimentação de materiais, lixadeira rotativa e ferramentaria móvel. Após montados, estes componentes são expedidos para os canteiros de obras sob a forma de jogos paletizados por apartamento - vide figuras 4.14.

Estes materiais e componentes em madeira de acabamento, uma vez que ficarão à mostra, exigem um tratamento bastante diferenciado em relação aos demais materiais, normalmente brutos e que ficam inclusos (escondidos) na estrutura predial. Entretanto, quando no sistema convencional, observou-se que sofrem sérios danos quanto à qualidade por estarem expostos às agressões do canteiro de obras, necessitando, posteriormente, de retrabalhos. No núcleo de componentes, o tratamento adequado à estes materiais é salvaguardado na unidade de produção, que foi dimensionada e projetada de modo a atender às particularidades destes componentes, os quais são transferidos aos canteiros de obras somente no último instante em relação à instalação final. A produtividade medida nesta unidade situa-se na ordem de 0,27 portas-prontas por homem-hora. Já na instalação à edificação, mediu-se um tempo médio de 24 min. porta. Na produção de *kits* de rodapés a madeira é cortada e pintada para um lote de dois pavimentos; em seguida é embalada na forma de *kits* para cada unidade habitacional. Dessa forma, ganha-se no corte e na pintura racionalizada (pela centralização, repetição e uso de equipamentos mais adequados), no aproveitamento de materiais (pela centralização) e no transporte e movimentação, por estar embalado em *kits*, resultando em maior qualidade, produtividade, controle e redução de desperdícios. O desperdício médio de rodapés reduziu de 18% para 7%.

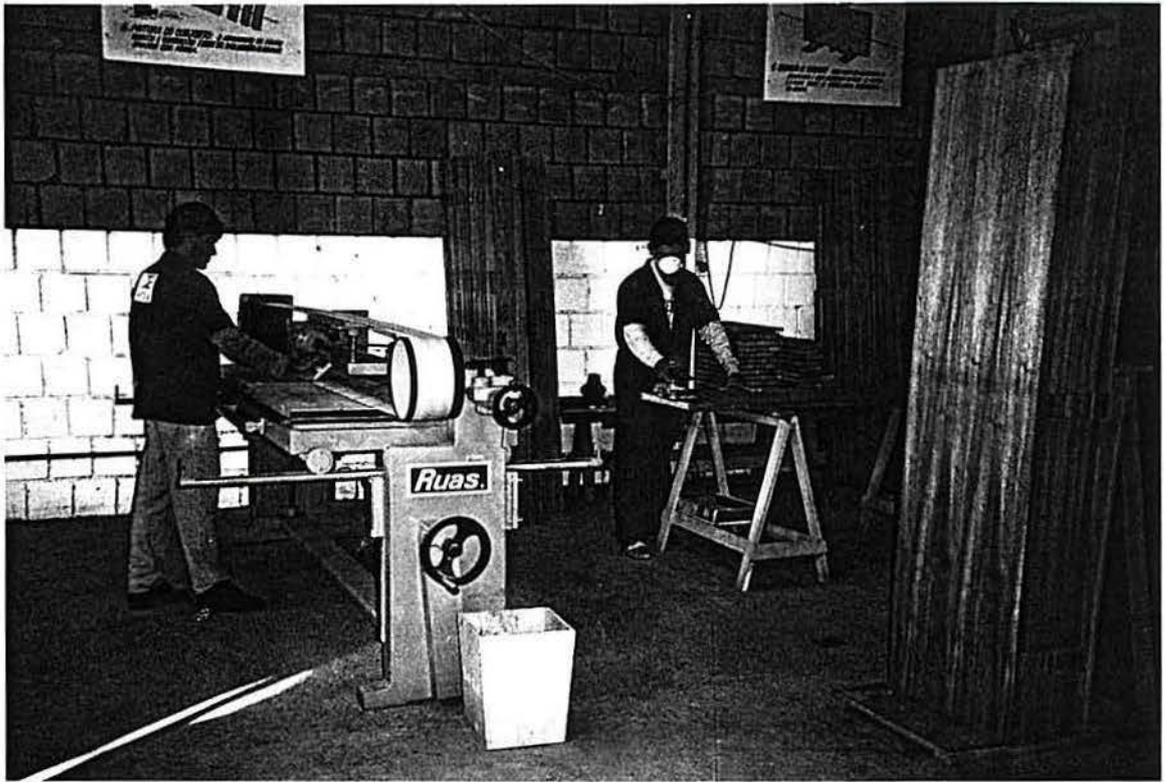


FIGURA 4.14.a. - Unidade de Produção de Art. de Madeira: operações de lixamento.



FIGURA 4.14.b. - Unidade de Produção de Art. de Madeira: operações de montagem.

#### 4.4.3.5. Unidade de Produção de Artefatos de Gesso

Nesta unidade são produzidos todos os componentes necessários à execução dos forros de gesso utilizados nas obras da empresa, como placas de gesso, molduras e alçapões.

A produção ocorre sob um arranjo físico apropriado às necessidades do processo, com o desenvolvimento de equipamentos, como: central de mistura de pastas, mesas e bancadas de fundição e moldagem, estantes de secagem, carrinhos de movimentação de pasta e placas e bancada de serra - vide figuras 4.15. Os componentes após produzidos são expedidos sob a forma de *kits* paletizados, na quantidade e na composição certa para cada unidade habitacional. Esta medida reduziu os esforços e facilitou o transporte e a movimentação interna nos diversos canteiros de obras da regional.

No sistema convencional, de forma geral, estes componentes são produzidos e fornecidos pelas sub-empresas que realizam o serviço de forro de gesso. Entretanto, são concebidos sob circunstâncias muitas vezes precárias, nas chamadas fábricas de fundo-de-quintal, com qualidade não garantida e deficiências no fornecimento, tanto em relação aos prazos como em relação às quantidades a serem fornecidas. Na forma estabelecida pela empresa do estudo de caso, com a constituição desta unidade de produção, é garantido tanto a qualidade do componente no processo, através da verificação sistemática de itens de controle (traço, espessura, planicidade, umidade), como, também, o fornecimento, pois a produção do componente se dá em função de necessidades previamente programadas. A produtividade média de produção de artefatos de gesso foi medida em 8,50 peças/Hh e a produção média mensal em 3140 peças. Outra vantagem obtida está no fornecimento de placas de gesso pré-cortadas, de forma a comporem o forro de gesso sem haver necessidades de recortes nestas placas, quando nos canteiros de obras - vide figura 4.16. Constatou-se, em observações nos canteiros de obras, que esta operação era a maior responsável pelo desperdício de placas de gesso. Este desperdício era decorrente de quebras e sobras de pedaços inaproveitáveis, pois as placas eram serradas de forma precária, sem haver racionalização, procedimentos, instrumentos e ferramentas adequados, como bancadas e serras. Como decorrência, obteve-se um aumento na produtividade média de execução do forro de gesso, que passou de 1,9 m<sup>2</sup>/Hh para 2,30 m<sup>2</sup>/Hh, como, também, reduções no desperdício de material.

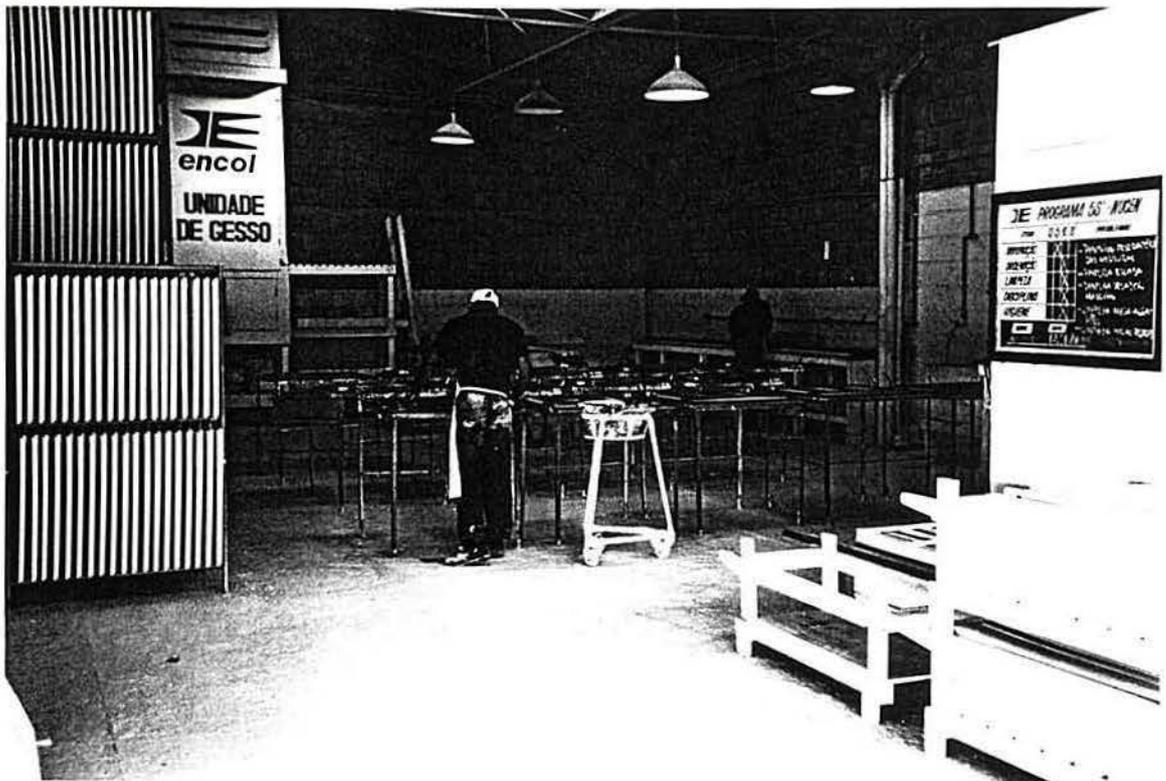


FIGURA 4.15. - Unidade de Produção de Artefatos de Gesso: operações de moldagem.

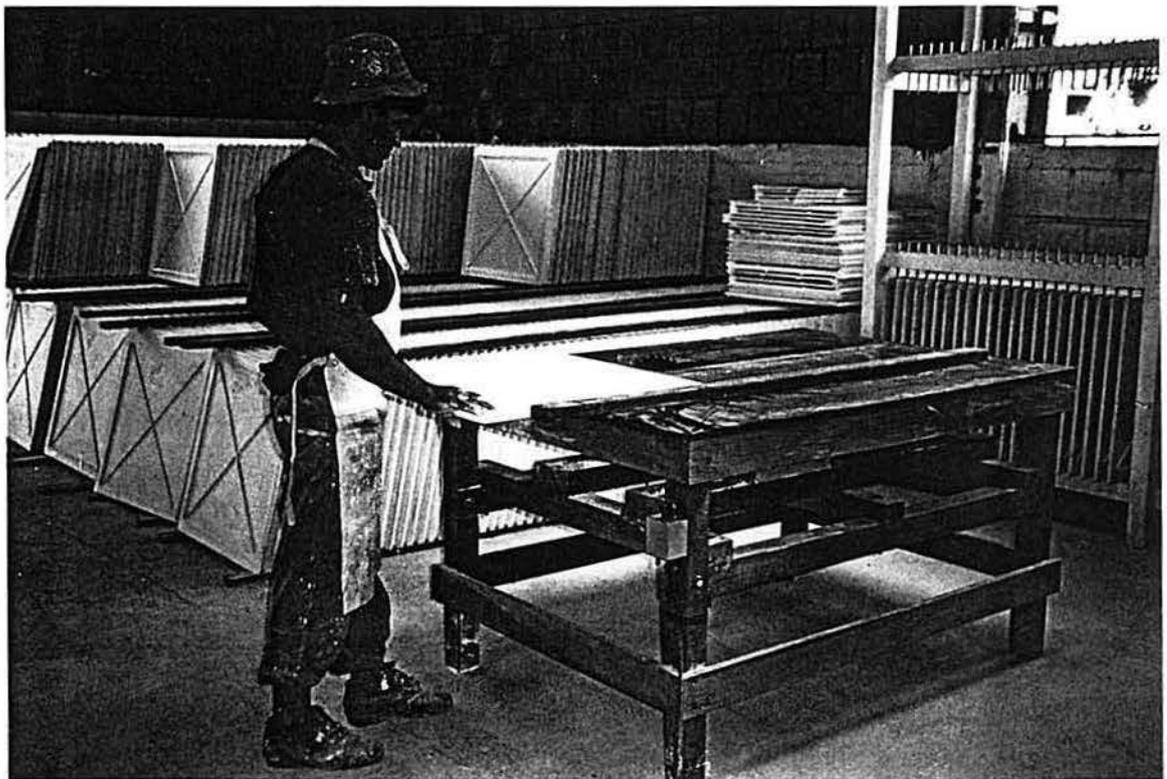


FIGURA 4.16. - Unidade de Produção de Artefatos de Gesso: operações de corte.

#### 4.4.3.6. Unidade de Produção de Artefatos de Concreto

São produzidos nesta unidade todos os componentes leves pre-moldados em concreto como: vergas, contra-vergas, caixas de centro-de-distribuição de instalações elétricas (C'D's), caixas de esgoto moduladas, caixas de incêndio, módulos de *slabs* para passagens de eletrodutos e tubos de instalações hidrosanitárias e placas de tapumes.

O processo consiste na produção e moldagem do concreto sob a forma de componentes a partir de insumos básicos: areia, brita e cimento. Estes componentes são produzidos mediante o uso de equipamentos apropriados às necessidades dos processos, como: misturador de concreto, mesa vibratória e fôrmas metálicas - vide figuras 4.17. Toda a produção fica submetida a um controle de qualidade com a verificação das características dos insumos, do traço utilizado, dos procedimentos e tempo de cura do concreto. A produção média mensal está em 18m<sup>3</sup> com produtividade média de 0,05 m<sup>3</sup> Hh. Após produzidos, estes componentes são expedidos aos canteiros de obras de forma paletizada, organizados em *kits* por pavimento. A operação de carga e descarga é realizada com a utilização de guindastes sobre caminhões e a movimentação, quando no canteiro de obras, por carrinhos paleteiros. Tradicionalmente, estes componentes, ou são concebidos no próprio canteiro de obra, ou são adquiridos de sub-empiteiros.



FIGURA 4.17. - Unidade de Produção de Artefatos de Concreto

#### 4.4.3.7. Unidade de Produção de Artefatos Metálicos

Nesta unidade produz-se vários equipamentos, ferramentas e dispositivos para os processos de outras unidades de produção e para os serviços executados nos canteiros de obras. Cita-se como exemplo: carrinhos de movimentação de materiais, balancins, bancadas, gabaritos, equipamentos de segurança e instrumentos de apoio à produção - vide figura 4.18.

As necessidades de desenvolvimento destes equipamentos em muito decorrem do programa de melhoria de processos, do programa 5S's e dos círculos de participação, estando voltadas à racionalização, à segurança e à qualidade dos processos produtivos. Portanto, os ganhos de produtividade e qualidade representados por esta unidade de produção está na contribuição oferecida às outras unidades e aos canteiros de obras.

Por outro lado, os equipamentos, uma vez produzidos sob um caráter de instrumentos da empresa, são concebidos de forma a durarem e servirem para várias obras. Tradicionalmente, uma parte destes elementos, quando concebidos, são desenvolvidos nos próprios canteiros de obras, com caráter único, provisório e improvisado e muitas vezes decorrentes do aproveitamento de sobras de materiais, resultando em equipamentos precários e perigosos. Como decorrência, aumentam o risco de acidentes de trabalho, os tempos de espera e a fadiga. Cita-se como exemplos, os balancins de madeira, andaimes e cavaletes.

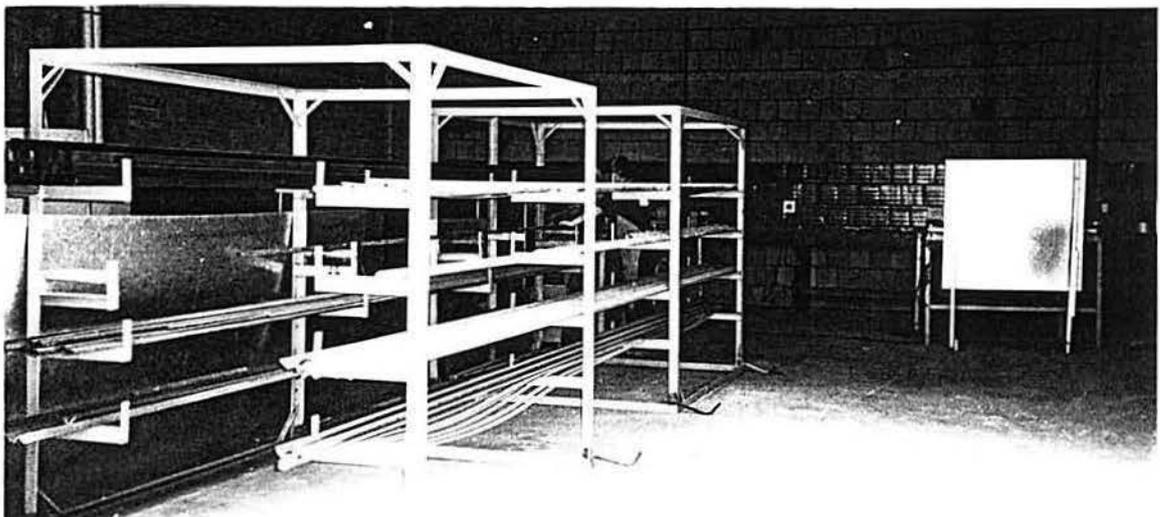


FIGURA 4.18. - Unidade de Produção de Artefatos Metálicos

#### 4.4.3.8. Unidade de Produção de *kits* de Carpete

Nesta unidade são montados os *kits* de carpete para as unidades habitacionais dos empreendimentos da empresa. Assim, os carpetes são armazenados de forma centralizada, cortados e expedidos na forma de *kits* para cada apartamento.

A produção do *kit* ocorre mediante um plano de corte concebido para cada empreendimento e para cada apartamento-tipo diferente. Este plano de corte serve, fundamentalmente, para orientar a operação de corte, levando-se em conta o melhor aproveitamento possível do carpete, de forma a resultar a mínima sobra inaproveitável. Após a operação de corte, as peças são agrupadas na forma de *kits* por apartamento. Para esta unidade foram desenvolvidos os seguintes equipamentos: bancada de corte, com cavalete de suspensão, roletes, réguas e instrumentos de corte - vide figuras 4.19.

As vantagens oferecidas por esta unidade estão na facilidade de transporte, manuseio, corte e aplicação do carpete, resultando em produtividade e qualidade no processo de colocação deste componente. Tradicionalmente, o carpete é fornecido aos canteiros de obras em bobinas de longa metragem e peso, oferecendo grandes dificuldades de transporte, manuseio e corte, quando no local a ser aplicado. Por outro lado, uma vez que é cortado sob um plano de corte, de forma racionalizada, centralizada e repetitiva, o desperdício de material reduziu-se para 6%. Em observações nos canteiros de obras, constatou-se ser este desperdício em torno de 15%, oriundo das seguintes causas: extravios e danos ao material por condições de armazenagem e movimentação inadequadas; cortes errados e mal efetuados, por falta de instrumentos e cuidados adequados; desvios e roubos, por falta de controle e cuidados na armazenagem; falta de planejamento e racionalidade no corte, resultando em sobras inaproveitáveis; e falta de maior aproveitamento das sobras aproveitáveis, devido a dispersão do material.

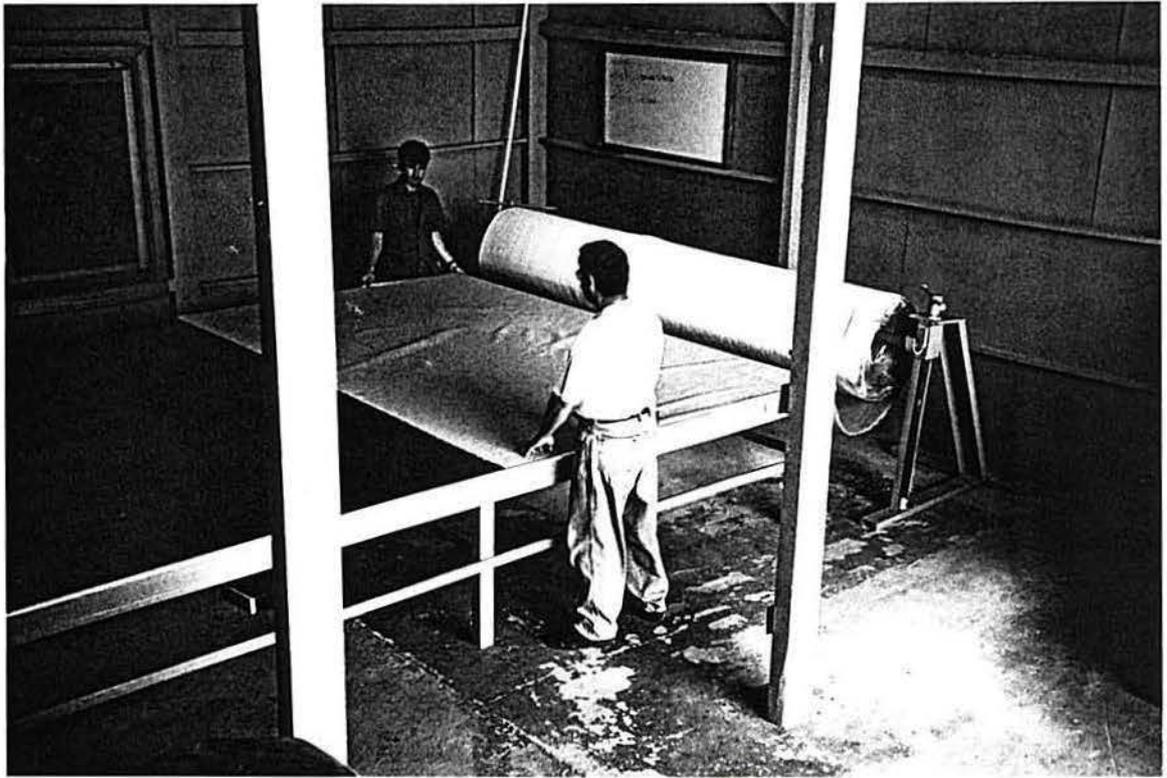


FIGURA 4.19.a. - Unidade de Produção de *Kits* de Carpete: operações de corte.

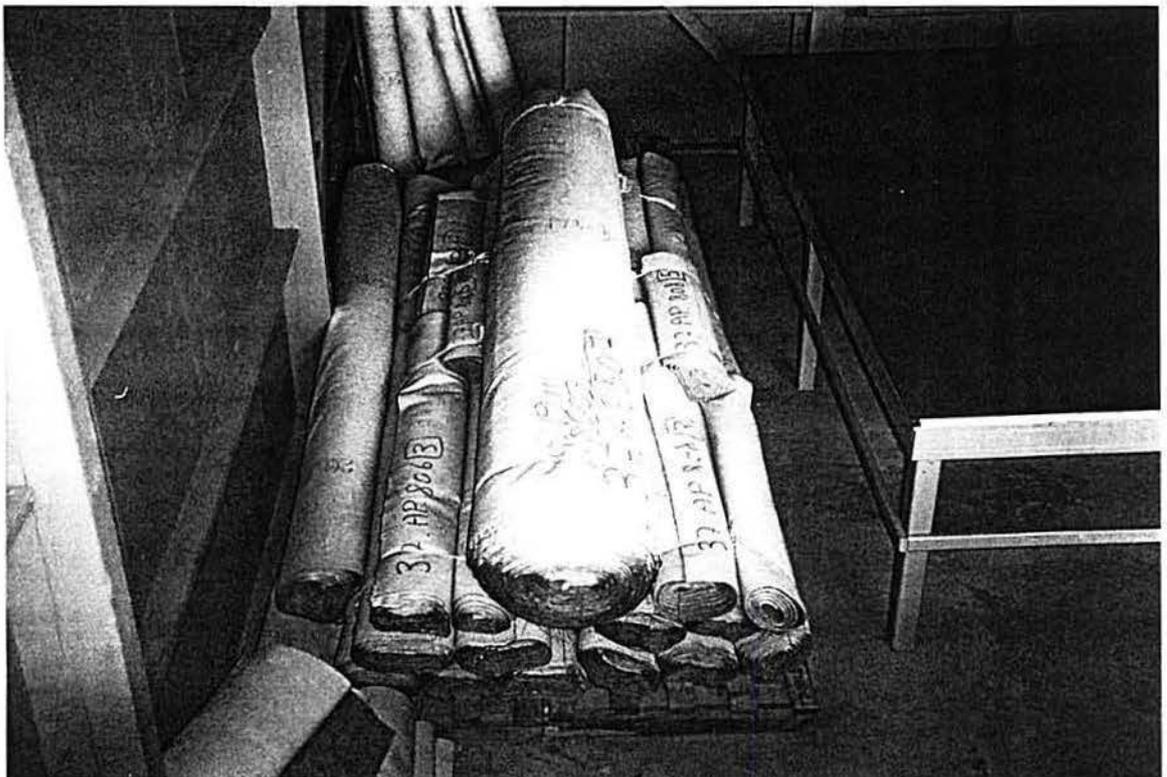


FIGURA 4.19.b. - Unidade de Produção de *Kits* de Carpete: *kits* de carpete.

#### 4.4.3.9. Unidade de Serviços Mecânicos

Nessa unidade de serviços realiza-se a manutenção de máquinas e equipamentos de forma centralizada - vide figura 4.20. A manutenção é realizada em caráter corretivo e preventivo nas seguintes maneiras:

1. Por verificação e conservação periódicas realizadas sistematicamente em todos canteiros de obras, com base em procedimentos padronizados de avaliação (aplicação de *check-list*).

2. Por revisão, ao término de cada etapa do processo de execução da obra, quando o equipamento retorna à unidade de serviços mecânicos.

Estes procedimentos, por sua vez, oferecem as seguintes vantagens:

1. Redução no número de quebras, danos e deficiências operacionais dos equipamentos, os quais provocam atrasos e paradas na sequência dos serviços e geram, conseqüentemente, atrasos nos prazos, ociosidades de mão-de-obra e esperas na produção;

2. Elevação da vida útil do equipamento e redução das despesas de manutenção corretiva;

3. Redução da ociosidade do equipamento: uma vez desocupado numa determinada obra, o qual é rapidamente deslocado para novas frentes de serviços.



FIGURA 4.20. - Unidade de Serviços Mecânicos.

#### 4.4.3.10. Unidade de Abastecimento de Materiais - Almoxarifado Central

Quanto à administração dos materiais, a empresa conta com procedimentos padronizados de recebimento, controle e armazenagem, além de normas técnicas com recomendações específicas de recebimento e armazenagem para determinados materiais. Com a centralização da atividade de armazenagem de materiais no núcleo de componentes várias vantagens foram alcançadas, em comparação com o sistema convencional de armazenagem no canteiro de obras - vide figura 4.21. Dentre estas vantagens destacam-se:

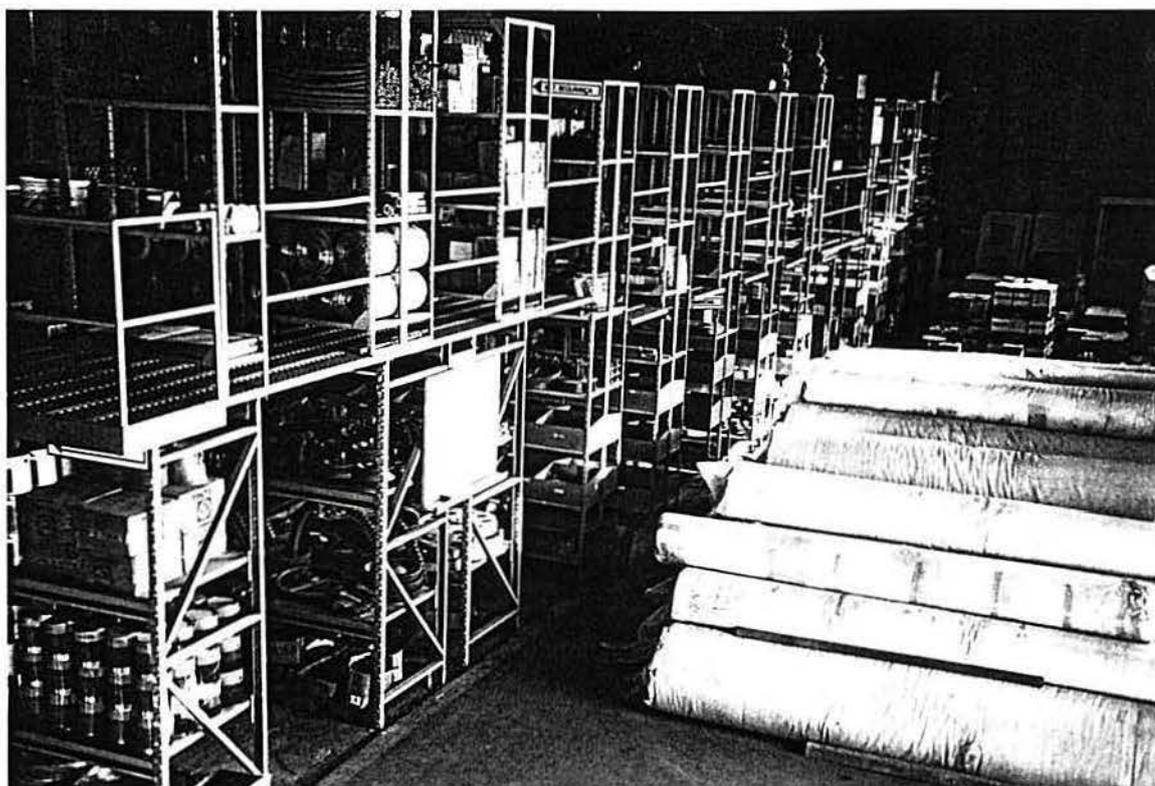
1. A condição permanente das instalações físicas para a armazenagem dos materiais, permitindo um melhor atendimento às necessidades de arranjo físico, segurança, organização, temperatura e umidade destes materiais. Diferentemente, no sistema convencional, sob a condição transitória e provisória dos canteiros de obras, as instalações são improvisadas de forma a atender um caráter temporário;

2. A oportunidade de implementação de procedimentos e equipamentos para a racionalização na movimentação dos materiais. Esta medida permite reduzir o tempo e a quantidade de esforços necessários para a movimentação interna e carga e descarga, bem como reduzir a quebra e danos aos materiais. Neste sentido, foi adotado o processo de paletização para todos os materiais que são transportados do fornecedor ao almoxarifado central e deste aos canteiros de obras. Neste processo de paletização, faz-se uso de carrinhos paleteiros, talhas elétricas e caminhões com guindastes articulados;

3. Equipe com maior especialização e eficiência operacional, por atuar de forma dedicada e permanente, apresentando serviços com mais qualidade, menores custos administrativos e menores perdas e desperdícios de materiais. Diferentemente do sistema convencional onde, em cada canteiro de obras normalmente tem-se uma equipe diferente para a administração dos materiais.

4. Redução do custo financeiro de manutenção dos estoques, decorrente da redução do tempo de armazenagem e da redução do volume de materiais armazenados. Dados da empresa apresentam uma redução de 80% no volume econômico estocado (capital imobilizado) a partir da centralização da armazenagem, considerando-se o mesmo volume

operacional de produção. Ou seja, desde a implantação da unidade de abastecimento de materiais, houve uma redução do estoque médio de materiais de US\$ 2,0 milhões, em 1992, para US\$ 400 mil, em 1994, para a construção de 22 empreendimentos.



**FIGURA 4.21. - Unidade de Abastecimento de Materiais - Almoxarifado Central**

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISE DO CASO EM RELAÇÃO À IMPLANTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

Como visto, o conceito e a organização convencionais da construção de edifícios, como apresentados no capítulo três deste trabalho, constituem-se em verdadeiras barreiras à sua evolução tecnológica e, conseqüentemente, à implementação operacional dos princípios básicos da produção.

Sugere-se assim uma nova organização para a construção de edificações baseada em um novo conceito da construção. Nesse novo conceito, baseado na concepção da produção estabelecida por SHINGO (1996), sugere-se a compreensão da construção como um sistema estruturado em processos e operações de montagem e subprocessos e operações de pré-montagem.

Apresentou-se, assim, como estudo de caso, um sistema de construção de edificações cuja característica principal consiste na centralização da administração de serviços de construção e na centralização da produção de componentes e serviços de apoio.

Posto isto, faz-se neste capítulo uma análise crítica desse sistema frente ao conceito proposto para a organização da construção de edificações, bem como uma análise em relação à implantação dos princípios da organização da produção, suas implicações e resultados sobre as peculiaridades da organização convencional da construção de edificações.

## 5.1. NOVO CONCEITO PARA A CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES E O SISTEMA DE PRODUÇÃO CENTRALIZADA

Analisando-se o sistema organizacional de construção de edifícios da empresa do estudo de caso, verifica-se que a estrutura deste sistema apresenta de forma definida dois subsistemas: um consiste de uma malha constituída pelos processos de montagem (fluxos de componentes), administrado pelo Núcleo de Canteiros de Obras, e pelos serviços de construção (fluxos de trabalhadores), administrado pelas Centrais de Administração de Serviços. O outro subsistema consiste em uma rede constituída pelos processos de produção de componentes (fluxos de materiais) e pelas respectivas operações (fluxos de trabalhadores), administrado pelo Núcleo de Componentes. Além disso, a concepção desse sistema de construção foi fundamentado em princípios básicos que estruturaram sua base organizacional. Esses princípios básicos são:

1. Desenvolvimento da Tecnologia Construtiva Básica, que estabeleceu o *know how* técnico da empresa.
2. Normatização da Produção, que consolidou esse *know how* técnico;
3. Centralização da Administração de Serviços, com especialização administrativa nas etapas do processo;
4. Centralização da Produção de Componentes, com o deslocamento de operações do canteiro de obras para unidades centralizadas.

Assim, no subsistema de montagem de edifícios, os processos e os serviços encontram-se dispostos numa relação ortogonal, no qual o serviço decorre de uma intervenção planejada por parte das equipes de produção no processo construtivo de uma obra em particular. No subsistema de produção de componentes, no núcleo de componentes, as unidades de produção abrigam processos de produção de componentes cujas operações são realizadas por trabalhadores multifuncionais.

Portanto, têm-se, no sentido macro do sistema, mesmo com as considerações salientadas anteriormente, uma forma organizada e constituída dos fluxos de produção, existindo um gerenciamento distinto para os processos de construção (fluxo de componentes) e para os serviços de construção (fluxo de trabalhadores), no subsistema de montagem de edifícios, e uma organização distinta para o subsistema de produção de componentes.

Os fluxos de materiais apresentam-se sob três categorias, conforme a natureza do material e seu grau de industrialização:

1. Materiais que são fornecidos para as unidades de produção do núcleo de componentes e nestas são preparados, pré-montados ou transformados em componentes para aplicação direta na obra, como aço, gesso, madeiras, tubos de pvc e cobre, materiais elétricos, louças sanitárias, materiais metálicos, madeiras de acabamento, carpete, etc. Estes componentes são fornecidos na forma de *kits* para aplicação direta.

2. Materiais que são fornecidos para o almoxarifado central do núcleo de componentes e neste arranjados sob forma de *kits* de serviços, sendo assim expedidos para as obras e alocados, quando nestas, diretamente no local de aplicação. São os materiais que vêm do fornecedor prontos para aplicação final.

3. Materiais que são fornecidos diretamente do fornecedor para o canteiro de obras, como cimento, areia, e tijolo. Basicamente são os materiais principais da etapa de obra bruta.

Por outro lado, a quantidade de materiais que converge para o canteiro de obras foi reduzida significativamente, pois antes tratava-se de materiais a serem pré-montados, agora trata-se, salvo algumas exceções, de componentes prontos para aplicação final, reduzindo-se os problemas relativos a suprimentos, movimentação e armazenagem dos materiais nos canteiros de obras. No subsistema de montagem de edifícios, o processo construtivo de uma determinada obra é administrado pelo engenheiro desta obra, gerenciando e controlando as necessidades de processamento, transporte, inspeção e espera do fluxo de materiais e componentes no canteiro de obras.

Nesse subsistema de montagem de edifícios os fluxos de trabalhadores, ao longo do tempo e espaço, encontram-se sob a administração das centrais de administração de serviços, voltadas exclusivamente a prestação de serviços definidos do processo construtivo. Ou seja, estas equipes são concebidas como móveis e transitórias intervindo nos canteiros de obras conforme as necessidades de serviços no processo construtivo de cada obra. Portanto, o fluxo de trabalhadores encontra-se destacado dos canteiros de obras e do fluxo de materiais, sendo controlado e administrado através de um planejamento integrado de produção e de uma programação específica do serviço a ser executado. O próprio conceito de medida de produtividade praticado foi alterado: passou-se a considerar a produtividade média mensal da equipe de produção (quantidade mensal de serviço produzido / homens-horas da equipe consumidos no mês) ou seja, produtividade referente ao período e não produtividade referente a uma determinada atividade em uma determinada obra. Desta forma fica mensurada toda e qualquer folga existente no período considerado, estimulando a redução destas folgas na ocupação da mão-de-obra e o aumento da efetividade.

## 5.2. APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E REDUÇÃO DAS PECULIARIDADES DA ORGANIZAÇÃO CONVENCIONAL DA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES

### 5.2.1. Centralização da Produção e Redução da Produção em Canteiro de Obras

Os problemas da construção relacionados aos canteiros de obras foram reduzidos pelo próprio fato de ter havido o deslocamento de várias operações desses canteiros para unidades centrais de produção, no núcleo de componentes.

Pelo fato do núcleo de componentes apresentar um ambiente organizacional com caráter definido, permanente e concentrado, diferente do caráter provisório, temporário e disperso dos canteiros de obra tradicionais, possibilitou o desenvolvimento de condições que pudessem atender de forma satisfatória as necessidades dos elementos produtivos, bem como melhorias e investimentos no desenvolvimento dos processos, das instalações e da própria capacitação e treinamento do efetivo de mão-de-obra. Desta forma, os processos deslocados dos canteiros de obras foram concentrados e organizados em unidades próprias, com o arranjo físico, equipamentos e outros recursos correspondentes às exigências de cada processo em particular, em condições semelhantes à organização fabril repetitiva. As condições e ambientes de trabalho, as instalações sanitárias, de refeições e de produção no que tange à higiene, limpeza, organização e arranjo físico são, portanto, significativamente melhores do que as apresentadas nos canteiros de obras.

Por outro lado, nesses processos centralizados, passa a existir o posto fixo de trabalho, facilitando a supervisão, análise e controle do trabalho. Essa condição possibilita, entre outras vantagens, a mecanização e a racionalização de procedimentos com base nos estudos de tempos e movimentos e princípios de ergonomia. Porém, cabe salientar que o posto fixo não implica em operador fixo no posto de trabalho. No caso apresentado, praticamente todos os trabalhadores de uma determinada unidade de produção atuam em diversas operações do processo desta unidade, estabelecendo-se uma condição bastante flexível. Sob a orientação do líder de equipe, os trabalhadores passam de um posto de trabalho para outro conforme as necessidades da produção. Além disso, conforme já

relatado. muitos trabalhadores são multifuncionais, atuando em mais de uma unidade de produção, sob processos distintos.

Em relação aos acidentes de trabalho houve impactos positivos, pois como o trabalho é desenvolvido em ambientes fechados, protegidos das intempéries, estáveis e organizados com as exigências de segurança atendidas, a ocorrência de acidentes de trabalho reduziu-se de forma significativa. Por outro lado, a organização e o planejamento dos canteiros de obras tornaram-se mais facilitados em função do deslocamento das atividades de preparação de materiais e componentes para o núcleo de componentes. Essas atividades são as que mais requerem a montagem de instalações provisórias, bancadas, equipamentos, etc. no canteiro de obras, pois envolvem operações mais complexas como usinagem, conformação, tratamento, pré-montagem, requerendo máquinas e equipamentos maiores, mais pesados e mais sofisticados.

### **5.2.2. Divisão do Trabalho e Rompimento da Estrutura de Ofícios**

Com a estruturação das Centrais de Administração de Serviços houve uma especialização administrativa por etapas definidas e uma especialização operacional por serviços do processo construtivo. A ênfase de cada Central de Administração de Serviço está na prestação dos serviços de uma determinada etapa do processo construtivo, com especialização e repetitividade, resultando no aprimoramento da tecnologia básica e operacional destes serviços. Pode-se dizer, portanto, que houve uma divisão do trabalho a nível administrativo, tendo na especialização e desenvolvimento do processo uma decorrência natural da lógica deste princípio.

Por outro lado, as operações de preparação de materiais e produção de componentes, ao serem transferidas para o núcleo de componentes, pela própria decorrência da maior especialização, foram simplificadas, mecanizadas e melhoradas significativamente quanto à sua eficiência operacional. Entretanto, apesar dos serviços desenvolvidos nos canteiros de obras pelas equipes de trabalhadores limitarem-se, praticamente, somente à operação de montagem, permanece nesse subsistema a tradicional estrutura de ofícios. Ou seja, a estrutura ainda está organizada por atividades, apesar destas já terem sido desdobradas

(rompidas em operações de preparação de materiais e produção de componentes e operações de montagem). Porém, dado o grau de simplificação dos serviços desenvolvidos nos canteiros de obras, existem oportunidades para a evolução para uma estrutura baseada no processo de montagem, convertendo-se as equipes especializadas por serviços em equipes especializadas por etapas do processo construtivo, de acordo com o princípio da organização celular da produção.

### 5.2.3. Mecanização do Trabalho e Redução da Atividade Manual

Com a centralização das operações de preparação de materiais e produção de componentes, houve uma maior facilidade na introdução de máquinas, equipamentos, ferramentas, bancadas, etc., substituindo-se o esforço humano pelo esforço mecânico. Desta forma, o grau de mecanização foi elevado, principalmente pelas seguintes razões:

1. Ambiente de produção: apresenta-se com caráter definido, permanente e concentrado, permitindo o investimento em máquinas e equipamentos;

2. Posto de trabalho: apresenta-se com caráter definido e estável, facilitando a introdução de máquinas e equipamentos;

3. Produto: os produtos passam a ser os componentes, apresentando uma relação dimensional favorável à mecanização;

4. Organização do trabalho: houve uma divisão do trabalho, primeiro separando-se a operação de montagem da edificação das atividades de produção de componentes e após subdividindo-se estas nas unidades de produção em operações elementares, o que permitiu a simplificação e a mecanização dessas operações.

5. Gerência do trabalho: todos os processos e operações foram analisados sob o princípio do estudo de tempos e movimentos permitindo melhorias através da concepção e introdução de ferramentas, dispositivos, gabaritos e máquinas nas operações principais, de preparação e folgas.

#### 5.2.4. Administração Científica do Trabalho e Redução da Autonomia Operária

A prática da autonomia operária na construção civil apresenta-se por dois aspectos: a auto-concepção do procedimento de execução e do procedimento operacional e a auto-regulação do ritmo de trabalho. O primeiro diz respeito à tecnologia básica, que é decorrente do “saber fazer” dos trabalhadores e não da empresa e o segundo à tecnologia operacional, que se dá pelo próprio trabalhador.

No caso apresentado, os métodos de execução dos serviços, tanto nos canteiros de obras, pelas equipes de serviços, como no núcleo de componentes, decorrem de prescrições previamente elaboradas e padronizadas e não dos conhecimentos trazidos pelos trabalhadores. Desta forma, esses métodos prescritos passam a constituir a tecnologia construtiva básica da empresa, o seu *know how* técnico, sendo, naturalmente, melhor dominados pela administração. Reduziu-se, portanto, as dificuldades de definições dos procedimentos de execução, bem como as dificuldades de treinamento e formação dos trabalhadores.

Quanto aos procedimentos operacionais, na consolidação do núcleo de componentes, houve forte participação e domínio da administração na organização da produção, com o desenvolvimento e a definição dos processos e das operações. Nessa experiência observou-se que a participação da administração no desenvolvimento e melhoria dos processos possui uma grande importância. Assim como TAYLOR (1966) já expressava na formulação de seus princípios, comprovou-se existirem várias limitações por parte dos trabalhadores em relação à concepção de uma organização racionalizada para a produção. Essas limitações decorrem do fato dos trabalhadores possuírem a cultura e os vícios da forma tradicional e empírica do trabalho nos canteiros de obras e por apresentarem o hábito e o costume de compreenderem apenas a atividade operacional, existindo dificuldades de abstração e compreensão sistêmica da produção. Contudo, no que tange ao desenvolvimento e melhorias nas operações houve uma forte participação e envolvimento dos trabalhadores, tendo sido esta participação, mais tarde, formalizada e instrumentada através da implementação de programas participativos, como o programa 5S's e círculos de controle de qualidade.

Esse desenvolvimento dos procedimentos operacionais baseou-se no registro e análise de todos os processos e operações, com base no levantamento e estudo de tempos e movimentos destas operações. Utilizou-se várias ferramentas e técnicas próprias deste estudo, como fluxogramas, mapofluxogramas, diagramas homem-máquinas e filmagens operacionais. Através da aplicação desses princípios e instrumentos da administração científica, substituiu-se, em parte, no âmbito do núcleo de componentes, os métodos empíricos pelos científicos. Desta forma, várias melhorias foram realizadas nos processos, como melhorias na movimentação dos materiais, através do arranjo físico, melhorias no processamento através dos planos de produção; e também nas operações, como melhorias no posto de trabalho, desenvolvimento de equipamentos, e melhorias no ambiente e condições de trabalho.

Quanto à determinação de tempos-padrão, não se estabeleceu para operações isoladas, apesar de ter-se levantado e analisado desta forma para as melhorias dos processos e operações. Entretanto, determinou-se o padrão de eficiência para todos os processos de uma determinada unidade de produção. Ou seja, não se estabeleceu controles de produtividade focalizados nas operações e sim, levando-se em conta os aspectos negativos deste procedimento, estabeleceu-se controles de produtividade envolvendo o processo global de uma determinada unidade. Desta forma, a sistematização da tarefa para fins remuneratórios ocorreu de forma coletiva, transparente e não individual, contando-se com uma forte participação do trabalhador no controle do ritmo de trabalho.

Assim, este aspecto da auto-regulação do procedimento operacional e do ritmo de trabalho não foi, de todo, afastado na nova condição de trabalho apresentada pelo núcleo de componentes. A auto-regulação do ritmo de trabalho foi mantida sob a coordenação de um líder de equipe e, fundamentalmente, formalizada e instrumentada pelo sistema de tarefa coletiva. Esta condição permite às unidades de produção uma maior flexibilidade da equipe e maior auto-controle, disciplina e responsabilidade de cada trabalhador, reduzindo a necessidade da supervisão por encarregados de ofícios. Em relação ao envolvimento do trabalhador nas melhorias da produção, aproveitou-se em muito, através dos programas participativos, a capacidade de participação e a criatividade que está por trás da autonomia operária, apesar das limitações anteriormente apresentadas.

### 5.2.5. Produção no Tempo Exato (*Just-in-Time*)

A produção *Just-in-Time* significa que cada processo deve receber o suprimento de materiais e componentes exatamente no tempo, nos itens e na quantidade requerida, sendo operacionalizada por um sistema de “puxar” a produção ao longo do processo, evitando a formação de estoques intermediários - (SHINGO,1981).

O sistema de “puxar” a produção ao longo do processo diz respeito aos sistemas de natureza repetitiva e a produção realizada por lotes determinados pela demanda. No caso da construção de edificações, o seu sistema é de natureza única (apesar de suas partes serem repetitivas) e a produção previamente determinada pelo cronograma de execução da obra, estabelecendo-se, antecipadamente, a quantidade e a data da execução dos serviços e da produção dos componentes integrantes. O estoque, no caso da construção, decorre tanto de compras antecipadas de materiais e produção antecipada de componentes - estoque dos subprocessos ortogonais, como da realização antecipada de serviços, frente à sua real necessidade, antecipando-se no tempo o cumprimento de etapas da obra - estoque do processo principal. Ou seja, a etapa antecipada da obra nada mais é do que materiais e componentes agregados de trabalho e convertidos em partes do produto final, sem representarem valor no momento.

Com a constituição do núcleo de componentes, este princípio, no que se refere aos subprocessos ortogonais e sua relação com o processo principal, pôde ser aproveitado, fornecendo-se os componentes no último instante possível para a execução de etapas da obra. Assim, as datas de fornecimento de componentes são determinadas a partir das datas de execução das etapas, evitando-se a formação de estoques nessas. O atendimento a este princípio ocorre da seguinte forma:

1. Os materiais que requerem transformação prévia, são preparados e pré-montados nas unidades de produção do núcleo de componentes, sob fluxo controlado e racionalizado. Como a esses componentes, quando no canteiro de obras, só resta a operação de instalação à estrutura da edificação, o seu ingresso no canteiro pode ocorrer no último instante. Desta forma, o fornecimento de componentes pode se dar no prazo e quantidade os mais justos possíveis, evitando-se a formação de estoques nos canteiros de obras. Entretanto, tanto o

prazo quanto a quantidade tornam-se mais reduzidos a medida que aumenta-se a estabilidade e a confiabilidade das operações de montagem nos canteiros de obras. Assim, este prazo e a quantidade vão se ajustando a medida que se melhora estes processos, variando muito de componente para componente.

2. Os demais materiais são previamente concentrados no almoxarifado central, onde são arranjados em *kits* de serviços e expedidos às obras nas quantidades, itens e tempo requeridos. Desta forma, há uma maior equalização na distribuição dos materiais às obras, maior controle, redução de desperdícios, quebras e desvios, etc. Logicamente as quantidades de alguns materiais que compõem os *kits* encontram-se, ainda, acima das quantidades estabelecidas em projeto. Isto se dá por duas razões: para compensar a quantidade prevista de material que vai ser perdida e/ou desperdiçada ao longo do processo; por não haver certeza a respeito dos consumos unitários reais de alguns materiais, o que será verificado ao longo do tempo.

3. Além disso, a maior agilidade na expedição e transporte de materiais e componentes pelo processo de paletização e mecanização das operações de movimentação, carga e descarga, resulta em redução no tempo de atendimento.

Portanto, na relação interna do almoxarifado central e unidades de produção do núcleo de componentes com os canteiros de obras, o suprimento de materiais e componentes ocorre no tempo, nos itens e na quantidade requeridas. O abastecimento por fornecedores externos também se dá mediante programação prévia de materiais, não ocasionando grandes estoques no processo.

Por fim, no que se refere ao processo principal - realização das etapas da construção em si - pode-se dizer que não há o atendimento ao princípio *just-in-time*, pois essas etapas são realizadas antes de sua real necessidade frente às condições técnicas do sistema construtivo da empresa, ocasionando estoques no processo principal por etapas concluídas antecipadamente. Ou seja, a obra fica numa condição de espera, sem haver processamento, inspeção ou transporte. Essa condição ocorre por uma pré-determinação da empresa em estabelecer um *lead-time* de construção de trinta e seis meses - período ajustado em função da viabilidade de auto-financiamento para a construção imobiliária.

### 5.2.6. Controle de Qualidade no Processo

O fato do sistema de construção da empresa do estudo de caso ser constituído por unidades administrativas autônomas - centrais de administração de serviços, núcleo de componentes e núcleo de empreendimentos, integradas através de um modelo matricial, onde apresentam relações objetivas de cliente-fornecedor internos, facilita e promove o controle da qualidade no processo. Dessa forma:

1. Os materiais que são fornecidos para o almoxarifado central são submetidos ao controle de recepção por uma equipe especializada, sendo posteriormente expedidos aos canteiros de obras, preparados sob a forma de *kits*.

2. Os componentes que são produzidos nas unidades de produção do núcleo de componentes são testados e verificados em relação a determinados itens de verificação previamente estipulados, para após serem enviados aos canteiros de obras. No âmbito de algumas unidades de produção esta verificação corresponde a um controle ao longo do processo, realizada a cada operação definida.

3. Os serviços que são realizados pelas equipes de produção, ao seu término, são verificados em relação a itens de verificação, determinados conforme as características de cada serviço. Esta verificação aprovará ou não o serviço executado, para, conseqüentemente, haver o repasse do custo da equipe prestadora do serviço para a obra-cliente que recebeu este serviço. Entretanto, esta verificação, apesar de ser instrumentada e haver itens de verificação para todos os serviços executados no canteiro, não ocorre de forma rígida, variando de equipe para equipe. Esta situação ocorre em função de deficiências na consolidação da sistemática na empresa, decorrentes, principalmente, de falhas no treinamento de pessoal.

### 5.2.7. Multifunção

As unidades de produção do núcleo de componentes apesar de apresentarem um caráter estável e contínuo, necessitam da adaptação constante do efetivo às variações no nível de produção. Assim, o princípio da multifunção foi implementado para atender esta

necessidade, redundando em redução no efetivo total médio e na rotatividade de pessoal, em aumento na motivação dos trabalhadores e, naturalmente, em aumento na flexibilidade no processo.

Com a estruturação do núcleo de componentes e a transferência das operações de preparação de materiais, pré-montagens e produção de componentes para este, houve uma simplificação nas atividades desenvolvidas pelas equipes de produção nos canteiros de obras, reduzindo-se, em geral, às operações de montagem. Dessa forma, essa simplificação vem a possibilitar a aglutinação das operações de montagem pertencentes a uma mesma etapa do processo construtivo, as quais são, tradicionalmente, executadas por equipes de ofícios diferentes. Por exemplo, na etapa de estrutura, as operações de montagem de fôrmas, assentamento da armadura, assentamento de eletrodutos e concretagem podem ser realizadas por uma única equipe. Ou seja, a central responsável pela etapa de estruturas pode reduzir suas equipes a uma só: em vez de possuir equipes de carpinteiros, armadores, eletricitas (equipe de instalações) e pedreiros, passa a ter uma única equipe de profissionais polivalentes. Nos serviços de alvenaria, a operação de embutimento de *kits* hidrosanitários e elétricos pode ser realizada pelo mesmo pedreiro que executou a parede, ou seja, um pedreiro polivalente. Da mesma forma, as operações de instalação de portas-prontas, caixas de persianas e rodapés não necessariamente precisam de um marceneiro, podendo ser realizadas por um montador polivalente. Experiências piloto neste sentido têm sido desenvolvidas pela empresa do estudo de caso.

#### **5.2.8. Melhoria Contínua com Envolvimento de Trabalhadores**

O maior envolvimento do trabalhador tornou-se possível, fundamentalmente, pela maior fixação deste na empresa. Esta condição passou a ser diferencial no estabelecimento de uma gestão de caráter participativo e foi proporcionada pelo caráter mais estável e baixo índice de rotatividade, resultantes da centralização da produção e da multifunção do efetivo de mão-de-obra. Entretanto, ressalta-se que também foram fundamentais o desenvolvimento comportamental e a reorganização da estrutura funcional do núcleo.

O gerenciamento da melhoria contínua, em parte, foi implementado no núcleo de componentes com participação do nível operacional nas sugestões para melhorias na produção. Porém, este envolvimento só ocorreu após um programa de treinamento conceitual e comportamental. Canais de comunicação foram abertos através da introdução de caixas de sugestões, redução de níveis hierárquicos e envolvimento participativo em círculos de participação. Várias idéias e inovações foram concebidas e aplicadas com o envolvimento de trabalhadores no processo. Os maiores resultados deram-se na sugestão e concepção de equipamentos para as operações de processamento e para as operações de movimentação e de carga e descarga de materiais.

Programas participativos voltados para a organização e limpeza do ambiente de trabalho também foram implementados, apresentando uma grande aceitação no nível operacional e envolvimento participativo. Por fim, observou-se que a autonomia operária, característica do setor, apresenta-se como um aspecto positivo ao envolvimento, criatividade e capacidade de participação do trabalhador. Entretanto, a estrutura hierárquica e a supervisão excessiva contribuem negativamente.

#### 5.2.9. Redução do Grau de Variabilidade da Produção

Um dos elementos que mais contribuíram para a redução do grau de variabilidade foi a padronização dos processos de produção. A padronização foi um aspecto básico e fundamental na consolidação do sistema de produção centralizada desenvolvido pela empresa do caso estudado, estando presente em várias etapas do seu desenvolvimento tecnológico e organizacional.

No programa de Normatização dos Procedimentos de Execução de Serviços da Construção foram padronizados vários processos de produção em uso na empresa, envolvendo projeto, materiais, métodos de execução e controle de serviços. Essa padronização dos processos de produção foi uma etapa fundamental para a constituição das centrais de administração de serviços, facilitando o treinamento e a formação dos trabalhadores, bem como uma certa intercambiabilidade entre as equipes.

Para a constituição do núcleo de componentes e suas unidades de produção, tornou-se necessária a padronização dos componentes da edificação, reduzindo-se a variedade de materiais, formatos e dimensões destes produtos. Desta forma vários componentes e materiais foram padronizados e simplificados, entre os quais: aberturas de janelas, kits hidrosanitários, jogos de fôrmas (dimensões de pilares e vigas), bitolas de aço, portas-prontas, artefatos de gesso, e artefatos de concreto. Essa padronização facilitou e permitiu a intercambiabilidade, a montagem rápida e a eliminação de tempos improdutivos decorrentes de ajustes.

Além da padronização dos métodos de execução dos serviços e dos componentes da edificação, outros aspectos influenciaram a redução da variabilidade do processo construtivo. Em relação ao núcleo de componentes cita-se::

1. Produção sob caráter permanente, concentrado, estável e repetitivo;
2. Posto de trabalho definido;
3. Arranjo físico estabelecido, métodos e ritmos de trabalho controlados;
4. Planejamento, programação e controle da produção semelhantes à indústria fabril;
5. Baixa rotatividade da mão-de-obra.

A rotatividade de pessoal foi amenizada pelo fato do coletivo operário pertencer às Centrais de Administração de Serviços e ao Núcleo de Componentes, que prestam serviços para todas as obras da filial, com um caráter contínuo e regular. Portanto, independentemente do início ou término de etapas de uma obra em particular, o caráter temporário e oscilante do efetivo operário, característico do sistema convencional, foi reduzido, amenizando-se, conseqüentemente, a rotatividade de pessoal. Esta rotatividade, que tradicionalmente oscila em torno de 20% ao mês (GRANDI, 1979), reduziu-se para, em média, 4% ao mês, na empresa do estudo de caso<sup>7</sup>. Portanto, há uma maior fixação e permanência do trabalhador na empresa.

---

<sup>7</sup> Fonte: documentos internos da empresa.

### 5.2.10. Redução do Grau de Perdas

Com a constituição das centrais de administração de serviços e do núcleo de componentes, os desperdícios de materiais, a ociosidade da mão de obra, o retrabalho e outras perdas inerentes ao processo construtivo convencional foram reduzidos de forma significativa.

Os desperdícios de materiais foram minimizados, pois os processos são melhor estabelecidos, controlados e racionalizados no núcleo de componentes. Assim, materiais como madeira para fôrmas, chapas de compensado, aço, madeiras de acabamentos (portas, guarnições e rodapés), gesso, tubos e conexões de pvc e cobre, fios e cabos elétricos e carpete possuem seu fluxo racionalizado. Os demais materiais que não requerem operações de processamento prévio para prepará-los, pré-montá-los ou transformá-los em componentes, são melhor administrados pelas condições apresentadas no almoxarifado central e pelo procedimento de expedição por *kits*, evitando-se desperdícios por roubos, desvios, quebras, perdas ou mal uso. Outrossim, pelo fornecimento sob a forma de componentes pré-processados, o volume de materiais presente nos canteiros de obras reduziu-se: onde antes fornecia-se, por exemplo, parafusos, fechaduras, dobradiças, folha de porta, marcos, guarnições, hoje fornece-se apenas o componente porta-pronta no momento exato para a montagem.

Em relação às perdas nas operações do núcleo de componentes, houve também uma redução significativa. Evidentemente, a produtividade da mão-de-obra na realização das operações no núcleo de componentes é significativamente maior quando comparada à realização nos canteiros de obras tradicionais. A redução destas perdas ocorre, principalmente, pelas seguintes melhorias nas operações principais, de preparação e folgas: maior controle e domínio gerencial do processo; análise e melhoria dos procedimentos operacionais e do ambiente de trabalho; uso de planos de produção voltados à otimização no aproveitamento de recursos; repetitividade operacional; uso de máquinas, equipamentos, gabaritos e outros instrumentos mais desenvolvidos e adaptados às necessidades das operações e do processo; maior envolvimento e participação do trabalhador no controle da produção, na melhoria contínua e na multifunção; maior motivação do trabalhador; maior definição, racionalização, padronização e desenvolvimento das operações.

Fazendo-se uma análise mais geral, ressalta-se que a filial em questão atingiu entre os meses de outubro de 1994 e julho de 1995 a maior produtividade global, entre todas as filiais da empresa, em âmbito nacional, atingindo a média de 24,4 Hh/m<sup>2</sup>. Este indicador de produtividade é utilizado pela empresa para controlar e avaliar o desempenho operacional de suas filiais. Para análises mais específicas encontra-se uma certa dificuldade para comparações pelo fato de não haver, de forma geral, levantamentos de indicadores de produtividade e qualidade na produção específica de componentes e execução de serviços de montagem. Porém, os indicadores que foram passíveis de comparação encontram-se comentados na apresentação das unidades de produção e de serviços de apoio, no item 4.4.3. deste trabalho.

### 5.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa experiência de deslocamento de processos dos canteiros de obras, conforme desenvolvida e implementada pela empresa do estudo de caso, apresentou certas limitações na estratégia de administração centralizada. Essas limitações concentram-se basicamente na dificuldade de suporte administrativo especializado às necessidades de desenvolvimento tecnológico de cada processo centralizado. Por outro lado, se essas unidades de produção fossem empresas especializadas autônomas, a velocidade de desenvolvimento tecnológico, indubitavelmente, seria maior, tanto pela administração especializada como, também, pela maior abrangência de mercado e experimentação em diferentes soluções e projetos de construção. Assim, vê-se como uma progressão da estrutura organizacional do sistema de construção da empresa do estudo de caso, a terceirização das unidades de produção, transformando-se cada uma destas unidades em empresas especializadas por componentes de mesma natureza. Desse modo, reconhece-se como mais vantajosa, pela especialização, a alternativa de contratação de empresas idôneas tecnologicamente, que possam garantir serviços de custo mais baixo e qualidade superior, oferecendo, também, flexibilidade operacional ao contratante. Portanto, vê-se esta estratégia de centralização pela própria construtora, conforme desenvolvida pela empresa do estudo de caso, como uma estratégia meio e não fim.

Por outro lado, a indústria de transformação tem sido um ponto de referência para a construção por muitas décadas. Pode-se dizer que a indústria da construção de edificações apresenta uma estrutura básica semelhante à indústria de montagem, como, por exemplo, a indústria automobilística: uma variedade de materiais e componentes significativamente maior do que a variedade de produtos finais, os quais são resultantes da aglutinação daqueles materiais e componentes. Com base nesta comparação, pode-se conjecturar que a tendência da organização da indústria da construção de edificações possa ser orientada para a mesma direção da indústria de montagem. Ou seja, em um extremo da cadeia produtiva tem-se um grande número de empresas fornecedoras de materiais e componentes, atuando, sob a forma de parcerias, com alta especialização e desenvolvimento tecnológico. Em outro extremo, empresas aglutinadoras, especializadas na montagem de produtos finais para o mercado. Seguindo esta mesma lógica, as construtoras podem ser concebidas, também, como montadoras de produtos finais para o mercado, ou seja, as edificações.

Entretanto, esta comparação apresenta uma diferença em relação ao porte e poder das empresas participantes do setor industrial. Observa-se que, diferentemente da indústria automobilística, a relação de poder na cadeia produtiva da construção é inversa, ou seja: a empresa montadora automobilística exerce um maior domínio sobre seus fornecedores por possuir um maior poder em função da demanda concentrada. Na indústria da construção, os fornecedores por serem mais concentrados e oligopolizados detêm este maior poder. Assim, enquanto no setor automobilístico existe, por um lado, um grande número de empresas fornecedoras de pequeno e médio porte e, por outro lado, um pequeno número de empresas montadoras de grande porte, na indústria da construção de edificações ocorre o contrário: têm-se de um lado, um pequeno número de empresas fornecedoras de componentes de grande porte e, pelo outro lado, um grande número de empresas construtoras demandantes de pequeno porte. Assim, na indústria automobilística, o setor é concentrado no montador final, sendo que o desenvolvimento, tanto organizacional quanto tecnológico, se dá do cliente (montador) para os fornecedores. Já na indústria da construção de edificações, o setor é concentrado no fornecimento de materiais, como cimento, alumínio, pvc, louças, e aço, ocorrendo, normalmente, avanços tecnológicos do fornecedor para o construtor. Naturalmente, este avanço tecnológico se dá sob limitações, pois não surge como uma necessidade exigida, do cliente para o fornecedor, e sim, como uma oportunidade constatada, do fornecedor para o cliente. O avanço organizacional praticamente não ocorre.

A separação dos processos secundários em relação ao processo principal está presente na evolução histórica do setor industrial, principalmente nas indústrias de montagem. Assim como as montadoras de automóveis, hoje, não mais se envolvem com a tecnologia de montagem de componentes como faróis, bancos, suspensão, freios, etc, na construção também pode-se conjecturar evolução semelhante, de forma a não mais envolver-se as complexidades dos processos secundários de confecção de componentes, como armação, fôrmas, artefatos de madeira e outros, possibilitando-se o desenvolvimento tecnológico destes e a simplificação do processo construtivo.

Nesse sentido, identifica-se, nos últimos anos, uma tendência no setor da construção de edificações configurada pela transferência de processos tradicionalmente desenvolvidos nos canteiros de obras. Esta transferência tem sido realizada para centrais de produção

implantadas pelas próprias construtoras; para empresas especializadas em determinados processos do sistema construtivo; e, ainda, para o setor produtor e fornecedor de materiais através da apresentação de novos materiais e componentes da construção com maior valor agregado. Em relação ao primeiro caso, a instalação de centrais de produção ou núcleos de produção vem ocorrendo, como na empresa do estudo de caso, em outras empresas construtoras que têm adotado a mesma estratégia. Assim como, no período recente, surgiram no mercado firmas especializadas em determinados processos do sistema construtivo, como fabricação de fôrmas e confecção de armaduras de aço. Estas firmas, a partir de projeto fornecido pela construtora cliente, executam, respectivamente, o corte de madeiras e a confecção de painéis para fôrmas e o corte, a dobra e a armação do aço. Da mesma forma, empresas de instalações passaram a fornecer às construtoras, com base em projeto específico, *kits* hidrosanitários e elétricos. Com relação à apropriação de atividades do canteiro de obras pelo segmento produtor de materiais e componentes, nestes últimos anos, vários materiais com esta qualidade foram apresentados, citando-se, por exemplo as telas soldadas para execução de lajes, as estruturas de madeira para telhas (tesouras pré-fabricadas), as esquadrias acompanhadas de envidraçamento, a argamassa pronta, a porta-pronta e os painéis em gesso acartonado tipo *dry-wall* para paredes.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou como objeto central de análise a organização produtiva da atividade de construção de edificações com tecnologia convencional, como apresentada no Brasil nesses últimos anos. Esta abordagem ocorreu na forma de uma análise crítica da organização da construção de edificações sob a ótica da organização de um sistema de produção, enfocando-se, principalmente, a evolução histórica das filosofias e princípios da organização da produção.

Através desta análise, que ocorreu por revisão bibliográfica, deixou-se transparente que a organização convencional da construção de edificações apresenta peculiaridades estruturais que impediram e impedem a introdução dos princípios básicos da organização da produção. Dentre estas peculiaridades, salientou-se, principalmente, a condição de produção dispersa em canteiros de obras e a organização do trabalho baseada na estrutura de ofícios. Tais características dificultam a introdução de princípios como a divisão do trabalho, a mecanização e a administração científica do trabalho. Por outro lado, estabelecem uma organização e administração do trabalho baseadas, preponderantemente, na atividade manual e na autonomia operária com um alto grau de variabilidade.

Naturalmente, como consequência dessas condições presentes na construção, com peculiaridades específicas deste setor, tem-se uma organização com baixa eficiência operacional, baixa qualidade final dos seus produtos, alto grau de perdas e baixo grau de tecnologia aplicada. Analisando-se sob o ponto de vista da evolução tecnológica, conforme proposta por SHINGO (1996), percebe-se que a organização da construção de edificações não assimilou a tecnologia operacional, apresentando procedimentos operacionais de caráter empírico e artesanal próprios da estrutura de ofícios. No que se refere à tecnologia básica, percebe-se, de forma geral, que os procedimentos de execução das partes da construção decorrem da experiência pessoal dos trabalhadores, não existindo procedimentos

sistematizados e documentados que constituam o *know how* técnico da empresa de construção.

Diante deste fato, estabeleceu-se uma revisão a respeito da base estrutural e conceitual na qual se assenta a organização da construção de edificações, analisando-se as causas fundamentais dos obstáculos e das dificuldades na introdução dos princípios da organização da produção. Assim verificou-se que a base estrutural e conceitual da organização convencional da construção constitui-se de um conjunto de atividades isoladas condicionadas, principalmente, pela estrutura de ofícios e pelo canteiro de obras. Associada à esta constituição organizacional, visualizou-se uma série de problemas fundamentais de caráter estrutural na organização convencional da construção, quais sejam: foco na atividade de ofício e não no processo principal; processo principal segmentado por elementos decorrentes das atividades de ofícios, conforme a natureza do material de construção e não por partes definidas do produto ou por operações de montagem; atividades de ofício apresentando caráter artesanal sem haver divisão por operações e mecanização destas; atividades desenvolvidas em canteiros de obras apresentando grandes e sérias limitações estruturais à organização da produção bem como condicionando negativamente os demais aspectos da produção.

Esta revisão foi baseada nos novos princípios da produção que preconizam que melhorias fundamentais devem ser embasadas em conceitos básicos da concepção da produção com o estabelecimento de uma nova compreensão e de novos princípios para sua organização (SHINGO, 1996). Com base nesses princípios apresentou-se, como estudo de caso, um sistema de produção de edificações desenvolvido por uma empresa do setor, cuja estrutura baseia-se numa nova concepção organizacional da construção com um enfoque na organização da produção industrial. Sua característica principal consiste na centralização da administração de serviços e na centralização da produção de componentes da construção com a concepção e implantação de um núcleo de componentes baseado na composição de processos e operações com enfoque industrial.

Com esse sistema de produção de edificações várias peculiaridades inerentes à organização convencional da construção e seus problemas associados sofreram reduções. Ou seja, os problemas relativos ao trabalho em canteiro de obras, à organização baseada na

estrutura de ofícios, à predominância de atividades manuais e à prevalência da autonomia operária foram reduzidos com a reestruturação da organização da construção, resultando na redução do grau de variabilidade e permitindo a organização dos fluxos de produção e, conseqüentemente, a implantação dos princípios da organização da produção. Assim, as atividades deslocadas dos canteiros de obras para o núcleo de componentes foram desenvolvidas organizacionalmente e várias melhorias foram efetuadas com a implementação dos princípios da organização da produção. Esta implementação ocorreu mediante a concepção de um programa de desenvolvimento organizacional e de melhorias na produção. Na implementação deste programa, vários obstáculos de natureza cultural e comportamental foram enfrentados o que caracterizou a mudança organizacional baseada em melhorias fundamentais de caráter conceitual por parte dos atores do sistema de produção. Como resultados finais, observou-se uma significativa redução de perdas no sistema de produção de edifícios, com melhorias nos níveis de eficiência e com elevação da qualidade e da produtividade do sistema.

Portanto, diante das limitações e dos problemas internos da organização convencional da construção de edificações, conclui-se que a reestruturação da base organizacional orientada pela organização dos fluxos dos processos e das operações e, particularmente, pela externalização das atividades dos canteiros de obras é de caráter fundamental para a simplificação, redução da variabilidade e para o desenvolvimento tecnológico do sistema construtivo, possibilitando a introdução dos princípios da organização da produção. Em síntese, a constituição dos fluxos da produção proporcionou, por um lado, a simplificação do processo construtivo principal da construção em si nos canteiros de obras, reduzindo a complexidade e a variabilidade do sistema construtivo. Por outro lado, proporcionou a simplificação dos processos secundários, permitindo a análise individual e particular de cada subprocesso e, assim, propiciar seu desenvolvimento tecnológico e organizacional.

Comprova-se ainda que a organização da construção de edificações pode e deve embasar-se no desenvolvimento e na implantação dos conceitos e princípios da organização da produção e não ser compreendida como uma organização à parte, com desenvolvimento peculiar e endógeno, limitando-se a melhorias incrementais e superficiais. Nessa diretriz, salienta-se a grande importância da área da engenharia de produção no tratamento dos problemas da construção, incrementando neste setor novos conceitos e princípios de

gerenciamento e de organização da produção sob uma ótica de compreensão da construção como um sistema de produção.

Conclui-se, por fim, que a análise e o desenvolvimento macro organizacional do setor da construção é de fundamental importância para a evolução da organização da produção, tanto no âmbito da empresa, como no do setor industrial. Esta análise e desenvolvimento consiste no envolvimento de toda a cadeia produtiva, favorecendo e estimulando a terceirização da preparação de materiais e produção de componentes adequados às necessidades dos canteiros de obras, promovendo treinamentos e capacitando empresas fornecedoras.

## 6.1. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Sugere-se para estudos futuros alguns aspectos que identificou-se como necessários a serem tratados com mais profundidade. Dentre estes destaca-se:

1. Implantação e sistematização da polivalência no canteiro de obras como estratégia de redução de interfaces.

2. Levantamento e mensuração do grau de padronização existente nos sistemas de produção de empresas construtoras.

3. Sistematização de implantação e operacionalização de círculos de participação em canteiros de obras.

4. Análise de melhorias através da aplicação de técnicas de engenharia de valor e análise de valor em projetos de edificação.

5. Levantamento e mapeamento de operações nas diversas atividades (subprocessos ortogonais) da construção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTUNES, J.A.V. **A lógica das perdas nos sistemas produtivos: uma revisão crítica.** Porto Alegre: PPGA/UFRGS, 1995. (texto datilografado).
2. BARNES, R.M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho.** 6º edição. Edgard Blücher, São Paulo, 1977.
3. BEARDSWORTH, A. D. et al. Management, transience and subcontracting: the case of the construction site. **Journal of Management Studies**, nov, 1988. p. 603-625.
4. BOBROFF, J. A construção na França: novos modelos de organização e redefinição das competências dos trabalhadores. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL DO SINDUSCON, 2 a 8, out. 1989, São Paulo, SP.
5. \_\_\_\_\_. A new approach of quality in the building industry in France: the strategic space of the major actors. In: MANAGEMENT, QUALITY AND ECONOMICS IN BUILDING. London, E & FN Spon, 1991. Transactions... Lisboa, 30 set.- 4 out. 1991. p.443 - 452.
6. BRAVERMAN, Harry. **Trabalho e capital monopolista.** Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 1987.
7. CALAVERA, José. Human and psychological aspects of the implementation of quality control in construction. In: MANAGEMENT, QUALITY AND ECONOMICS IN BUILDING. London, E & FN Spon, 1991. Transactions... Lisboa, 30 set.- 4 out. 1991. p. 484 - 494
8. CAMPAGNAC, E. et al. L'intervention des salariés dans le BTP: un enjeu dans les stratégies économiques? **Critiques de L'économie politique**.n. 32,set,1985. p. 114-155.

9. CAMPINOS-DUBERNET, Myriam. La "rationalisation" du travail dans le secteur du bâtiment: des avatars du taylorisme orthodoxe au néo-taylorisme. In: Montmollin, Maurice e PASTRÉ, Olivier. Le taylorisme: Actes du colloque international sur le taylorisme. Université de Paris, XIII, 2-4 mai, 1983. Ed. La Decouverte, 1984. p. 201-266.
10. CAMPOS, V.F. **Gerência da qualidade total: estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1990.
11. \_\_\_\_\_ . **Qualidade total: padronização de empresas.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
12. CORNICK, T. Construction quality and management - its delivery and discipline in housing and other building sectors. In: MANAGEMENT, QUALITY AND ECONOMICS IN BUILDING. London, E & FN Spon, 1991. Transactions... Lisboa, 30 set. - 4 out. 1991.
13. COSTA LIMA, Hélio. **Les hommes de béton: essai sur l'apprehension des travailleurs du bâtiment par les sciences sociales au Brésil.** Université de Picardie, 1991. (texto datilografado).
14. DAVENPORT, Thomas H. **Reengenharia de processos: como inovar na empresa através da tecnologia da informação.** Traduzido por: Waltensir Dutra. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
15. DRUCKER, Peter. Uma nova teoria da produção. Exame, São Paulo, junho, 1990 - pg 64-72.
16. FARAH, M.F.S. Diagnóstico tecnológico da indústria da construção civil: caracterização geral do setor. **Tecnologia de Edificações.** São Paulo: PINI: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Edificações, 1988. p. 685 - 690.

17. \_\_\_\_\_. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional.** São Paulo, 1992. Tese (Doutoramento em Sociologia) - Departamento de Ciências Sociais da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.
18. \_\_\_\_\_. **Formas de racionalização do processo de produção na indústria da construção.** In: 10º ENCONTRO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - ENCO. Gramado, 9-12, nov, 1990. Anais... Gramado, 1990. p. 735-749.
19. FERRO, Sérgio. **O canteiro e o desenho.** Projeto, São Paulo, 1982.
20. FLEURY, A.C., VARGAS, N. Aspectos conceituais. **Organização do trabalho: uma abordagem interdisciplinar, sete estudos sobre a realidade brasileira.** São Paulo: Atlas, 1983.
21. FULLMANN, C. et al. **MRP/MRP II, MRP III (MRP + JIT + Kanban) OPT e GDR.** São Paulo: IMAM, 1989.
22. FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Diagnóstico nacional da indústria da construção.** Relatório síntese. Belo Horizonte, 1984.
23. GIBERT, M. The sequential procedure: a new productivity route in the building industry. In: **MANAGEMENT, QUALITY AND ECONOMICS IN BUILDING.** London, E & FN Spon, 1991. Transactions... Lisboa, 30 set.- 4 out. 1991.
24. GOLDRATT, E.M., COX, Jeff. **A meta.** São Paulo: IMAN, 1990.
25. GRANDI, Sonia. **Desenvolvimento da indústria da construção no Brasil: mobilidade e acumulação do trabalho e da força de trabalho.** São Paulo, FFLCH / USP, 1985. Tese (doutorado em Sociologia).

26. HAMMER, M., CHAMPY, J. **Reengenharia: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerência.** Tradução por: Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
27. HARMON, R.L. **Reinventando a fábrica II: conceitos modernos de produtividade na prática.** Tradução por: Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus, 1993.
28. HARMON, R.L.; PETERSON, L.D. **Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática.** Tradução por: Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus, 1992.
29. HEINECK, Luis Fernando Mahlman. **Modificações nas instalações do canteiro de obras e o aumento da produtividade na indústria da construção civil.** Florianópolis, 1991. (Texto datilografado)
30. HUGE, E.C., ANDERSON, A.D. **Guia para excelência de produção: novas estratégias para empresas de classe mundial.** Tradução por: Carmen Dolores Straube, Nina Montenegro Ferreira. São Paulo: Atlas, 1993.
31. ISHIKAWA, Kaoru. **TQC, Total Quality Control: estratégia e administração da qualidade.** Traduzido por Mário Nishimura. São Paulo: IMC, 1986.
32. KOSKELA, Lauri. **Application of the New Production Philosophy to construction.** Technical Report # 72. Center of Integrated Facility Engineering. Stanford University, aug, 1992.
33. Le GALL, J. Total quality control in a building construction company. In: **MANAGEMENT, QUALITY AND ECONOMICS IN BUILDING.** London, E & FN Spon, 1991. Transactions... Lisboa, 30 set.- 4 out. 1991. p. 610 - 620.
34. LUBBEN, Richard T. **Just-in-time: uma estratégia avançada de produção.** Tradução por Flávio Deny Steffen; São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

35. MARGLIN, Stephen A. **What do bosses do? Origins and functions of hierarchy in capitalist production.** Cambridge, Mass.: Harvard University Department of Economics, 1971.
36. MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de Produção.** Traduzido por: Antonia V. P. Costa et al.. São Paulo: IMAN, 1984.
37. OHNO, Taiichi. **Toyota Production System.** Productivity Press. Cambridge, Massachussets and Norwalk, Connecticut, 1988.
38. OLIVEIRA, M et. al. **Sistema de indicadores de qualidade e produtividade da construção civil.** Manual de utilização. Porto Alegre, NORIE / UFRGS: dez., 1993.
39. OSADA, Takashi. **Housekeeping, 5S's: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke.** São Paulo: Instituto IMAM, 1992.
40. PEER, S e NORTH, T. R. **Tempos improdutivos nas operações de construção.** Cadernos do Centro Brasileiro da Construção, 1971.
41. PICCHI, F.A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção.** São Paulo: Escola Politécnica da Univ. de São Paulo, 1993. Tese (doutoramento em engenharia).
42. ROSSO, Teodoro. **Racionalização da construção.** São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP , 1980.
43. SCHOLTES, Peter R. **Times da qualidade: como usar equipes para melhorar a qualidade.** Tradução por: Elenice Mazzili, Lucia Faria Silva, Associação Alumni. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1992.
44. SCHONBERGER, Richard J. **Técnicas Industriais japonesas: nove lições ocultas sobre simplicidade.** Tradução de: Oswaldo Chiquetto. São Paulo: Pioneira, 1984.

45. SHINGO, Shigeo. **Sistema de produção com estoque zero: o sistema Shingo para melhorias contínuas.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
46. SHINGO, Shigeo. **Study of the Toyota Production System.** Tóquio, Japan Management Association, 1981.
47. SILVA, M.A.C. **Identificação e análise dos fatores que afetam a produtividade sob a ótica dos custos de produção de empresas de edificações.** Porto Alegre, CPGECC - UFRGS, 1986. Dissertação (mestrado em engenharia civil).
48. \_\_\_\_\_. **Racionalização da construção: a evolução tecnológica e gerencial no Brasil.** São Paulo, Centro de Tecnologia da Edificação, 1991. (Texto datilografado).
49. \_\_\_\_\_. **Racionalização do processo produtivo de edificações: do projeto à execução.** In: 10º ENCONTRO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - ENCO. Gramado, 9-12, nov, 1990. *Anais...* Gramado, 1990. p. 695-707.
50. SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle.** Porto Alegre, CPGECC - UFRGS, 1993. Dissertação (mestrado em engenharia civil).
51. SOUZA, F.P., FORMOSO, C.T. **Levantamento de estratégias de produção e aspectos de modernização em empresas de construção de edificações.** In: II SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL, Porto Alegre, 8-9 junho, 1993, *Anais...* Porto Alegre: NORIE/ Univ. Federal do RGS, 1993. p 97-131.
52. SOUZA, R. et al. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras.** São Paulo: Pini, 1995.
53. TAYLOR, F.W. **Princípios da administração científica.** 1º edição. São Paulo: Atlas, 1966.

54. VARGAS, Nilton. **Organização do trabalho e capital: um estudo da construção habitacional.** Rio de Janeiro, COPPE-UFRJ, 1979. (Tese de mestrado em engenharia)
55. VIDAL, Mário. **Autonomia operária e racionalização do trabalho na indústria da construção civil: anotações sobre o processo de trabalho na construção de edificações verticais com o emprego de formas metálicas reutilizáveis tipo outnord.** São Paulo, 1984. (Texto datilografado).
56. WALTON, Mary. **O método Deming de administração.** Tradução por: José R. Brandão Azevedo. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1989.
57. WOMACK, James P. et al. **A máquina que mudou o mundo.** Tradução por: Ivo Korytovski. Rio de Janeiro: Campus, 1992.