

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

ADAMOR TUJI JÚNIOR

**ANÁLISE DA GESTÃO DO FLUXO DE MATERIAIS NO AMBIENTE
DE PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL: um
estudo de caso aplicado ao processo estrutural**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Mestre em Engenharia.

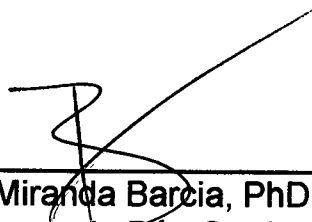
ORIENTADORA: LIA CAETANO BASTOS, DRA.

Florianópolis
Dezembro de 1998

**ANÁLISE DA GESTÃO DO FLUXO DE MATERIAIS NO
AMBIENTE DE PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO
CIVIL: UM ESTUDO DE CASO APLICADO AO PROCESSO
ESTRUTURAL**

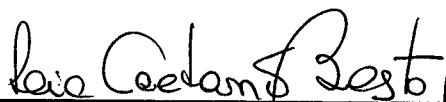
ADAMOR TUJI JÚNIOR

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia, especialidade em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

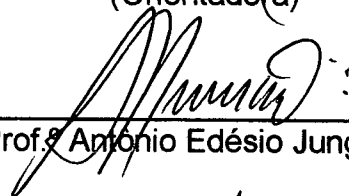


Prof.º Ricardo Miranda Barcia, PhD.
Coordenador do Curso de Pós-Graduação

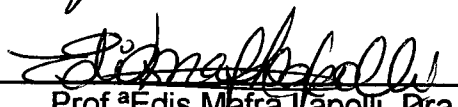
Banca Examinadora:



Prof.ª Lia Caetano Bastos, Dra.
(Orientadora)



Prof.º Antônio Edésio Jungles, Dr.



Prof.ª Edis Maíra Lapoli, Dra.

TUJI JR., Adamor *Análise da Gestão do Fluxo de Materiais no Ambiente de Produção da Indústria da Construção Civil: um estudo de caso aplicado ao processo estrutural*. Florianópolis, 1998. 136f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Lia Caetano Bastos

Defesa: 15/12/98

Palavra Chave: Engenharia Civil, Fluxo de Materiais, Gerenciamento

Dedico este trabalho

Aos meus pais Adamor e Geni, aos meus irmãos
Fabrício e Alex, e à Gabriela, pelo incentivo e carinho recebidos

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

...aos meus pais, pelo apoio dado à conquista de minhas realizações e ao estudo que hoje possuo;

...Aos meus irmãos Fabrício e Alex pelo constante estímulo dado à realização deste trabalho;

...À professora Lia Caetano Bastos, pela constante compreensão, orientação e carinhosa dedicação ao desenvolvimento deste trabalho;

...À professora Édis Mafra Lapolli pela contribuição dada na composição da banca examinadora;

...Ao professor Antônio Edésio Jungles pela contribuição dada na composição da banca examinadora;

... À professora Vera Lúcia Duarte do Valle Pereira pelo conhecimento compartilhado e estímulo ao trabalho desenvolvido nesta dissertação.

...Às Empresas Construtoras Koerich e Zita que abriram suas portas para a realização deste estudo de caso;

...aos meus amigos da UFSC pela constante companhia e troca de informações que enriqueceram este trabalho;

... a Deus, pela incrível sensação de estar ao meu lado o tempo todo

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FOTOS

RESUMO

ABSTRACT

1 – INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

1.2 Justificativa do Trabalho

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

1.3.2 Objetivos Específicos

1.4 Estrutura do Trabalho

2 - FLUXO DE MATERIAIS SOB O PONTO DE VISTA DA INDÚSTRIA DE MANUFATURA

2.1 Introdução

2.2 O Fluxo de Materiais

2.2.1 Histórico

2.2.2 Conceito

2.2.3 Elementos Envolvidos no Fluxo de Materiais

2.3 Perdas Relacionadas ao Fluxo de Materiais

2.4 A Relação entre Layout e Fluxo de Materiais

2.5 Análise do Processo

2.5.1 Considerações Iniciais

2.5.2 Elementos da Análise do Processo

2.5.3 Métodos de Análise de Processo

3 – O FLUXO DE MATERIAIS NO AMBIENTE DE PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1 Introdução

3.2 Perdas na Construção Civil Relacionadas com o Fluxo de Materiais

3.2.1 Conceito

3.2.2 A Problemática no Setor da Construção Civil

3.2.3 Elementos Envolvidos no Fluxo de Materiais

3.2.3.1 Transporte de Materiais

3.2.3.2 Armazenamento de Materiais

3.2.3.3 Vias de Circulação

3.2.3.4 Embalagem

3.2.4 Diretrizes para Reduzir Perdas Relacionadas com o Fluxo de Materiais

3.3 Layout de Canteiro de Obra e sua Influência no Fluxo de Materiais

4 – O MODELO DE GESTÃO DE FLUXO DE MATERIAIS PROPOSTO

4.1 O Modelo de Gestão de Fluxo de Materiais Proposto

4.2 Procedimento para Obtenção das Informações do Modelo

4.2.1 Considerações Iniciais

4.2.2 Entrevista Dirigida

4.2.3 Carta de Processo

4.2.4 Mapofluxograma

4.2.5 O Check-List de Exame de Fluxo de Materiais

4.2.6 O Registro Fotográfico

5 – APLICAÇÃO DA ABORDAGEM PROPOSTA

5.1 Introdução

5.2 Caracterização do Ambiente

5.3 Sistemas de Entrada de Informações Gerenciais

5.3.1 Entrevista Dirigida

5.3.2 Análise e Discussão dos Resultados

5.4 Etapa de Processamento

5.4.1 Carta de Processo

5.4.2 Mapofluxograma

5.4.3 Check-List de Exame do Fluxo de Materiais

5.4.4 Registro Fotográfico

5.4.5 Análise e Discussão dos Resultados

6 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 Conclusões

6.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO I

ANEXO II

ANEXO III

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 2.1 – Os movimentos do Processo Industrial
- Figura 2.2 – Análise do Tempo Total na Manufatura Convencional
- Figura 2.3 – Exemplo de Folha de Roteiro
- Figura 2.4 – Tipos de Símbolos ASME e suas Respectiveas Definições

CAPÍTULO 4

- Figura 4.1 – O Modelo de Gestão de Fluxo de Materiais Proposto para a Construção Civil.
- Figura 4.2 – Carta de Processo Proposto para a Construção Civil

CAPÍTULO 5

- Figura 5.1 – A Hierarquia do Macroprocesso Estudado no Estudo de Caso
- Figura 5.2 – Mapofluxograma – Empresa A
- Figura 5.3 - Mapofluxograma – Empresa B

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 5

Tabela 5.1 – Caracterização das Empresas Pesquisadas

Tabela 5.2 – Caracterização das Obras do Estudo de Caso

Tabela 5.3 – Pontos Abordados na Aplicação do Estudo de Caso

Tabela 5.4 – Distribuição dos Tempos da Equipe Envolvida no Sub-Processo de Armadura de Pilares

Tabela 5.5 – Distribuição dos Tempos da Equipe Envolvida no Sub-Processo de Blocos de Laje Nervurada

Tabela 5.6 – Distribuição dos Tempos da Equipe Envolvida no Sub-Processo de Fôrma de Laje

Tabela 5.7 – Distribuição dos Tempos da Equipe Envolvida no Sub-Processo de Concretagem de Pilares.

Tabela 5.8 – Distribuição dos Tempos da Equipe Envolvida no Sub-Processo de Concretagem de Laje.

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO 5

Gráfico 5.1 – Médias dos Tempos de Duração dos Sub-Processos

Gráfico 5.2 – Distribuição de Tempos das Atividades Envolvidas no Sub-Processo de Forma de Laje.

Gráfico 5.3 – Distribuição de Tempos das Atividades Envolvidas no Sub-Processo de Concretagem de Laje.

Gráfico 5.4 – Distribuição de Tempos das Atividades Envolvidas no Sub-Processo de Concretagem de Pilares.

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 3

Quadro 3.1 – Causa dos Tempos Improdutivos.

Quadro 3.2 – Exemplos de Perdas Segundo sua Natureza, Momento de Incidência e Origem

CAPÍTULO 5

Quadro 5.1 – Médias dos Tempos de Duração dos Sub-Processos

LISTA DE FOTOS

CAPÍTULO 5

Foto 5.1 – Uso de Equipamento Inadequado de Transporte do Material

Foto 5.2 – Aproveitamento Impróprio da Terceira Dimensão na Armazenagem

Foto 5.3 – Vedação dos Tijolos Cerâmicos para Utilização na Confeção da Laje Nervurada.

Foto 5.4 – Filas de Jericas com Concreto a Espera de Transporte

Foto 5.5 – Equipes Numerosas Devido ao Meio Arcaico de Transporte de Materiais.

Foto 5.6 – Armazenagem dos Vergalhões Atrapalhando o Fluxo de Jericas.

Foto 5.7 – Armazenamento Excessivo de Tijolos.

RESUMO

A indústria da construção civil, caracterizada pelos altos índices de desperdícios, custos elevados de produção e mão-de-obra desqualificada necessita acompanhar o processo de desenvolvimento das outras indústrias, visto que de acordo com dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção(CBIC) ela participa com cerca de 6% do produto interno Bruto nacional.

Estudos realizados enfocando a gerência de canteiros de obras da industria da construção civil mostram que metade de todos os distúrbios encontrados envolvem deficiências no fluxo de materiais e/ou de informações.

O presente trabalho visa trazer uma contribuição para este setor, através da análise da gestão do fluxo de materiais no ambiente de produção da indústria da construção civil, de modo a identificar pontos de possíveis melhorias.

Foram realizados estudos de caso em duas obras em fase de estrutura com fins residenciais, onde foram analisados a gestão de fluxos de materiais através da aplicação de um modelo proposto envolvendo técnicas oriundas da indústria de manufatura.

Os resultados demonstram que o levantamento da situação atual do fluxo de materiais em obras é de extrema importância, pois nota-se ainda um descaso em relação à gestão destes fluxos. Desta forma, há nesta questão uma potencial fonte de melhorias para a redução dos custos envolvidos na construção da edificação.

ABSTRACT

The industry of civil construction, characterized by the high index of waste, great costs of production and disqualified manual work needs to follow the process of development of the other industries, considering that, concerning to the data of the “Câmara Brasileira da Indústria da Construção” (CBIC), it participates in about 6 % of the national gross internal product.

Studies focalizing the management of the works, in the industry of civil construction, demonstrate that 50% off all the found disturbs, involve deficiencies in the flood of material and/or informations.

The present work tries to give a contribution to the sector, by the analysis of the management of the flood of materials, in the environment of production, in the industry of civil construction, in order to identify some points of eventual ameliorations.

Some studies were realized, in two works, being structured in order to be residences, in which were analyzed the management of flood of materials, by the application of a model proposed, involving techniques of the industry of manufacture.

The results demonstrate that the consideration of the actual situation, of the flood of materials in works is extremely important, because we can notice a certain negligence concerning to the management of those floods. In that way, there is, in this question, a potential source of avances, in order to reduce the costs, in the construction of edifying.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A indústria da construção civil é uma das mais importantes indústrias da economia nacional, correspondente por 6% do produto interno bruto nacional, segundo dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (Saurin, 1997). Entretanto corresponde também por altos índices de desperdícios e improdutividade.

Um dos motivos para este quadro diz respeito à gestão de fluxo de materiais. Estudos realizados enfocando a gerência de canteiros de obras da indústria da construção civil mostram que perto de metade de todos os distúrbios encontrados envolvem deficiências no fluxo de materiais ou de informações.

Desta forma, verifica-se a importância que deve ser dada à questão de fluxo de materiais, como uma das formas para que as empresas construtoras consigam tornar seus processos construtivos mais eficazes e eficientes, modernizando seus processos empresariais.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

A indústria da construção, pelas suas características peculiares, é considerada como um setor atrasado em relação às outras indústrias. Um dos motivos deste atraso é o alto índice de desperdícios. Segundo Picchi apud Saurin(1997), estes índices podem chegar à 30% do custo total de uma obra, o que corresponde a uma unidade de edificação perdida a cada três construídas.

Com a globalização da economia e a busca de competitividade, a indústria da construção civil se vê forçada a utilizar melhor os seus recursos, através de mudanças em seus processos empresariais. Estas mudanças, para garantir a sobrevivência no mercado cada vez mais exigente, envolvem a eliminação de perdas e a redução de custos entre outras. (Cruz Lima, 1998)

Tommélien(1994), aponta algumas iniciativas objetivando melhorias no setor da construção civil, como por exemplo mudanças nos processos de conversão através da introdução de novos métodos tecnológicos.

Entretanto, a questão da gestão de fluxos de materiais em canteiros de obras, essencial para evitar-se desperdícios, ainda não é vista com a devida importância. Ferreira(1998) expõe que há interesse em utilizar-se equipamentos apropriados para movimentação em obras, porém sem um planejamento adequado do fluxo de materiais, e/ou um treinamento da mão de obra.

Deste modo, observa-se que os maiores problemas relacionados com o fluxo de materiais são proveniente de falhas de gestão. Segundo Santos(1995), quanto à atuação da gerência de canteiro, as principais deficiências são:

- a) Ausência de projeto de canteiro;
- b) Planejamento e controle deficientes da entrada de materiais e componentes;
- c) Ausência de cuidados com armazenamento de materiais;
- d) Transporte inadequado de materiais e componentes;
- e) Inexistência de cuidados de limpeza do canteiro.

O presente trabalho visa trazer uma contribuição para este setor, através da sistematização da gestão do fluxo de materiais na construção civil, de modo a identificar pontos de possíveis melhorias.

1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um modelo de gestão de fluxo de materiais para a construção civil no seu ambiente de produção com a finalidade de identificar pontos de melhorias, visando a redução de desperdícios.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Adaptar métodos de análise de fluxo de materiais utilizados na indústria manufatureira para a construção civil;
- b) Propor formas de análise do fluxo de materiais em canteiro de obras;
- c) Identificar pontos deficientes no fluxo de materiais em canteiros de obra;
- d) Aplicar o modelo de gestão de fluxo de materiais desenvolvido a situações reais.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em seis capítulos.

Neste capítulo são descritos a justificativa e objetivos desta pesquisa. Sua finalidade é introduzir o tema de pesquisa e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo apresenta uma abordagem teórica a respeito da gestão de fluxo de materiais sob o ponto de vista da indústria de manufatura.

Dedica-se o terceiro capítulo a uma abordagem teórica sobre a gestão do fluxo de materiais na construção civil.

No capítulo 4 é discutido o modelo de gestão de fluxo de materiais proposto neste trabalho.

Com o objetivo de demonstrar a viabilidade da abordagem proposta, no capítulo 5 é conduzido um estudo de caso envolvendo empresas construtoras de Florianópolis.

No capítulo 6 são apresentadas as conclusões e recomendações para futuros desenvolvimentos e pesquisas.

Finalmente é apresentada a bibliografia utilizada, bem como, a citada neste trabalho.

CAPÍTULO 2

FLUXO DE MATERIAIS SOB O PONTO DE VISTA DA INDÚSTRIA DE MANUFATURA

2.1. INTRODUÇÃO

Segundo Dias(1998), para que a matéria prima possa ser transformada em produto acabado, pelo menos um dos três elementos básicos de produção (homem, equipamento e material) deve se movimentar. Sem que exista esta movimentação não se pode pensar em termos de produção (Figura 2.1).

Na maioria das indústrias o elemento que predomina na movimentação é o material, mas em casos específicos, como na construção de navios, homens e máquinas convergem para o material, fixo durante a manufatura.

Moura (1998) expõe que em uma fábrica típica, a movimentação de materiais corresponde por:

- ✓ 25% de todos os empregados;
- ✓ 55% de todo o espaço da fábrica;
- ✓ 87% do tempo de produção;
- ✓ 15% a 20% do custo total de um produto fabricado, e
- ✓ 3% a 5% do material danificado.

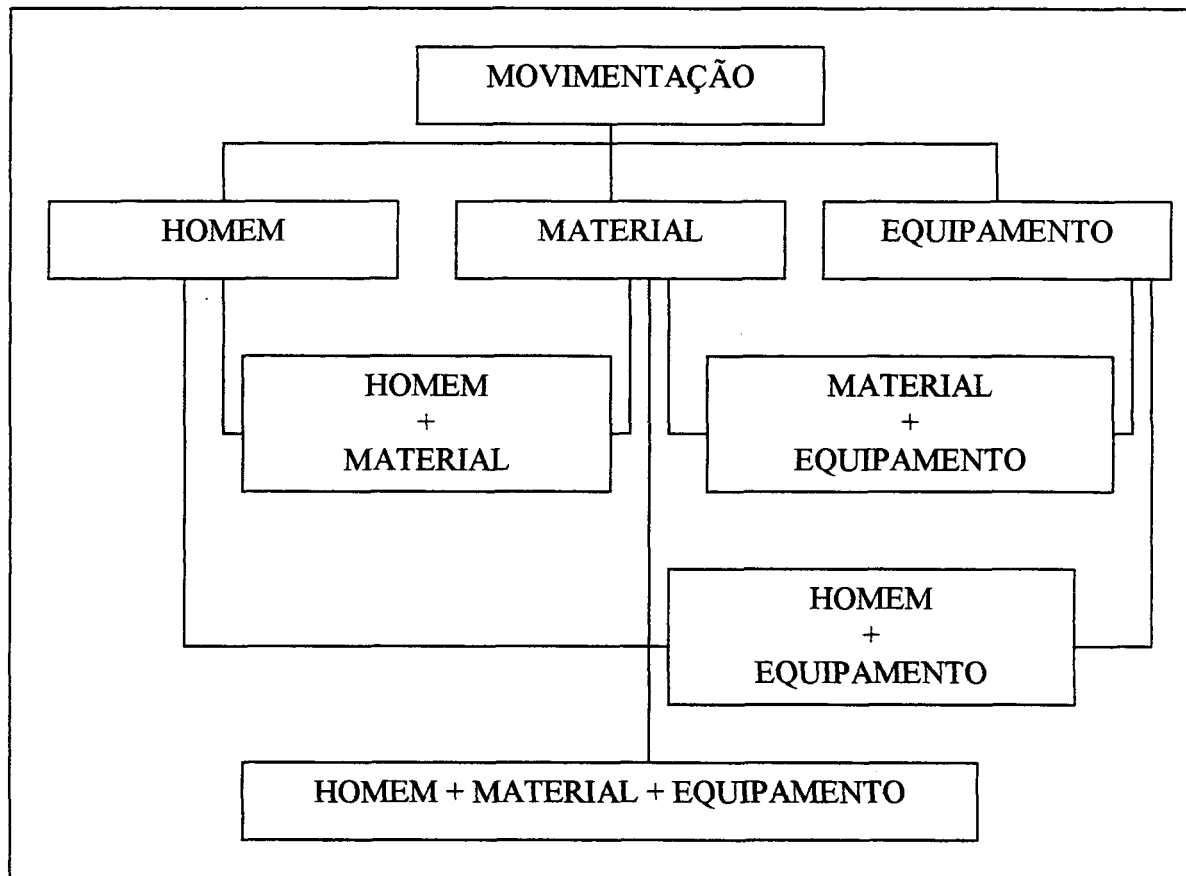


Figura 2.1 - Os movimentos do processo industrial

Fonte: Moura, 1998

Neste capítulo discute-se o escopo das atividades relacionadas com o fluxo físico de materiais, assim como conceitos básicos e a sua relação na busca de melhorias de qualidade e produtividade no setor industrial. Pretende-se, portanto, contextualizar o fluxo de material sob o ponto de vista da indústria de manufatura.

2.2. FLUXO DE MATERIAIS

2.2.1. HISTÓRICO

Desde os primórdios da humanidade, o homem vem tentando resolver o problema de transporte de materiais. Através dos anos ele aprendeu a aplicar os princípios da alavanca, da roda, das polias e do plano inclinado - para tornar seu trabalho de levantar, mudar de um lugar para outro e carregar mais fácil, rápido e seguro (Moura,1998).

Com o advento da revolução industrial, a necessidade por melhoramentos no fluxo de materiais tornou-se ainda mais evidente, pois o custo da mão-de-obra era repassado ao valor final dos produtos. Mas, provavelmente, o maior avanço nesta área ocorreu com Henry Ford quando em 1913 instalou o primeiro transportador contínuo para movimentar chassis de automóveis.

Atualmente é observado uma busca de melhoria contínua nos conceitos, equipamentos e sistemas, para atividades cada vez mais integradas.

2.2.2. CONCEITO

Segundo Moura(1998), fluxo de material é a movimentação de materiais dentro de um espaço previamente definido tendo como variáveis o caminho, a velocidade de movimentação e a quantidade movimentada.

Machline(1984), cita que a problemática da movimentação de materiais é representada pelo estudo do movimento interno dos elementos ligados à produção que dizem respeito às materiais primas, aos produtos semi-acabados, às partes componentes e ao produto acabado.

2.2.3. ELEMENTOS ENVOLVIDOS NO FLUXO DE MATERIAIS

Alguns dos elementos considerados no estudo do fluxo de materiais são:

- ✓ Material: Constitui-se de qualquer material, seja ele sólido, líquido ou gasoso;
- ✓ Quantidade: É a demanda, que difere de operação para operação;
- ✓ Tempo: É o momento no qual os materiais estão disponíveis;
- ✓ Lugar: É o local onde se encontram os materiais;
- ✓ Estocagem: Incluem tamanho, peso e condição;
- ✓ Espaço: Diz respeito ao local ocupado pelos materiais.

2.3 PERDAS RELACIONADAS AO FLUXO DE MATERIAIS

Segundo Schroeder(1993), perda é definida como qualquer operação que não agregue valor durante o processo de produção, incluindo o tempo que o produto permanece estocado, o tempo que o produto é transportado de um lugar para outro, tempos de inspeção, entre outros.

Desta forma, somente as atividades de conversão agregam valor ao produto. As outras atividades (transporte, inspeção, atrasos, estoques) são consideradas como perdas e então devem ser reduzidas ou eliminadas (Figura 2.2).

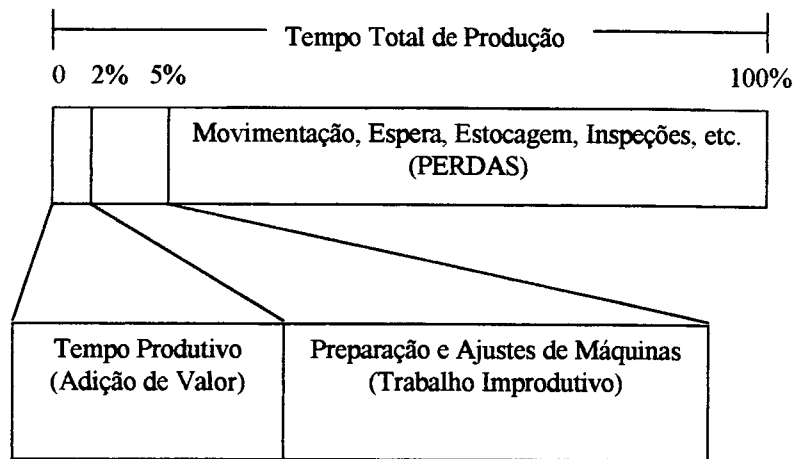


Figura 2.2. Análise do tempo total na manufatura convencional

Fonte: Moura, 1998

Para Moura(1998), todo movimento resulta em atraso e ocupa mão-de-obra, que pode ser melhor aproveitada. Além disso, ele pode ser responsável pela baixa eficiência de uma operação que, entre outras coisas, cria pontos de estrangulamento na linha de produção.

Reis(1995), descreve que Ohno, em sua tarefa de analisar os problemas no sistema de produção da Toyota, identificou como principais fontes de perdas as:

- ✓ Provenientes da produção excessiva ou superprodução;
- ✓ Ocasionados por tempo de espera;
- ✓ Relacionados com as unidades defeituosas;
- ✓ Provenientes dos estoques supérfluos;
- ✓ Decorrentes de movimentos desnecessários,
- ✓ Decorrentes de processamento inútil, e
- ✓ As decorrentes de excesso de transportes.

Uma das estratégias para a minimização das perdas é a redução do tempo de ciclo. Segundo Shingo(1989) os princípios básicos para esta redução são:

- ✓ Redução de atrasos no processo: Nivelando quantidades e sincronizando o fluxo de produtos na fábrica;
- ✓ Redução de atrasos de lotes: Mantendo materiais em processo sempre em movimento, considerando lotes como produtos individuais, não em porções;
- ✓ Redução do tempo de produção;
- ✓ Emprego de melhorias no layout e um sistema de controle integrado de trabalho: Tornar o layout o mais otimizado possível, com o mínimo de transporte entre os processos. A fábrica é transformada em uma linha de produção única com operações sincronizadas e capaz de absorver desvios ocasionais, para que os inventários não retornem entre as operações. Os processos devem ser sincronizados com um fluxo contínuo do início ao fim sem atrasos.

- ✓ Estabelecer "tempo de juízo": Estabelecer o tempo exato requerido para processar cada unidade do produto, garantindo assim o fluxo do produto entre os processos.

2.4 RELAÇÃO ENTRE LAYOUT E FLUXO DE MATERIAIS

Layout pode ser definido como planejamento e integração dos meios que concorrem para a produção obter a mais eficiente e econômica inter-relação entre máquinas, mão-de-obra e movimentação de materiais dentro de um espaço disponível (Moura,1998).

O fluxo de materiais é considerado como um fator importante na determinação do tamanho, forma e arranjo dos locais de manufatura, tornando-se a base para todo projeto de layout.

Segundo expõe Moura(1998), o layout e a movimentação estão ligados de tal maneira que muitas vezes fica difícil determinar as áreas de influência de um sobre o outro. O layout está ligado à análise, planejamento e projeto das instalações utilizadas na produção de bens e serviços enquanto que a movimentação de materiais está ligada com as fases de operações que envolvem o movimento de materiais usados no desempenho das atividades do empreendimento. O fluxo de materiais, então, torna-se a base para todo projeto de arranjo físico.

O papel do layout na redução de desperdícios relacionados ao fluxo de materiais é de suma importância. Os desperdícios com movimentos desnecessários, processamento inútil e os relativos ao excesso de transportes ocorrem, principalmente, devido à layout deficientes. Por exemplo, os setores especializados em ferramentas, manutenção, preparação de máquinas, inspeção, limpeza entre outros, distantes do local das máquinas, determinam movimentações e transportes desnecessários dentro da fábrica, dando a falsa impressão de que os operários estavam ocupados e trabalhando.

Deste modo, para obter-se um layout otimizado alguns princípios, com relação ao fluxo de materiais, devem ser respeitados. Entre eles é citado:

1. O fluxo deve ser o mais linear possível. Assim, o fluxo deve sempre seguir uma linha em uma mesma direção, sem haver retornos.
2. O número de retornos deve ser minimizado.
3. Sempre que possível deve-se combinar o processo com o fluxo, ou seja, processa-se o produto durante a movimentação.
4. A quantidade de estoques durante o processo deve ser mínima.
5. A distância percorrida pelos operadores deve ser minimizada.
6. O manuseio deve ser reduzido durante o fluxo.

2.5 ANÁLISE DO PROCESSO

2.5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em uma fábrica, vários materiais seguem através de diferentes processos até finalizarem como produtos prontos para serem expedidos. Esta transformação de matérias primas em produtos acabados incluem etapas de operação, de transporte, de inspeção e algumas vezes, de atrasos ou esperas. O método para descrever e analisar estas várias etapas é chamado de análise do processo.

Segundo Ishiwata(1991), a análise do processo pode ser resumida como a descrição e análise sistêmica dos passos da manufatura de um produto, com a finalidade de encontrar e eliminar desperdícios, inconsistências e irracionalidade no fluxo do processo, identificando então, necessidades de melhorias e planejando caminhos para suprir estas necessidades.

Segundo Shingo(1989), a análise do processo examina o fluxo dos materiais ou produtos. Estudando o fluxo de materiais, tem-se condições de analisar como um produto está sendo manufaturado ou como um serviço está sendo prestado. Deste modo, melhores métodos ou processos podem ser desenvolvidos ou implementados.

Através da análise do processo é possível analisar e avaliar:

- ✓ Pontos de atrasos desnecessários ao longo da linha de produção;
- ✓ Viagens de transportes desnecessários;
- ✓ Distâncias de transporte excessivamente longas;
- ✓ Problemas causados pela escolha inadequada de método de transporte, e;
- ✓ Oportunidades de combinar-se operação e inspeção.

2.5.2 ELEMENTOS DA ANÁLISE DO PROCESSO

Para realizar a análise do processo considera-se quatro elementos no fluxo da matéria prima ao produto acabado. São eles:

- ✓ Operação: Constitui-se em uma mudança física no material ou em sua qualidade;
- ✓ Inspeção: Comparação com um padrão estabelecido;
- ✓ Transporte: Constitui-se no movimento de materiais ou produtos; uma mudança em sua posição;
- ✓ Atraso: Constitui-se num período de tempo no qual não há ocorrência de processo, inspeção ou transporte.

2.5.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE PROCESSO

Como parte da análise do processo é necessário descrever o fluxo de materiais em bom nível de detalhe. Segundo Slack(1996), existem muitas técnicas que podem ser usadas para tal finalidade. Todas as técnicas, no entanto, têm duas características:

- ✓ Mostrar o fluxo de materiais, pessoas ou informações através da operação produtiva;
- ✓ Identificar as diferentes atividades que ocorrem durante o processo.

As técnicas mais comuns de documentação de processos são:

- ✓ Os mapas de manufatura;
- ✓ As folha de roteiro, e
- ✓ As cartas de fluxo do processo.

Os mapas de manufatura são usados para especificar como as partes de um item da manufatura devem ser montados. Estes mapas são desenvolvidos pelo departamento de engenharia e repassados à produção.

As folhas de roteiro, também conhecidas como diagramas de processo de operações, são mais detalhadas que os mapas de manufatura porque além das operações, mostram as rotas para cada etapa da manufatura. Assim, cada máquina e operador é descrito juntamente com as ferramentas e equipamentos usados.

Em alguns casos também é listado o tempo de produção para cada operação (Figura 2.3).

FOLHA DE ROTEIRO		
Ítem: Ítem No.		Data: Emitido por:
Número da Operação	Descrição da Operação	Equipamento
1	Montar fones de ouvido e microfones	Gabarito #24/35A
2	Fixar na parte inferior da carcaça	Gabarito #24/122
3	Inserir e fixar o fio	Alicate, parafuso e chave de fenda
4	Montar a carcaça superior	
5	Alinhar e vedar	Gabarito #24/490 e polysege
6	Teste de luz e vibração	Quaiiteste 12

Figura 2.3 Exemplo de folha de roteiro

Fonte: Slack, 1996

Juntos, os mapas de manufatura e as folhas de roteiro irão especificar de forma completa como o produto deve ser manufaturado, ajudando a descrever o fluxo do processo. Entretanto, eles não fornecem todos os dados necessários para uma análise ou melhorias. Assim, as cartas de fluxo do processo, ou simplesmente cartas de processo, são as mais indicadas para tal finalidade.

Segundo Carson et al(1976), pode-se definir a carta de processo como sendo uma representação gráfica de eventos e informações ocorridas durante uma série de ações ou operações.

O método apresenta-se como uma figura do processo estudado, onde pode-se observar passo a passo o fluxo de materiais com a finalidade de descobrir pontos de melhorias para redução de custos.

Muitos são os símbolos utilizados nas cartas de processo aplicadas em diferentes fábricas e escritórios. A ASME (Associação Americana de Engenharia Mecânica) padronizou estes símbolos em cinco classes de atividades, conhecidas como operação, transporte, inspeção, atraso e estoque. A figura 2.4 mostra a simbologia utilizada para cada uma destas atividades, assim como suas definições:






Simbologia	Atividade	Definição
	Operação	Uma operação ocorre quando um objeto tem sua forma ou características modificadas, é montado ou desmontado de um outro objeto ou é preparado para uma outra operação, transporte, inspeção ou estoque.
	Transporte	Um transporte ocorre quando um objeto é movido de um lugar para outro.
	Atraso	Um atraso ocorre quando as condições não permitem que os passos sigam conforme o planejado.
	Estoque	Um estoque ocorre quando um objeto é mantido acumulado.
	Inspeção	Uma inspeção ocorre quando um objeto é examinado para identificação de quantidade ou qualidade de alguma de suas características.

Figura 2.4 Tipos de símbolos ASME e suas respectivas definições

Fonte: Maynard, 1963

As cartas de processo podem ser divididas em cartas de processo de operação, cartas de fluxo do processo (que pode ser uma pessoa, um produto ou um material), cartas de processo do operador e cartas de múltiplas atividades.

Existem dois tipos de cartas de fluxo de processos: o tipo material e o tipo operário. O tipo material, apresenta de forma simbólica e sistemática o processo usado para modificar ou trabalhar um produto. O tipo operário apresenta o método de trabalho desenvolvido pelo funcionário quando o mesmo é requisitado a movimentar-se de uma área de trabalho para outra.

Segundo Carson et al (1976), certos princípios devem ser obedecidos na construção de uma carta de fluxo de processo e no respectivo estudo que será feito. São eles:

- 1) Determinar o sujeito que será estudado, no caso um material ou um produto. A determinação é feita com base no que irá retratar o fluxo com mais efetividade. Um material é usualmente estudado na carta de processo quando várias pessoas o manuseiam sucessivamente durante a seqüência dos eventos.
- 2) Determinar os pontos de início e de fim. Desde que envolva uma porção representativa do processo como um todo, a carta de processo deve ter seus limites definidos para a intenção de estudo.
- 3) Marcar o símbolo apropriado e fazer uma breve descrição de cada detalhe. Toda atividade que ocorrer deve ser anotada na planilha, exatamente da maneira que foi observada.
- 4) Anotar a distância dos transportes. Transporte e manuseio entre as operações são caras e constituem-se em trabalho não- produtivo.

- 5) Gravar as quantidades manuseadas. Quase sempre o sujeito estudado na carta de processo tem sua forma modificada ou então suas quantidades transportadas modificadas ao longo da seqüência.
- 6) Indicar o tempo consumido em cada atividade. Pode-se analisar a performance de cada passo, principalmente quando comparadas as cartas de processo de diferentes métodos utilizados para fabricar o mesmo produto.
- 7) Preparar um sumário com os totais das distâncias percorridas e o tempo decorrido para posterior análise.

2.5.4 TÉCNICAS DE MEDIDA DO TRABALHO

Segundo Borba(1998), a medida do trabalho consiste na aplicação de certas técnicas visando determinar a quantidade de tempo requerida para que uma pessoa qualificada e treinada execute, em ritmo normal uma tarefa, segundo determinado método.

Existem várias técnicas para a determinação do tempo de uma operação produtiva, entre elas a cronometragem, os tempos pré-determinados, os tempos históricos e os tempos estimativos.

A técnica da cronometragem permite estipular o tempo necessário para executar determinada tarefa a partir de um número limitado de observações. Para isto utiliza-se um cronômetro manuseado por um especialista.

Segundo Borba(1998), as etapas a seguir em uma cronometragem são as seguintes:

- 1- Efetuar uma coleta de informações relativas à tarefa a cronometrar.
- 2- Contatar com as pessoas envolvidas, afim de selecionar o operador que trabalhe o mais próximo do ritmo de referência.
- 3- Verificar se o método está sendo executado de acordo com o estabelecido. No caso de não haver método estabelecido, determinar inicialmente qual o melhor método.
- 4- Instruir o operador de acordo com o método estabelecido.
- 5- Dividir a tarefa em elementos. Os elementos da tarefa são passos distintos que o operador deve dar no processo.
- 6- Realizar a cronometragem e anotar os tempos observados.

Os sistemas de tempos pré-determinados surgiram da combinação dos estudos de movimentos e dos estudos de tempos. Esses sistemas consistem em valores de tempos tabelados dos movimentos básicos para executar a operação.

As principais vantagens de utilizar o sistema de tempo pré-determinado são a maior consistência na determinação dos tempos do que em outras técnicas, não haver necessidade de fazer avaliação de ritmo e poder determinar o tempo das tarefas uma vez tendo definido o método de trabalho.

A técnica dos tempos históricos consiste em determinar o tempo real de uma operação com base em dados de produção ocorridas em passado recente

- Por fim, a técnica de tempos estimativos ou pré-cálculo de tempos consiste em estimar tempos de operações produtivas que não estão em execução.

CAPÍTULO 3

FLUXO DE MATERIAIS NO AMBIENTE DE PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1 INTRODUÇÃO

Uma fase de motivação para a modernização e crescimento industrial está se instalando no país. Assim, a construção civil, caracterizada pelos altos índices de desperdícios, custos elevados de produção e mão-de-obra desqualificada necessita acompanhar o processo de desenvolvimento das outras indústrias.

Segundo Heineck (1995), a indústria da construção civil possui uma série de apelos para atrair a atenção da sociedade na busca de melhorias. Ela é a maior indústria do país, empregando o maior contingente de mão de obra, com grande capacidade de absorção de pessoal nas crises da economia, sendo formada essencialmente por capital nacional e utilizando insumos nacionais.

Segundo Vargas apud Souza(1995), para aumentar a produtividade hoje, significa mais que introduzir novos equipamentos e sistemas, ou racionalizar métodos de trabalho. Estudos realizados pelo IPT sugerem que, relativamente à modernização tecnológica da execução da edificação, alguns itens devem ser observados, entre os quais:

- ✓ Elaboração do projeto do canteiro de obras;
- ✓ Racionalização do transporte, manuseio e armazenamento de materiais;
- ✓ Racionalização do uso de equipamentos e ferramentas;
- ✓ Melhorias nas condições de trabalho;

Ferreira (1998) também enfatiza que além de melhorias tecnológicas deve-se considerar como fundamental as melhorias dos processos, tais como a implantação de novos princípios de produção e redução de perdas.

O Conselho Sueco para Administração realizou estudo enfocando a gerência de canteiros de obras da indústria da construção civil, visando encontrar a origem de distúrbios na produção (Herbert, 1970). Os resultados mostraram que aproximadamente metade de todos os distúrbios encontrados envolviam deficiências no fluxo de materiais ou de informações.

Segundo Matheus(1993), estudar o fluxo de materiais significa determinar a mais eficiente seqüência de passos a serem seguidos em um método construtivo. Um efetivo fluxo de materiais revela a precisão do posicionamento das áreas de trabalho na questão do transporte dos materiais.

Apesar dos aspectos desfavoráveis, Heineck(1995) mostra que a indústria da construção civil possui algumas características positivas relativas à gerência de processo que facilitam a implementação dos atributos da moderna gestão industrial, como por exemplo:

- ✓ Em geral existem pequenos estoques de matérias primas em obra, inclusive pela dificuldade de área de armazenamento;
- ✓ Os equipamentos utilizados em obra são geralmente simples e baratos;
- ✓ Pela simplicidade dos equipamentos de movimentação em obra, sua manutenção é feita pelos próprios funcionários;
- ✓ O tempo de preparação são reduzidos, pois em geral os preparativos para execução de cada serviço são pequenos e não requerem grandes lotes de produção para a diluição deste tempo perdido inicial;
- ✓ Em geral a produção é puxada, no qual os serviços subsequentes exercem pressão sobre os anteriores e os materiais são produzidos na medida do necessário;
- ✓ O controle se faz pelo processo e não pelo produto, pois as atividades de controle de qualidade são realizadas durante a execução de cada etapa;
- ✓ O controle da produção é feito por equipamentos simples, operados pelo próprio funcionário, não havendo necessidade de especialistas.

3.2 PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL RELACIONADAS AO FLUXO DE MATERIAIS

3.2.1 CONCEITO

Segundo Santos et al.(1996), geralmente o conceito de perdas está relacionado com desperdício de materiais. No entanto, constituem-se em perdas tudo aquilo em que foi consumido além do necessário para se produzir um produto. Este conceito engloba também questões ligadas ao fluxo de materiais, como os desperdícios de tempo de mão de obra, equipamentos de movimentação inertes, custos de manutenção de materiais armazenados em excesso, máquinas inoperantes, enfim, tudo aquilo que não agrega valor ao empreendimento, mas que eleva o custo final do mesmo.

Colas et al(1997), expõe que os custos relacionados com os fluxos físicos no canteiro correspondem à aproximadamente 15% dos custos totais de mão de obra. Assim, um bom planejamento do fluxo físico pode corresponder sozinho por uma grande parcela de economia dos custos de uma obra.

3.2.2 A PROBLEMÁTICA NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Uma das potenciais fontes de custos causados por improvisação na construção civil são relativos à sub-utilização de equipamentos de alto custo horário em movimentações impróprias e em movimentações de baixo rendimento (Santos, 1996).

Segundo Tommelein apud Saurin(1997), um dos motivos que contribuem para as ineficiências dos processos de fluxos na construção, entre eles o transporte de materiais, é o fato de buscar-se melhorias apenas nas atividades de conversão, com melhores produtos e ferramentas e esquecendo-se das atividades de fluxos. Assim torna-se evidente os problemas relacionados com o fluxo de materiais em obras.

Segundo trabalho desenvolvido pelo Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP (1997), concluiu-se que:

- A média de perda de tijolo cerâmico em obras é da ordem de 20,55%;
- A utilização de transporte adequado (carrinhos especiais ou sistema de pallet) permitem uma redução de 10% na perda de tijolos se comparado a transportes mais rudimentares (jericas e carrinhos de mão).

Ferreira(1998) em seu estudo sobre canteiros de obras, concluiu que a perda de blocos cerâmicos está associada ao tipo de equipamento utilizado para transporte e às vias de acesso e circulação.

Peer e North(1971) trabalhando em 8 canteiros de edifícios na Austrália demonstraram que cerca de um quarto do tempo total em uma atividade é improdutivo (Oliveira, 1993). A principal causa desta improdutividade ocorre devido ao material não estar no local apropriado, na hora certa no momento certo (Quadro 3.1).

	% EM RELAÇÃO AO TEMPO OBSERVADO	% EM RELAÇÃO AO TEMPO IMPRODUTIVO
TEMPOS IMPRODUTIVOS DEVIDOS À GERENCIA		
Supervisão Insuficiente em Atividades Relacionadas	0.8	3.5
Seqüência Errada das Atividades	4.6	20.0
Localização Errada de Materiais	0.2	1.0
Espera por Suprimento de Materiais	11.9	51.8
Materiais fora de Especificações	1.8	8.0
Espera por Equipamento	0.4	1.5
Quebra de Equipamento	1.7	7.5
TOTAL DEVIDO À GERÊNCIA	21.4	93.3
TEMPOS IMPRODUTIVOS DEVIDOS AO PROJETO		
Descoberta Atrasada de Erros de Projeto	0.4	1.7
Tolerâncias Irreais no Projeto	0.6	2.6
TOTAL DEVIDO AO PROJETO	1.0	4.3
TEMPOS IMPRODUTIVOS DEVIDO AO OPERÁRIO		
Retrabalho, Reexecução de Serviço mal Feito	0.1	0.6
Paradas, Tempo Parado sem Justificativa	0.4	1.8
TOTAL DEVIDO AO OPERÁRIO	0.5	2.4
TOTAL GERAL	22.9	100.0

Quadro 3.1 - Causa dos tempos improdutivos (Fonte: Oliveira, 1993)

Segundo Santos et al (1996) a origem das perdas não está somente associada ao processo de produção, mas também aos processos que o antecedem. O quadro 3.2 mostra alguns destes tipos de perdas.

NATUREZA	EXEMPLO	MOMENTO DE INCIDÊNCIA	ORIGEM
Espera	Parada na execução dos serviços por falta de material	Produção	Planejamento: falta de procedimentos de controle
Transporte	Duplo manuseio	Recebimento, Transporte, Produção	Gerência da obra: falha no planejamento de locais de estocagem
Estoques	Deterioração do cimento estocado	Armazenamento	Planejamento: falta de procedimentos referentes às condições adequadas de armazenamento
Movimentos	Tempo excessivo de deslocamento devido às grandes distâncias entre postos de trabalho no andar	Produção	Gerência da obra: falta de planejamento das seqüências de atividades

Quadro 3.2 - Exemplos de perdas segundo sua natureza, momento de incidência e origem (Fonte: Santos et al, 1996)

3.2.3 ELEMENTOS ENVOLVIDOS NO FLUXO DE MATERIAIS

O controle do sistema de movimentação e armazenagem dos materiais é imprescindível. O sucesso do sistema e os ganhos sentidos com o planejamento destes materiais só serão notados com um rígido controle, inclusive utilizando um gerente de materiais. Este gerente deve ser responsável pela solicitação de materiais, programação de horários de entregas, pelo planejamento e preparação das áreas de armazenagem e pela coordenação das atividades de manuseio de materiais.

Segundo Santos(1995), três índices podem avaliar as deficiências do sistema de movimentação e armazenamentos na construção civil. São eles: a grande percentagem de mão-de-obra envolvida, a perda de trabalho específico (perdas de materiais no percurso, movimentações desnecessárias, etc) e o número de manuseios (excesso de duplos manuseios).

3.2.3.1 TRANSPORTE DE MATERIAIS

Segundo Beliveau(1994), é bem conhecido o fato que a indústria da construção civil tem muitas operações que envolvem manuseios de materiais os quais tem um impacto crítico na performance da construção. Assim, existe nas operações de manuseio de materiais uma grande possibilidade de implantação de conceitos visando o avanço tecnológico.

Segundo Santos(1995) a ênfase nas ações voltadas à racionalização nas atividades de apoio em obras tem sido dada ao transporte de materiais, por ser uma das atividades que mais consome energia, tempo e mão de obra além de ser onerosa, gerar elevados desperdícios e não agregar valor ao produto final. O autor ainda menciona estudos realizados por Forbes(1971) e Bishop(1965) que chegaram a conclusão que o transporte é responsável por cerca de 12% do total de consumo de mão de obra em obras repetitivas na Inglaterra.

Segundo Handa(1989), o manuseio de materiais representam a maior porção dos custos totais do projeto na indústria da construção civil e sua importância não pode ser desprezada. Assim, o transporte interno possui um elevado potencial para a melhoria do fluxo de materiais e produtos componentes do sistema construtivo.

Heineck(1995) concluiu a partir de dados coletados em canteiros de obras, que o consumo de transporte de materiais representam cerca de 20% dos gastos totais de horas na execução de um empreendimento, colocando assim o transporte de materiais como possivelmente o primeiro a merecer trabalhos de inovação e racionalização.

Segundo Heineck(1997), uma série de modificações tem sido observados em obras no que tange a movimentação de materiais e deslocamentos internos. Alguns dos equipamentos de transportes mais observados em canteiros de obras com fim residencial são:

- ✓ Carrinho de mão redimensionado, com caçamba retangular para transporte de componentes da construção;
- ✓ Carrinho porta-pallet;
- ✓ Carrinho de mão com estrado reto;
- ✓ Girica com três rodas;
- ✓ Containers para transporte de materiais de pequenas dimensões, como tomadas, peças hidráulicas, etc.;
- ✓ Gaiola para transporte de tijolos pela grua;
- ✓ Masseuras adaptadas para o transporte de argamassa desde a betoneira até o local de aplicação;
- ✓ Guincho de coluna adaptado em torres metálicas para transporte de materiais em pequenas quantidades.

3.2.3.2 ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS

Na maioria dos canteiros de obras é pratica comum não haver preocupação com as áreas de armazenagem, verificando-se insumos em áreas sem planejamento prévio, e inadequadas para armazenagem.

Segundo Saurin(1997), as condições impróprias de armazenagem geram perdas de materiais e afetam a produtividade dos processos produtivos, bem como geram custos de aquisição, de instalação do armazenamento, de manutenção e de proteção contra furtos. Assim, os estoques em obra devem ser reduzidos ao máximo.

Segundo Handa(1989), nota-se em várias situações de descarregamento de materiais em obras a ocorrência de duplos manuseios, já que primeiramente é feita a descarga do material e somente em uma segunda etapa é transportado para o local destinado para seu armazenamento. Esta situação gera perdas diretas para o empreendimento. Melhorias como plataformas de desembarque nos níveis dos caminhões e descarregamentos próximos ou diretamente nos locais de armazenagem são importantes para um eficiente sistema de movimentação e armazenamento de materiais.

Scardoelli et al (1994) expõe que os investimentos na tentativa de diminuir os desperdícios causados pela armazenagem inadequada não são dispendiosos. A areia estocada, por exemplo, pode ter uma proteção de lona ou plástico para evitar sua deterioração e manter a qualidade de sua composição. O piso usado na armazenagem pode ser pavimentado por um concreto magro para evitar a contaminação dos materiais com o solo, assim como as áreas envolvidas devem estar limpas, iluminadas e ventiladas, para evitar umidade excessiva e garantir a segurança no que tange os materiais inflamáveis. Os tubos, devido à sua composição e forma, requerem cuidados adicionais, podendo-se armazená-los em estruturas metálicas. O aço deve ser separado por bitola em baias separadas e apoiados em estrados de madeira.

3.2.3.3 VIAS DE CIRCULAÇÃO

Santos(1995) afirma que na maioria das empresas de construção civil fica evidente a falta de manutenção das vias de acesso e a inexistência de planejamento das áreas de manobra para veículos no canteiro, muitas vezes ocasionadas pela falta de conscientização da administração e dos usuários.

Ferreira(1998) concluiu em estudo em canteiros de obras que pouca atenção é dada para as vias de circulação, não existindo pavimentação, delimitação ou orientação a respeito das direções e sentidos de fluxos.

Segundo Handa(1988) algumas diretrizes básicas devem ser seguidas na hora de planejar as vias de acesso ou de circulação:

- ✓ Sempre que possível deve-se manter as vias apenas com uma direção: Assim o fluxo move-se melhor e mais rápido e diminuem-se as chances de acidentes ou colisões.
- ✓ Na hora de se projetar as vias de circulação interna deve-se ter em mente sempre a natureza dos veículos e os pesos a serem transportados por estas vias, pois as mesmas tem grande influência na eficiência do planejamento do layout do canteiro de obras;
- ✓ Preparar as vias de circulação no início da obra: Pode acarretar em custos iniciais, mas durante toda a vida do projeto salvará recursos na minimização dos reparos e manutenção dos equipamentos e veículos de movimentação.
- ✓ Prever áreas de manobras adequadas para veículos que entram e saem do canteiro de obra.

Santos et al(1996), também expõe a necessidade de se seguir algumas diretrizes básicas no que diz respeito às vias de circulação:

- ✓ Quanto ao acesso externo ao canteiro: Deve-se posicionar a entrada à obra na via pública de menor trânsito e naquela que oferecer melhores condições de acesso. Também faz-se necessário separar a entrada de pedestres da de veículos, podendo para o último ter mais de uma entrada.

- ✓ Vias internas: Deve-se projetar as vias através de processos gráficos, como o mapofluxograma, evitando ao máximo questões negativas como os cruzamentos de fluxos. Deve-se também manter as vias totalmente desobstruídas, se possível antecipando as atividades de contrapisos e pisos definitivos, criando boas áreas de circulação, inclusive com demarcação das áreas próximas ao guincho, dos locais de produção e das áreas de armazenagem. As vias de circulação devem ter piso firme, principalmente nas áreas de entrada de caminhões, com rampas para vencer desníveis, e com largura apropriada para a passagem de veículos e equipamentos. Finalmente deve-se destinar área para manobras, transportes e descargas e proteger as vias de acessos por onde os clientes do empreendimento circulam com o intuito de evitar a exposição dos mesmos com qualquer tipo de risco.

3.2.3.4 EMBALAGEM

A embalagem protege o produto durante as atividades de transporte e armazenagem, facilitando estas operações. Assim, atua diretamente na prevenção de acidentes, na redução de desperdícios, tanto pela manutenção da integridade do material a ser transportado, como na mão de obra envolvida para o deslocamento e na melhoria do processo produtivo.

Segundo Moura(1990), a embalagem e a movimentação de materiais são inseparáveis, pois a maneira pela qual os produtos são embalados afeta diretamente custos, facilidade, eficiência e segurança de movimentá-las. Assim, o método de movimentação é bastante influenciado pela questão da embalagem.

Ferreira(1998) observou haver uma perda no transporte de tijolos com dimensão de 9cm em relação a outro que media 12cm. Após verificar o motivo de tal fato, constatou-se que o fornecedor do tijolo menor não entregava seu produto paletizado ocasionando, deste modo, um maior desperdício.

Segundo Moura(1990), a embalagem tem um papel fundamental na questão da redução da mão de obra envolvida nas atividades de transporte. Assim ela pode tornar esta atividade mais eficiente quando:

- ✓ Por função da embalagem adotada, os movimentos individuais tornam-se os menores possíveis. É o caso da unitização das cargas;
- ✓ Facilitar as atividades de inspeção e de controle do inventário físico;
- ✓ Melhorar as condições de trabalho dos funcionários envolvidos nas atividades de movimentação e armazenagem, envolvendo inclusive a questão da segurança no trabalho.

Segundo Silva apud Santos(1995), as dificuldades de movimentação no canteiro são agravadas pela falta de padronização de produtos e embalagens entre fabricantes. Os produtores deveriam trabalhar em conjunto com os projetistas, distribuidores e usuários na elaboração do processo de embalagem, carregamento, transporte e uso. Processos mais racionalizados no canteiro exigirão do setor a articulação na busca da maior integração da cadeia produtiva.

3.2.4 DIRETRIZES PARA MINIMIZAR PERDAS RELACIONADAS COM O FLUXO DE MATERIAIS

Para tentar minimizar as perdas em canteiro de obras referentes ao fluxo de materiais, algumas diretrizes básicas podem ser aplicadas nos canteiros de obras:

01) Em relação ao armazenamento:

- ✓ Deve-se descarregar o material recebido o mais próximo do local definitivo de armazenagem;
- ✓ Não permitir o contato do material com o solo;
- ✓ Não formar pilhas de materiais com alturas superiores à recomendadas pelos fabricantes;
- ✓ As áreas de armazenagem devem ser limpas, arejadas, iluminadas e protegidas.

02) Movimentação no canteiro:

- ✓ Projetar rampas para vencer os desníveis e impedir assim paradas no transporte;
- ✓ Fazer um planejamento dos fluxos envolvido no processo, de forma a evitar o cruzamentos dos mesmos;
- ✓ Usar sempre que possível a gravidade a favor;
- ✓ As vias de circulação devem ter dimensões apropriadas para o transporte e se possível apenas em um sentido;
- ✓ Minimizar as distâncias envolvidas em transporte;
- ✓ Unitizar, quando possível, as cargas a serem transportadas;
- ✓ Evitar a ocorrência de duplo manuseio;
- ✓ Utilizar equipamentos de transportes apropriados para cada tipo de movimentação.

3.3 LAYOUT DO CANTEIRO DE OBRAS E SUA INFLUÊNCIA NO FLUXO DE MATERIAIS

Segundo Rad(1982), as considerações básicas no desenvolvimento de um layout de canteiro de obras eficiente dizem respeito dos fluxos de materiais, homens e equipamentos.

Franchi(1995) coloca que a determinação do layout de canteiro é um importante aspecto a ser observado, haja visto que o melhor arranjo físico de homens, materiais e equipamentos maximiza a utilização do espaço físico e diminui as interrupções no processo produtivo proporcionando então, reduções das perdas.

Saurin(1997) sugere dentro do contexto da idéia de integração de projetos, a inclusão do projeto de layout do canteiro, que tem uma forte relação com os demais na busca da melhoria da construtibilidade. Nesta integração surgem possibilidades de estudo para melhoria do fluxo físico no canteiro.

Ferreira(1998) propõe que o projeto do canteiro de obras deva incorporar os requisitos de produção, exigidos pelas inovações tecnológicas introduzidas, contribuindo desta forma para a melhoria do processo de produção do edifício, através da organização e do adequado posicionamento dos elementos do canteiro, e dos recursos necessários para a produção.

Segundo Saurin(1997), o processo de planejamento de canteiro visa obter a melhor utilização do espaço físico disponível, de forma a possibilitar que homens e máquinas trabalhem com segurança e eficiência, principalmente através da minimização das movimentação de materiais, produtos e mão-de-obra.

Handa(1989) lembra sobre a importância de se realizar o planejamento e a organização do canteiro de obras antes de iniciar-se a construção do empreendimento, visto que são melhorias para conviver-se no período total de construção.

Neil(1995) descreve os objetivos de um bom layout. Verifica-se que a maioria está ligada com as atividades de fluxo físico:

- 1) Minimizar distâncias de percursos e tempos de movimentação: Movimentos excessivos consomem uma significativa porção de horas de trabalho de operários e de equipamentos, afetando a produtividade.

- 2) Minimizar interferências entre as várias categorias de tráfego: Em uma obra há diversas categorias de tráfego. Tráfego de veículos incluem veículos da construtora, veículos de entregas de materiais e equipamentos de manuseio de materiais. Adicionalmente, há tráfego de pedestres ao longo do canteiro de obras. Uma possibilidade de ação é locar portões e áreas separadas de descargas dos fornecedores e de passagens de pedestres.

- 3) Locar atividades poluentes de maneira que as mesmas tenham o mínimo de efeitos nocivos nas áreas de trabalho.

- 4) Estabilizar as áreas de tráfego pesado: O tráfego pesado de pessoas e equipamentos, principalmente em dias de chuvas causam deterioração do piso natural do canteiro, formando camadas de lama que ocasionam retardamento na movimentação, estragam materiais e equipamentos, impedem acessos e ocasionam áreas de trabalho sem condições apropriadas. Pode-se reduzir estes problemas recobrando as áreas de circulação com camadas de brita, compactando estas áreas ou cimentando-as.

- 5) Manter a área de construção sempre bem drenada: Assim evita-se a deterioração do terreno do canteiro de obras, sem permitir prejuízo nas atividades de movimentação e armazenagem de materiais.

- 6) Manter a área de passagem de clientes pela obra isoladas e protegidas: Assim evita-se expor os clientes á riscos de acidentes e a conflito de fluxos com os operários da obra.

CAPÍTULO 4

MODELO DE GESTÃO DE FLUXO DE MATERIAIS PROPOSTO

4.1 O MODELO DE GESTÃO DE FLUXO DE MATERIAIS

Com a finalidade de analisar o fluxo de materiais no ambiente da construção civil foi desenvolvido um modelo de gestão de fluxos.

O modelo proposto está dividido em três partes, a saber (figura 4.1):

- ✓ Sistema de entrada de informações gerenciais;
- ✓ Processamento;
- ✓ Saída do sistema.

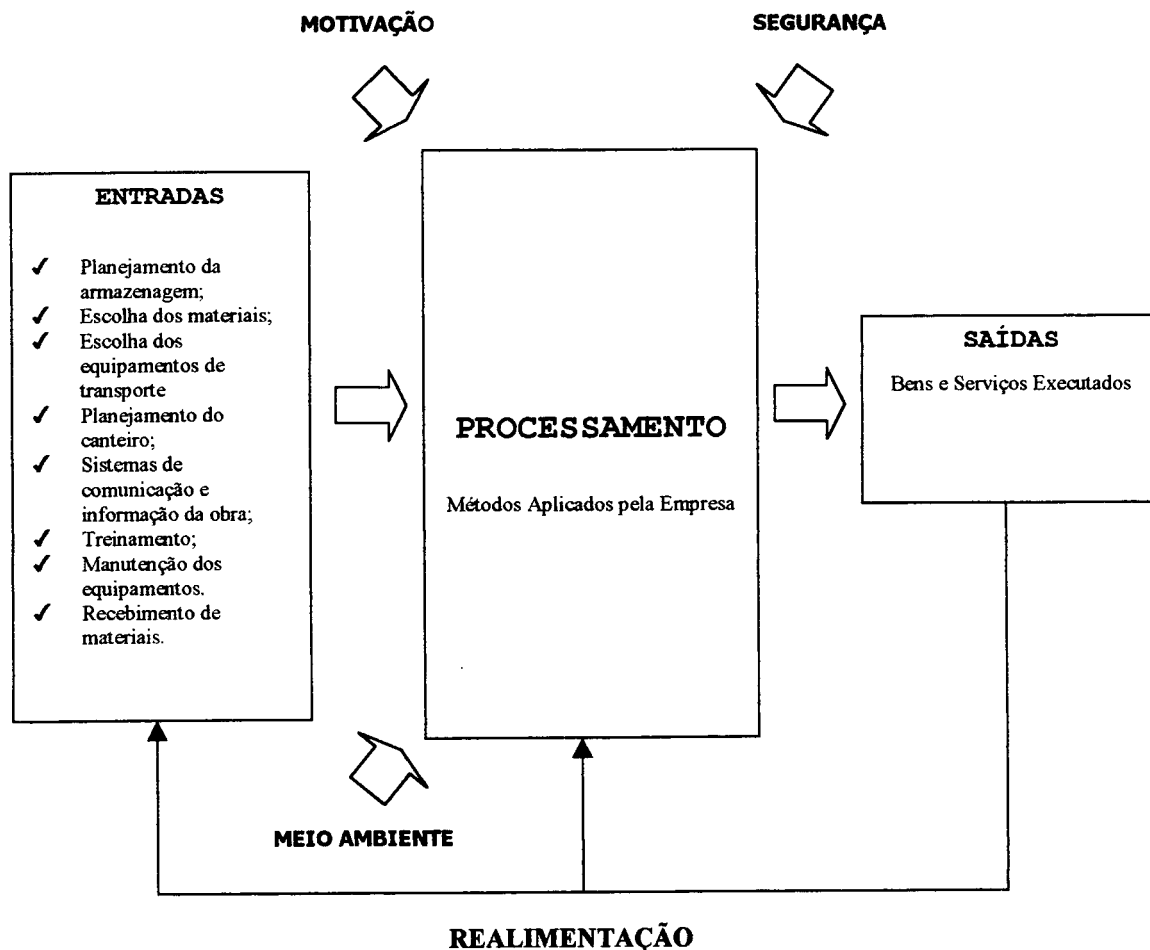


Figura 4.1 – O modelo de gestão de fluxo de materiais proposto para a construção civil

O sistema de entrada de informações gerenciais refere-se às decisões tomadas no setor tático da empresa, composto pelas estratégias e pelas diretrizes de planejamento de fluxos para a produção da edificação e basicamente questões ligadas à :

- Planejamento da Armazenagem: O local adequado e bem localizado influencia diretamente nos custos envolvidos com transporte, além de evitar danos à integridade do material, evitando assim, desperdícios.

-
- Escolha dos Materiais: Os materiais a serem utilizados na construção da edificação devem ser selecionados também visando a questão de seu descarregamento em obra e adequação, sempre que possível, aos equipamentos de movimentação disponíveis.
 - Equipamentos de Transporte: A escolha adequada do equipamento de transporte permite que os materiais prossigam sem danos em sua integridade e envolvendo os menores tempos de mão de obra possível.
 - Planejamento do Layout: O arranjo físico dos postos de trabalho, das áreas de armazenagem, das vias de circulação e dos guinchos são de fundamental importância para um bom escoamento do fluxo de materiais na obra.
 - Sistemas de Informação e Comunicação da Obra: O fluxo de materiais trabalha em conjunto com o fluxo de informações. Assim, é de suma importância que hajam eficientes veículos de comunicação, tanto no ambiente interno do canteiro de obra quanto na sua interação com o ambiente externo.
 - Treinamento: A preparação da mão de obra é fundamental para que haja um bom aproveitamento dos recursos disponíveis na obra, além de evitar acidentes de trabalho.
 - Manutenção dos Equipamentos: Importante para que se tenha os equipamentos sempre a disposição e em condições quando solicitados.
 - Recebimento de Materiais: A chegada de materiais na obra, seu recebimento e quantidades devem ser bem planejadas. Evita-se, desta forma, o estoque em obra, os duplos manuseios e as atividades de transporte, enxugando o fluxo do processo e conseqüentemente os custos envolvidos nestas atividades.

Na etapa de processamento ocorre a transformação da matéria prima em produto acabado. No caso da construção civil, refere-se, por exemplo, à confecção das lajes da edificação. Esse processamento é realizado na própria obra, e envolve os métodos de trabalho utilizados pela empresa e a influência de fatores externos atuantes (motivação, segurança e meio ambiente).

Como saída do sistema tem-se os resultados do processamento. São os bens e serviços executados, com maior ou menor eficiência e eficácia em relação àquilo que foi planejado.

4.2 PROCEDIMENTO PARA A OBTENÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA DO MODELO

Para coletar os dados de entrada do modelo de gestão de fluxo de materiais proposto foi utilizada uma entrevista dirigida ao engenheiro responsável pela obra (Anexo III).

A entrevista dirigida é constituída por perguntas diretas e está dividida em três etapas. A primeira aborda questões ligadas ao histórico da empresa. Tem como objetivo conhecer o seu porte, experiência no ramo e o tipo de funcionário que atua nas obras.

A Segunda etapa refere-se ao planejamento das questões ligadas ao fluxo de materiais. O conjunto de perguntas nesta etapa envolve a chegada do material na obra, o relacionamento com o fornecedor, a armazenagem do material, seu arranjo físico, equipamentos, enfim, as estratégias que a empresa adota para a eficiência do fluxo de materiais nas obras.

A terceira etapa da entrevista aborda o fluxo de informações. O objetivo desta etapa é verificar as estratégias adotadas pela empresa com relação a este tipo de fluxo, o qual trabalha em paralelo com o fluxo de materiais.

4.3 PROCEDIMENTO PARA A OBTENÇÃO DOS DADOS DA ETAPA DE PROCESSAMENTO DO MODELO

Para obter as informações com relação à etapa de processamento do modelo foram utilizadas quatro ferramentas para coleta e análise dos dados. São elas:

- ✓ Carta de Processo;
- ✓ Mapofluxograma;
- ✓ Check-List;
- ✓ Registro Fotográfico.

4.3.1 CARTA DE PROCESSO

O objetivo da carta de processo no modelo de gestão proposto é mapear o fluxo dos diversos materiais utilizados na construção do empreendimento. Pode-se, desta forma, visualizar os pontos de melhorias através de sua análise. A carta de processo está direcionada para a caracterização do processamento dos dados de entrada do sistema através dos métodos adotados pela empresa estudada (Figura 4.2).

Trata-se de uma técnica oriunda da indústria de manufatura, como citado no capítulo 2, e para sua utilização na construção civil foram necessárias algumas adaptações, tais como (figura 4.2):

- ✓ Destinar uma área da planilha para um esboço da situação do fluxo do material estudado em relação à planta baixa do canteiro para melhor compreensão das informações;
- ✓ Destinar uma coluna para preenchimento do equipamento ou ferramenta utilizado em cada passo;
- ✓ Estabelecer subdivisões e suas atividades de modo a caracterizar as várias etapas que envolvem a construção de uma edificação.

PLANILHA DE CARTA DE PROCESSO									
TÍTULO: Blocos de Concreto Celular					DATA: 08/09/98			No. 01	
PASSO	Máq/ Ferram	Dist (m)	Temp (s)	Pess	FLUXO				
					○	⇒	□	▽	
1	Colocação dos blocos no carrinho de mão		20	1					
2	Transporte para o guincho	Carrinho mão	30,70	28	1				
3	Espera para o guincho			54					
4	Retirada dos CM vazios do guincho			16	2				
5	Colocação dos CM cheios no guincho			11	2				
6	Transporte vertical (2CM)	Guincho	21,5	50					
7	Transporte para local de aplicação (1CM)	Carrinho mão	VAR	22	1				
8	Aplicação			22	1				
9									
10									
TOTAL									
					2(x)	3	3	0	0
					44"	99	72	0	0
Diagrama da planta baixa									
Anotações:					Grupo: Blocos				
					Preenchido por:				
					Adamor Tuji				

Figura 4.2 - Carta de Processo proposta para a construção civil

Para a construção da carta de processo segue-se os princípios propostos por Carson et al (1976), conforme exposto no item 2.5.3 do capítulo 2. Estipula-se o sujeito em estudo (forma, ferragem, concreto e blocos para o estudo de caso desta dissertação), determina-se os pontos de início e fim do fluxo a ser estudado, assinala-se a simbologia apropriada para cada passo, anota-se a distância entre os transportes e a quantidade manuseada, e finalmente indica-se o tempo consumido. Para a mensuração destes tempos utilizou-se como técnica de medida de trabalho a cronometragem, através de observação direta utilizando o cronômetro.

4.3.2 O MAPOFLUXOGRAMA

O mapofluxograma é uma ferramenta que mostra, de forma gráfica, como o material está se movendo no canteiro de obras. Pode-se, desta forma, analisar como está a interface entre o fluxo de materiais e o layout do canteiro de obras. Seu objetivo é dar suporte na busca das origens dos pontos de deficiências identificados na aplicação da carta de processo.

O mapofluxograma foi construído na escala de 1:125 em papel A2 baseado no projeto arquitetônico da obra. Nele estão desenhados todos os elementos envolvidos no estudo dos fluxos dos materiais, e posteriormente o caminho que estes materiais percorrem no canteiro, deixando à mostra, por exemplo, os cruzamentos de fluxos, as estocagem desnecessárias e a locação equivocada dos postos de trabalho.

4.3.3 O CHECK-LIST DE EXAME DO FLUXO DE MATERIAIS

O check-list de exame do fluxo de materiais foi constituída com o objetivo de complementar as informações necessárias para uma análise mais completa e abrangente dos fluxos dos diversos materiais em obra. Assim, trabalha em conjunto com a carta de processo, sendo seus resultados reflexos das condições gerais dos aspectos que são abordados na área de processamento das informações do modelo de fluxo. Desta forma, muitas das explicações necessárias requeridas na análise da carta de processo estão nos resultados da aplicação do check-list.

Ao se elaborar o check-list pensou-se em um método prático e de rápida aplicação, porém que abrangesse os aspectos referentes ao processamento das informações do sistema. É necessário apenas uma pessoa para sua aplicação, o qual, dentre outros pré-requisitos, deve estar bem inteirado com o dia-a-dia da obra que será estudada.

O check-list de exame do fluxo de materiais constitui-se de 118 questões diretas e objetivas baseadas em aspectos relativos à armazenamento, zonas de processamento, vias de circulação, manuseio de materiais, equipamentos, programação de fluxo físico e arranjo, além dos fatores externos relacionados com ambiente de trabalho, segurança e motivação (AnexoII). Ao lado das questões existem as colunas de "sim" e "não" além da coluna "requisitos para melhorias" onde existem as opções de "maior controle", "estudo analítico" e "capital de investimento", podendo-se optar, nesta coluna, por mais de uma alternativa. Com a vivência na obra torna-se fácil analisar qual ou quais das alternativas se aplica para determinado caso. Por fim, reserva-se na última coluna um espaço para que sejam feitos comentários adicionais, se necessários, sobre cada questão analisada "in loco".

4.3.4 O REGISTRO FOTOGRÁFICO

O registro fotográfico tem como objetivo auxiliar na análise dos resultados coletados a partir da aplicação das ferramentas expostas anteriormente. Por ser um processo visual, torna-se mais fácil a compreensão dos fatores determinantes para os pontos negativos encontrados na análise do processo, facilitando a busca de soluções.

Não existe um procedimento básico para a aplicação do registro fotográfico, que ocorre sempre que haja a necessidade de registrar algum aspecto importante verificado na aplicação das outras ferramentas.

CAPÍTULO 5

APLICAÇÃO DA ABORDAGEM PROPOSTA

5.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada a aplicação prática do modelo proposto em duas empresas de Florianópolis.

Inicialmente é apresentada a caracterização do ambiente no qual o modelo proposto foi aplicado. Em seguida são analisados e discutidos os resultados das entrevistas, os resultados provenientes da carta de processo, do mapofluxograma e do check-list.

Finalmente são feitas considerações gerais de modo a melhorar o processo e servindo de realimentadores do sistema.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

A figura 5.1 apresenta a hierarquia do macroprocesso construtivo para obras de edificações residenciais.

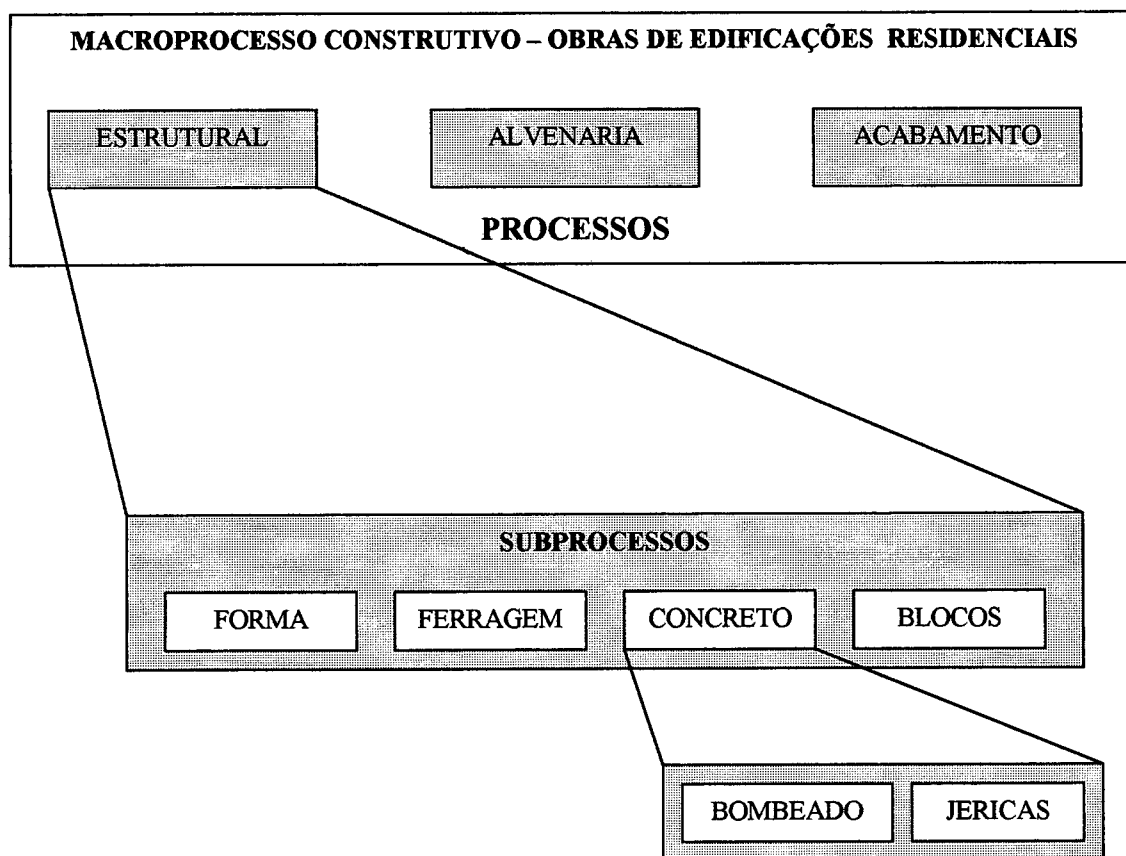


FIGURA 5.1 - A Hierarquia do Macroprocesso estudado no estudo de caso

Fonte: Adaptado de Cruz Lima, 1998

Para o estudo de caso foi escolhido o processo estrutural por ser aquele que agrega a maior parte dos recursos envolvidos na construção dos empreendimentos do setor imobiliário residencial, objeto de estudo deste trabalho. Assim, o estudo foi dividido em função dos quatro subprocessos do processo estrutural: a forma, a armadura, os tijolos utilizados na confecção da laje nervurada e o concreto usinado, sendo que neste último estudou-se separadamente o transporte por bombeamento e o por jericas.

A tabela 5.1 apresenta os dados referentes as duas empresas estudadas.

	EMPRESA A	EMPRESA B
<i>Tempo de Atuação no Ramo</i>	20 Anos	5 Anos
<i>Empreendimentos em Andamento</i>	03	03
<i>Número de Funcionários</i>	160	77

Tabela 5.1 - Caracterização das Empresas Pesquisadas

Os empreendimentos analisados encontram-se caracterizados na tabela 5.2

	EMPRESA A	EMPRESA B
<i>Número de Torres</i>	02	01
<i>Número de Apartamentos por Andar</i>	04	02
<i>Tipologia do Apartamento</i>	03 e 04 Dormitórios	04 Dormitórios
<i>Área Construída</i>	24.000 m ²	16.000 m ²
<i>Mão-de-Obra</i>	Própria	Própria e Sub-empregada (Armadura)

Tabela 5.2 - Caracterização das Obras do Estudo de Caso

5.3 SISTEMAS DE ENTRADA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS

5.3.1 ENTREVISTA DIRIGIDA

Na tabela 5.3 são apresentados os pontos de coleta na entrevista dirigida, referentes à entrada do sistema.

	EMPRESA A	EMPRESA B
Planejamento da Armazenagem	-Não possui áreas específicas de armazenamento; -Armazenagem dos materiais segue a regra do PEPS (Primeiro que entra, Primeiro que Sai).	Armazenagem seguindo a classificação ABC, dando maior atenção àqueles de maior valor agregado; -Aço armazenado segue a regra do PEPS.
Escolha dos Materiais	-A escolha dos materiais usados não tem como requisito sua facilidade de manuseio e adaptação com os equipamentos disponíveis. A escolha basea-se na facilidade de uso e na qualidade.	-A escolha dos materiais visa apenas a facilidade de uso e qualidade final de acabamento, sem ter como requisito a adequação do fluxo do material no canteiro.
Equipamentos de Transporte	-São usados jericas e carrinhos plataforma para todos os materiais envolvidos na construção.	-São utilizados jericas para transporte. -Equipamento inadequado de transporte dos blocos de concreto celular;
Planejamento do Canteiro	-Planejamento geral do layout do canteiro realizado no início da obra; -Não há planejamento de fluxo de materiais para o canteiro;	-Planejamento de layout realizado na implantação das instalações provisórias; -Não há planejamento de fluxo dos materiais para o canteiro;
Sistema de Informação e Comunicação da Obra	-Comunicação externa via telefone; -Uso de interfone para a comunicação entre o operador do guincho e os andares.	-O telefone é o único meio de comunicação da obra; -Uso de interfone para a comunicação entre o operador do guincho e os andares.
Treinamento	-Não existe treinamento relacionado com movimentação de materiais.	-Não existe treinamento relacionado com movimentação de materiais.
Manutenção dos Equipamentos	-Manutenção realizada pelos próprios funcionários.	-Manutenção realizada pelos próprios funcionários.
Recebimento de Materiais	-Entrega do aço centralizada (escritório central); -Descarregamento do aço sob responsabilidade do fornecedor; -Recebimento com inspeção qualitativa e quantitativa: uso de indicadores. -Concreto recebido em obra com entregas programadas; -Vias de acesso niveladas e compactadas, pavimentadas com brita.	-Os fornecedores são os mesmos desde o início da obra; -Nenhum dos insumos envolvidos no processo estudado é recebido embalado; -Recebimento com inspeção quantitativa e qualitativa; -Recebimento dos materiais na própria obra (envolvidos no processo estrutural); -Descarregamento de blocos e aço realizados por funcionários da empresa. -Vias de acesso niveladas e compactadas, pavimentadas com brita; -Entregas programadas de materiais.

Tabela 5.3 - Pontos Abordados na Aplicação da Entrevista

5.3.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O planejamento da armazenagem em ambas as obras não seguem critérios rigorosos no que diz respeito à escolha dos locais e condições de armazenagem. No entanto verifica-se a preocupação de armazenar-se de forma a permitir a utilização sempre do material mais antigo.

Os equipamentos de transporte utilizados pelas empresas estudadas são os mesmos do início ao fim da construção do empreendimento, o que dificulta o manuseio, pois nem todos os materiais são compatíveis com estes equipamentos. O destaque é o uso de carrinho plataforma pela Empresa A que transporta lotes maiores por viagem, necessitando apenas de um servente.

O planejamento dos canteiros de obras realizados pelas duas empresas não atribuem a questão da flexibilidade que os processos subseqüentes exigem. A explicação está na ampla área que ambas as empresas tem a disposição para uso, permitindo criar novos postos de trabalho.

Em relação a um projeto específico de fluxo de materiais, as gerências dos dois empreendimentos estudados reconhecem sua importância, mas as iniciativas referentes a este assunto ainda são feitas de forma aleatória.

O sistema de fluxo informações das obras pesquisadas carecem de melhores métodos. Um exemplo está nos atrasos gerados na concretagem da laje devido à falha na comunicação entre o operador do caminhão betoneira e a equipe de operários. A implantação de equipamentos de comunicação entre as duas pontas envolvidas neste processo é uma solução para manter a produção contínua.

Não existe treinamento do uso dos equipamentos de transporte nas duas empresas pesquisadas. Assim, os funcionários aprendem a manuseá-los dentro do próprio ofício, adquirindo os eventuais vícios em obra.

A manutenção dos equipamentos de transporte de materiais na Empresa B é realizada na própria obra pelos funcionários que os operam, os quais recebem um treinamento adequado para tal finalidade. Na Empresa A a manutenção é feita no escritório central, também por funcionários próprios.

A confecção da armadura das obras da Empresa A é centralizada, afim de aproveitar melhor o aço e evitar o desperdício. Em contrapartida, a empresa tem que arcar com os custos de transporte do material semi acabado para a obra, além dos custos de descarregamento.

A Empresa B adota a estratégia de receber o material diretamente em obra. Como vantagem parte dos materiais são descarregados pelo fornecedor, não ocupando tempo de seus funcionários para tal atividade. Evita-se também duplos manuseios de materiais.

As duas empresas fazem vistoria dos materiais descarregados, de forma quantitativa e qualitativa. A Empresa A usa estes dados para compor indicadores que servirão como base para *feedback*.

No caso da Empresa A, o concreto e o aço são recebidos de forma programada. Na Empresa B os insumos envolvidos no processo estrutural (aço, blocos de concreto celular e concreto) são recebidos de forma programada em pequenos lotes o que evita a necessidade de grandes áreas de armazenagem.

5.4 ETAPA DE PROCESSAMENTO

A etapa de processamento está dividida de acordo com os quatro sub-processos que envolvem o processo estrutural: forma, ferragem, concreto e blocos. Além disso, o concreto está subdividido em concreto de laje e concreto de pilares.

A seguir serão expostos os resultados da aplicação de cada uma das ferramentas utilizadas na coleta de dados e então será feita uma breve análise dos mesmos.

5.4.1 CARTA DE PROCESSO

A carta de processo ou gráfico do fluxo de processo consiste em uma técnica que registra um processo de maneira compacta, afim de tornar possível sua melhor compreensão e posterior melhoria.

Nesta pesquisa a carta de processo tornou possível representar os diversos passos ou eventos que ocorreram durante a execução de um processo ou procedimento, incluindo informações consideradas, para fins de análise, tais como necessidade de tempo e distância.

O tempo requerido para cada atividade detalhada na carta de processo varia de ciclo para ciclo. Para que haja consistência nos valores obtidos no estudo de tempos para o preenchimento da planilha é preciso calcular o número de observações necessário para um nível de confiança de 95% e erro relativo de 5%. Para isto são feitas algumas observações iniciais e então usada a seguinte fórmula:

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

Onde:

N' = Número de observações necessário para produzir o nível de confiança e precisão desejados.

N = Número de observações realizadas.

X = Tempo observado.

O quadro 5.1 mostra o número de observações realizadas em cada subprocesso estudado.

<i>Subprocesso</i>	<i>Empresa A</i>	<i>Empresa B</i>
<i>Armadura de Pilares</i>	42	32
<i>Blocos da Laje Nervurada</i>	82	60
<i>Fôrma de Laje</i>	35	38
<i>Concretagem de Pilares</i>	31	25
<i>Concretagem de Laje</i>	80	81

Quadro 5.1 - Tamanho das Amostras por Subprocesso

Algumas das cartas de processo preenchidas estão expostas no anexo I desta dissertação. Nas planilhas de coleta de dados foram inseridos também desenhos esquemáticos dos fluxos em estudo com o intuito de auxiliar na interpretação dos dados.

5.4.1.1 Armadura de Pilares

Para a confecção da armadura dos pilares as duas empresas pesquisadas utilizam estratégias diferentes.

A Empresa A adota a estratégia de centralizar a montagem das armaduras enquanto que a Empresa B possui uma central de montagem de armadura por obra.

Verifica-se como ponto forte na estratégia da centralização da produção das armaduras a redução de custos baseado em uma produção contínua com menor custo de mão-de-obra, além da organização e aumento de controle, principalmente de desperdícios.

A estratégia de confeccionar-se a armadura nas próprias obras tem como vantagem principal a redução do tempo de ciclo, pois localizando-se dentro do canteiro de obra consegue atender com mais agilidade a demanda, operando em várias situações just-in-time.

	EMPRESA A		EMPRESA B	
	Quantidade	% Tempo	Quantidade	% Tempo
<i>Operação</i>	02	2' 38''	07	67' 39''
<i>Transporte</i>	03	2' 04''	09	3' 30''
<i>Espera</i>	02	1' 01''	01	2' 39''

Quadro 5.1- Distribuição dos tempos da equipe envolvida no subprocesso de armadura de pilares

O quadro acima retrata a realidade dentro do canteiro de obras, não servindo para comparação dos processos.

Os tempos referentes à empresa A mostram as vantagens de receber a armadura pronta e justo ao tempo de aplicação, tornando a operação como um todo bem "enxuta", em que os tempos de manuseios na obra são mínimos. Em contrapartida necessita-se de um bom planejamento na central, em concordância com o ritmo de produção da edificação para não criar tempos excessivos de espera na confecção da armadura.

A situação de confeccionar a armadura na própria obra propicia um melhor fluxo de informações e conseqüentemente um melhor planejamento e controle da produção. Neste ambiente constata-se com maior rapidez qualquer desajuste na linha de produção como um todo, já que os tempos improdutivos, dentre eles o de espera, aumentam proporcionalmente.

5.4.1.2 BLOCOS PARA LAJE NERVURADA

As duas empresas envolvidas nesta pesquisa utilizam a mesma tecnologia construtiva, com a diferença que a Empresa A opta usar tijolos cerâmicos e a Empresa B, blocos de concreto celular.

A opção do uso de tijolos cerâmicos para compor a laje nervurada reduz os custos referentes à material, porém gera-se a necessidade de vedar os furos laterais para não haver desperdício de concreto. Assim, os tempos de operação e de manuseio são consideravelmente mais altos (Quadro 5.5).

O uso de blocos de concreto celular tem como principais vantagens o reduzido tempo de ciclo e de manuseios, porém estes ganhos estão intimamente ligados ao modelo de gestão de produção de cada obra.

	EMPRESA A		EMPRESA B	
	Quant.	Tempo	Quant.	Tempo
<i>Operação</i>	08	41' 12"	02	44"
<i>Transporte</i>	04	2' 20"	03	1' 39"
<i>Espera</i>	01	2' 10"	03	1' 12"

Quadro 5.5- Distribuição dos tempos da equipe envolvida no subprocesso de blocos da laje nervurada

- **FÔRMA DE LAJE**

Este subprocesso estuda o fluxo do material desde a sua desforma até o transporte e aplicação no andar superior.

As duas empresas pesquisadas no estudo de caso utilizam o mesmo método para este subprocesso.

O quadro 5.6 mostra a distribuição dos tempos da equipe envolvida no subprocesso de fôrma de laje, assim como o número de ocorrência de cada atividade.

	EMPRESA A		EMPRESA B	
	Quant.	Tempo	Quant.	Tempo
<i>Operação</i>	04	5' 37"	05	4' 47"
<i>Transporte</i>	03	52"	04	55"

Quadro 5.6- Distribuição dos tempos da equipe envolvida no subprocesso de fôrma de laje

- **CONCRETAGEM DE PILARES**

Ambas as empresas pesquisadas adotam o uso de concreto usinado e o uso de jericas para transporte interno do material.

No quadro 5.7 encontra-se a distribuição dos tempos da equipe envolvida no subprocesso de concretagem de pilares, com as respectivas quantidades de ocorrências de cada uma das atividades.

	<i>EMPRESA A</i>		<i>EMPRESA B</i>	
	Quant.	Tempo	Quant.	Tempo
<i>Operação</i>	05	45"	05	49"
<i>Transporte</i>	04	1'22"	04	1'22"
<i>Espera</i>	01	1'48"	01	2'42"

Quadro 5.7- Distribuição dos tempos da equipe envolvida no subprocesso de concretagem de pilares

- **CONCRETAGEM DE LAJE**

Para a concretagem de laje as duas obras não processam concreto em obra, usam o concreto usinado. Assim, passa-se a não haver necessidade de dispor de área para processar e estocar insumos. O transporte é realizado por tubulação de ferro galvanizado, o que evita os desperdícios causados por manipulações e equipamentos de transportes.

O quadro 5.8 mostra a distribuição dos tempos da equipe envolvida na concretagem da laje, com as respectivas quantidades de ocorrência da cada atividade.

	EMPRESA A		EMPRESA B	
	Quant.	Tempo	Quant.	Tempo
<i>Operação</i>	06	25' 46"	06	20' 12"
<i>Transporte</i>	01	11"	01	10"
<i>Espera</i>	01	10' 12"	01	6' 32"

Quadro 5.8- Distribuição dos tempos da equipe envolvida no subprocesso de concretagem de laje

5.4.2 MAPOFLUXOGRAMA

O mapofluxograma é uma ferramenta de extrema importância para a visualização dos fluxos no canteiro de obra.

Com base no layout do canteiro de obras, locam-se de forma gráfica os fluxos de materiais dos subprocessos estudados.

O mapofluxograma da Empresa A mostra que as áreas de descarregamento estão localizadas próximas dos equipamentos de movimentação, como o guincho, reduzindo o percurso de transporte. Entretanto estas áreas são de uso comum para todos os materiais envolvidos no processo estrutural, podendo ocasionar problemas caso não haja uma programação eficiente dos recebimentos. Na Empresa B o mapofluxograma mostra várias

áreas de descarga, facilitando a descarga simultânea de materiais. Verifica-se porém que estas áreas estão localizadas distantes do guincho, aumentando o tempo de transporte.

Na Empresa B existem dois portões bem localizados de acesso. A Empresa A também possui dois portões, porém utiliza efetivamente apenas um dos portões, devido à geometria do canteiro de obras.

As áreas de armazenagem da Empresa A encontram-se dispersas precisando melhorar seu planejamento. Os tijolos, por exemplo, estão em várias partes do canteiro, ocupando grandes áreas. Na Empresa B as áreas de armazenagem estão mais organizadas, com áreas específicas e bem demarcadas para cada material.

Observando o mapofluxograma da Empresa B, verifica-se a existência de um cruzamento de fluxo entre o transporte de blocos para a laje nervurada e o transporte de armadura de pilares. Mas no geral o mapofluxograma mostra um bom planejamento de fluxos no canteiro de obras. Assim, cada material segue um trajeto diferente. Na Empresa A, verifica-se trajetos bem racionais, com proximidades entre áreas de descargas e o guincho, porém há cruzamentos de fluxo entre o transporte de tijolos com o de outros materiais, parte devido à armazenagem dispersa deste material.

Observa-se ainda boas áreas de manobras em ambas as obras estudadas. Na Empresa B verifica-se inclusive a proximidade do portão com a área de descarregamento de aço, com o intuito de evitar a necessidade de manobra da carreta, porém fica claro no mapofluxograma um fluxo muito longo do aço até ser transportado pelo guincho de coluna.

5.4.3 CHECK-LIST DE EXAME DO FLUXO DE MATERIAIS

O check-list de exame do fluxo de materiais foi aplicado com a finalidade de buscar as origens dos problemas detectados na análise da carta de processo. Muitas de suas questões auxiliam também na análise do mapofluxograma. Foram abordados pontos específicos considerados como indicadores de possibilidades de melhorias. O check-list de exame do fluxo de materiais encontra-se no anexo II desta dissertação.

Detectou-se o uso de equipamentos inadequados na movimentação de blocos para laje nervurada (Foto 5.1) na Empresa B, apesar de possuírem dimensões compatíveis com as vias de circulação existentes.



Foto 5.1 Uso de equipamento inadequado de transporte do material

Em relação ao armazenamento, verificou-se na Empresa A ocorrência de material empilhado diretamente no chão, de maneira desordenada e sem o aproveitamento da terceira dimensão (Foto 5.2). No entanto algumas diretrizes são positivas como o armazenamento seguindo a regra do PEPS (Primeiro que Entra - Primeiro que Sai)

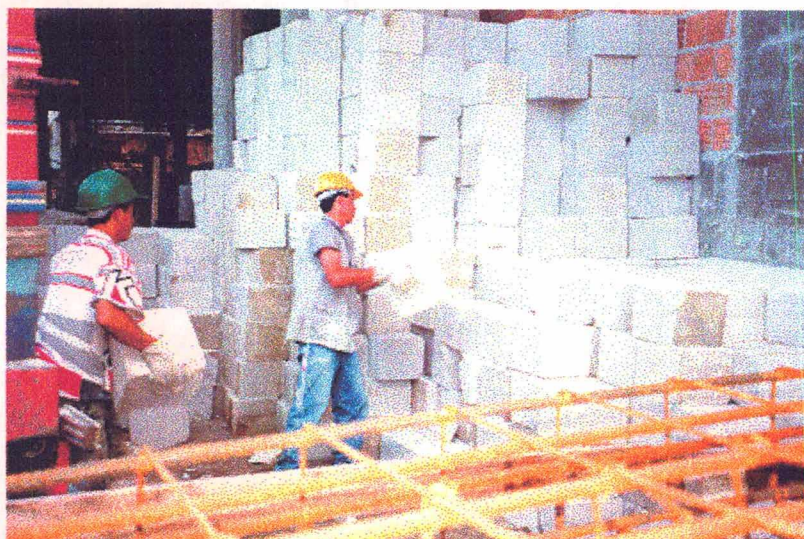


Foto 5.2 - Aproveitamento impróprio da terceira dimensão na armazenagem

Detectou-se na Empresa B um número excessivo de estoques intermediários, principalmente em relação ao subprocesso de armadura de pilares, com o aproveitamento inadequado da terceira dimensão. Em contrapartida, os espaços de armazenagem planejados são suficientes devido às grandes dimensões do canteiro de obra.

Verifica-se em ambas as Empresas ocorrências de duplos manuseios e uso de técnicas inadequadas de movimentação de materiais.

Detectou-se possibilidade de ganho na Empresa A na organização da área de trabalho no canteiro de obra, além de necessidade de replanejamento da locação das equipes, pois verificou-se ocorrência de funcionários inativos. Um exemplo está na paralisação da linha de produção decorrente dos atrasos e esperas pelo guincho. Com relação à segurança, verifica-se na obra da Empresa B, transportes verticais de cargas perigosas, onde o guincho de coluna transporta as armaduras prontas para o local e sua aplicação.

5.4.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO

Os registros fotográficos tiveram como objetivo a documentação dos fatos em observação instantânea. Contribuiu para melhor analisar os fatos que foram coletados na carta de processo e no check-list, através de sua visualização.

5.4.5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Devido à diferença de métodos utilizados pelas duas empresas nos subprocessos Armadura de Pilar e Blocos para Laje Nervurada, a análise e discussão dos resultados destes não englobam a aplicação da carta de processo. Entretanto esta ferramenta foi aplicada com sucesso na duas empresas.

O quadro 5.1 mostra as médias dos tempos de duração de cada subprocesso nas duas empresas estudadas, bem como seus respectivos intervalos de confiança com grau de confiabilidade de 95%.

Sub-Processo	Lim Inf	Média	Lim Sup	Des. Pad.	Lim Inf	Média	Lim Sup	Des. Pad.
Concretagem de Pilares	3,70	3,95	4,20	0,95	5,23	5,24	5,25	0,05
Concretagem de Laje	27,80	30,57	33,34	8,13	24,32	24,92	25,52	2,03
Fôrma de Laje	6,48	6,48	6,48	0,01	5,55	5,70	5,85	2,40

Quadro 5.1 - Médias dos Tempos de Duração dos subprocessos

A seguir é mostrada graficamente as médias normalizada dos tempos de duração dos sub-processos nas duas empresas estudadas.

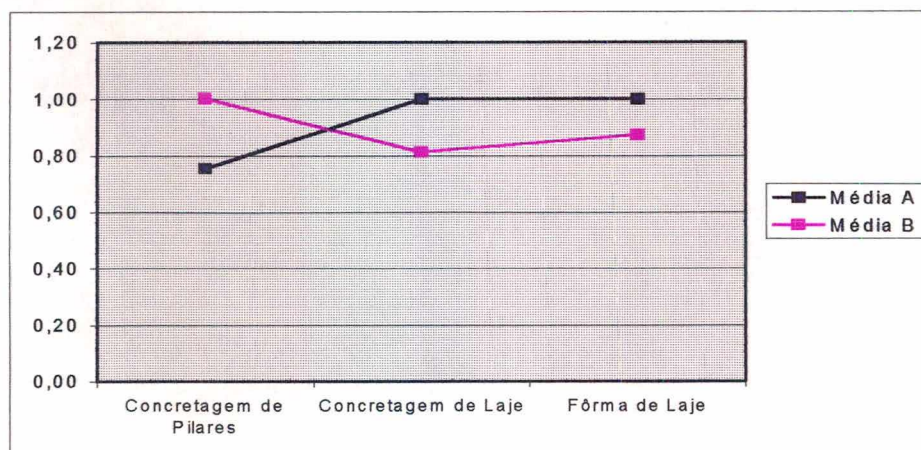


Gráfico 5.1 - Média dos Tempos de Duração dos Sub-Processos

Em relação ao sub-processo de armadura de pilares, enquanto a Empresa A centraliza a confecção da armadura, a Empresa B optou a possuir uma central no canteiro de obra, gerando um maior tempo de ciclo deste sub-processo.

Os blocos para a laje nervurada utilizados na Empresa A são de alvenaria, necessitando de vedação para o uso apropriado na laje (Foto 5.3), gerando maiores tempos de manuseio e maiores estoques. A Empresa B utiliza blocos de concreto celular.



Foto 5.3- Vedação dos tijolos cerâmicos para utilização na confecção da laje nervurada

Os gráficos 5.2 a 5.4 mostram os percentuais de tempo para as várias atividades consideradas nos sub-processos estudados, para as duas empresas.

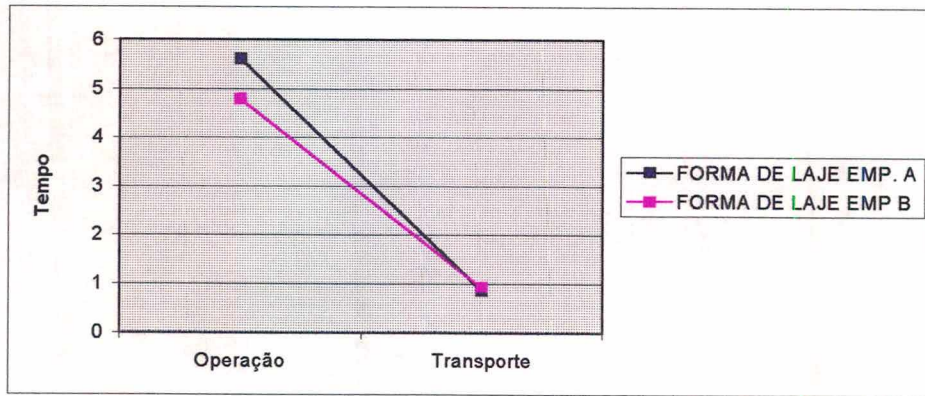


Gráfico 5.2 - Distribuição de Tempos das atividades envolvidas no Sub-processo de forma de laje

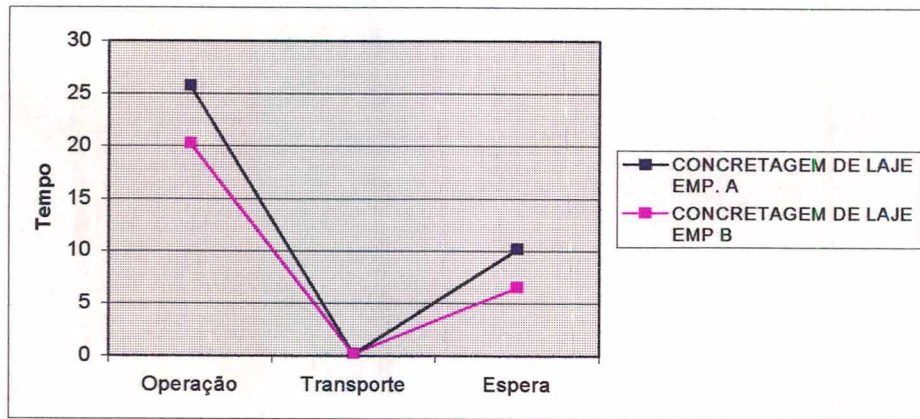


Gráfico 5.3 - Distribuição de Tempos das atividades envolvidas no Sub-processo de concretagem de laje

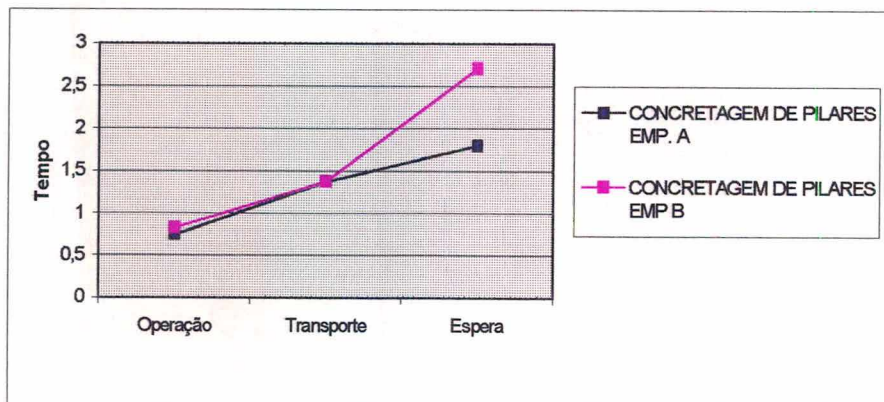


Gráfico 5.4 - Distribuição de Tempos das atividades envolvidas no Sub-processo de concretagem de pilares

Observando o gráfico 5.3 nota-se a explicação dos maiores tempos de ciclo envolvendo o processo construtivo da Empresa A. Verifica-se maiores tempos gastos com a operação e desperdícios em tempos que não agregam valor em esperas.

Analisando a aplicação da carta de processo para as duas empresas, verifica-se maior eficiência dada pela equipe da Empresa B nas atividades de preparo, como espalhar o concreto ao longo da superfície e de nivelá-lo para posterior acabamento. Nota-se então que equipes bem posicionadas e melhores treinadas são fundamentais no processo de economia de escala de mão-de-obra e encurtamento do cronograma da obra.

Verifica-se ainda neste subprocesso a racionalização de transporte alcançada por intermédio da utilização de transportadores mecânicos. A atividade de transporte praticamente não interfere nos tempos de ciclos totais. Em contrapartida notou-se a necessidade de melhoria no fluxo de informações entre o operador do transportador e a equipe no local de aplicação do concreto. Esta deficiência interfere bastante no tempo de ciclo deste sub-processo, como se observa no gráfico 5.3.

Outro ponto de melhoria é a redução de tempos de espera gerados pela falha programação de suprimento de concreto pela empresa fornecedora, que não permitia o fluxo contínuo e assim obrigava a equipe inteira a ficar ociosa.

Em relação à fôrma de laje, verifica-se bons tempos envolvidos em operação e sem tempos de espera. (carta de processo). Os painéis eram retirados com o guincho exclusivamente liberado para seu transporte, o que otimizou o fluxo. Entretanto, neste sub-processo, o chek-list acusou o uso de ferramentas impróprias de trabalho que podem provocar acidentes.

O gráfico 5.1 mostra que a Empresa B tem um tempo de ciclo do sub-processo de concretagem de pilares maior que a Empresa B. Observando o gráfico 5.4 verifica-se que o motivo está nas altas taxas de tempos de espera. Observando a carta de processo (Anexo I) pode-se verificar um desbalanceamento da equipe envolvida (identificado também no check-list), provocando filas de jericas a espera do guincho para serem transportadas (Foto 5.4).

Verificou-se também neste sub-processo altos tempos envolvendo transportes. Analisando o check-list identifica-se que o maior motivo é a utilização de meios arcaicos e impróprios de transporte, gerando inclusive necessidade de equipes numerosas (foto 5.5).



Foto 5.4 - Filas de jericas com concreto a espera de transporte



Foto 5.5 - Equipes numerosas devido ao meio arcaico de transporte de materiais

Por fim, a aplicação da carta de processo e do checklist mostraram deficiências relacionados ao planejamento das áreas de armazenagem. A Empresa A, por exemplo, mantém estoques excessivos de tijolos cerâmicos usados para a confecção da laje nervurada, o que ocasiona perdas de espaço no canteiro e custos fixos para a Empresa (figura 5.7)

Examinando o mapofluxograma da empresa B, verifica-se cruzamentos de fluxo envolvendo o transporte de blocos e o armazenamento de ferragem, que devem ser evitados.



Foto 5.6 - Armazenagem dos vergalhões atrapalhando o fluxo das jericas



Foto 5.7 - Armazenamento excessivo de tijolos

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 CONCLUSÕES

A realização deste trabalho consistiu no desenvolvimento de um modelo de gestão de fluxo de materiais enfocando o ambiente de produção da indústria da construção civil e na sua aplicação em canteiros de obras na cidade de Florianópolis.

Para a aplicação do modelo utilizou-se cinco ferramentas: a entrevista, a carta de processo, o check-list de exame do fluxo de materiais, o mapofluxograma e o registro fotográfico, cada qual direcionada para uma finalidade específica. Verificou-se, através do estudo de caso, que estas ferramentas atendem perfeitamente à finalidade destinada às mesmas.

O estudo de caso mostrou que o modelo de gestão de fluxo de materiais proposto é viável e de aplicação adequada para a finalidade proposta. Os resultados obtidos deram subsídios suficientes para a caracterização da gestão de fluxo de materiais nas empresas pesquisadas e para a sua análise, servindo de feedback para estas empresas.

Com exceção da carta de processo, que requer várias amostras de tempo, as ferramentas utilizadas necessitaram de pouco tempo para aplicação. Entretanto, o método exige que a equipe envolvida esteja devidamente inteirada sobre o modelo e os objetivos de cada uma das ferramentas. Exige-se, portanto, um adequado treinamento das mesmas antes de iniciar-se o processo de coleta de dados.

O check-list de exame do fluxo de materiais mostrou ser abrangente e complementar as informações requeridas na análise da carta de processo, com relação às explicações da origem de falhas identificadas no fluxo de materiais das obras pesquisadas.

A análise dos resultados da aplicação do modelo mostrou ineficiência na gestão do fluxo de materiais nas empresas pesquisadas. Esta ineficiência inicia ainda na entrada do modelo, pois verificou-se que a gerência ainda não dá a devida importância às questões de fluxos de materiais nas obras. Assim, muitos dos problemas operacionais verificados no estudo de caso ocorreram devido às falhas gerenciais, como por exemplo a falta de planejamento de fluxos ou um planejamento de layout ineficaz.

Foram notados também o uso de métodos poucos produtivos nas questões ligadas ao fluxo de materiais nos canteiros de obras. O sistema de movimentação e armazenagem, por exemplo, utiliza métodos pouco mecanizados, envolvendo manuseios manuais e com equipamentos inadequados, geralmente os mesmos para todos os tipos de insumos recebidos nas obras. Não havia padronização para o armazenamento dos materiais.

A armazenagem dos insumos envolvidos no processo estudado tinham deficiência no que tange às questões de integridade, proteção à intempéries e à facilidade de manuseio, propiciando, desta forma, perdas e improdutividade das equipes.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A resolução de problemas relacionados ao fluxo de materiais em canteiros de obra tem sido objeto continuado de estudos e pesquisas. Assim, vislumbram-se diversas possibilidades de continuação desse trabalho. Entre eles podemos citar:

- ✓ Aplicação do modelo de gestão de fluxo de materiais em outros processos do macroprocesso construtivo, tais como o processo de alvenaria e de acabamento, englobando assim outros diferentes insumos utilizados na obra;
- ✓ Desenvolvimento e aplicação de indicadores de desempenho de gestão de fluxo de materiais em obras.
- ✓ Realização de estudos para desenvolvimento de inovações tecnológicas destinadas a suprir as deficiências relativas à fluxo de materiais, algumas apresentadas nesta dissertação;
- ✓ Utilizar outras técnicas para avaliação do fluxo de materiais;

- ✓ Realização de trabalhos que permitam avaliar os custos envolvidos nas atividades de fluxo de materiais, tanto na entrada quanto na saída do modelo, afim de possibilitar a comparação dos mesmos e permitir visualizar as perdas envolvidas;
- ✓ Realização de pesquisas em obras de diferentes tipologias, tal como em edifícios comerciais;
- ✓ Desenvolvimento de diretrizes para o planejamento de fluxo de materiais em canteiros de obras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGAPIOU, A. et al. **The Role of Logistics in the Materials Flow Control Pocess. Construction Management and Economics**, No. 16, p. 131-137, 1998
- ARAÚJO, N. e Meira, G **Utilização da NR-18 em Canteiros de Obras de Edificações Verticais da Grande João Pessoa. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais. Piracicaba, 1996**
- ARDITI, David et al. **Innovation in Construction Equipment and its Flow into the Contruction Industry. Journal of Construction Enginnering and Management**, v.123, No. 04, p.371-376, December 1997
- BARELLA, Roberto. **Filão Inexplorado. Revista Construção**, São Paulo, No. 2508, p.04-07, Março/1996.
- BELIVEAU, Y. **Dynamic-Bejavior Modeler for Material Handling in Construction. Journal of computing in Civil Engineering**, v.08, No. 03, p.269-285, July 1994
- BLACK, J. T. **The Design of the factory with a future. McGraw-Hill, Inc., 1991**
- CARSON, G. B. et al. **Production Handbook. 3 ed. New York: Ronald Press Publication, 1976. 1395p.**

CIMINO, Remo. **Planejar para Construir**. 1 ed. São Paulo: Pini, 1987. 232p.

COLAS, R. **Pour une Logistique des Chantiers**. France: Plan Construction et Architecture, 1997. 186p.

CRUZ LIMA, Adalberto da. **Gerenciamento de Processos na Execução do Macroprocesso Construtivo: um estudo de caso aplicado no processo estrutural**. Florianópolis, 1998. Dissertação de Mestrado - UFSC

DIAS, Marco A. P. **Administração de Materiais: Uma abordagem logística**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1998. 400p.

FERREIRA, Emerson de A. M. **Metodologia para Elaboração do Projeto do Canteiro de Obras de Edifícios**. São Paulo, 1998. Tese de Doutorado - EPUSP

FRANCHI, C. de C. et al. **As Perdas de Materiais na Indústria da Construção Civil**. . In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais. São Carlos, PPGE/UFScar, 1995.

GIBB, A.G.F. & KNOBS, T. **Computer-Aided Site Layout & Facilities Planning**. ARCON 95 Conference, Association of Researchers in Construction Management. York, UK, September 1995, p. 541-550

HANDA, Vir **Construction Site Planning**. Construction Canada, Toronto, Canada, 1989, p. 43-48

HANDA, Vir **Construction Site Efficient**. Construction Canada, Toronto, Canada, 1989, p. 40-48

HEINECK, L. F. M. et al. **Movimentação de Argamassa em Obra: uma avaliação do consumo de mão de obra nesta atividade do canteiro**. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. Anais. Goiânia, 1995

HEINECK, L.F.M. et al. **Problemas em uma Empresa de Construção e em seus Canteiros de Obras**. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais. São Carlos, PPGE/UFScar, 1995

HEINECK, L.F.M. et al. **Das Dádivas do Medievalismo na Construção - Afinal, uma Indústria Atrasada ou Moderna?** In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais. São Carlos, PPGE/UFScar, 1995

UFSC/HEINECK, L.F. **Modificações nas Instalações de Canteiro de Obras e o Aumento de Produtividade na Indústria da Construção Civil**. Florianópolis, 1997. Notas de Aula.

HERBERT, A. et al. **Site Management and Production Disturbance**. Building Technology and Management , p.19-20, January, 1970

ILLINGWORTH, J. R. **Construction: Methods and Planning** London: 1993

ISHIWATA, Junichi. **IE for the Shop Floor: Productivity through process analisys**. Portland: Productivity Press, Inc., 1991. 182p.

- MACHLINE, Claude et al. **Manual de Administração da Produção**. 7 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1984.
- MATEUS, Miguel F. L. **The Knowledge-Use Level: An Approach to Construction Site Layout**. Salford, 1993. Msc in Information Technology in Propety and Construction - Department of Surveying, University of Salford.
- MOURA, Reinaldo A. **Embalagem: acondicionamento, unitização e containerização**. Vol.02. São Paulo: IMAN, 1990. 354p.
- MOURA, Reinaldo A. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais**. 4.ed.rev. São Paulo: IMAN, 1998. 453p.
- NEIL, J. M. **Teaching Site Layout for Construction**. ASCE Meeting, Portland, OR, April 1980, p. 1-11
- NISKANEN, Toivo & LAUTTALAMMI, Jouni Accident Risks During Handling of Materials at Building Construction Sites. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.119, No.02, p.283-301, June 1993
- OLIVEIRA, R. R. de. **Uma Análise Operacional do Processo Produtivo em Obras: estudo de caso em três tecnologias habitacionais**. Florianópolis, 1993. Dissertação de Mestrado - PPGE/UFSC

- OLOMOLAIYE, P. et al. Organizational Productivity - a case study of materials management in UK construction firm. **Construction Papers**, UK, v. 44, 1995
- PARSONS, R. M. System for Material Movement to Work Areas. **Journal of the Construction Division**, v. 106, No.C01, p.55-71, March, 1980
- RAD, Parviz F. A Graphic Approach to Construction Job-Site Planning. **Cost Engineering**, Boston, Vol.24, No. 04, p. 211-217, 1982.
- REIS, Helvécio L. A Redução de Desperdícios na Indústria. **Revista de Administração**. São Paulo, v. 30, n.2, p. 39-49, abril/junho 1995
- SANTOS, Aguinaldo. **Método Alternativo de Intervenção em Obras de Edificações Enfocando o Sistema de Movimentação e Armazenamento de Materiais: Um Estudo de Caso**. Porto Alegre, 1995, Dissertação de Mestrado - CPGEC, UFRGS.
- SANTOS, Agnaldo et al. **Método de Intervenção para a Redução de Perdas na Construção Civil: manual de utilização**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 1996. 103p.
- SAURIN, Tarcísio. A. **Método para Diagnóstico e Diretrizes para Planejamento de Canteiros de Obra de Edificações**. Porto Alegre, 1997. Dissertação de Mestrado - NORIE, UFRGS.

SCARDOELLI, L. S. et al. **Melhorias de Qualidade e Produtividade: iniciativas das empresas de construção civil.** Porto Alegre: SEBRAE/RS, 1994. 288p.

SCHROEDER, R. G. **Operations Management: decision making in the operations function.** Forth Edition. Mc Graw Hill International, 1993

SHINGO, Shigeo. **A study of the Toyota Production System from na Industrial Engineering Viewpoint,** 1989.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 1997. 726 p.

SOUZA, A. L. R. de. et al. **Projeto e Inovação Tecnológica na Construção de Edifícios: implantação no processo tradicional e em processos inovadores.** São Paulo, EPUSP, 1995. 49p. (BT/PCC/145)

TOMMELEIN, I. D. **MoveCapPlan: An Integrated System for Planning and Controlling Construction Material Laydown and Handling.** *Computing in Civil Engineering*, New York, Volume 2, p. 1172-1179, June 20-22, 1994

ANEXO I

EMPRESA A

PLANILHA DE CARTA DE PROCESSO

TÍTULO: Armadura de Pilares

DATA:02/10/98

No. 01

PASSO	Ferram	Dist (m)	Temp	Pess	FLUXO					
					○	⇒	◐	◑	▽	
1	Descarregamento ferragem pronta (1 un)		12	4						
2	Transporte para o guincho (1un)	10	40	2						
3	Amarração da carga	Corda	45	1						
4	Transporte vertical	18,50	52	1						
5	Retirada da Amarração		15	1						
6	Transporte para local de aplicação (1 un)	VAR	43	2						
7	Aplicação da Armadura (1 un)	Alicate	2'40"	2						
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
15										
16										
17										
18										
19										
TOTAL		6 Passos			8	2(x)	3	2	0	0
						2'52"	2'15"	1'	0	0

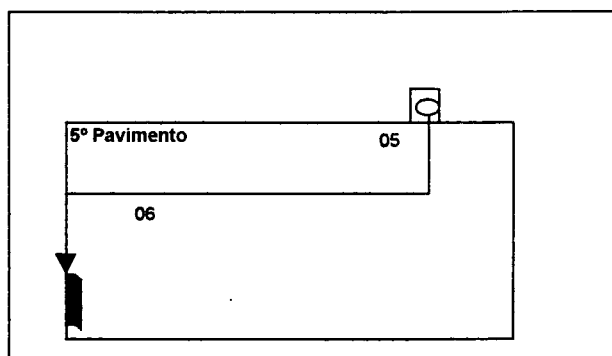
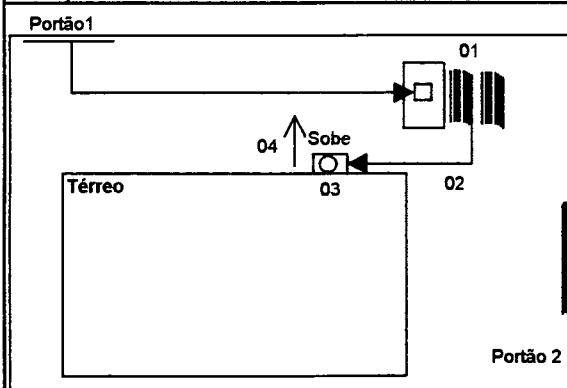


Diagrama da planta baixa

Anotações:

Grupo:Armad./Vigas/Pilares

Preenchido por:

Adamor Tuji

PLANILHA DE CARTA DE PROCESSO

TÍTULO: Blocos da laje nervurada

DATA: 01/10/98

No. 01

PASSO	Máq/ Ferram	Dist (m)	Temp (min/s)	Pes	FLUXO				
					○	⇒	⊂	□	▽
1	Colocação dos blocos no C.plataforma(3last)		06:48	1					
2	Vedação dos furos dos tijolos (3 lastros:48un)	Filme	13:54	1					
3	Transporte para armazenagem (3 lastros)	C. Plataforma	00:51	1					
4	Descar. no local de armazenagem (1 lastro)		02:53	1					
5	Armazenagem		20 dias						
6	Colocação dos blocos no C.plataforma(3last)		08:39	3					
7	Transporte para local provisório (48)	C. Plataforma	00:18	1					
8	Espera pelo Guincho		02:10						
9	Retirada dos CP vazios do guincho		00:04						
10	Colocação dos CP cheios no guincho		00:19	2					
11	Transporte vertical (1CP)	Guincho	00:56	2					
12	Transporte para local de aplicação (1CP)	C. Plataforma	00:15						
13	Descarga dos tijolos no local de aplicação		05:40	1					
14	Aplicação		02:55	1					
TOTAL		14 Passos	20 dias 45'42"		8(x)	4	1		1
					41'12'	2'20'	2'10'		20 dias

Diagrama da planta baixa

Anotações:

- O armazenamento dos tijolos estão em altura acima do ideal para o manuseio, dificultando e aumentando o tempo de carregamento do carrinho plataforma
- A comunicação entre o guincho e os andares é feita por interfone, o que leva a um fluxo de informações muito mais eficiente.
- Oportunidades de melhorias: em vez de transportar 2 vezes o carrinho plataforma(p/ o local provisório e para o guincho) transporta-se de uma só vez, racionalizando uma atividade de transporte que não agrega valor e os duplos manuseios.
- Os operários que colocam os tijolos no Carrinho Plataforma na etapa 06 são os mesmos envolvidos no transporte.

Grupo: Concreto/Blocos

Preenchido por:
Adamor Tuji

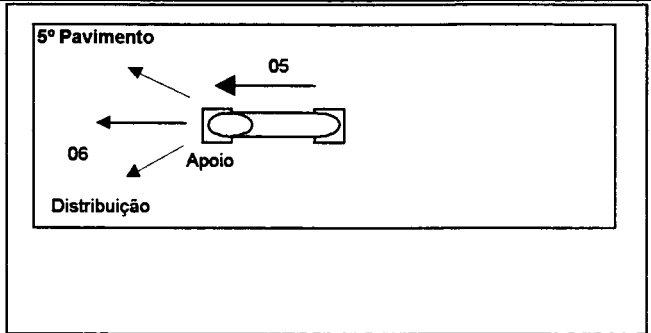
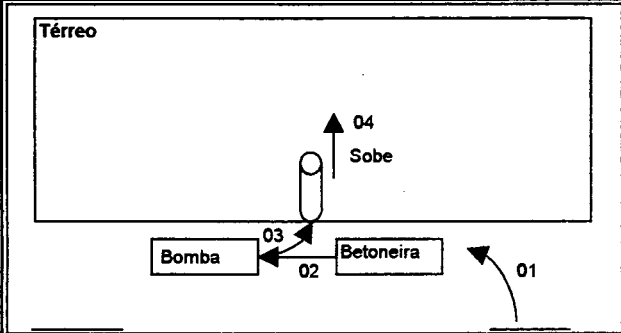
PLANILHA DE CARTA DE PROCESSO

TÍTULO: Concretagem - Concreto bombeado

DATA: 29/09/98

No. 01

PASSO	Máq/ Ferram	Dist (m)	Temp	Pes (un)	FLUXO				
					○	⇒	□	▽	◇
1	Transporte do concreto para o local de aplic.	Tubulação	x	00:11					
2	Despejamento do concreto	Tubulação		02:29	1				
3	Espalhamento do Concreto	Pá		05:02	1				
4	Vibração do concreto	Vibrador Col.		04:58	1				
5	Nivelamento do piso concretado	Rodo		04:59	1				
6	Acabamento do concreto	Desemp.		05:10	1				
7	Fixação de mestras			02:55	1				
8	Troca de Caminhão betoneira			10:05					
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
TOTAL				24'49"					
					6(x)	1			1
					25'33"	11"			10'05"



<p>Anotações: Construtora Zita</p>	<p style="text-align: center;">Diagrama da planta baixa</p> <p>Grupo: Concreto/ Laje Preenchido por: Adamor Tuji</p>
---	---

PLANILHA DE CARTA DE PROCESSO

TÍTULO: Concretagem-Pilares

DATA: 14/10/98

No. 01

PASSO	Ferram	Dist	Temp	Pess	FLUXO					
					○	⇒	□	□	▽	
1	Despejamento do concreto na girica	Calha		20	01					
2	Transporte do concreto para guincho	Girica	14	19	01					
3	Espera pelo guincho			138						
4	Retirada das giricas vazias no guincho			12	01					
5	Colocação das giricas cheias no guincho			12	01					
6	Transporte vertical	Guincho	21m.	43	01					
7	Transporte para local provisório	Girica	VAR	24	01					
8	Enchimento do balde	Pá		5	01					
9	Transporte para local de aplicação	Balde	1,5	2	01					
10	Despejamento no local de aplic.			2						
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
TOTAL		10 Passos		4'37"	08	5(x)	4	1	0	0
						51	88	138	0	0

Diagrama da planta baixa

Anotações:

Grupo: Concretagem-Pilares

Preenchido por:

Adamor Tuji

PLANILHA DE CARTA DE PROCESSO

TÍTULO: Forma de laje

DATA: 27/10/98

No. 01

PASSO	Máq/ Ferram	Dist (m)	Temp (s)	Pess (un)	FLUXO				
					○	⇒	□	◐	▽
1	Retirada dos painéis	Pé de cabra	116	2					
2	Retirada dos pregos dos painéis	Martelo	118	1					
3	Estocagem		19h.						
4	Transporte até o guincho	VAR	30	2					
5	Transporte vertical	Guincho	3	6	1				
6	Transporte para local de aplicação	VAR	16	1					
7	Preparação para aplicação	Martelo	50	2					
8	Aplicação	Martelo	53	2					
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
	TOTAL	8 Passos	19h06m 29s.		4(x)	3	0	0	1
					53"	52"	0	0	19h.

Diagrama da planta baixa

Anotações:

Grupo: Laje-Painéis

Preenchido por:

Adamor Tuji

EMPRESA B

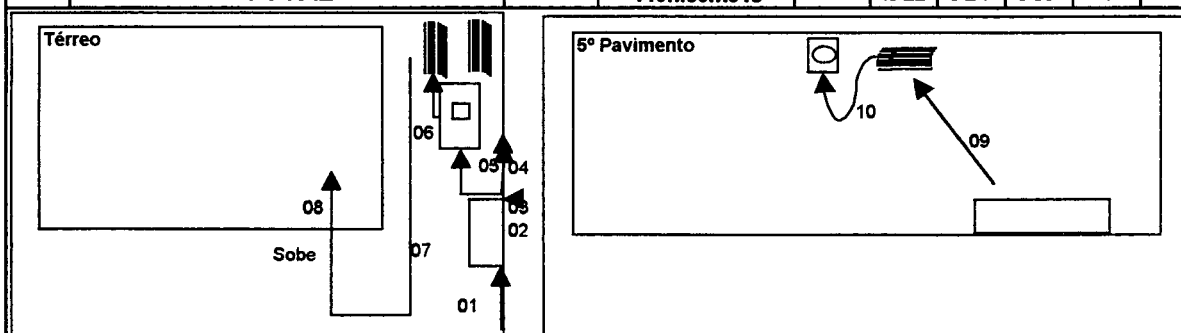
PLANILHA DE CARTA DE PROCESSO

TÍTULO: Armadura de Pilares

DATA: 28/09/98

No. 01

PASSO	Ferram	Dist (m)	Temp	Pess (un)	FLUXO					
					○	⇒	◐	◑	▽	
1			00:20:30	5						
2			3h.							
3		4,0	00:00:12	2						
4	Serra		00:00:23	1						
5		4,0	00:00:13	2						
6			5 h.							
7		0,50	00:00:08	2						
8			00:00:17	1						
9		4,5	00:00:14	2						
10			24 h.							
11		2,0	00:00:12	2						
12	Alicate		00:00:00	4						
13		25,0	00:00:36	4						
14			4 dias							
15		44,5	00:00:29	2						
16			15h.							
17			00:03:43	1						
18			00:05:09							
19	G. col.	48,0	00:00:31	1						
20			00:20:30	4						
21		18,0	00:00:49	2						
22			00:09:54	2						
24										
TOTAL										
						7(x)	9	1	0	5
						45'22"	3'24"	5'09"	0	143 h.



Portão 1

Portão 2

Diagrama da planta baixa

Anotações: Etapa 14:

- 1- Cruzamento de equipes: entre a de forma e a que operava o guincho de coluna: resultando em esperas excessivas para transportar o material montado no pav. Térreo.
- 2- Falha no fluxo de informações: Operador do G. C. não estava no devido local enquanto a ferragem estava pronta para ser transportada no pav. térreo.

Grupo: Armad./Vigas/Pilares

Preenchido por:

Adamor Tuji

PLANILHA DE CARTA DE PROCESSO

TÍTULO: Blocos de Concreto Celular

DATA: 08/09/98

No. 01

PASSO	Máq/ Ferram	Dist (m)	Temp (s)	Pess	FLUXO				
					○	⇒	□	□	▽
1	Colocação dos blocos no carrinho de mão		20	1					
2	Transporte para o guincho	Carrinho mão	30,70	28	1				
3	Espera para o guincho			54					
4	Retirada dos CM vazios do guincho			16	2				
5	Colocação dos CM cheios no guincho			11	2				
6	Transporte vertical (2CM)	Guincho		50					
7	Transporte para local de aplicação (1CM)	Carrinho mão		22	1				
8	Aplicação			22	1				
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
23									
24									
TOTAL									
					2(x)	3	3	0	0
					44"	99	72	0	0

Diagrama da planta baixa

Anotações:

A comunicação entre o pavimento de aplicação dos blocos e o operador do guincho é feita por sinal sonoro.
Construtora Koerich

Grupo: Concreto/Blocos

Preenchido por:
Adamor Tuji

PLANILHA DE CARTA DE PROCESSO

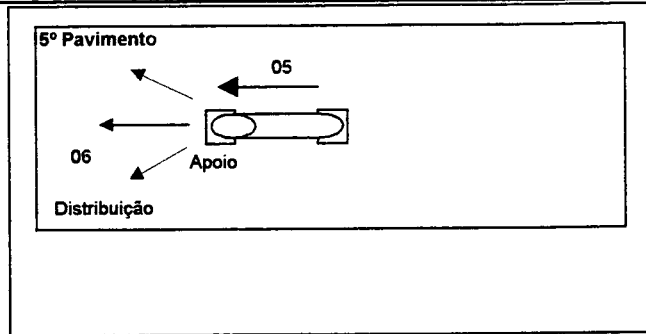
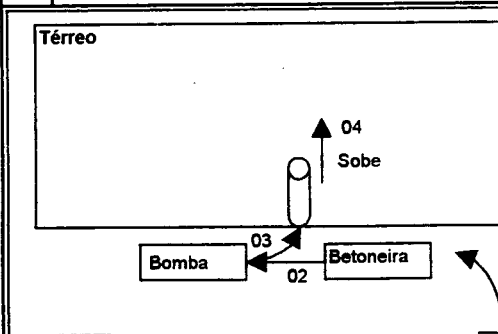
TÍTULO: Concretagem - Concreto bombeado

DATA: 02/10/98

No.

01

PASSO	Máq/ Ferram	Dist (m)	Temp	Pes (un)	FLUXO					
					○	⇒	□	▽	⊂	
1	Transporte conc. p/ o local de aplic.	Tubulação	22,50	00:10						
2	Despejamento do concreto	Tubulação		01:46	1					
3	Espalhamento do Concreto	Pá		03:46	1					
4	Vibração do concreto	Vibrador Col.		04:46	1					
5	Nivelamento do piso concretado	Régua Alum.		03:19	1					
6	Acabamento do concreto	Desemp.		02:27	1					
7	Fixação de mestras			01:58	1					
8	Troca de Caminhão betoneira			08:09						
TOTAL		8 Passos	22,5	26,35 min	6	6(x)	1	0	0	1
						18'02"	10"	0,00	0,00	8'09"



Portão 1

Portão 2

Diagrama da planta baixa

Anotações: 1- Falha no fluxo de informações entre cam.bet. e o local e aplicação gerou atraso no bombeamento
2- Faltou caminhão p/ concretagem, causando atraso na produção e tempo excessivo de espera das equipes.

Grupo: Concreto -Laje

Preenchido por:

Adamor Tuji

PLANILHA DE CARTA DE PROCESSO

TÍTULO: Concretagem de Pilares

DATA: 10/09/98

No. 01

PASSO	Máq/ Ferram	Dist	Temp	Pess	FLUXO					
					○	⇒	□	▽	D	
1	Despejamento do concreto na girica	Calha		18	01					
2	Transporte do concreto para guincho	Girica	35,50	17	01					
3	Espera pelo guincho			185						
4	Retirada das giricas vazias do guincho			11	01					
5	Colocação das giricas cheias no guincho			13	01					
6	Transporte vertical	Guincho	27	55	01					
7	Transporte do guincho para local provisório	Girica	VAR	7	01					
8	Enchimento de balde	Pá		4	01					
9	Transporte para local de aplic.	Balde	3,50	3	01					
10	Despejamento no local de aplicação	Vibrador		3	01					
10										
11										
12	Tempo de setup (média)			9'10						
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
	TOTAL	10 Passos				5(x)	4			1
						49'	1'22"			3'05"

Diagrama da planta baixa

Anotações:

Grupo: Concretagem-Pilares

Preenchido por:

Adamor Tuji

PLANILHA DE CARTA DE PROCESSO

TÍTULO: Forma de laje

DATA: 01/10/98

No. 01

PASSO	Máq/ Ferram	Dist	Temp	Pess	FLUXO				
					○	⇒	□	⊂	▽
1	Retirada dos painéis	Pé de cabra	46	1					
2	Retirada dos pregos dos painéis	Martelo	118	1					
3	Limpeza dos painéis		77	1					
4	Estocagem		16h						
5	Transporte até o guincho		4-5m	19	2				
6	Transporte vertical	Guincho	3m.	5					
7	Transporte Guincho-Local Intermediário			14					
8	Transporte para local de aplicação			17	1				
9	Preparação para aplicação	Martelo		29					
10	Aplicação	Martelo		47					
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
	TOTAL		16h.55m		5(x)	4			1
			20s.		4'20"	51"			16h.

Diagrama da planta baixa

Anotações:

Grupo:

Preenchido por:

ANEXO II

CHECK-LIST DE EXAME DO FLUXO DE MATERIAIS

EMPRESA:

OBRA:

PLANILHA NO.

DATA:

PREENCHIDO POR:

Condições indicando possibilidades de melhorias	SIM	NÃO	Requisitos para melhorias			Comentários Adicionais
			Maior Controle	Estudo Analítico	Capital de Investimento	
01) Atrasos na movimentação de material						
02) Excesso de material disponível						
03) Equipamento de produção ocioso por falta de material						
04) Longos percursos						
05) Tráfego atravessado						
06) Manuseio manual						
07) Equipamento de manuseio obsoleto						
08) Equipamento de manuseio inadequado						
09) Equipamento de manuseio insuficiente						
10) Sequencia de operações desbalanceada						
11) Equipamento de manuseio inativo						
12) Obstáculos para o fluxo de material						
13) Material empilhado diretamente no chão						
14) Layout de área de trabalho para material ineficaz						
15) Armazenamento desordenado						
16) Corredores impedidos						
17) Área de trabalho atravancada						
18) Áreas de descarregamento congestionadas						
19) Manuais técnicos						
20) Aproveitamento inadequado do volume no armazenamento						
21) Excesso de corredores						
22) Operações dispersas indevidamente						
23) Má localização das áreas de serviço						
24) Falta de padronização dos conteúdos da planta						
25) Falta de técnica para descarregamento						
26) Custos excessivos de manutenção de equipamentos						

Condições indicando possibilidades de melhorias	SIM	NÃO	Requisitos para melhorias			Comentários Adicionais
			Maior Controle	Estudo Analítico	Capital de Investimento	
28) Duplo manuseio						
29) Manuseio executado por trabalho contínuo						
30) Desvios de função para carregamento de materiais						
31) Técnicas inadequadas de manuseio de materiais						
32) Folha de pagamento indireta alta						
33) Material parado aguardando documentação						
35) Atrasos inexplícáveis						
36) Funcionário inativo						
37) Inspeção localizada incorretamente						
38) Caminhos excessivamente prolongados						
39) Levantamento perigoso às mãos						
40) Material fora do rumo						
41) Fraudes na manipulação dos materiais"						
42) Falta de padronização nos equipamentos de manuseio						
43) Distâncias de viagem longas para material, equipamento e pessoal						
44) Retornos de material						
45) Rota do processo sem padronização						
46) Oportunidade para criação de grupo de tecnologia para melhoramento do layout						
49) Existe uma programação de entregas programadas de materiais nos postos de trabalho?						
50) Existe algum sistema de modular de movimentação de materiais?						
51) Existe algum posto de trabalho modular?						
53) Inexistência de corredores de mão única						
S4) Equipamento de movimentação de material circulando vazio						
56) Excessiva remoção de entulhos						
57) Armazenamento centralizado						
58) Armazenamento descentralizado						
59) Sistema de incentivo para trabalho envolvendo movimentação de materiais						

Condições indicando possibilidades de melhorias	SIM	NÃO	Requisitos para melhorias			Comentários Adicionais
			Maior Controle	Estudo Analítico	Capital de Investimento	
83) Existe classificação ABC no armazenamento?						
84) Os equipamentos de movimentação são obsoleto e inativos?						
85) Existe algum controle de qualidade no recebimento dos materiais?						
86) Existe algum tipo de demarcação das áreas de circulação e localização dos postos de trabalho?						
88) Existe padronização de operações envolvendo movimentação de materiais?						
89) É realizado contagem do inventário físico?						
90) Existe um programa de auditoria formal em uso?						
91) Existe vigilância para os insumos da obra?						
93) É visível a necessidade de outros tipos de transportadores de materiais?						
94) Há um excessivo estoque intermediário dos materiais?						
95) Os equipamentos em operação permitem velocidade adequada para o fim a que se destinam?						
96) Há um bom aproveitamento das dimensões nas prateleiras						
97) Os equipamentos de movimentação de materiais tem dimensões compatíveis com as de circulação da determinada obra?						
99) Existe transporte de materiais perigosos e/ou inflamáveis?						
101) O transporte vertical é seguro e atende à NR18?						
102) Os roceptentes de coleta de entulho localizam-se próximas à área de descarga?						
106) Existe algum treinamento formal para os operadores de equipamentos de movimentação de materiais?						
107) Existe algum programa de manutenção preventiva?						
108) Existem rampas nos locais de desnível por onde circulam equipamentos de materiais?						
109) Caso haja programação de entregas de materiais, há ocorrência de atrasos no recebimento?						
110) O recebimento de materiais centralizado/descentralizado?						

Condições indicando possibilidades de melhorias	SIM	NÃO	Requisitos para melhorias			Comentários Adicionais
			Maior Controle	Estudo Analítico	Capital de Investimento	
60) Baixo índice de uso de equipamento de movimentação de materiais automatizados						
62) Sistema capaz de mudança e/ou expansão						
63) Baixo índice de uso de equipamentos mecânicos						
64) Existe preparação das partes envolvidas priorizando a manufatura?						
66) Existe um sistema mecanizado de carga/descarga						
67) Movimentação inadequada nos postos de trabalho						
68) Existe área de descarga?						
69) A capacidade do equipamento condiz com a necessidade?						
70) Existe algum sistema de recebimento de materiais paletizados?						
71) Existe equipamento para utilização das cargas a serem transportadas?						
72) Existe por parte da empresa um planejamento de movimentação de materiais visando retorno a médio/longo prazo ?						
73) Existe intervalos longos na programação dos equipamentos de movimentação de materiais?						
74) A dimensão dos corredores é satisfatória para a circulação dos envolvidos na movimentação de materiais?						
75) As áreas de armazenagem são satisfatórias?						
76) Existe um bom aproveitamento da dimensão da altura na armazenagem?						
77) Os equipamentos de movimentação são adequados para todos os materiais a que se destina o uso?						
78) Existe a preocupação de utilizar-se a carga para transporta-la?						
79) Armazenamento obedecendo a regra do PEPS.						
82) Há ocorrência de material esmagado devido empilhamento excessivo?						

Condições indicando possibilidades de melhorias	SIM	NÃO	Requisitos para melhorias			Comentários Adicionais
			Maior Controle	Estudo Analítico	Capital de Investimento	
112) Há ocorrência de material recebido e não utilizado?						
113) O número de acessos à obra é adequado?						
114) O número de funcionários alocados para o recebimento de materiais é adequado?						
117) As vias de acesso são planejadas?						
118) Há espaços adequados para armazenamento?						
119) Os equipamentos de movimentação são de boa qualidade?						
121) Existe controle de material em processo?						
122) A iluminação e energia são suficientes?						
125) As condições de trabalho referentes à temperatura, ruído, ventilação são adequados?						
129) Os pisos são devidamente limpos e desimpedidos?						

ANEXO III

ENTREVISTA DIRIGIDA – FLUXO DE MATERIAIS

I ETAPA: A CONSTRUTORA E O EMPREENDIMENTO

- 1) Qual o tempo de atuação da Empresa no ramo da construção civil?
- 2) Quantas obras a Empresa possui no atual momento e quantos já foram entregues?
- 3) Quantos funcionários a Empresa possui?
- 4) Qual o corpo de empregados que atualmente trabalha na obra em estudo?
- 5) A Empresa trabalha com sub-empregados? Se positivo, qual o percentual que este representa em relação ao total de operários na obra?
- 6) Qual a tipologia do empreendimento em estudo?

II ETAPA: O FLUXO MATERIAL

- 1) A Empresa mantém algum tipo de relação mais próxima com algum dos fornecedores visando inclusive resultados a médio prazo?
- 2) Qual o tipo de embalagem utilizados na obra? Já houve alguma tentativa de receber o material unitizado?
- 3) Quanto ao descarregamento na obra, é feito algum tipo de treinamento com os empregados envolvidos na mesma. É utilizado algum tipo de equipamento mecanizado na descarga? Caso negativo, a Empresa já pensou em investir na implantação de algum?
- 4) Há uma preocupação em compactar as vias de acessos onde transitam veículos mais pesados e em mantê-los livres e desimpedidos?
- 5) De quem é a responsabilidade pela descarga dos insumos na obra?
- 6) Cada material tem sua área destinada de armazenamento no canteiro? Existe algum material que tenha que primeiro descarregar em algum local provisório para depois se levado para o local permanente? Caso positivo, qual o motivo da situação atual (falta de planejamento, controle ou investimento) ?
- 7) Existe programação de entrega dos materiais na obra? Quais os motivos que levaram à implantação da mesma. Realmente funciona? Caso não haja, já pensou-se em implantá-la, e quais os motivos que levam a não a ter no momento?
- 8) A administração da obra tem ciência do quantitativo de perdas envolvidos na atividade de descarregamento? Quem seria o responsável (Empresa, fornecedor, funcionário)?
- 9) É feita inspeção em todos os materiais entregues de forma qualitativa e quantitativa?
- 10) Os materiais são recebidos diretamente do fornecedor ou são centralizados no escritório? Porque tal escolha?
- 11) Existe um procedimento padrão de armazenagem dos materiais na obra?
- 12) Foi realizado um planejamento do layout do canteiro antes do início da montagem das instalações provisórias? Quem foram os envolvidos?
- 13) A Empresa trabalha com estoques de segurança? Qual a duração destes estoques e o quais os motivos de sua manutenção? Foi pensada em alguma forma de eliminá-lo? A Empresa tem ciência ou controle dos custos envolvidos com ele?
- 14) O canteiro foi pensado de forma a trabalhar flexível, de acordo com a etapa da obra e respectivas mudanças de fluxos?

- 15) Quais os fatores que levaram à escolha dos locais de armazenagem?
- 16) Quanto ao manuseio dos materiais, os equipamentos são considerados adequados pela administração da obra? Existe alguma previsão de investimentos nesta área?
- 17) Os equipamentos de movimentação são os mesmos para toda duração da construção do empreendimento?
- 18) Há uma preocupação em manter as vias de circulação sempre em condições de trânsito?
- 19) A Empresa adota algum planejamento dos fluxos para o canteiro? Caso positivo explicitar como este é repassado para os envolvidos na área operacional.
- 20) Houve a preocupação de manter as zonas de processamento próximas às áreas de estocagem e de transporte vertical?
- 21) As zonas de processamento localizam-se dentro ou fora do canteiro de obras? Quais os motivos que levaram a Empresa a tal escolha?
- 22) É feito algum tipo de treinamento com os funcionários relativo à movimentação de materiais, como o manuseio adequados dos equipamentos de transporte (inclusive visando a saúde dos mesmos, no ponto de vista ergonômico e de segurança do trabalho)?
- 23) Existe algum programa de manutenção preventiva dos equipamentos envolvidos no fluxo físico na obra?
- 24) O armazenamento de materiais é feita seguindo a regra do PEPS?

III ETAPA: O FLUXO DE INFORMAÇÕES

- 1) Existe algum canal de informações em que o operário que trabalhe com o fluxo de materiais possa dar opinião a respeito da atividade (feedback)?
- 2) Na etapa de projeto houve algum tipo de preocupação na escolha dos materiais que seriam utilizados enfocando questões relacionadas com o fluxo físico, como por exemplo os equipamentos que a obra deveria possuir para melhor transporta-los (planejamento da produção)? Caso positivo, quem eram as pessoas envolvidas?
- 3) Como são definidas as quantidades de materiais a serem entregues em obras? Quem as faz?
- 4) Existe algum tipo de procedimento para atendimento de um pedido de materiais ou equipamentos da obra?
- 5) Existe algum tipo de parceria com fornecedor? Os mesmos seguem algum critério básico exigido pela Empresa?
- 6) Por que meio é feito o pedido de material pela administração da obra?
- 7) Existe algum procedimento formal adotado pela empresa para o recebimento de materiais na obra. (como planilhas a serem preenchidas, p.e.)?