

**Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção**

**A Logística na Construção Civil: Uma Abordagem em  
Administração de Materiais**

*Marcos Venicius Reino de Souza*

**TG-EP-60-2006**

**Maringá - Paraná  
Brasil**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção

**A Logística na Construção Civil: Uma Abordagem em  
Administração de Materiais**

*Marcos Venicius Reino de Souza*

**TG-EP-60-2006**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.  
Orientador(a): *Prof<sup>ª</sup>. Carlos Antonio Pizo*

**Maringá - Paraná  
2006**

**Marcos Venicius Reino de Souza**

**A Logística na Construção Civil: Uma Abordagem em Administração  
de Materiais**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

---

Orientador(a): Prof<sup>(a)</sup>. *Carlos Antonio Pizo*  
Departamento de Informática, CTC

---

Prof<sup>(a)</sup>. Ederaldo  
Departamento de Engenharia Civil, CTC

Maringá, novembro de 2006

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho ao meu falecido Pai Vilson Xavier, que não estará presente na tão presente e importante graduação de seu filho. Contudo, sabemos que através da fortaleza de união e felicidade que construímos aqui, vamos nos encontrar para uma nova construção onde tu estás.

## **RESUMO**

A logística na construção trata-se de um processo multidisciplinar aplicado à determinada obra que visa garantir o abastecimento, armazenagem, processamento e disponibilização de recursos materiais nas frentes de trabalho, bem como o dimensionamento das equipes de produção e a gestão dos fluxos físicos de produção. Tal processo se dá através das atividades de planejamento, organização, direção e controle, tendo como principal suporte o fluxo de informações, antes e durante o processo produtivo. Desta forma, esta pesquisa sobre “Administração de materiais na Construção Civil” tem como objetivo mostrar o fluxo logístico na área, abrangendo o Departamento de Suprimentos, que necessita desenvolver técnicas mais eficientes de abastecimento de materiais nos canteiros de obra. Mostra, também, como uma empresa no ramo de construções atua na área, sem uma política definida sobre logística. Com isso, constata a necessidade cada vez maior da entrada das empresas no comércio eletrônico, “business to business”, e de uma política definida sobre logística na implantação de um layout de canteiro de obras, para enfrentar grandes desafios: a entrega das obras nos menores prazos possíveis e a alta eficiência para manter custos e preços competitivos.

Este trabalho apresenta um método para impulsionamento ou início do desenvolvimento de um programa de melhoria dentro de uma empresa construtora, focalizando no layout do canteiro de obras o sistema de movimentação e armazenagem dos materiais de construção. Para isso são utilizados princípios da administração dos materiais, com a utilização de técnicas adequadas às especificações do setor de edificações da construção civil. Também é feito um estudo de caso na construção de um edifício residencial na cidade de Maringá, para a verificação do desenvolvimento da administração de materiais na prática.

Palavras-chave: Administração. Materiais. Construção Civil.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>i</b>
<b>1 INTRUDUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 OBJETIVOS</b>	
1.1.1 OBJETIVO GERAL.....	2
1.1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	3
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	
2.1 DEFINIÇÃO DE LOGÍSTICA EMPRESARIAL.....	5
2.2 A LOGÍSTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	5
2.3 CARACTERIZAÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS.....	7
2.4 ESTOQUES.....	15
2.5 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	19
2.6 O CANTEIRO DE OBRAS.....	20
2.7 A ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	21
2.8 LAYOUT COM ENFOQUE LOGÍSTICO.....	22
2.9 TRANSPORTE DE MATERIAIS DENTRO DO CANTEIRO DE OBRA .....	25
2.10 ARAMZENAMENTO E TRANSPORTE DE MATERIAIS.....	26
2.11 CONTROLE DE ESTOQUE DOS MATERIAIS.....	32
<b>3 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DE UM MÉTODO DE PLANEJAMENO PARA A ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS DE UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL, EM UM CANTEIRO DE OBRAS.</b>	
3.1 INTRODUÇÃO.....	39
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	39
3.3 DIAGNÓSTICO DA OBRA DA EMPRESA.....	40
3.4 RECEBIMENTO E CONTROLE DE MATERIAIS.....	48

<b>4 ANÁLISE E CONSIDERAÇÕES.....</b>	<b>49</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>50</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1: Variação de estoques de uma determinada construtora.....	18
Tabela 2.2: Proximidades relativas desejáveis entre elementos do canteiro.....	28
Tabela 2.3: Ficha de estoque de materiais na construção civil.....	38
Tabela 3.1: Comparação da forma de armazenagem.....	42

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 2.1: Avaliando a eficácia de uma medida de desempenho.....	8
Quadro 2.2: Indicadores da área de compras.....	9
Quadro 2.3: Medidas de desempenho para recursos humanos.....	9
Quadro 2.4: Esquema para a administração estratégica da atualização tecnológica.....	13
Quadro 3.1: Legenda de identificação dos elementos do canteiro de obras visitado.....	46

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Organograma para Aquisição de recursos numa empresa.....	15
Figura 2.2: Organograma para Área de compras de uma empresa.....	16
Figura 2.3: Gráfico de Estoques.....	19
Figura 3.1: Layout do canteiro de obras visitado – Pavimento.....	44
Figura 3.2: Layout do canteiro de obra visitado – Laje subsolo.....	45

## 1 INTRODUÇÃO

A logística é a função sistêmica de otimização do fluxo de materiais e informações de uma organização. Ela integra duas ou mais atividades gerenciais e operacionais, planejando e implementando o fluxo de materiais e informações. Desta forma, ao pensar em administração de materiais, logo vem em mente a racionalização dos insumos em uma obra. Entretanto a administração de materiais vai muito além do que mera racionalização, ela abrange a organização, a facilidade do acesso do material, a forma correta de armazenamento, a diminuição das perdas, entre outros fatores que favorecem a produtividade e os custos finais com insumos, transporte e mão-de-obra.

Para competir no mercado de construção civil, há necessidade de se desenvolver técnicas mais eficientes de abastecimentos de materiais nos canteiros de obras, visto que o departamento de suprimentos tem por finalidade suprir as necessidades de materiais ou serviços, planejá-las quantitativamente e satisfazê-las no momento certo, nas quantidades corretas, verificar se recebeu efetivamente o que foi comprado e providenciar o armazenamento. Administração de materiais na construção civil é, portanto, uma operação da área de logística muito importante, entre as que compõem o processo.

A abordagem sobre administração de materiais neste trabalho será a organização e controle do almoxarifado que é, na administração de materiais, o primeiro passo dentro de qualquer planejamento de obra na construção civil. O almoxarifado é descrito por Viana (2002) como:

“... local destinado à fiel guarda e conservação de materiais, em recinto coberto ou não, adequado a sua natureza, tendo a função de destinar espaços onde permanecerá cada item aguardando a necessidade do seu uso ficando sua localização, equipamentos e disposição interna condicionadas à política geral de estoques da empresa”.

O trabalho é baseado na administração de materiais aplicada, área de conhecimentos que a engenharia de produção vem beneficiando desde o início da década de oitenta com diversos

trabalhos publicados em revistas e periódicos, que serviram como base teórica para o desenvolvimento deste trabalho.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste trabalho é analisar e propor diretrizes de administração ao armazenamento de materiais e ferramentas ideais ao uso, assim como a implementação e criação de layout adequado à movimentação destes materiais, voltado para obras de médio porte de acordo com o Sinduscon.

A adoção de sistemas formais na administração de materiais em canteiros de obras, sem a devida adaptação às suas peculiaridades e capacidade de investimento, pode se tornar impraticável. No reduzido número de exemplos consistentes de racionalização no Brasil, identificam-se ações voltadas às atividades de suprimento e armazenamento de materiais, transporte e circulação no canteiro. Estas atividades são consideradas como pontos de estrangulamento importantes da atividade da construção (FARAH, 1992). Estas atividades são apontadas como umas das grandes fontes causadoras de desperdício e, também, como consumidor de grande parte dos esforços da mão-de-obra (MOURA, 1998).

Mesmo no fato de que as técnicas de construção variem muito de construtora para construtora e de região para região, as funções de movimentação e armazenamento estão sujeitas a regras e análises comuns. Esta característica faz crer na possibilidade do estabelecimento de uma metodologia genérica para intervenção no sistema, que possa ser aplicada a qualquer empreendimento relacionado à construção civil.

### **1.1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Este trabalho apresenta inicialmente o referencial teórico pautado na revisão bibliográfica sobre administração de materiais. Posteriormente, realizou-se uma pesquisa e análise de campo em uma empresa empreendedora no ramo da edificação, verificando-se como esta administra o seu

material, na prática. Desta forma, serão comparados os resultados da pesquisa de campo com os métodos e técnicas propostas na teoria. Uma análise crítica do referencial teórico relacionado à administração de materiais com relação a sua execução na prática será apresentada e analisada como base para propor as diretrizes que poderão direcionar a gestão de materiais.

## **1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Inicialmente, será feita a conceituação de logística e sua aplicabilidade na construção civil. Logo após, será feita a conceituação dos aspectos particulares de administração de materiais para produção e do projeto de canteiro de obra. Quando, então, será feita uma análise conceitual das interdependências entre a logística na construção de edifícios com estes projetos.

Para finalizar será apresentado um estudo de caso numa construção atual para verificação e análise do desenvolvimento da administração de materiais na prática.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

Neste capítulo, serão apresentadas as referências analisadas em livros que abordam o almoxarifado de uma empresa de construção civil, com relação à: localização do canteiro de obras, na armazenagem dos materiais e na criação dos layouts de forma a buscar uma otimização da produção, com relação aos materiais, equipamentos e mão-de-obra. Além de abordar a forma de análise do estudo de caso que será feito neste trabalho.

### **2.1 DEFINIÇÃO DE LOGÍSTICA EMPRESARIAL**

A logística empresarial é um campo de estudos relativamente novo da gestão integrada, em comparação com os campos tradicionais de finanças, marketing e produção.

Logística é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e economicamente eficaz de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes. A missão da logística é dispor a mercadoria ou o serviço certo, no lugar certo, no tempo certo e nas condições desejadas, ao mesmo tempo em que fornece a maior contribuição à empresa (ALVARENGA, 2002).

### **2.2 A LOGÍSTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Cardoso (1996) apresenta uma subdivisão para a logística aplicável às empresas construtoras classificando-a, quanto ao seu alcance, em: logística de suprimentos (externa) e logística de canteiro (interna). Esta subdivisão permite identificar com maior clareza as principais atividades associadas à logística em uma obra.

A logística de suprimentos trata da provisão dos recursos materiais e humanos necessários à produção de edifícios. Entre as atividades mais importantes estão: planejamento e processamento

das aquisições, gestão de fornecedores, transporte dos recursos até a obra e manutenção dos recursos materiais previstos no planejamento.

A logística de canteiro trata da gestão dos fluxos físicos e dos fluxos de informações associados à execução de atividades no canteiro. As atividades mais importantes são: gestão dos fluxos físicos ligados à execução (planejamento detalhado dos fluxos de execução dos serviços e dos seus mecanismos de controle), gestão da interface entre os agentes que interagem no processo de produção de uma edificação (informações e interferência entre os serviços) e gestão física da praça de trabalho (implantação do canteiro, movimentação interna, zonas de estocagem, zonas de pré-fabricação e atendimento aos requisitos de segurança).

No setor da construção civil o enfoque logístico se dá com um maior ênfase no suprimento da obra relativo a movimentação de materiais através de cargas de forma mecanizada. O baixo custo da mão-de-obra brasileira permite o desperdício na sua utilização. Uma das características desse desperdício é a constância do re-trabalho e incorreta administração de materiais, tão comumente identificados na análise sistêmica sob a lente dos conceitos logísticos.

Os primeiros ganhos na construção civil com a utilização dos conceitos de movimentação de cargas mecanizadas está na armazenagem dos materiais. A correta escolha de equipamentos de armazenagem de materiais, permite ganhos de espaços e qualidades.

Abaixo temos alguns equipamentos de armazenagem, utilizados pelas indústrias em geral que proporciona ganhos para a construção civil:

- Blocagem das cargas em paletes, onde as unidades de cargas são dispostas uma sobre as outras;
- Os “Racks”, ou montantes que permitem o empilhamento das cargas sem comprimi-las, pois suportam e apóiam nas arestas dos paletes;
- Porta-Paletes, que são as estruturas que possuem um conjunto de duas vigas longitudinais aos corredores dos armazéns onde são descarregados os paletes;
- O carregamento com a existência de docas de embarque, que permite a utilização de empilhadeiras e paleteiras;

A paletização na construção civil, nas últimas décadas, têm sido crescente. Ela surgiu como solução de movimentação de materiais na logística militar. A seguir algumas vantagens de um programa de paletização:

- Melhor utilização dos espaços verticais;
- Redução dos acidentes pessoais na substituição da movimentação;
- Economia de 40% a 45% no custo da movimentação devido a paletização;
- Os paletes carregados permitem a ventilação entre as mercadorias tanto no depósito quanto no transporte;
- A paletização permite uniformizar o local de estocagem, resultando em áreas com aproveitamento racional;
- Os paletes quando bem adequados na linha de produção eliminam interrupções e gargalos, proporcionando maior produtividade;
- Diminui numa escala de 50% o tempo de descarga de caminhões, como por exemplo, a descarga de tijolos nas obras;

## **2.3 CARACTERIZAÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS.**

### **2.3.1 MEDIDAS DE DESEMPENHO**

Uma medida de desempenho é uma maneira de medir o desempenho em uma determinada área, e de agir sobre os desvios em relação aos objetivos traçados.

Assim, derivada do próprio conceito de medida de desempenho, a mensuração deve possibilitar uma tomada de ação. Além disso, ela deve ainda ser compreendida por todos os membros da organização, aceita pelas pessoas envolvidas e reproduzível e orientada para resultados (GARCIA, 2004).

A seguir, vejamos algumas medidas úteis ao gerenciamento da empresa:

- Cliente: desempenho em relação a suas exigências e sua satisfação;

- Processo produtivo: tempo de ciclo, qualidade do produto ou serviço, desempenho de custos (mão-de-obra direta, matéria-prima, gastos indiretos) e confiabilidade de entregas;
  - Fornecedores: nível de qualidade das entregas e cumprimento de prazos, quantidades e mix de entrega;
  - Recursos financeiros: nível de alavancagem do capital, rentabilidade da empresa ou de uma linha de produtos;
  - Recursos humanos: nível de absenteísmo e número de sugestões homem/ano.
- Uma vez que uma delas tenha sido escolhida, é analisada a sua eficácia. Isso pode ser feito com o auxílio das perguntas do Quadro 2.1.

Quadro 2.1: Avaliando a eficácia de uma medida de desempenho.

A medida de desempenho:

1. É coletada a partir de dados precisos e completos?
2. Realmente interessa à empresa ou é só “mais um número?”.
3. Não irá confundir as pessoas (será que já não temos tantas medidas que mais uma só vai causar confusão)?
4. Será atendida por todos?
5. É direta e específica?

Fonte: GARCIA, 2004, pg. 48.

Todas essas perguntas podem ser resumidas em uma só: será que a medida de desempenho realmente está medindo o que se quer?

Há uma grande diversidade de índices usados para medir o desempenho dos recursos materiais. Por exemplo, pra avaliar a administração de materiais, pode-se calcular o giro de estoque, o estoque em processo, o *lead time* (intervalo de tempo necessário pra a execução de uma atividade), o produto acabado em estoque e a eficiência de entregas, como mostra o Quadro 2.2:

Quadro 2.2: Indicadores da área de compras.

Indicadores da área de compras:

- Erros em ordens de compras pelas ordens de compras auditadas;

- Valor total comprado pelos gastos totais do setor de compras;
- Gastos totais em compras pelos números de ordens colocadas;
- Itens entregues no prazo pelo total de itens entregues;

Fonte: GARCIA, 2004, pg. 49.

Até o desempenho relativo às pessoas da organização pode ser medido. Por exemplo, para medir a eficácia de uma empresa em ter em seu quadro bons funcionários, pode-se analisar a relação candidato/vaga, o número de demissões ou a quantidade de treinamento por funcionário, como ilustra o Quadro 2.3.

Quadro 2.3: Medidas de desempenho para recursos humanos.

Medidas de desempenho para recursos humanos:

- Número de pessoas contratadas pelo número de pessoas entrevistadas;
- Número de dispensas antes de um ano pelo número de pessoas contratadas;
- Horas de treinamento pelas horas trabalhadas;

Fonte: GARCIA, 2004, pg. 49.

### 2.3.2 ENFOQUE DA ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS

Os principais enfoques dos administradores de materiais serão dirigidos à administração de recursos, sistemas de controle e de informações e processos.

Administração de recursos é em grande parte baseada em técnicas que integram os elementos de tecnologia de manufatura e otimizam a utilização de pessoas, materiais e instalações ou equipamentos. As mais empregadas serão as ligadas a materiais, equipamentos e pessoas. As principais técnicas ligadas à administração de materiais de acordo com Garcia (2004) são apresentadas a seguir.

- **Just-in-time (JIT)**

Sistema em que os fornecedores devem mandar os suprimentos à medida que eles vão sendo necessários na produção. O *just-in-time* busca a eliminação de tudo que não agrega valor ao produto ou serviço, utilizando-se de baixos inventários desde o fornecedor até o produto acabado. Para isso pode-se trabalhar com entregas parceladas e diretas à linha de produção; linhas e células balanceadas e sem gargalos; inspeção e embalagem nas próprias linhas; e, sempre que possível, envio direto ao cliente, sem passar por um estoque final. Contempla a redução do inventário, melhora contínua da qualidade, redução de custo do produto e agilização do prazo de entrega.

- **Fornecedor preferencial**

Técnica que consiste em selecionar fornecedores e garantir qualidade, eliminando testes de recebimento e garantindo o feedback e correção de defeitos na fábrica do fornecedor. O conceito de fornecedor preferencial com qualidade assegurada, que por sua vez consiste em assegurar que o produto final atenda às expectativas dos clientes, também pode evoluir para parcerias e consórcio de fornecedores. O trabalho mais próximo entre as empresas e seus fornecedores pode ir desde o fornecimento de materiais exclusivos e com defeito zero até ambos trabalhando juntos nos projetos dos suprimentos e produtos.

- **Programação de fornecedores**

Manter um esquema de alimentação contínua da programação e controle da produção (PCP) do fornecedor com as necessidades de entrega, via EDI (*eletronic data interchange*), que por sua vez consiste em uma tecnologia para transmissão de dados eletronicamente. Por meio da utilização de um computador com um *software* específico para comunicação e tradução dos documentos eletrônicos, o computador do cliente é ligado diretamente ao computador do fornecedor, independentemente dos *hardwares e softwares* em utilização. Desta forma evitando-se o trânsito de papéis.

- **Kanban**

Tecnologia de controle de fábrica pela qual as necessidades de entrega determinam os níveis de estoque no decorrer do processo. O *kanban* não empurra a produção, ele a puxa.

O *Kanban* (cartão, em português) repousa em medidas do trabalho adequadas, melhoria na flutuação dos volumes, seqüências corretas (o processo subsequente deve retirar no processo precedente os produtos necessários nas quantidades e momentos necessários), engenharia de métodos e layout (o processo precedente deve produzir seus produtos nas quantidades requisitadas pelo processo subsequente), gerenciamento de capacidades, monitoramento (produtos com defeito não devem ser passados para frente) e controle de programas.

- **Qualidade em tempo real**

Usa o controle estatístico de processos (CEP) para detectar rapidamente variações perante o padrão, identificando causas assinaláveis de defeitos e estabelecendo diagnósticos para ações corretivas. O CEP utiliza-se da probabilidade para, a partir de uma amostra, extrair conclusões genéricas sobre os processos. Se o índice estipulado for 98%, e dentre 100 processos examinados cinco estiverem fora do padrão (demoraram mais que o previsto, houve retrabalho ou baixa qualidade), os processos terão de ser revistos. Para análises mais profundas, a técnica da qualidade em tempo real pode se utilizar outra ferramenta estatística, o delineamento de experimentos (DOE).

- **Configuração do fluxo**

Alem da redução do estoque de materiais em processo, através da utilização do *JIT* e *Kanban*, o *layout* da empresa deverá ser projetado para tirar o máximo proveito das simplificações inerentes a um fluxo ótimo. É necessário desenvolver uma metodologia para se chegar ao melhor layout em função do tipo de empresa e do *just-in-time*, bem como adequar o equipamento de movimentação interna de materiais à necessidade de lead time de produção. O percentual do lead time de manufatura efetivamente gasto na preparação e na transformação do material é em média

inferior a 10 %, sendo que grande parte dos 90% restantes é constituído pelo tempo de fila ou *queue time* (tempo gasto aguardado o término de algum outro trabalho em processo), este por sua vez na construção civil é muito evidenciado, nas fases do processo como, por exemplo, na execução da concretagem de pilares em um determinado pavimento de uma edificação, fica na fila, esperando a correta cura do concreto utilizado na laje.

- **Envolvimento das pessoas**

Pode-se estimular o envolvimento das pessoas com seu trabalho e com a empresa por meio da administração participativa, dos círculos de controle da qualidade (CCQ) e de esquemas de delegação de poder. Os círculos de controle da qualidade, também conhecidos simplesmente como círculos da qualidade, são unidades de trabalho relativamente autônomas formadas por meio de atividades como a redução de defeitos, aumento da motivação, sugeri mudanças relativas a processos e melhoria das condições de trabalho.

### 2.3.3 PROCESSOS

A rápida mudança tecnológica levará a uma contínua atualização dos processos de produção. Deverá ser montado um sistema de coleta, organização e disseminação da informação tecnológica, com uma rede estabelecida para comunicar tecnologias recém-identificadas, algumas apenas em âmbito de pesquisa, contendo as informações mostradas no Quadro 2.4. Com isso poderá ser implantada a administração estratégica da atualização tecnológica (DIAS, 1995).

Quadro 2.4: Esquema para a administração estratégica da atualização tecnológica.

Esquema para a administração estratégica da atualização tecnológica:

- Classificação: produto, processo ou informação;
- Categoria: por exemplo, produção ou teste;
- Estágio: por exemplo, conceito em pesquisa ou sendo introduzido;
- Descrição: apresentação sucinta do que é;
- Objetivos: o que pode melhorar;

- Benefícios: custo, qualidade;
- Análise: posição de competição;
- Recursos: o que precisamos para usar;
- Programa: em quanto tempo podemos usá-la;
- Desafios: barreiras à aplicação, riscos etc;

Fonte: GARCIA, 2004, pg. 56.

A presença constante dos administradores de produção no “chão de fábrica” levará à agilização das mudanças, à melhoria contínua e à democratização do conhecimento, melhorando o ambiente de trabalho na empresa.

O suporte dado às decisões de melhorias de métodos e processo, layout, interface com projetos, aplicação de novas técnicas e manutenção preventiva e de TPM, identificação e remoção de gargalos, a agilização do fluxo, será a verdadeira reengenharia, função básica dos responsáveis pela moderna operação de manufatura.

#### **2.3.4 TENDÊNCIAS**

O rápido desenvolvimento da tecnologia no final do século XX, o remanejamento das estruturas econômicas da época da Guerra Fria e o extraordinário crescimento da disponibilidade de informação prenunciou grandes mudanças na estrutura das empresas para o século XXI.

Nesse cenário, as indústrias serão afetadas em diversos aspectos. Quanto a seus recursos humanos, elas terão de conviver com uma maior flexibilidade da força de trabalho e com cadeias de suprimento de conhecimentos cada vez mais diversificadas (GARCIA, 2004).

Seus processos também serão afetados. As empresas terão de acelerar o desenvolvimento de seus próprios produtos (PRP e engenharia simultânea) e aprender a gerenciar a inovação e a mudança.

Quanto à tecnologia, a tendência que vemos hoje se acelerará ainda mais. Assim, as empresas usarão extensivamente modelagem, simulação e sistemas de informação adaptativos e de resposta rápida, tudo isso por meio de processos e equipamentos de última geração.

Assim, a integração entre as empresas aumentará: haverá mais colaboração entre empresas estendidas, que por sua vez é a cadeia formada pela empresa mais seus fornecedores, que pode chegar ao conceito de empresas virtuais, visando objetivos específicos de interesse comum (ALVARENGA, 2002).

Em tudo o que acabamos de ver estão embutidos, entre muitos outros, três conceitos-chave. O primeiro é o uso cada vez maior de sistemas integrados, como engenharia simultânea e logística integrada. O segundo é o desenvolvimento de grupos de trabalho semi-autônomos em qualquer nível dentro da empresa. E o último é a criação de redes de empresas integradas com diminuição de escala de unidade isoladas.

### **2.3.5 AQUISIÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS**

Recursos materiais são os itens ou componentes que uma empresa utiliza nas suas operações do dia-a-dia, na elaboração do seu produto final ou na consecução do seu produto final ou na consecução do seu objeto social. Como tal é adquiridos regularmente, constituindo os estoques da empresa. Eles podem ser classificados em materiais auxiliares, metéria-prima, produtos em processo e produtos acabados (ALVARENGA, 2002).

Os materiais auxiliares são os materiais que não se incorporam ao produto final. Óleos de corte, materiais de escritório e manutenção são classificados como materiais auxiliares. São também chamados de materiais indiretos ou não produtivos.

Os materiais que se incorporam ao produto final são classificados como matéria-prima. São também chamados de materiais diretos ou produtivos.

Os produtos em processo são os materiais que estão em processo de fabricação. Os produtos acabados são os materiais, agora já sob a forma de produto final, prontos para serem comercializados ou entregues, caso tenham sido feitos sob encomenda.

A Figura 2.1 é um organograma que representa um exemplo de aquisição de materiais numa empresa de construção civil, com suas respectivas ramificações:

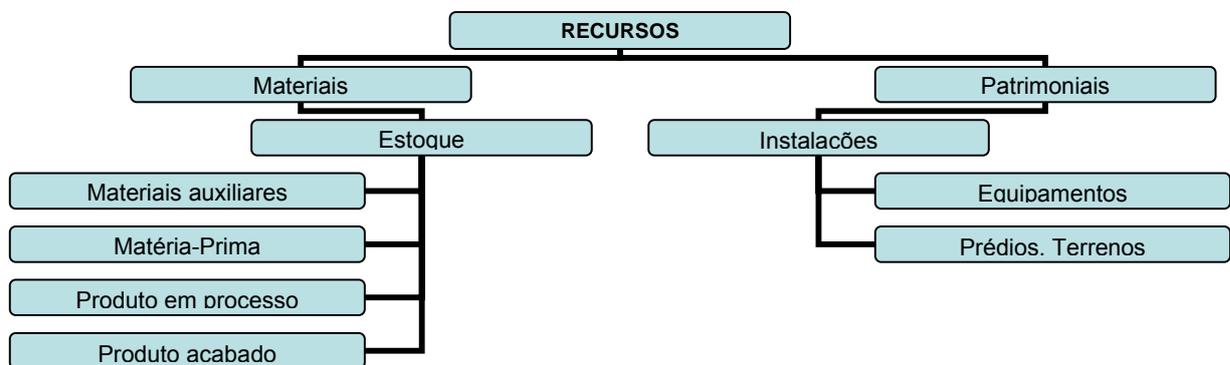


Figura 2.1: Organograma para aquisição de recursos numa empresa.

Fonte: LEMES, 2000, pg. 69.

### 3.3.6 O SINAL DA DEMANDA

O sinal da demanda é a forma sob a qual a informação chega à área de compras para desencadear o processo de aquisição de bem material ou patrimonial. No caso de bens patrimoniais, o sinal de demanda pode vir, por exemplo, de um estudo de viabilidade ou uma necessidade de expansão. Já no caso de obras públicas, ele deve ser resultado, entre outros, de um estudo de mercado ou de necessidade sociais (DIAS, 1995).

### 2.3.6 SOLICITAÇÃO DE COMPRAS

Por meio da solicitação de compras ou requisição de compras qualquer unidade organizacional ou mesmo um colaborador, manifesta a sua necessidade de comprar um item para uso em benefício da empresa (GARCIA, 2004).

A solicitação de compras é enviada à área de compras que providenciará, seguindo procedimentos estabelecidos, a compra do material. O organograma presente na Figura 2.2 mostra as ramificações de uma compra, para uma empresa no ramo da construção civil:

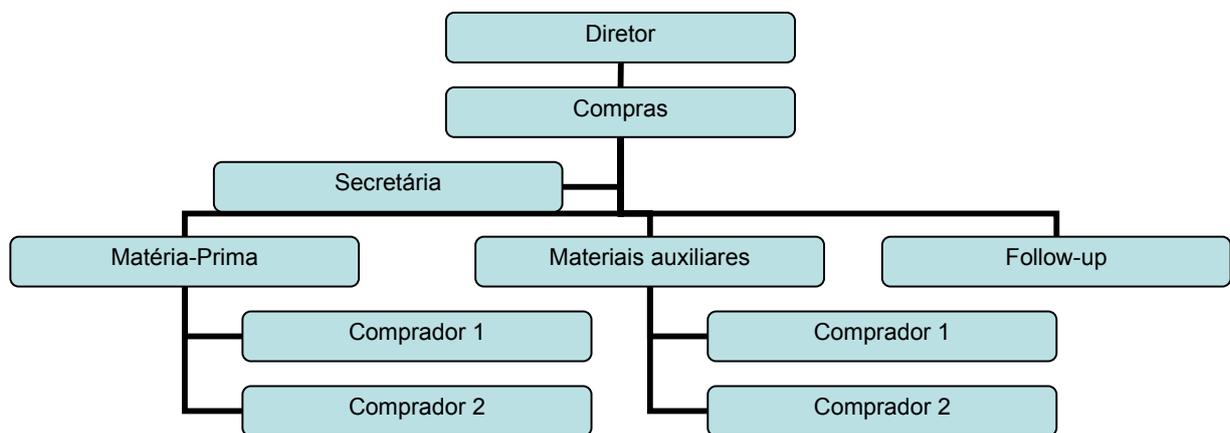


Figura 2.2: Organograma para Área de compras de uma empresa.

Fonte: LEMES, 2000, pg. 68.

## 2.4 ESTOQUES

Os estoques têm a função de funcionar como reguladores do fluxo de negócio. Como a velocidade com que as mercadorias são recebidas (unidades recebidas por unidade de tempo ou entradas ou unidades consumidas por unidade de tempo ou saídas), há a necessidade de um estoque, funcionando como um amortecedor (GARCIA, 2004).

Quando a velocidade de entrada dos itens é maior que a de saída, ou quando o número de unidades recebidas é maior do que o número de unidades expedidas, o nível de estoque aumenta. Se, ao contrário, mais itens saem, são demandados ou consumidos do que entram, o estoque diminui. E se a quantidade que é recebida é igual à que é despachada, o estoque mantém-se constante (GARCIA, 2004).

Os recursos materiais, ou estoques podem ser classificados em demanda dependente ou independente. Os materiais, componentes, partes e peças da demanda independente são os itens cuja demanda ocorre, em sua maioria, dos pedidos dos clientes externos como, por exemplo, os produtos acabados que a empresa diretamente a seus clientes externos, e itens de manutenção, de uso interno e requisitado por clientes internos, como material de escritório.

Como os estoques constituem parcela considerável dos ativos das empresas, eles recebem um tratamento contábil minucioso. São classificados, principalmente para efeitos contábeis, em cinco grandes categorias:

- Estoques de matéria-prima: são todos os itens utilizados nos processos de transformação em produtos acabados. Todos os materiais armazenados que a empresa compra para usar no processo produtivo fazem parte do estoque de matérias-primas, independentemente de serem materiais diretos, ou indiretos.
- Estoques de produtos em processos: correspondem a todos os itens que já entraram no processo produtivo, mas que ainda não são produtos acabados.
- Estoques de produtos acabados: são todos os itens que já estão prontos para serem entregues aos consumidores finais.
- Estoques em trânsito: correspondem a todos os itens que já foram despachados de uma unidade fabril para outra, normalmente da mesma empresa.
- Estoques com consignação: são os materiais que continuam sendo propriedade do fornecedor até que sejam vendidos.

### 2.4.1 GRÁFICOS DE ESTOQUES

Os gráficos de estoques são uma representação gráfica da variação do estoque de um item em função do tempo. Bastante utilizados pelas empresas, muitas vezes são chamados de dente serra por causa de sua semelhança com os dentes de uma serra (BALLOU, 1995). A tabela 2.1 mostra a variação de estoques de uma determinada construtora com relação ao consumo de sacos de cimento durante uma semana.

Tabela 2.1: Variação de estoques de uma determinada construtora.

Variação do estoque de cimento em função do tempo				
Dia	Estoque Inicial	Recebimento	Consumo diário	Estoque final
Segunda	14	40	10	44
Terça	44	0	10	34
Quarta	34	0	10	24
Quinta	24	40	10	54
Sexta	54	0	10	44

Fonte: LEMES, 2000, pág. 51.

Para construirmos o gráfico de estoque correspondente, assumiremos a hipótese de que os itens são recebidos e contabilizados no fim do expediente do respectivo dia, e que o consumo dá-se de forma uniforme durante as 8 horas de trabalho por dia. A Figura 2.3 mostra o gráfico correspondente aos valores da Tabela 2.1.

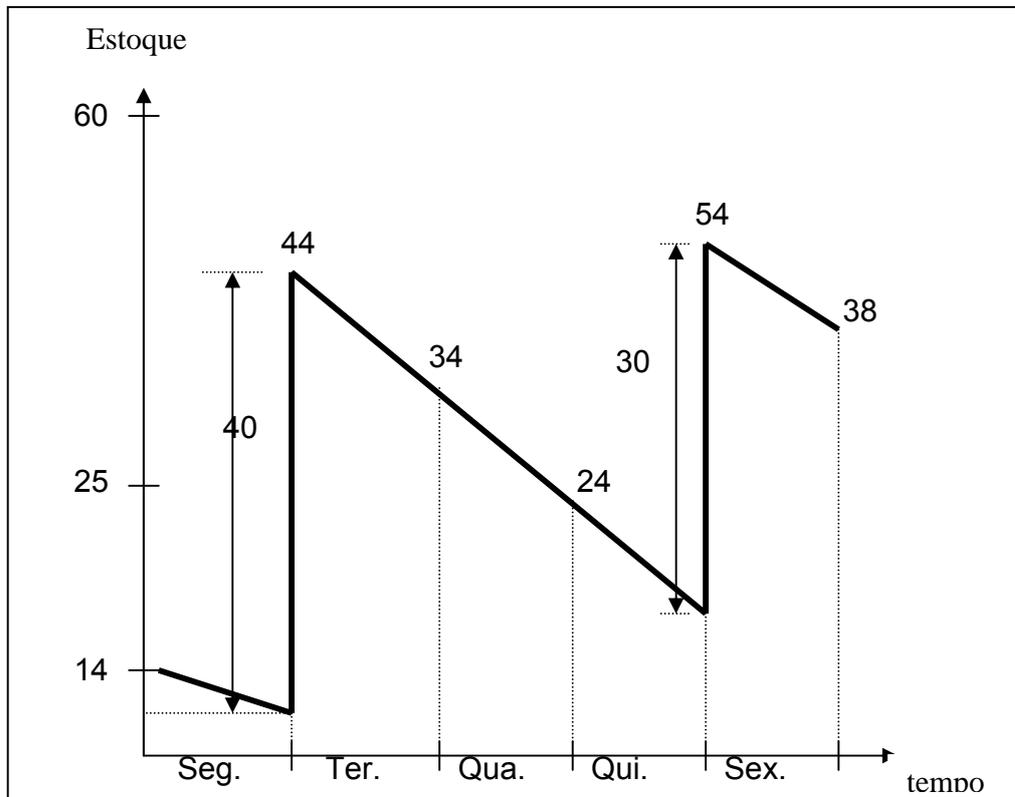


Figura 2.3: Gráfico de Estoques.

Fonte: Adaptado de GARCIA, 2004, pág. 154.

## 2.4.2 CUSTOS DOS ESTOQUES

É usual ouvirmos “estoque custa dinheiro”. A afirmativa é bem verdadeira. A necessidade de manter estoques acarreta uma série de custos às empresas. Os japoneses, pioneiros nos estudos do *just-in-time*, consideram os estoques como uma forma de desperdício (GARCIA, 2004).

Podemos classificar os custos de manter estoques em três grandes categorias: custos diretamente proporcionais aos estoques; inversamente proporcionais aos estoques e independentes da quantidade estocada.

Os custos diretamente proporcionais ocorrem quando os custos crescem com o aumento da quantidade média estocada. Por exemplo, quanto maior o estoque, maior o custo de capital

investido. Do mesmo modo, quanto maior a quantidade de itens armazenados, maior a área necessária e maior o custo de aluguel.

Por todos estes fatores de custos serem decorrentes da necessidade da empresa manter ou carregar os estoques, eles também são chamados de custos de carregamentos dos estoques. É também bastante usual a divisão desses custos em duas subcategorias: custo do capital (custo do capital investido), e custo de armazenagem (somatório de todos os demais fatores de custos), como a própria armazenagem, o manuseio e as perdas. Sendo  $i$  a taxa de juros correntes e o preço de compra do item de estoque, quando fornecido por terceiros, ou o custo de fabricação, quando produzido internamente representado por  $P$ , podemos escrever (GARCIA, 2004):

:

$$\text{Custo do Capital} = i \times p \quad (1)$$

Se  $C_a$  indicar o somatório de custos relacionados à armazenagem, como manuseio e obsolescência, desta forma o custo de carregamento dos estoques é:

$$C_c = C_a + i \times P \quad (2)$$

Os custos inversamente proporcionais são os custos ou fatores de custos que diminuem com o aumento do estoque médio, isto é, quanto mais elevados os custos de obtenção, no caso de itens comprados, e custos de preparação, no caso de itens fabricados internamente. Para uma dada demanda ( $D$ ) anual constante, se a compra for efetuada uma única vez por ano, o lote ( $Q$ ) deverá ser de  $D$  unidades, e o estoque médio correspondente será de  $Q/2$ .

Quanto mais vezes se comprarem ou se preparar à fabricação, menores serão os estoques médios e maiores serão os custos decorrentes do processo tanto de compras como de preparação. Assim os custos de compras e preparação são inversamente proporcionais aos estoques médios.

Os custos independentes são aqueles que independem do estoque médio mantido pela empresa, como por exemplo, o custo do aluguel de um galpão. Ele geralmente é um valor fixo, independente da quantidade estocada. Como os custos fixos independem da quantidade estocada,

sua unidade dimensional é medida em unidades monetárias por unidades de tempo, como R\$/mês e serão representados por  $C_i$ .

Se somarmos os três fatores de custos analisados até aqui, teremos os custos totais decorrentes da necessidade de se manter estoques (CT): CT = custos diretamente proporcionais + custos inversamente proporcionais + custos independentes + custos da matéria comprada.

Lembrando-se que os custos diretamente proporcionais são iguais a  $(C_a + i \times P) \times$  (estoque médio) e de que os custos inversamente proporcionais são iguais a  $(C_p) \times$  (número de pedidos efetuados). Se considerarmos como sendo Q o tamanho do lote de compras ou de fabricação de unidades, o estoque médio será  $Q/2$ . Para calcular o número de pedidos por unidades de tempo, consideraremos a demanda por unidade de tempo como D, o tamanho do lote de compras ou de fabricação em unidades como Q, assim, os custos totais de estocagem também podem ser representados por (GARCIA, 2004):

$$CT = (C_a + i \times P) \times (Q/2) + (C_p) \times (D/Q) + C_i + D \times P \quad (3)$$

## 2.5 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Na análise de indicadores da economia nacional vê-se a importância da indústria da construção civil como impulsionadora do desenvolvimento do país. Ela por sua vez constitui uma fonte de atividade econômica em si, ou dá suporte a outras atividades econômicas e sociais através de seus produtos (montagem de infra-estrutura a modelos de desenvolvimento, obras de urbanização e saneamento, equipamentos e edificações voltados para a produção, a circulação e a reprodução da força de trabalho, entre outros).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), a construção civil é classificada como indústria, porém é diferenciada da indústria de transformação, pois seu produto final se caracteriza por ser de posição fixa, geralmente único, com um ciclo de vida longo e pela inconstância de utilização de recursos em habilidades e quantidades. Ainda pela classificação do

IBGE, a indústria de transformação é subdividida em 21 gêneros, todos fornecedores de insumos para a construção. O Sinduscon (Sindicato das Empresas de Construção Civil), que tem o foco voltado à construção, divide a indústria da construção civil em sete segmentos assim descritos: Obra de Terra e Pavimentação; Obras Públicas e Habitação; Obras de incorporação Imobiliária; Obras de Saneamento; Obras de Energia e Telecomunicação; Obras de Edificação em Geral; Obras de Instalações e Montagem.

O setor de edificações na maioria das vezes se encarrega da construção de empreendimentos comerciais, residenciais, industriais e institucionais. Caracteriza-se por uma grande diversidade de insumos utilizados, pela baixa possibilidade de mecanização de tarefas e pela exigência de conhecimentos específicos no projeto e execução dos serviços (RIPPER, 1995). O presente trabalho por sua vez, está diretamente concentrado neste setor.

A construção civil envolve em seu processo produtivo uma grande quantidade de materiais e componentes de distintas origens, utilizando com isto uma intensiva mão-de-obra de baixo nível tecnológico. É capaz de absorver grandes e rápidas flutuações sem repassar de forma imediata e drástica o desajuste de planificação aos outros setores produtivos (RIPPER, 1995).

A participação do Macro Setor da Construção no total do Produto Interno Bruto da economia gira em torno de 19%, segundo dados de 1998 da câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil. Entende-se por Macro Setor o conjunto formado pelo setor da construção propriamente dito (edificações, obras viárias e construções pesadas) acrescido de sua cadeia produtiva (comércio de materiais de construção, indústria de componentes, empresas imobiliárias e instituições de ensino e pesquisa). O setor da construção participa isoladamente com 8% do total do Produto Interno Bruto (PIB) do País.

## **2.6 ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

A administração de materiais tem como objetivo prover o material correto, no local de operação certo, no instante exato e em condição utilizável ao custo mínimo (BALLOU, 1995).

A administração de materiais na construção civil, com as suas especificidades, desafia os técnicos no sentido a apresentar soluções que minimizem as suas deficiências e a verdadeira fonte de problemas. Algumas vezes consideradas um enigma. Podendo o problema ser com relação à logística empregada, com relação às dificuldades de movimentação, armazenagem e transporte de materiais.

A administração de materiais é vista como uma melhora nos processos de construção e uma modernização nos atuais processos, pois coordena um conglomerado de atividades, que por sua vez implica necessariamente no estabelecimento de normas, critérios e rotinas operacionais, de forma que todo o sistema possa ser mantido harmonicamente em funcionamento. O propósito deste referencial é sintetizar os processos com relação às normas estabelecidas, contextualizando-as na área em estudo.

A importância do ponto de vista da administração de materiais é dada por Araújo (1976), que diz:

“... Inegavelmente, de acordo com o vulto da obra, terão que ser tomados cuidados especiais na organização do almoxarifado; o espaço disponível, a complexidade dos equipamentos a serem utilizadas na construção, as variedades dos materiais, tudo influirá para que o controle dos materiais a serem utilizados seja o mais perfeito possível”.

Um fator fundamental para a instalação do almoxarifado de forma eficaz, é a escolha adequada do local, e pode ser abordada de uma perspectiva macro ou micro. A perspectiva macro examina a questão de onde colocar geograficamente o almoxarifado, para melhorar a fonte de materiais e a sua oferta a toda a obra. A perspectiva micro examina fatores que identificam os locais específicos dentro das áreas geográficas maiores.

Existem duas formas de alocar um almoxarifado na obra. O primeiro diz respeito à facilidade de recebimento do material e sua triagem. A segunda supre a necessidade de estar mais perto dos pontos de utilização dos materiais, beneficiando diretamente os operários e fazendo com que as distâncias de transporte sejam menores.

Para escolher qual forma deverá ser utilizada, sob uma perspectiva micro, há de se considerar alguns, mis específicos, que devem ser examinados em minúcias, entre eles:

- Quantidade e variedade dos meios de transportes que servem o local (gruas, elevadores, carrinhos de mão, entre outros);
- Qualidade e quantidade da mão-de-obra disponível (se existe a capacitação do operário para conduzir um equipamento específico e se a quantidade de funcionários é suficiente para a operação de tais equipamentos);
- Custo da mão-de-obra;
- Custo de construção;

## **2.7 O CANTEIRO DE OBRAS**

O canteiro de obras tem como objetivo, propiciar a infra-estrutura necessária para a produção do edifício, com os recursos disponíveis, no momento necessário para sua utilização, podendo ser mais eficiente e eficaz em função do projeto do produto e da produção, e da forma de gerenciamento empresarial e operacional, influenciando na produtividade da utilização dos recursos, em função da sua organização e do seu arranjo físico (LEMES, 2000).

O projeto do canteiro de obras deve incorporar, os requisitos de produção, exigidos pelas inovações tecnológicas introduzidas, contribuindo assim, 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 (RIPPER, 1995).

Para definição do projeto de produção, devem ser analisados o processo global e os sub-processos específicos, dentro de uma visão holística do empreendimento, analisando os fluxos e os ciclos de produção, evitando a ocorrência de perdas, identificando as atividades que agregam e as que não agregam valor, em relação aos desejos e expectativas dos clientes internos e externos, atendendo às especificações que traduzem as necessidades dos clientes e desta forma incorporando a facilidade de serem executadas.

A NB-1361 (ABNT, 1991), define canteiro de obras como: “áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção civil, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência”.

## **2.8 LAYOUT COM ENFOQUE LOGÍSTICO**

Em se tratando de logística, é necessário definir quais as qualidades que um layout deve ter para se considerar adequado para construção civil. Abaixo estão colocados alguns dos critérios para escolha de um bom layout (VIANA, 2002):

- Assegurar a utilização máxima do espaço;
- Propiciar a mais eficiente movimentação de materiais;
- Propiciar a estocagem mais econômica, em relação às despesas de equipamento, espaço, danos de material e mão-de-obra do almoxarifado;

Um layout adequado de almoxarifado para uma obra deve variar por tipo de produto a ser estocado, o recurso financeiro da empresa e as necessidades dos clientes. Como a proposta é definir diretrizes, seguem abaixo alguns pontos para o planejamento organizado do layout do almoxarifado (DIAS, 2000):

- Fazer uma projeção da quantidade de materiais utilizados nas últimas obras;
- Analisar os dados obtidos como quantidade movimentada, fluxo de material e espaço exigido anteriormente;
- Analisar as exigências de equipamentos de movimentação de materiais;
- Estabelecer exigências de espaço, incluindo projeções até o fim da obra, quando possível;
- Estabelecer relacionamentos e aproximação entre todas as funções, como por exemplo: expedição, recebimento, estocagem, devolução de mercadorias;
- Desenhar diversos layouts alternativos;
- Escolher o melhor layout de acordo com os critérios apresentados por Viana (2002), descritos anteriormente.

Qualquer que seja o layout finalmente escolhido para o almoxarifado é importante que o espaço disponível seja utilizado em sua totalidade e de maneira mais eficiente possível. As práticas de boa utilização de espaço começam com o design de layout que proporcione um equilíbrio entre a utilização de espaço e eficiência de movimentação (VIANA, 2002).

Além da localização do almoxarifado, deve-se planejar racionalmente a disposição das áreas de preparação do concreto, fôrmas, e armaduras, chamados “postos de trabalho”, bem como dos locais que eventualmente serão usados para pré-montagem de elementos da construção (RIPPER, 1995). Para tanto deve-se observar:

- Um bom e fácil acesso à obra, para que o fornecimento de materiais e equipamentos até os locais de armazenamento e postos de trabalho seja transitável até nos dias de chuva;
- Os caminhos internos entre os depósitos de materiais e os postos de trabalho e entre estes o lugar de aplicação devem ser curtos, com superfície regular e pouco declive;
- Os meios de transporte dos materiais devem ser escolhidos conforme os tipos e quantidades a serem transportados, considerando ainda à distância a ser percorrida;
- O transporte vertical deve ser definido conforme o tamanho e a altura da obra e as quantidades e tipo a ser transportado. Para obras médias, que é a concentração deste estudo, convém instalar diversos guinchos-elevadores em lugares estratégicos.

Para Ripper (1995), um layout planejado de um canteiro de obra deve especificar os postos de trabalho nas diversas atividades como, por exemplo:

- Posto de produção de concreto: o armazenamento dos agregados se faz em segmentos dispostos em leque, com divisórias de pranchas de aproximadamente 0,5m a 0,75m de altura. No vértice do leque fica a betoneira e do outro lado o acesso para descarga dos caminhões basculantes. O tamanho destes compartimentos abertos deve ser calculado para cada material (areia, pedra nº 2 e nº 3), prevendo-se o consumo médio para uma semana. A cada três dias deve-se completar a quantidade para o consumo da semana seguinte.
- Posto da carpintaria: a produção de fôrmas deve ser protegida por telheiro amplo, capaz de abrigar as serras, plainas e bancos de trabalho, conforme o volume dos serviços. Deve-se ainda, prever a área adequada e junto a este trabalho para depósito de madeira bruta, com acesso fácil aos caminhões de entrega. Entre a carpintaria e a obra devem ser

depositadas as fôrmas pré-fabricadas, devidamente assinaladas com o número do elemento construtivo e o andar ou área a que pertence. No almoxarifado, é necessário um estoque de folhas de serra e ferramentas.

- Postos das armaduras: o depósito de barras, ao ar livre, deve-se localizar num local de fácil acesso das carretas, prevendo-se o descarregamento lateral, se possível paralelo à guia da rua de acesso. A área reservada para o corte e dobramento das barras deve ser bem localizada e ampla, assim como o local onde se armazenam as armaduras já dobradas, amarradas por feixes e marcadas com o número e localização do elemento construtivo respectivo. Isto deve ser feito com muito cuidado e responsabilidade para evitar confusões e erros durante a montagem.
- Área para pré-moldados ou pré-fabricados: em caso de semipré-fabricados, deve-se escolher no canteiro da obra uma área suficientemente grande junto com os eventuais subempreiteiros, encarregados da sua montagem, incluindo o equipamento especial, o transporte e a montagem. Na falta de espaço, combinar uma programação de fornecimento de peças pré-moldadas ou pré-montadas, que deve ser confirmada ou modificada, conforme o andamento dos serviços.

### 2.8.1 PROXIMIDADE DESEJÁVEL ENTRE OS ELEMENTOS DO CANTEIRO

Inicialmente deve-se listar, para cada fase em estudo, numa tabela de dupla entrada, como por exemplo, na Tabela 2.2, todos os elementos necessários do canteiro e o relacionamento entre cada um deles, em termos da importância ou não de estarem posicionados próximos, de maneira logística (LEMES, 2000).

Tabela 2.2: Proximidades relativas desejáveis entre elementos do canteiro.

ELEMENTO	Portão	Estoque de areia	Betoneira	Estoque de cimento
Portão	-	-	-	-
Estoque de areia	A	-	-	-
Betoneira	C	A	-	-
Estoque de cimento	A	C	B	-

A,B,C = Importância decrescente quanto à proximidade relativa.

Fonte: LEMES, 2000, pág. 69.

## 2.9 TRANSPORTE DE MATERIAIS DENTRO DO CANTEIRO DE OBRA

O primeiro passo para o entendimento e estudo de um sistema de transportes é a percepção de que se pode subdividi-lo em “ciclos” que, embora interajam entre si, podem ser avaliados individualmente. É assim que o transporte de argamassa da betoneira ao local de execução do revestimento da parede pode ser subdividido nos ciclos: transporte da betoneira ao elevador (ciclo de carregamento); transporte pelo elevador (ciclo de deslocamento vertical); e transporte da chegada do elevador ao andar até a caixa de argamassa do pedreiro revestidor da parede (ciclo de descarregamento) (RIPPER, 1995).

Entendida a existência dos ciclos, o passo seguinte é o de avaliá-los. Para tanto é necessário detectar as partes que os compõem:

- Tempo para inicializar o ciclo ( $T_i$ );
- Tempo de ida ( $T_{ida}$ );
- Tempo para finalizar a movimentação do material ( $T_f$ );
- Tempo de volta ao ponto inicial da movimentação ( $T_{volta}$ );
- Somatória de todos os tempos ( $T_c$ );

No caso, por exemplo, do transporte de areia do local de estoque à betoneira, ter-se-ia:

- $T_i$  = tempo que o operário, fazendo uso de uma pá, demora para encher o carrinho de mão com areia;
- $T_{ida}$  = tempo que dependeria para empurrar este carrinho cheio do estoque à betoneira;
- $T_f$  = tempo demandado para remover a areia do carrinho passando-a para dentro da betoneira;
- $T_{volta}$  = tempo para o retorno do carrinho vazio até o estoque (onde se iniciaria um novo ciclo).

O estudo dos sistemas de transporte sob este enfoque pode ajudar na sua otimização, no desenvolvimento de novas soluções ou, finalmente, na quantificação de vantagens associadas à adoção de um novo equipamento frente a uma solução tradicional.

Para exemplificar o uso de raciocínios baseados no estudo do transporte, seja o caso dos dois carrinhos, que poderiam ser utilizados para o transporte de tijolos de um local para outro de estoque. A redução de  $T_i$  e  $T_f$  relativos ao segundo caso pode representar a diminuição de  $T_c$  significativamente (por exemplo, de 6 minutos para 1 minuto). Supondo que se transporte um número de tijolos necessários à execução de 1 metro quadrado de alvenaria por ciclo, ter-se-ia uma economia de 5 minutos de servente por metro quadrado de alvenaria para cada etapa do transporte que se realize (se se tiver três diferentes deslocamentos isto representaria 15 minutos de servente por metro quadrado). Tais valores podem ser bastante significativos quando comparados com o tempo demandado para a efetiva execução da alvenaria, por exemplo: 50 minutos por metro quadrado.

De acordo com a distância de transporte, corte, quantidades e tipos de materiais a serem transportados (terra, entulho, semifabricados etc.), deve-se adequar o meio de transporte. A seguir segue alguns modelos de transporte interno segundo Ripper (1995).

- Para distância pequena e quantidades relativamente reduzidas, carrinhos de mão com capacidade de 50 litros; inclinação máxima em subida de 8% a 10%; distância máxima de 150 metros. Recomenda-se gastar um pouco mais e adquirir carrinhos com pneus que facilitam o transporte e a manutenção. As vantagens são: mais fácil de empurrar em caminhos ruins; mais rápidos; as rodas menos sujeitas ao desgaste; o movimento sendo mais suave, o eixo e a caçamba tem uma vida mais longa; a troca de pneus é mais rápida que a de rodas inteiras e mais fáceis mantê-las em estoque dos sobressalentes.
- Mais eficazes são as jericas, de preferência com rodas de pneus, que transportam quantidades maiores, como por exemplo, 200 litros, a distância maiores no mesmo espaço de tempo.
- Quantidades e distâncias maiores exigem equipamentos motorizados do tipo “dumpers” de vários tamanhos. A vantagem de sua utilização é a versatilidade, já que possuem caçamba basculante, facilitando a descarga. Além disso, são muito rápidos e alguns tipos têm dispositivos de elevar a caçamba, úteis para carregar caminhões e betoneiras etc.
- Caminhões dentro do canteiro são usados geralmente para transporte de peças e equipamentos volumosos ou pesados, ou ainda para movimentação de terra dentro do canteiro.

## **2.10 ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE MATERIAIS**

Os materiais têm suas características e propriedades específicas. Até o momento foram apresentadas as formas como devem ser os locais de armazenamento e os cuidados no processo de construção dos mesmos, entretanto, as particularidades no armazenamento e no transporte também devem ser levados em consideração.

A seleção dos materiais que serão considerados aqui é feita em função da facilidade em poder verificar sua armazenagem nos estudos de caso e de encontrar informações a seu respeito na literatura especializada. A seguir seguem as especificações de transporte e armazenagem de materiais (RIPPER, 1995):

### **2.10.1 CIMENTO**

#### **2.10.1.1 Transporte do cimento dentro do canteiro**

O cimento é fornecido em sacos de 50 ou 25 kg ou a granel para silos. O descarregamento do caminhão deve ser feito mais perto possível do barracão de armazenamento. O transporte do depósito para o lugar da betoneira, se a distância é pequena, pode ser feito por carregamento direto do servente, nas distâncias maiores com carrinhos de mão, de preferência com pneus, que facilitam o transporte, principalmente em carrinhos ruins, abreviando a manutenção dos carrinhos. Mais eficientes são as jericas, também de preferência com pneus, pelos mesmos motivos.

#### **2.10.1.2 Estocagem e armazenagem**

Em barracões o cimento em sacos deve ser guardado em lugar abrigado de chuvas e umidade excessiva. As pilhas de armazenagem normalmente não devem ter mais do que dez sacos em altura, em casos especiais, de pouca duração, por exemplo, até 15 sacos (em média 2,4 metros).

Deve-se colocar a primeira camada de sacos sobre estrados de madeira, de preferência de 30cm de altura, ou algum material equivalente, que por sua vez evite o contato direto do cimento com o solo. As pilhas de armazenagem devem ser afastadas das paredes laterais no mínimo 30cm.

O período médio de estocagem de cimento em sacos é da ordem de 30 dias. Este tempo pode ser aumentado em até 60 dias ou diminuindo, conforme o tempo seco ou úmido.

## **2.10.2 CAL VIRGEM E HIDRATADA**

### **2.10.2.1 Transporte**

Chegando a cal até a obra, deve-se proceder logo a sua extinção (queima) em caso de cal virgem. A cal virgem em sacos deve ser transportada como no caso do cimento.

### **2.10.2.2 Estocagem**

Sendo usada somente em obras de menor importância, a estocagem da cal em pedra se realiza ao ar livre no próprio queimador, coberto de lona plástica e por um prazo menor possível, para não ocorrer à queima espontânea pela umidade do ar, perdendo, assim sua utilidade.

## **2.10.3 GESSO**

### **2.10.3.1 Transporte e estocagem**

No transporte e na estocagem, o importante é evitar umidade e contato com a água. As pilhas de armazenagem devem ser bem reduzidas para o gesso não sofrer pressão.

## **2.10.4 AREIA PARA CONCRETO**

### **2.10.4.1 Generalidades**

Além da necessidade de verificar a qualidade da matéria-prima e da escolha das dimensões e das proporções entre miúdos e graúdos, uma especial atenção deve ser dada às impurezas ainda admissíveis, conforme as diversas aplicações. Como se vê, a tarefa não é fácil e de grande responsabilidade.

As impurezas podem ser húmus, torrões de argila, ramos, turfa, e carvão. Húmus prejudica a pega e o endurecimento do concreto, diminuindo assim, a sua resistência. Torrões de argila têm pouca resistência e originam vazios que diminuem a resistência do concreto e a eficiência da argamassa.

#### **2.10.4.2 Transporte**

No recebimento da areia deve-se considerar que, durante o transporte no caminhão, a areia se assente, diminuindo o volume a fornecer. Por esse motivo o pessoal do caminhão revolve a areia antes de chegar ao canteiro. Assim sendo, não se pode calcular a quantidade exata em volume de areia fornecida. O volume de areia deve ser medido na boca da betoneira.

A descarga deve ser feita diretamente no depósito de agregados, que por sua vez é especificado no layout do almoxarifado.

#### **2.10.4.3 Estocagem**

O depósito de areia deve ser feito em terreno seco e plano, com proteção contra invasão de água durante as chuvas. Para não dispersar areia, recomenda-se fazer em volta deste depósito uma barreira de tábuas. No caso de chuvas fortes e prolongadas, convém cobrir a areia com uma manta plástica.

### **2.10.5 AREIA PARA ARGAMASSA**

#### **2.10.5.1 Estocagem**

O transporte e armazenamento são equivalentes ao da areia para concreto. O depósito de areia deve ser localizado perto do lugar do amassamento da argamassa, seja betoneira, ou tanque para mistura manual.

## **2.10.6 BRITA**

### **2.10.6.1 Especificações**

As britas se classificam conforme material retido nas peneiras, e se especificam com os nomes de:

- Pedrisco: de 0 a 4,8mm;
- Brita nº 0: de 4,8 a 9,5mm;
- Brita nº 1: de 9,5 a 19mm;
- Brita nº 2: de 19 a 25mm;
- Brita nº 3: de 25 a 38mm;
- Brita nº 4: de 38 a 64mm;

Geralmente as obras não possuem estas peneiras, nem as usam para controlar as classes das britas fornecidas, conforme encomenda. Por esse motivo, deve-se verificar visualmente a granulação da brita fornecida e decidir sobre a proporção entre as classes a ser usada.

Por exemplo, uma mistura com brita 2 e brita 1, quando a 2 é maior do que usualmente conhecida, usar mais a brita 1 para compensar a falta de enchimento dos vazios entre os grãos e vice-versa.

### **2.10.6.2 Transporte**

No recebimento da brita, deve-se de vez em quando fazer uma medição no caminhão, geralmente basculante, para verificar a quantidade real em relação à da nota fiscal de entrega. A descarga deve ser feita diretamente no depósito de agregados, conforme a classe das britas.

### **2.10.6.3 Estocagem**

A estocagem de todos os agregados (areia, cal, gesso, brita), deve ser feita perto da betoneira, nas médias e grandes obras, segmentos separados para cada granulação de brita e areia, em forma de leque e com divisões de pranchas com aproximadamente 0,5 metros a 0,75 metros de altura. O vértice do leque fica perto da betoneira e o outro lado fica livre para a descarga dos caminhões basculantes, prevendo-se um fácil acesso para os mesmos.

O tamanho destes compartimentos deve ser calculado para cada material, prevendo-se o consumo médio par uma semana do respectivo material. Deve-se encomendar três dias antes de zerar o depósito de cada material, considerando as dificuldades imprevisíveis do fornecimento.

## **2.10.7 MADEIRA PARA O CANTEIRO E FÔRMAS**

### **2.10.7.1 Estocagem e transporte interno**

A madeira bruta deve ser estocada perto do galpão da preparação das fôrmas, separada por tipo (tábua, pontaltes etc) e distribuída por comprimento e largura, para desta forma, facilitar a escolha pelos carpinteiros que montam as fôrmas. As tábuas serão empilhadas horizontalmente até uma altura máxima que permita alcançá-las durante sua retirada. Toda madeira precisa ser protegida contra exposição direta à chuva e ao sol, para não empenar, seja cobertos com lona ou tábuas em posição inclinada para desviar a chuva.

A estocagem de fôrmas pré-fabricadas, ao ar livre deve ficara localizada perto do telheiro de fabricação das fôrmas e ser amplo, com fácil acesso ao local da montagem das fôrmas.

Deve-se assinalar as fôrmas pré-fabricadas como número do elemento construtivo a que pertence (viga número 5, por exemplo), além de armazená-las com maior cuidado.

O transporte é manual, por carrinhos, ou caminhão, conforme o tamanho da obra. Na aba externa da tábua das marquises e molduras, o sarrafo frechal deve ser fixado com pedaços de ripas diagonais. Estas medidas servem para que estas peças, e em geral todas as peças com estrutura frouxa, sejam reforçadas para assegurar fôrmas rígidas durante o transporte até o local da

montagem definitiva. Este transporte é muito acidentado, principalmente no elevador, guindaste ou com roldanas.

## **2.10.8 ARMADURA**

### **2.10.8.1 Especificação**

Os tipos de aço usados na construção civil são:

- Aço CA-50 e CA-60: 50 e 60 significam o limite de escoamento mínimo;
- Barras de aço comum;
- Arame recozido;
- Tela de aço pré-fabricada;

### **2.10.8.2 Estocagem**

As barras de aço CA-50 e CA-60 não podem ser dobradas, nem durante o transporte, nem para o armazenamento. O armazenamento é feito separadamente por bitolas. Recomenda-se separar com estacas de madeira, para ganhar mais espaço no depósito.

Deverá haver mais um depósito para as sobras nos cortes das barras durante a preparação das ferragens, separando também por bitolas e se possível também por comprimento de metro por metro, que permite, desta forma, um melhor e mais fácil reaproveitamento.

As barras dobradas, juntadas para cada peça construtiva, devem ser estocadas numa área separada, e para cada feixe um etiqueta com a numeração e andar da peça de estrutura construtiva.

## **2.10.9 TIJOLOS CERÂMICOS**

### **2.10.9.1 Transporte interno no canteiro**

É preciso evitar a quebra fácil dos tijolos, prevendo caminhos curtos e lixos e meios de transporte sem grandes abalos, como por exemplo, com a utilização de carrinho-de-mão com rodas pneumáticas.

A paletização por sua vez, em se tratando de movimentação de tijolos, vem sendo desenvolvida, para o transporte interno e descarregamento no canteiro, proporcionando um ganho de tempo e produtividade numa escala de 50% com relação à movimentação normal.

### **2.10.9.2 Estocagem**

O estoque deve ser próximo da localização da descarga efetuada pelo caminhão e da utilização. Se a estocagem for diretamente sobre o terreno, este deve ser anteriormente aplainado, sendo melhor estocar sobre uma plataforma de tábua.

Não se devem estocar os tijolos em pilhas altas; deve-se protegê-los contra chuvas, que prejudicam ainda mais a fraca qualidade dos tijolos. Uma vez que as chuvas fortes e prolongadas podem inutilizar a maior parte do estoque de tijolos.

## **2.11 CONTROLE DE ESTOQUE DOS MATERIAIS**

Uma boa condição de um canteiro de obras é ficar atento para que não falte material. Para este fim ele deve ter um meio para prever o tempo e a necessidade de novas encomendas. Por isso deve existir num canteiro razoavelmente grande, um fichário de todos os materiais e manufaturados com ficha de estoque. Todas as entradas e saídas de materiais devem ser anotadas imediatamente pelo almoxarifado de modo que as fichas estejam sempre em dia (RIPPER, 1995).

No início da obra, o dirigente deve calcular o estoque mínimo pra cada material, baseando-se no prazo de entrega deste material pela firma fornecedora. Normalmente as fichas comuns que as empresas empreendedoras no ramo da construção civil possuem, ou que se acham nas papelarias não prevêem espaço para estes dados, mas eles são muito importantes e devem ser anotados num espaço especial.

O almoxarifado deve avisar ao responsável de encomendas de materiais quando o nível de estoque de um determinado material atingir o ponto crítico. Normalmente as empresas já possuem o seus modelos impressos para o controle de estoque. Caso não exista, pode-se utilizar o modelo mostrado a seguir e serve também como um exemplo dos cálculos necessários (na anotação da Tabela 2.3).

A quantidade mínima pode ser calculada da seguinte maneira (RIPPER, 1995):

- Consumo diário de  $2 \text{ m}^3/\text{h} \times 9 \text{ h} \times 10 \text{ sacos} = 180 \text{ sacos}$ ;
- Entrega depois da encomenda = uma semana;
- Consumo semanal:  $180 \text{ sacos} \times 5 \frac{1}{2} \text{ dias} = 600 \text{ sacos}$ ;
- Numa concretagem contínua, o estoque mínimo foi atingido no dia 11 de março;
- Entrega marcada para o dia 16 de março;

Tabela 2.3 – Ficha de estoque de materiais na construção civil

FICHA DE ESTOQUE DE MATERIAIS										
Obra:			Setor:				Material:		Index:	
Mês	Dia	Entradas				Saídas		Estoque quant.		
		Fonte	Nº da nota	uni.	Preço uni.	Quantid.	Aplicado no serviço	Quant	Real	Mín.
Março		Início do mês <input type="checkbox"/>		Transporte <input type="checkbox"/>						
	5	Guimarães S/A	NF 205.312	sc.	15.000	1.000			1.000	600
	8						Fundações	100	900	
	9						Fundações	100	900	
	10						Fundações	100	900	
	11	A encomendar					Muros	100	600	
	12						Coluna	40	560	
	13						Coluna	40	560	
	14						Coluna	40	560	
	15						1º laje	80	320	
	16	Mauá	NE 3.750	sc.	1.000	500			820	

Fonte: RIPPER, 1995, pág. 4

### **3 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DE UM MÉTODO DE PLANEJAMENTO PARA A ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS DE UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL, EM UM CANTEIRO DE OBRAS.**

O estudo de caso neste trabalho envolve a aplicação e análise da técnica de planejamento estratégico, para a ideal localização e administração de materiais no canteiro de obras de uma empresa de construção civil. Desta forma, torna-se possível à tomada de decisão com relação à estratégia de administração que a empresa em questão possa adotar.

A seleção da obra foi feita a partir da participação como estagiário na empresa J. Gomes, que por sua vez, é uma empresa de médio porte como informada na introdução. O canteiro de obras estudado foi de um edifício residencial no centro da cidade de Maringá, no qual foi utilizado um sistema tradicional de construção, com tijolos e blocos cerâmicos para vedação das paredes e estrutura em concreto armado convencional.

Desta forma, ao final deste estudo, serão analisados os resultados comparativos baseados em dados atuais da empresa, a fim de verificar seu desempenho na área de logística com relação à sua administração de materiais.

#### **3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Em primeiro lugar, foram definidas algumas premissas para a formatação do almoxarifado da empresa, como por exemplo, se o local de estocagem pode atender as quantidades que um determinado material necessita para uma determinada fase da construção.

Definido o planejamento do almoxarifado, foi feita uma análise de como funcionava o processo de recebimento de materiais na obra, onde os engenheiros e mestres de obras têm a responsabilidade de administrar a qualidade desta entrega.

Posteriormente, é aplicado o planejamento para o canteiro de obras, baseado nos padrões vistos na revisão bibliográfica, como por exemplo, com relação ao manuseio e armazenamento de materiais, a fim de evitar danos ou deterioração dos produtos e permitir a qualificação dos fornecedores. Desta forma, é mostrado o estabelecimento de comparações entre a prática e a literatura.

Os dados obtidos no canteiro de obras são exibidos e comparados através de tabelas, que por sua vez, proporcionam uma visualização da comparação entre a realidade da empresa e os métodos ideais de planejamento estratégico para uma empresa empreendedora no ramo da construção civil.

Por fim, são apresentados as conclusões e os resultados do estudo de caso proposto neste trabalho.

## **3.2 DIAGNÓSTICO DA OBRA DA EMPRESA**

### **3.2.1 ARMAZENAMENTO**

A obra escolhida, que já estava no quarto pavimento, possuía três andares subterrâneos. No primeiro andar subterrâneo está localizado o local de confecção das armaduras que serão utilizadas na obra, este local estava sem ventilação e com o material (barras de aço) todo espalhado no chão sem nenhuma identificação.

O almoxarifado, localizado no pavimento térreo, tinha as dimensões aproximadas 8m x 3m e era feito com placas de madeira compensada, não tinha janelas, e era trancado com uma corrente e um cadeado. De acordo com o engenheiro, a escolha da posição do almoxarifado foi feita em função da facilidade de entrada dos caminhões que descarregavam na obra, logo, era próximo ao portão de acesso. Ao lado, havia uma sala de escritório para administrar documentos, projetos, ordens de compra, notas fiscais e algumas ferramentas. Não havia um funcionário em tempo

integral no almoxarifado e escritório, o que não possibilita um total controle de materiais. O mestre-de-obra era o responsável pelo recebimento de materiais, pela conferência do material recebido através das notas fiscais e pelas condições e quantidades estabelecidas na ordem de compra.

Verificou-se, também, não haver critério para armazenamento dos materiais. Por exemplo, as barras e fios de aço para armaduras de estrutura de concreto armado estavam em um local sujeito a intempéries, inclusive já era possível ver pontos de ferrugem ao longo das barras de aço. Os detalhes serão apresentados nas tabelas de comparações à frente.

As ferramentas eram não só muito bem controladas, como também limpas e organizadas ao final do expediente de trabalho. Havia fichas de controle das ferramentas que por sua vez ficavam fixadas com as fichas de identificação dos funcionários, sendo então possível saber com quem estava tal ferramenta, caso a mesma não fosse devolvida.

A Tabela 3.1 exibe a forma em que estão armazenados alguns materiais no canteiro de obras analisado, para comparação com a literatura.

Tabela 3.1: Comparação da forma de armazenagem do canteiro de obras analisado com a forma de armazenagem descritas na literatura.

<b>MATERIAL</b>	<b>FORMA DE ARMAZENAGEM DO CANTERIO DE OBRAS VISITADO</b>	<b>FORMA ADEQUADA DE ARMAZENAMENTO</b>
Areia para argamassa e concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local definido;</li> <li>• Sem separação física por granulometria;</li> <li>• Sem proteção contra invasão de água da chuva;</li> <li>• Acomodada direto no solo;</li> <li>• Sem identificação do tipo de material;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deve ter separação física por granulometria;</li> <li>• Identificação da granulometria;</li> <li>• Proteção contra invasão de água com uma barreira de tabuas;</li> </ul>
Barras e fios de aço	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenamento sujeito a intempéries;</li> <li>• Diferenciadas por bitolas;</li> <li>• Sem especificação de bitolas;</li> <li>• Armazenamento sem estrado de madeira;</li> <li>• Depósito para sobras, mas sem separação por bitolas e comprimentos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenamento separado por bitolas;</li> <li>• Separação por estacas de madeira;</li> <li>• Deve haver um depósito para armazenamento de sobras com separação por bitolas e comprimentos;</li> </ul>
Cimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenado em lugar abrigado de chuvas e umidade;</li> <li>• Armazenado em pilhas de 4 sacos;</li> <li>• Diretamente no solo;</li> <li>• Encostado na parede do almoxarifado;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenamento fora do alcance de chuvas;</li> <li>• Armazenamento de no máximo 10 sacos empilhados;</li> <li>• Armazenagem separada da parede por pelo menos 30cm;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenar sobre estrados de madeira;</li> </ul>
Blocos cerâmicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenados em pilhas de oito fileiras apenas no quarto pavimento;</li> <li>• Armazenados ao longo dos tapumes do canteiro;</li> <li>• Armazenamento separado por dimensões dos blocos;</li> <li>• Sujeito à excessiva umidade pela chuva;</li> <li>• Armazenado direto no solo;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenagem isenta de umidade excessiva;</li> <li>• Separar por dimensões;</li> <li>• Armazenagem em pilhas de no máximo 10 fiadas;</li> <li>• Armazenar sem o contato direto com o solo;</li> </ul>
Chapas de madeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenados longe de intempéries;</li> <li>• Armazenadas na horizontal;</li> <li>• Armazenadas sobre o solo;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenamento fora do intemperismo;</li> <li>• Armazenamento na horizontal;</li> <li>• Armazenamento sobre pontaletes de madeira;</li> </ul>
Brita	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local definido;</li> <li>• Armazenamento sem proteção por pranchas;</li> <li>• Sem identificação da granulometria;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deve ter separação física por granulometria;</li> <li>• Proteção contra invasão de água com uma barreira de tabuas;</li> </ul>

### 3.2.2 LOGÍSTICA NO PLANEJAMENTO DE LAYOUT

As formas de se efetuar uma análise da logística em particular do layout vão desde informais até as mais detalhadas como a carta de processo ou fluxograma. Esta ultima, por sua vez, são mais estudadas no campo industrial, servem para os processos com um certo grau de organização, com produtividade a nível razoável, o que não é o caso da maioria das obras no Brasil.

No presente estudo, foi utilizada quase que exclusivamente as análises informais, que exige a firme utilização do bom senso, onde a visão crítica de todos os detalhes das operações deve ser uma constante. O maior risco do analista é acostumar-se às ineficiências e, com isso, não detectar problemas evidentes.

A análise informal da discussão envolveu o engenheiro residente, responsável pela pesquisa dos problemas de logística verificados e, depois, abertura de debate com o “pessoal” da construtora, através do acompanhamento diário. Estas discussões partem da análise prévia dos resultados das técnicas de coleta de dados e das observações realizadas.

Através deste estudo de caso ficou evidenciada a necessidade de uma evolução tecnológica seguida em paralelo à evolução gerencial. Ambas não podem caminhar isoladamente sob o risco de caírem no insucesso. O resultado da pesquisa de campo foi desastroso, a empresa visitada não

fazia um plano de implementação do seu canteiro de obras, muito menos de um almoxarifado estruturado na obra, o que implicava no subdimensionamento de instalações provisórias.

A grande maioria das falhas encontradas no canteiro era de responsabilidade da gerencia. Havia um nítido desconhecimento de que há grandes ganhos de produtividade com um planejamento antecipado das diversas tarefas do canteiro e com a aproximação maior do gerente com os problemas dos processos de armazenamento.

A Figura 3.1 mostra como era o layout da obra em questão, para melhor visualização do canteiro. Os símbolos do layout são especificados pelo quadro 3.1, que por sua vez, também mostra a área em que se encontram os elementos do layout, como por exemplo: área de produção, área de apoio à produção, área de vivencia, área de transporte e área administrativa.

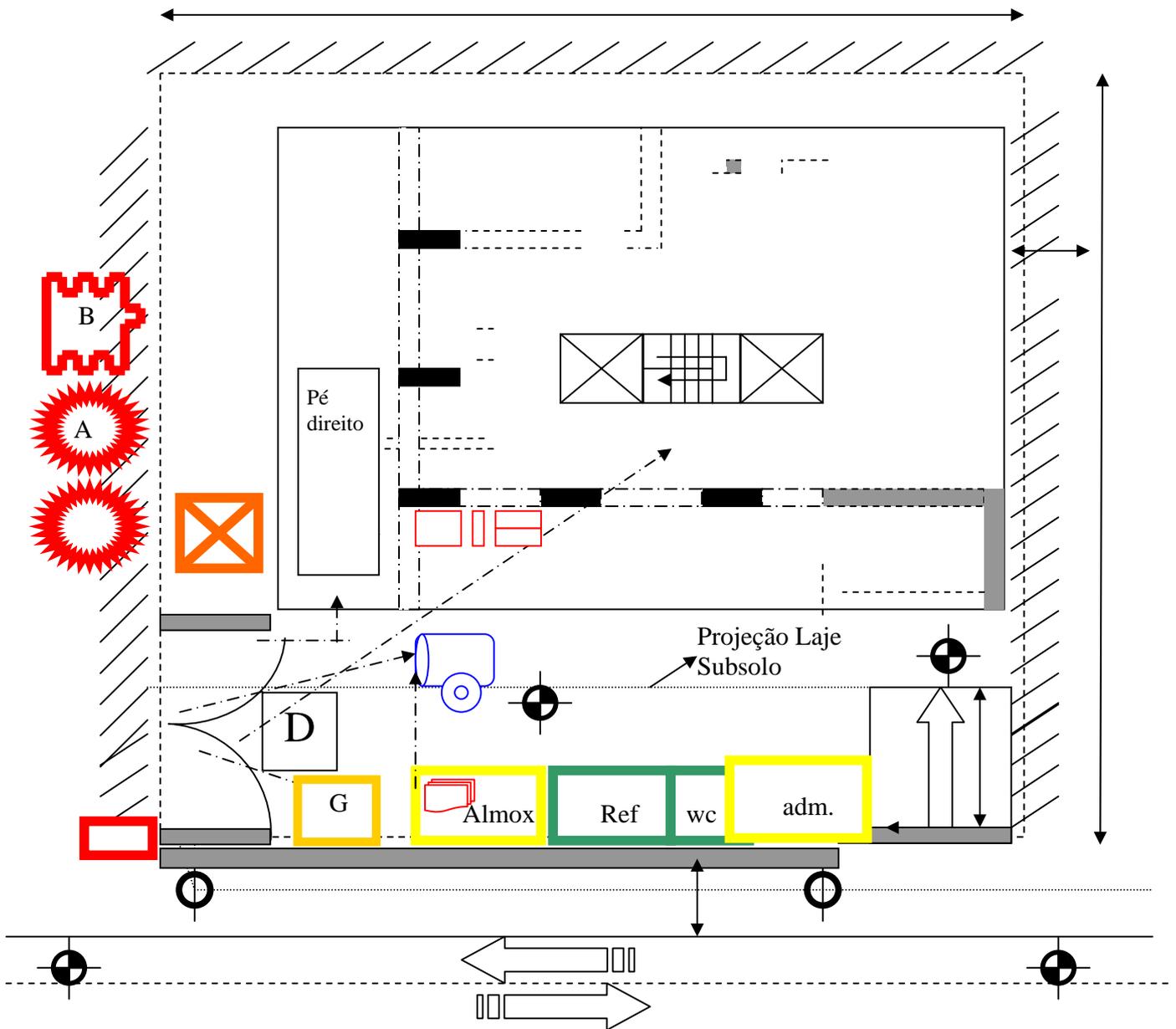


Figura 3.1: Layout do canteiro de obras visitado – Laje Térreo

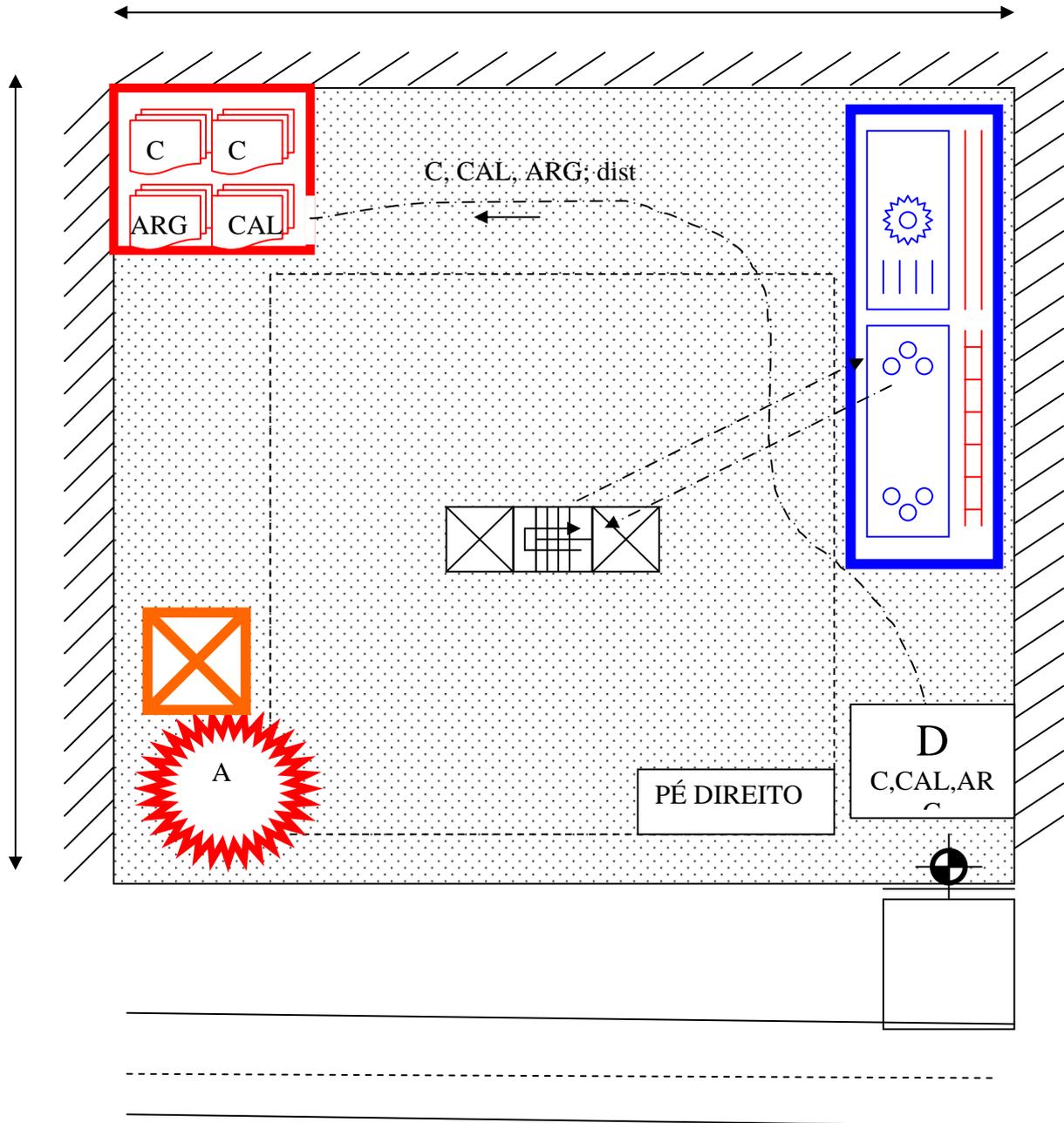
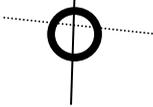
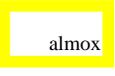
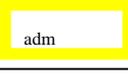
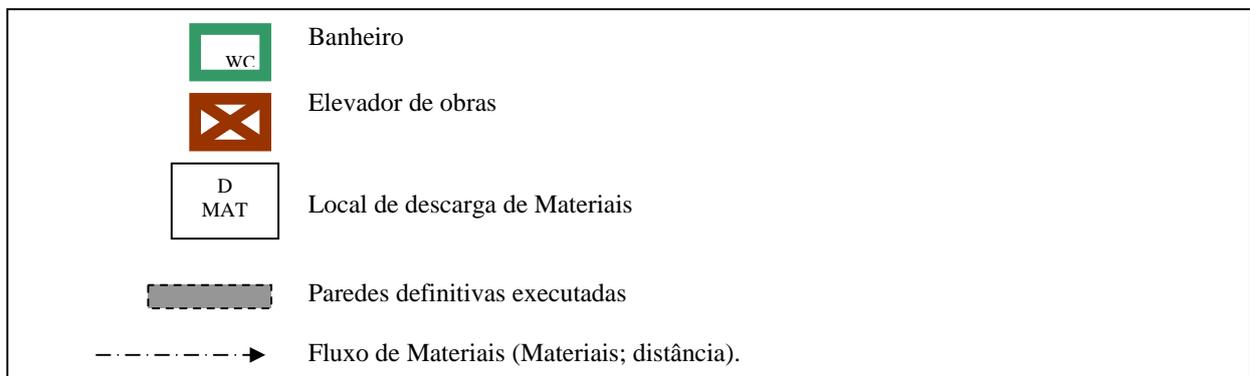


Figura 3.2: Layout do canteiro de obras visitado – Laje Subsolo

Quadro 3.1: Legenda de identificação dos elementos do canteiro de obras visitado:

Definição de cores quanto aos elementos:	
-	Elementos ligados à produção
-	Elementos de apoio à produção
-	Elementos de apoio técnico e administrativo
-	Áreas de vivência
-	Sistemas de transporte
	Betoneira
	Estoque de Cimento em sacos
	Estoque de Cal em sacos
	Estoque de materiais a granel sem contenção
	Estoque de areia a granel sem contenção
	Estoque de materiais a granel com contenção
	Estoque de blocos não paletizados
	Estoque de Argamassa em Silos
	Serra Circular
	Estoque de compensado para fôrmas
	Serra Policorte
	Bancada de dobra de aço
	Estoque de barras de aço
	Estoque de armaduras prontas
	Poste e Fios de Alta Tensão
	Guarita
	almoxarifado
	Refeitório
	Administração, engenheiro e mestres-de-obras



Para a finalização do presente estudo de caso, através da análise da literatura vista neste trabalho, é apresentado um layout com enfoque logístico, mostrando como a empresa deveria ter planejado seu canteiro de obras, para viabilizar suas tarefas e evitar perdas.

### 3.2.2.1 Localização e proximidade dos elementos do canteiro

Como visto na literatura existe necessidade com relação à proximidade de alguns elementos do canteiro, como por exemplo: área de preparação do concreto, formas e armaduras.

Através do estudo realizado na empresa, constatou-se um difícil acesso à obra, pois o portão de desembarque, além de pequeno (2,5m), tinha, ao invés de um acesso para a rua paralela à obra, tinha acesso apenas a um terreno vazio ao lado da obra. Isso prejudicava o fornecimento de materiais e equipamentos até os locais de armazenagem e postos de trabalho.

O posto de confeccionamento de armaduras, por sua vez, estava localizado no primeiro pavimento subterrâneo, onde não tinha ar livre nem ventilado. Desta forma, não se localizava próximo do desembarque dos fornecedores, o que é fundamental para uma rápida e eficaz armazenagem. Não existia um local específico para se armazenar as armaduras já confeccionadas, sendo armazenadas no pavimento onde seriam utilizadas, mas sem nenhuma especificação de resistência e elemento construtivo.

No posto de produção de concreto, se evidenciou a maior falha de planejamento de layout, pois o armazenamento dos agregados não era feito em segmentos dispostos em leque (no vértice do leque fica a betoneira e do outro lado o acesso para a descarga dos caminhões basculantes), nem separados com divisórias, pelo contrário, a armazenagem dos agregados era feita fora do tapume de proteção da obra, em um terreno vazio, e se localizava a aproximadamente 3 metros do portão de desembarque. Contudo fica claro uma perda muito grande com relação à: tempo, mão-de-obra e material para a produção de concreto.

### **3.3 RECEBIMENTO E CONTROLE DE MATERIAIS**

A empresa em questão fazia sua previsão de demanda baseada em cálculos do mestre-de-obra, e por sua vez, não utilizava nenhuma tabela de controle de estoques, nem nenhum método de planejamento de materiais como visto na literatura anteriormente.

O recebimento de material era de responsabilidade também do mestre-de-obras, sendo a conferência de material recebido executada através da análise da nota fiscal do material, onde ele analisava o local de descarga, a quantidade de material, a data de entrega e a validade do material. Assim, com a falta de uma ficha de estoque para canteiro o canteiro de obras, não havia controle de material armazenado para uma quantidade específica para as diversas etapas da construção, possibilitando a criação de grandes quantidades de materiais estocados, o que faz com que a empresa tenha prejuízos com a administração de materiais.

O almoxarifado deve avisar ao responsável de encomendas de materiais quando o nível de estoque de um determinado material atingir o ponto crítico. Normalmente as empresas já possuem o seu modelo impresso para o controle de estoque, mas como no caso da empresa visitada que não possuía controle de estoque, conseqüentemente não era possível saber quando o nível de estoque estava em seu ponto crítico. Desta forma ocorria falta de material para algumas etapas da obra.

#### 4 ANÁLISE E CONSIDERAÇÕES

Como descrito na proposta deste trabalho, estão aqui elaboradas algumas diretrizes para as empresas de médio porte no que diz respeito à administração de materiais:

- Recolher o máximo de informações possíveis de obras anteriores, no que diz respeito a quantidades movimentadas, tempo de movimentação, equipamentos utilizados, produção diária de entulho, consumo com insumos que ocupem grandes volumes. Desta forma, analisar o que ocorreu nestas obras anteriores sobre eficiência ou desperdício na execução destas tarefas.
- Verificar a melhor posição para o almoxarifado, atentando para as recomendações descritas no referencial teórico deste trabalho. Por exemplo, colocar o almoxarifado no local mais próximo do ponto de carga e descarga ou colocá-lo próximo ao transporte vertical para evitar grandes deslocamentos, maximizando o tempo de transporte do material até o ponto de sua aplicação na construção.
- De acordo com o volume calculado através do quantitativo, dimensionar o tamanho do almoxarifado, a fim de armazenar o material necessário dentro dos padrões de armazenagem para cada obra específica.
- Fazer o projeto e planejamento do almoxarifado através de desenhos em escala e traçar linhas de fluxo para definir as posições dos materiais dentro do canteiro.
- Traçar linhas de fluxo para serviços dentro do canteiro de obras para evitar armazenagem de materiais em áreas de serviço e a interferência no deslocamento dos mesmos.
- Fazer a correta divisão da obra em suas diversas etapas, por exemplo: primeira etapa – fundações, segunda etapa – estrutura, terceira etapa – fechamento de alvenaria, quarta etapa – instalações e quinta etapa – acabamentos.
- Utilizar métodos de controle de estoque, como por exemplo: *just in time* e *kanban*, através de fichas de estoques como visto na literatura.

## 5 CONCLUSÕES

Pode-se concluir através deste estudo que as relações dentre a etapa de projeto e a atividade de produção, mais especificamente o sistema logístico, devem ser objeto de estudos mais aprofundados face ao grande potencial de contribuição que a compatibilização desses elementos pode proporcionar a construção como um todo.

A eficiência e eficácia da administração de materiais estão completamente vinculada com a programação de entrega de materiais, projeto de layout e sistema de controle de perdas. Uma das principais ações de um correto gerenciamento para um canteiro de obras, no que diz respeito a perdas, é a ela elaboração e planejamento de um bom projeto de layout. Assim, evidencia-se a importância de uma análise crítica de suas condições.

O estudo de caso confirmou os benefícios e a necessidade de uma evolução tecnológica seguida de uma evolução gerencial. Ambas não podem caminhar isoladamente sob o risco de caírem no insucesso. O resultado da pesquisa de campo foi de desapontamento, o canteiro de obras da empresa analisada não tinha um plano de implantação, nem o correto posicionamento do almoxarifado, que por sua vez, não apresentava uma boa estrutura.

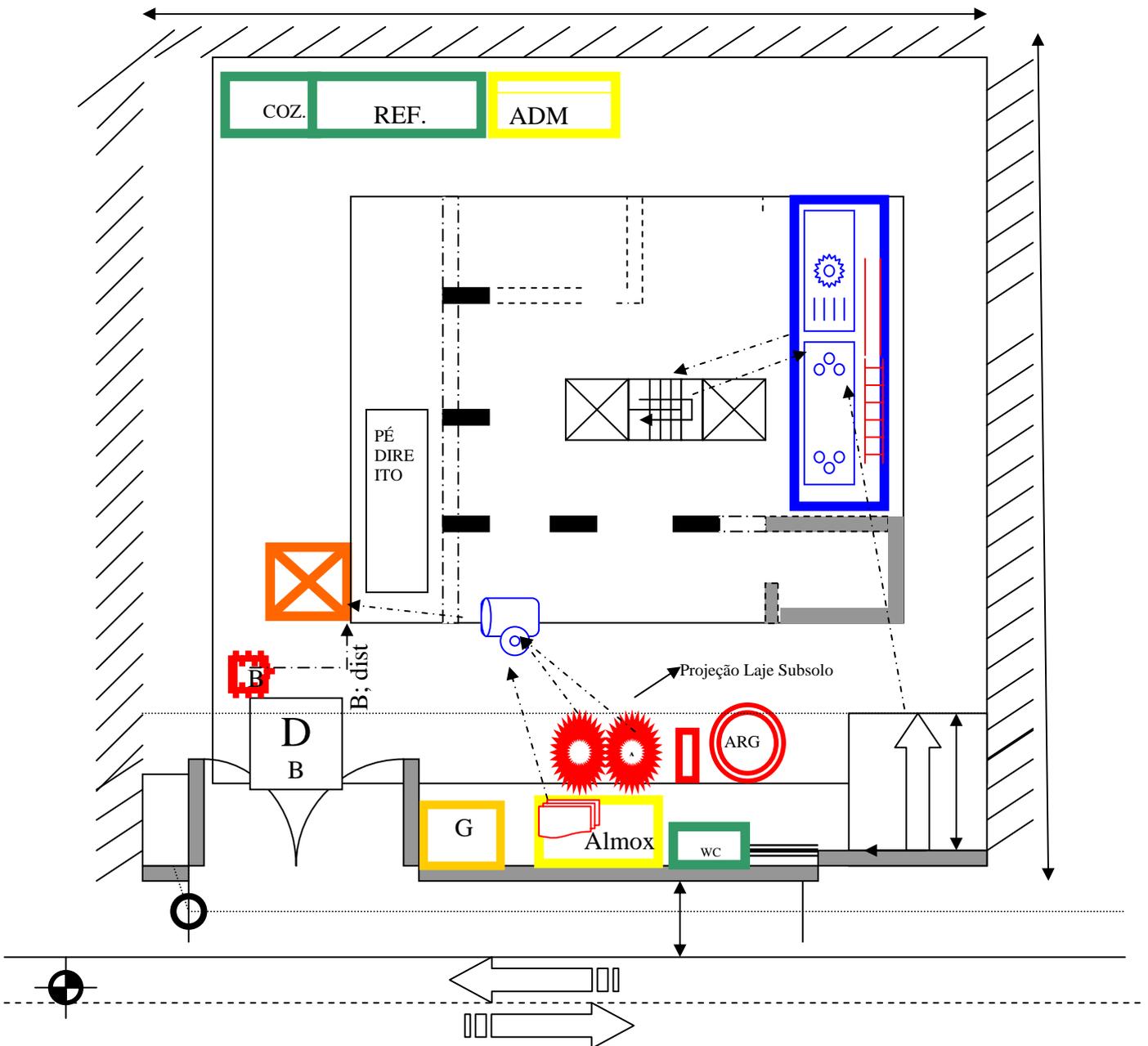
Para evitar tais deficiências no canteiro de obras, é preciso que se admita as principais deficiências encontradas no planejamento, como por exemplo:

- Ausência de projeto de canteiro, implicando no subdimensionamento de instalações provisórias;
- Ausência de cuidados com armazenamento de materiais;
- Transporte inadequado de materiais e seus componentes;
- Inexistência de cuidados de limpeza do canteiro de obras;
- Ausência de integração da armazenagem com relação aos outros elementos produtivos;

A grande maioria das falhas encontradas no canteiro era de responsabilidade da gerencia. Havia um nítido desconhecimento de que há grandes ganhos de produtividade com um planejamento antecipado das diversas tarefas do canteiro e com a aproximação maior do gerente com os

problemas dos processos de armazenamento. Desta forma, a implantação de sistemas de gestão da qualidade, nas construtoras, não deixa de ser uma importante tentativa na busca de padronização e intensificação do profissionalismo das equipes executoras de obras. A Figura 5.1 ilustra como poderia ter sido planejado o layout do canteiro da obra analisada, com base nos parâmetros analisados na literatura presente neste trabalho.

Figura 5.1: Layout planejado para o canteiro de obras



Através da elaboração do layout presente na figura 5.1, pode-se observar algumas importantes vantagens com relação ao layout do canteiro de obras analisado, no que diz respeito a administração de materiais, como por exemplo:

- Integração da armazenagem com relação aos outros elementos produtivos;
- No posto de produção de concreto, o armazenamento dos agregados se faz em segmentos dispostos em leque, o que traz um ganho muito grande de tempo e diminuição do desperdício de materiais no transporte destes, no vértice do leque fica a betoneira e do outro lado o acesso para descarga dos caminhões basculantes;
- Propicia uma maior eficiência com relação à movimentação de materiais;
- Propiciar a estocagem mais econômica, em relação às despesas de equipamento, espaço, danos de material e mão-de-obra do almoxarifado;
- Com o portão de embarque e desembarque tendo acesso a avenida principal gera um bom e fácil acesso à obra, para que o fornecimento de materiais e equipamentos até os locais de armazenamento e postos de trabalho seja transitável até nos dias de chuva;
- No postos das armaduras, o depósito de barras fica num local de fácil acesso das carretas, prevendo-se o descarregamento lateral, possibilitando também um acesso paralelo à guia da rua de acesso. A área reservada para o corte e dobramento das barras está bem localizada e ampla, assim como o local onde se armazenam as armaduras já dobradas. Isto deve ser feito com muito cuidado e responsabilidade para evitar confusões e erros durante a montagem.

## 6 REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Antônio Carlos. **Logística Aplicada: Suprimentos e Distribuição Física**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

ARAÚJO, J. S. **Almoxarifados e almoxarifes**. São Paulo: Impressora de Anais, 1958.

BALLOU, Ronald. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. Trad. Hugo T. Y. Yoshizaki.

CARDOSO, F. F. **Importância dos estudos de preparação e da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios: 1º SEMINÁRIO INTERNACIONAL LEAN CONSTRUCTION – A CONSTRUÇÃO SEM PERDAS**. Anais. São Paulo, 1996.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de Materiais: uma abordagem logística**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

FARAH, Marta Ferreira Santos. **Processo de Trabalho: Novo Tema de Investigação nos Estudos Sobre a Construção no Brasil**. São Paulo: Revista Construção, nº 2368, 28/junho, 1993.

GARCIA, Petrônio M. **Administração de Materiais**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível na Internet em: <http://www.ibge.gov.br>, Acesso em: 22/05/2006

LEMES, Ubiraci de Souza. **Projeto e Implantação do Canteiro**. 1. ed. São Paulo: Nomedarosa, 2000.

MOURA, Reinaldo A. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais**. 4. ed. ver. São Paulo: IMAM, 1998.

RIPPER, Ernesto. Manual Prático de Materiais de Construção. 1. ed. São Paulo: PINI, 1995.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS - SINDUSCON - MG. Disponível na Internet: [http://www.sinduscon-mg.org.br/ass\\_tec/qualimat.html](http://www.sinduscon-mg.org.br/ass_tec/qualimat.html), Acesso em: 23/06/2006.

VIANA, João José. Administração de Materiais: Um Enfoque Prático. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2002.