

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
DE PRODUÇÃO

**CARLOS ALEXANDRE MARTINIANO DO AMARAL MOURÃO**

GESTÃO DE FLUXOS LOGÍSTICOS INTERNOS NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL - O CASO DE OBRAS VERTICAIS  
EM FORTALEZA-CE

**JOÃO PESSOA-PB**

**2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**CARLOS ALEXANDRE MARTINIANO DO AMARAL MOURÃO**

**GESTÃO DE FLUXOS LOGÍSTICOS INTERNOS NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL - O CASO DE OBRAS VERTICAIS EM  
FORTALEZA-CE**

Dissertação submetida à apreciação da banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Engenharia de Produção.

**Professor Orientador:** Fernando Ribeiro Melo Nunes, Dr.

**JOÃO PESSOA-PB**

**2008**

M929g Mourão, Carlos Alexandre Martiniano do Amaral

Gestão de fluxos logísticos internos na construção civil – o caso de obras verticais em Fortaleza - CE / Carlos Alexandre Martiniano do Amaral Mourão - João Pessoa, 2008.

173 f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Fernando Ribeiro Melo Nunes

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) PPGEP / Centro de Tecnologia / Campus I / Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

1.Construção Civil 2. Fluxos logísticos 3.Construções Verticais I. Título.

CDU: 621:658.7 (043)

**CARLOS ALEXANDRE MARTINIANO DO AMARAL MOURÃO**

**GESTÃO DE FLUXOS LOGÍSTICOS INTERNOS NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL - O CASO DE OBRAS VERTICAIS EM  
FORTALEZA-CE**

Dissertação julgada e aprovada em 05 de Março de 2008 como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Fernando Ribeiro Melo Nunes**  
Universidade Federal da Paraíba - UFPB  
**Orientador**

---

**Profª. Drª. Nelma Mirian Chagas de Araújo**  
Universidade Federal da Paraíba - UFPB  
**Examinadora**

---

**Prof. Dr. Homero Catão Maribondo da Trindade**  
Universidade Federal da Paraíba - UFPB  
**Examinador**

*A minha esposa Isabelle Borges que, com seu  
amor e alegria de viver, ensinou-me a olhar a  
vida de forma mais otimista e feliz.*

## AGRADECIMENTOS

- Ao professor doutor Fernando Nunes, pela orientação deste trabalho e, em especial, pelas sugestões e críticas que contribuíram para minha formação profissional e acadêmica neste mestrado.
- A C. Rolim Engenharia Ltda., em especial a Pio Rodrigues Neto, pelo apoio na coleta de dados e incentivos às pesquisas.
- A todos os colegas da turma que contribuíram para a realização deste nosso momento profissional, em especial a Marcos de Vasconcelos Novaes que, como grande amigo e diretor técnico da C. Rolim Engenharia Ltda., pôde nos ajudar de forma representativa na conclusão deste trabalho.
- Ao engenheiro Luis Carlos Lopes, pelos seus ensinamentos a respeito de planejamento e organização em um canteiro de obras.
- Aos colegas de trabalho Cícero Mayk, Felipe Loiola Brito, Edilson Estevam, Sérgio Kemmer, Ana Valéria Pacheco e Luis Carlos Rolim, pelo companheirismo durante a realização do estudo de caso.
- Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba.
- Aos nossos mestres, pelas contribuições inestimáveis em todas as etapas deste trabalho, em especial aos professores Paulo José Adissi, Maria do Socorro Márcia Lopes Souto, Geraldo Maciel de Araújo, Homero Catão Maribondo da Trindade e Nelma Mirian Chagas de Araújo.
- Às nossas famílias e amigos que nos ajudaram com sua presença de espírito, em especial minha mãe Terezinha Mourão, minha mãe de criação Maria de Fátima Gomes Taveira (Bibi), meus irmãos Henrique Augusto do Amaral Mourão, Newton César Martiniano do Amaral Mourão e meu grande amigo Fernando Antônio de Oliveira Leão.
- A Deus, de quem recebemos a inspiração e a força para realizar com humildade este trabalho.

MOURÃO, Carlos Alexandre Martiniano do Amaral. **Gestão de fluxos logísticos internos na construção civil - o caso de obras verticais em Fortaleza-CE.** 2007. 171f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFPB, João Pessoa.

## RESUMO

O estudo tem por objetivo identificar e analisar as atividades de fluxo. Estas são por demais importantes quanto às atividades de conversão no contexto da construção civil. Por meio da pesquisa, foi proposta uma análise dos fluxos em um canteiro e, como consequência, a elaboração de um projeto de canteiro. Normalmente as construtoras só dão ênfase às atividades de conversão. Os vários tipos de serviços na construção são formados por conversões, transportes, esperas e conferências. Mediante um estudo de caso, fazendo um paralelo entre duas obras verticais de uma mesma construtora em Fortaleza, pôde-se observar as grandes diferenças entre um empreendimento que não aplicou o gerenciamento dos fluxos e outro que o implementou. Este trabalho foi dividido em etapas. Primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica e em seguida, foi feito um estudo de caso, procedendo à comparação entre obras. Conseqüentemente, estabeleceu-se uma metodologia para análise da gestão de fluxos logísticos internos em obras verticais na construção civil. O estudo demonstrou que estes fluxos são de suma importância para os processos na construção civil, pois todas as atividades se completam e os fortalecimentos desta aliança entre as conversões e fluxos impulsionam esta indústria a eliminar desperdícios e perdas, ficando cada vez mais competitiva.

**Palavras chave:** Construção Civil. Fluxos Logísticos. Construções Verticais.



MOURÃO, Carlos Alexandre Martiniano do Amaral. **Management of logistics flows in the internal construction - the case of works in vertical Fortaleza-CE.** 2007. 171f. Dissertation (Production Engineering Master Degree Program) – Production Engineering Post-Graduation Program, UFPB, João Pessoa.

## ABSTRACT

*The object of this study is to identify and analyze flows. These activities are as important as conversion activities in the context of the civil construction. This research proposes to analyze flows in a construction site and consequently the layout design of a construction site. Normally the construction companies only give emphasis in the conversion activities. The several kinds of services in the civil construction are composed by conversions, moving, waiting and inspections activities. Through a case study, a comparison was carried out between two vertical building sites from the same construction company in Fortaleza, which presented great differences between a building that did not use management of flows and another that used it. This work was divided in parts, where initially it was realized a bibliographical revision and after it was developed a comparative study between building sites. As a consequence it was established a methodology to the study of logistic internal flow in vertical building sites in civil construction. The research shows that these flows are very important to the processes in the civil construction, because all the activities are integrated and the increase of this alliance between conversions and flows encourage industry to eliminate wastes, becoming more competitive.*

**Keywords:** *Construction. Flows Chain. Construction Vertical*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução Histórica da Logística .....	20
Figura 2 - Esquema Genérico da Cadeia Logística.....	22
Figura 3 - Subdivisões da Logística na Construção Civil.....	24
Figura 4 - Estrutura Típica de Custos .....	25
Figura 5 - Fluxograma de Setores e Processos .....	27
Figura 6 - Gestão com Altos Estoques.....	29
Figura 7 - Gestão com Baixos Estoques .....	29
Figura 8 - Comparativo entre a Indústria de Construção Civil e Automobilística.....	37
Figura 9 - Símbolos do Fluxograma de Processo .....	40
Figura 10 – Carta de Inter-relações .....	45
Figura 11 - Fluxograma dos Materiais até a Produção .....	47
Figura 12 - Procedimento de Pesquisa de Campo.....	61
Figura 13 - Congresso Internacional sobre Lean Construction.....	66
Figura 14 - Organograma da Empresa .....	67
Figura 15 - Procedimento de Aquisição .....	70
Figura 16 - Planejamento de Curto Prazo .....	72
Figura 17 - Planejamento de Longo Prazo .....	73
Figura 18 - Intervenção de Materiais.....	74
Figura 19 - Fluxo de caixa.....	75
Figura 20 – Foto do <i>Folder</i> do Edifício <i>Amazônia</i> .....	77
Figura 21 – Foto do <i>Folder</i> do Edifício <i>Casa Rosa</i> .....	78
Figura 22 – Croquis do Canteiro do Edifício <i>Amazônia</i> .....	81
Figura 23 - Projeto de Canteiro do Subsolo do Edifício <i>Casa Rosa</i> .....	82
Figura 24 - Projeto de Canteiro do Pilotis do Edifício <i>Casa Rosa</i> .....	83
Figura 25 - Grau de Importâncias.....	87
Figura 26 - Carta de Inter-relações do Edifício <i>Casa Rosa</i> .....	88
Figura 27 - Conclusão dos Encontros de Maior Importância.....	89
Figura 28 - Mapa com as Distâncias Percorridas .....	92
Figura 29 - Avaliação da Melhor Posição da Betoneira Através de uma Pré-Locação .....	98
Figura 30 - Estudo do Fluxo de uma Betoneira.....	112
Figura 31 - Diagrama de Processos .....	114
Figura 32 - Diagrama Homem-Máquina .....	115
Figura 33 - Projeto de um Novo Posto de Trabalho na Betoneira.....	116
Figura 34 – <i>Transpallets</i> da C. Rolim Engenharia Ltda. ....	123
Figura 35 - “Jerica” ou “Gerica” da C. Rolim Engenharia Ltda. ....	124
Figura 36 – Patinha da C. Rolim Engenharia Ltda. ....	125
Figura 37 - Projeto de Distribuição dos Materiais no Pavimento.....	128

<b>Figura 38 - Tubo Coletor de Entulho Despejando no <i>Container</i> .....</b>	<b>130</b>
<b>Figura 39 - Formação dos Resíduos Sólidos no Edifício <i>Casa Rosa</i> .....</b>	<b>131</b>
<b>Figura 40 - Redução dos Resíduos Gerados .....</b>	<b>132</b>
<b>Figura 41 - Fluxo de Materiais no Subsolo .....</b>	<b>133</b>
<b>Figura 42 - Fluxo de Materiais no Pilotis.....</b>	<b>134</b>
<b>Figura 43 - Análise do Cronograma.....</b>	<b>148</b>
<b>Figura 44 - Projeto de Canteiro do Subsolo – 3D.....</b>	<b>152</b>
<b>Figura 45 - Projeto de Canteiro do Pilotis – 3D .....</b>	<b>153</b>

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Elementos ou Componentes de Parceria .....	30
Quadro 2 - Variáveis e Indicadores.....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conclusão dos Contatos .....	90
Tabela 2 - Conclusão dos Encontros de Maior Importância.....	91
Tabela 3 - Quantidade de Argamassa Produzida .....	93
Tabela 4 - Cronograma do Consumo de Materiais.....	94
Tabela 5 - Avaliação da Quantidade de Betoneiras .....	96
Tabela 6 - Comparativo dos Transportes Verticais .....	118
Tabela 7 - Horário de Uso do Guincho .....	120
Tabela 8 - Avaliação da Quantidade de Guinchos .....	121
Tabela 9 - Dada para o Transporte do Gesso.....	121
Tabela 10 - Dados de Entrada .....	143
Tabela 11 - Cargas Elétricas .....	144
Tabela 12 - Cronograma de Intervenção de Materiais .....	146
Tabela 13 - Estudo de Layout de Canteiro .....	149
Tabela 14 - Comparativo de Áreas.....	151

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - DELIMITAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E DO</b>	
<b>PROBLEMA.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 LOGÍSTICA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 A GESTÃO DA LOGÍSTICA NAS EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.1 A Gestão da Logística de Suprimentos na Construção Civil .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.2 A Logística Interna do Canteiro e o Estudo de Fluxos.....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.2.1 Estudo de Tempos e Movimentos para os Fluxos.....</b>	<b>38</b>
<b>2.2.2.2 Projeto de Canteiro como Apoio a Logística Interna.....</b>	<b>42</b>
<b>2.3 PRODUÇÃO “ENXUTA” E O <i>LEAN CONSTRUCTION</i> .....</b>	<b>48</b>
<b>2.4 O <i>LEAN CONSTRUCTION</i> E OS FLUXOS NO CONTEXTO DA LOGÍSTICA</b>	
<b>52</b>	
<b>CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA.....</b>	<b>54</b>
<b>3.1 TIPO E NATUREZA DO ESTUDO .....</b>	<b>54</b>
<b>3.2 DEFINIÇÕES DAS VARIÁVEIS DE INVESTIGAÇÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>3.3 CONCEITUAÇÕES DOS DADOS COLETADOS.....</b>	<b>57</b>
<b>3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....</b>	<b>57</b>
<b>3.5 CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE DE PESQUISA.....</b>	<b>58</b>
<b>3.6 CATEGORIAS DE SUJEITOS ENTREVISTADOS .....</b>	<b>58</b>
<b>3.7 DEFINIÇÕES DO ORDENAMENTO E TRATAMENTO DE DADOS .....</b>	<b>59</b>
<b>3.8 PROCEDIMENTO DE PESQUISA .....</b>	<b>60</b>
<b>CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>63</b>
<b>4.1 CARACTERIZAÇÕES DA EMPRESA.....</b>	<b>63</b>
<b>4.2 CARACTERIZAÇÕES DOS FLUXOS DE MATERIAIS E INFORMAÇÕES</b>	
<b>NA EMPRESA.....</b>	<b>69</b>
<b>4.2.1 Caracterização dos Fluxos Internos em um Canteiro de Obras Verticais .....</b>	<b>76</b>
<b>4.3 CARACTERIZAÇÕES DO EDIFÍCIO <i>AMAZÔNIA</i>.....</b>	<b>77</b>
<b>4.4 CARACTERIZAÇÕES DO EDIFÍCIO <i>CASA ROSA</i> .....</b>	<b>78</b>
<b>4.5 COMPARATIVO ENTRE AS OBRAS QUANTO A GESTÃO DE FLUXOS ...</b>	<b>79</b>
<b>CAPÍTULO 5 – GESTÃO DOS FLUXOS LOGÍSTICOS INTERNOS EM OBRAS</b>	
<b>VERTICAIS – EXEMPLO DO EDIFÍCIO CASA ROSA.....</b>	<b>85</b>
<b>5.1 ESTUDOS DOS FLUXOS DE MATERIAIS EM CANTEIROS DE OBRAS</b>	
<b>VERTICAIS.....</b>	<b>85</b>
<b>5.1.1 Avaliação Qualitativa .....</b>	<b>86</b>
<b>5.1.2 Avaliação Quantitativa.....</b>	<b>89</b>
<b>5.1.2.1 Estudos dos Contatos.....</b>	<b>89</b>
<b>5.1.2.2 Estudo das Argamassas .....</b>	<b>92</b>
<b>5.1.2.3 Estudo de Equipamentos.....</b>	<b>94</b>
<b>5.1.2.3.1 Posto de Trabalho – Betoneira .....</b>	<b>95</b>

5.1.2.3.2 Equipamentos de Transporte .....	117
5.1.2.3.3 Central de Corte de Cerâmica.....	125
5.1.3 A Gestão de Estoques Contribuindo para Facilitar os Fluxos Logísticos.....	126
5.1.3.1 Mapa de Estocagem de Tijolos e Cerâmicas nos Pavimentos-Tipo .....	127
5.1.3.2 Fluxo dos Resíduos Sólidos de um Canteiro de Obra.....	129
5.1.4 Estudo de Fluxos Aplicado aos Projetos .....	132
5.2 ESTUDOS DO FLUXO DE INFORMAÇÕES .....	135
5.2.1 Rádios de Comunicação .....	138
5.2.2 <i>Andon</i> .....	138
5.2.3 <i>Kanban</i> .....	139
5.2.4 <i>Palmtops</i> (computadores de mão).....	140
5.3 OS ESTUDOS DE FLUXOS COMO APOIO À CONFECÇÃO DO PROJETO DE CANTEIRO DE OBRAS .....	140
5.3.1 Guinchos de Carga e Passageiro .....	142
5.3.2 Dados de Entrada .....	142
5.3.3 Dados sobre Rede Elétrica.....	143
5.3.4 Dados sobre Telefonia, Água e Esgoto .....	145
5.3.5 Dados sobre <i>Stand</i> de Vendas ou Algum Local Impossibilitado de ser Usado ...	145
5.3.6 Cronograma de Intervenção de Materiais.....	145
5.3.7 Cronograma das Fases do Canteiro.....	147
5.3.8 Áreas Necessárias Advindo das Normas ou dos Estudos de Fluxos.....	148
5.3.9 Comparativo entre Áreas Necessárias e Áreas Obtidas através do Projeto de Canteiro para a Segunda Fase .....	150
5.3.10 Projetos de Canteiro .....	151
 CAPÍTULO 6 - ANÁLISES DOS RESULTADOS DA PESQUISA .....	 154
 CAPÍTULO 7 - CONCLUSÃO.....	 157
7.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	159
REFERÊNCIAS .....	160
APÊNDICE A– Roteiro para levantamento de dados .....	164
APÊNDICE B – Roteiro para levantamento de dados do Edifício Amazônia .....	166
APÊNDICE C – Roteiro para levantamento de dados do Edifício Casa Rosa .....	170

## **CAPÍTULO 1 - DELIMITAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E DO PROBLEMA**

A desorganização das empresas na indústria da construção civil gera perdas que reduzem a eficiência produtiva e elevam os custos de produção.

A construção civil, durante muito tempo, desenvolve suas atividades com base em um modelo de administração da produção que prioriza atividades de conversão, as quais representam ações de processamento ou modificação na forma ou substância de um material. Esse modelo não dá importância às demais atividades envolvidas na realização de um processo, como inspeção, transporte e estoques (KOSKELA, 1992).

As dificuldades temporais e espaciais são uma das maiores causas de perdas na produtividade em canteiros de obra. Estas situações são evitáveis e gerenciáveis se identificadas a tempo. As ferramentas de gerenciamento de um empreendimento porém, na sua maioria, não consideram as necessidades de alocação de espaços.

Na fase de planejamento tem-se que fazer o estudo do método construtivo, juntamente com a seqüência de atividades. Contudo, não se pode esquecer de fazer o projeto de canteiro de obra, onde são estudados todos os fluxos de materiais e informações, estoques e armazenamento, resultando em um plano logístico abrangente.

Destaca-se, ainda, o fato de que grandes empresas passam dificuldades técnicas e organizacionais, por não conhecerem profundamente os conceitos inerentes às novas formas da gestão, dependendo de consultorias externas como formas de ensinar inovações.

Outro aspecto importante na construção civil é a relação com inúmeros fornecedores, quase sempre conflituosa. Ressalta-se, também, o extenso fluxo de materiais, desde o fornecedor, incluindo o transporte, até o local de produção, passando por intensa movimentação interna no canteiro de obras até chegar ao seu ponto de aplicação final.

Os fluxos de produtos e a gestão de estoques na construção civil, em sua maioria, não são bem administrados, pois o mesmo erro é cometido em obras distintas. Esta situação acontece em virtude da ausência de um sistema informatizado integrado entre as obras e também a grande dificuldade de parcerias com fornecedores.

A construção civil trabalha com uma grande quantidade de insumos e fornecedores distintos, ou seja, para cada insumo, há várias subdivisões, como no caso da manta asfáltica, possui tipos diversos, poliéster, fibra de vidro e polietileno, cada um com vários tipos de



asfaltos e diversas espessuras. Também existe produto de alto valor agregado, como um elevador, no qual os envolvidos têm que saber o tamanho da cabina, a velocidade do motor, modelo de frenagem e muitos outros detalhes de cada fornecedor. Muitas vezes as informações dos materiais a serem utilizados não estão confirmadas no começo da obra. Por esse motivo, tem-se investido muito na cultura de pensar antes, ou seja, fortificar o incentivo a todo e qualquer projeto específico, como no caso dos projetos de impermeabilização, de esquadrias, de fachadas e dos elevadores desenvolvidos pelo próprio fabricante.

Por esta especificidade, pode-se dizer que esta indústria tem que ser tratada com algumas diferenças, pois administrar todos estes fluxos logísticos não é uma tarefa simples. Contudo, o foco deve sempre ser a melhoria contínua, já que ainda se tem muito que fazer neste setor. Racionalização é a palavra-chave no contexto atual da construção civil.

Qual a forma de gestão dos fluxos logísticos internos de obras verticais na construção civil?

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A indústria da construção possui papel de suma importância no desenvolvimento econômico e social do Brasil. Emprega muitos trabalhadores, a maior parte sem qualificação. O ponto forte da construção civil é o seu efeito multiplicador na economia.

Segundo o Construbusiness (2003), a cadeia produtiva da construção civil é responsável por 15,5 % do PIB do Brasil e a indústria propriamente dita por 9,1%. A indústria da construção civil é, isoladamente, a maior fonte de empregos diretos, possui elevado e crescente poder multiplicador da demanda e constitui a mais poderosa fonte indutora de empregos e renda. Portanto, em princípio, justifica-se maior atenção para o setor.

Segundo Vieira (2006, p.11):

Estima-se que o déficit habitacional total no Brasil seja da ordem de 6,65 milhões de novas moradias (dados de 2000), que equivalem a 14,3% do total de domicílios existentes. O problema se concentra basicamente nas regiões urbanas (81,3% do déficit total) e nas famílias com renda até três salários mínimos (83,2% do déficit urbano total).

A construção civil é o setor industrial que representa uma importância fundamental na economia brasileira. Possui uma considerável participação na composição do PIB (Produto Interno Bruto), segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística),

representando nos últimos anos uma média percentual de 6% do PIB total do País. Segundo o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), com relação aos pontos de trabalho sua participação é, em média, de 40% do total da mão-de-obra da indústria de transformação em geral. Comparando-se com outros setores da indústria de transformação, é o maior de todos eles. (VIEIRA, 2006).

Através dos números citados acima, pode-se concluir que esta indústria tem grande importância no cenário nacional, já que, qualquer ação ou política de incentivo possui um alto impacto em termos de geração de emprego e renda.

É pela identificação dos critérios competitivos que pode ser estabelecida uma estratégia, utilizando ferramentas que permitam medir aspectos qualitativos e quantitativos. Adaptando alguns conceitos à indústria da construção, podem ser descritos alguns critérios competitivos, tais como: custos (construir por um preço menor), qualidade (construir melhor), velocidade de entrega e confiabilidade (entregá-la no prazo prometido), flexibilidade (ser capaz de enfrentar adversidades inerentes ao processo), quebra de barreiras organizacionais e gestão da rede de suprimentos.

No processo de melhoria contínua, a eliminação das perdas é imprescindível. Se quiser sobreviver no mercado, a empresa tem que trabalhar continuamente para eliminar as perdas, entendendo-se como tais tudo aquilo que não agrega valor ao produto e custa alguma coisa, desde materiais, informações e produtos defeituosos até atividades não produtivas (BORNIA, 1995).

A produção tem que ser vista como a conversão de insumos em produtos e que estes processos possam ser detalhados em pequenas porções para uma boa análise destes. O estudo das etapas intermediárias da produção ou o estudo dos fluxos físicos num canteiro de obra são essenciais para o sucesso de um empreendimento nos tempos de hoje, pois, além de uma competitividade acirrada em termos de mercado, tem-se também um entendimento bem maior sobre perdas na construção civil, seja de material ou de pessoal.

O controle dos fluxos físicos exerce influência muito grande na rentabilidade da empresa. Os estoques absorvem capital que poderia ser investido de outras maneiras, desviam fundos de outros usos potenciais e têm o mesmo custo de capital que qualquer outro projeto de investimento da empresa. Aumentar a rotatividade do estoque libera recursos financeiros e reduz o custo de manutenção do inventário.

A gestão dos fluxos físicos ratifica seus objetivos, que são, principalmente, planejar o estoque, as quantidades de materiais que vão e vêm; o tempo em que ocorrem as

entradas e saídas; o período que decorre entre esses momentos e os pontos de pedidos de materiais.

Para uma obra ter sucesso, os três principais fluxos (materiais, informações e financeiro) têm que estar harmônicos. Uma boa gestão de estoques aperfeiçoará e conciliará estes fluxos. O presente trabalho deter-se-á nos fluxos logísticos internos num canteiro de obras, enfocando, principalmente, os fluxos físicos e de informações.

O fluxo de informações entre as empresas construtoras e seus canteiros de obra, seus fornecedores e formas de relacionamento são aspectos importantes em um contexto logístico, pois as soluções adotadas para certos problemas em uma obra não conseguem ser repetidas em outros canteiros pelas próprias características do setor: falta de formalização dos procedimentos, rotatividade do pessoal e variabilidade do produto. As empresas têm que ampliar sua visão de negócio, focando não somente na tecnologia, mas também na gestão do processo.

Este trabalho busca formas de visualizar e racionalizar a gestão dos fluxos de informações e físicos dentro do planejamento e da produção num canteiro de obra, considerando os aspectos teóricos e práticos. Para tanto, vai se propor analisar a gestão de fluxos logísticos internos em obras verticais.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Estabelecer a gestão dos fluxos logísticos internos de obras verticais da construção civil.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar as perdas nos fluxos logísticos para possíveis correções.
- Identificar sistemas e processos para gestão de fluxos físicos.
- Dimensionar o uso de equipamentos para atender as necessidades dos fluxos.
- Elaborar o projeto de canteiro baseado nos estudos de fluxos.

## 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O Capítulo I constitui a parte introdutória, apresentando o tema do estudo, a justificativa do trabalho e os objetivos.

O Capítulo II se refere à fundamentação teórica da pesquisa.

O Capítulo III aborda os procedimentos metodológicos utilizados para obtenção dos objetivos propostos.

O Capítulo IV apresenta informações coletadas nas duas obras da C. Rolim Engenharia Ltda., em Fortaleza-CE. Na seqüência, estão a caracterização da empresa e suas duas obras em análise, que são os edifícios *Amazônia* e o *Casa Rosa*.

O Capítulo V identifica a gestão dos fluxos logísticos internos em obras verticais.

O Capítulo VI apresenta análise dos resultados da pesquisa.

O Capítulo VII expõe às conclusões e sugestões para outros estudos.

## CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 LOGÍSTICA

Até meados de 1950, a Logística estava em estado de dormência. Não existia filosofia dominante para guiá-la. O setor de transporte era vinculado ao comando gerencial da produção; os estoques eram de responsabilidade da produção; e o processamento de pedidos era controlado pelas vendas ou finanças (BALLOU, 2006).

Segundo Ballou (2006), a Logística tem como objetivo propiciar ao cliente os níveis de serviço desejados. A meta do nível de serviço logístico é providenciar bens ou serviços corretos, no lugar e no tempo exato, e na condição pretendida ao menor custo possível. Isto é obtido por meio da coordenação adequada das atividades logísticas – transporte, manutenção de estoques, processamento de pedido.

Para Christopher (1997), a Logística é definida como sendo o processo de gerenciar a aquisição, movimentação, armazenagem de materiais e produtos acabados com o fluxo de informações associado através da organização e seus canais de *marketing*, de modo a poder maximizar as lucratividades presente e futura por meio do atendimento dos pedidos a baixo do custo.

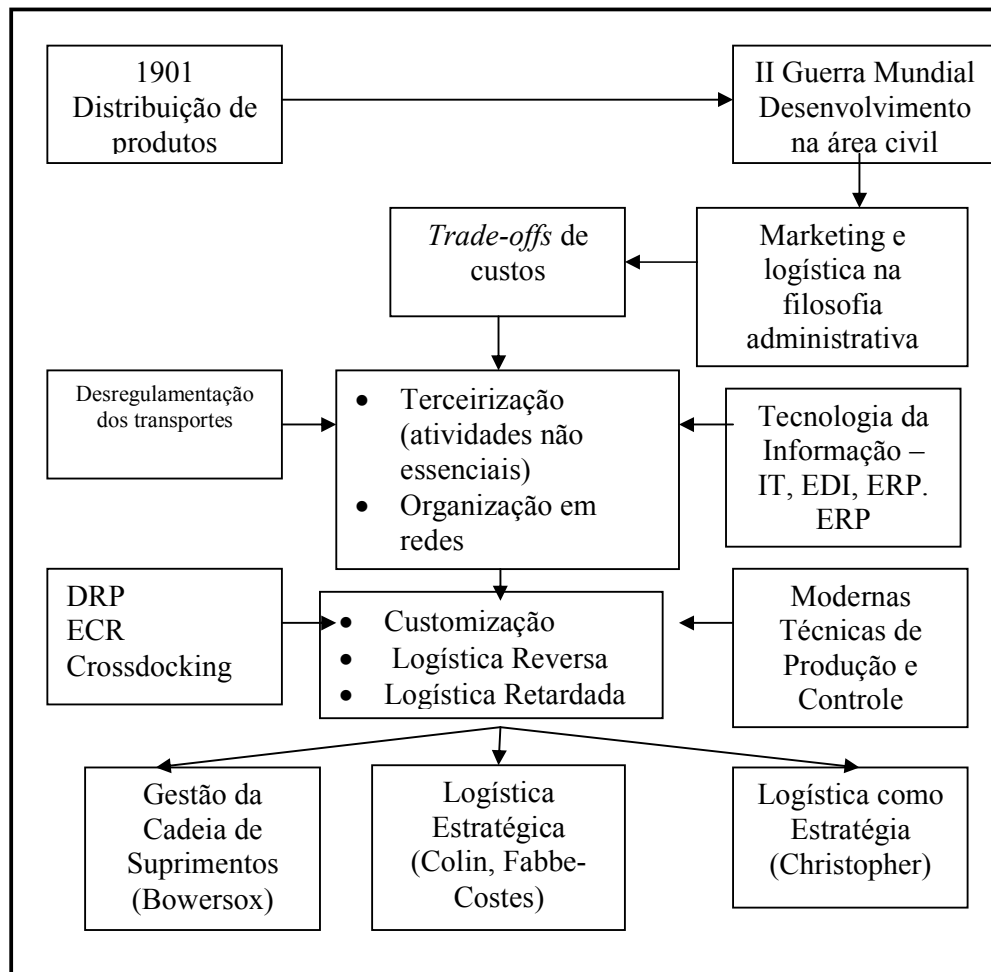
Segundo Ching (1999), o conceito de Logística, existente desde a década de 1940, foi utilizado pelas forças armadas norte-americanas. Ele tinha um relacionamento com todo o processo de compras e fornecimento de materiais durante a Segunda Guerra Mundial, e foi utilizado por militares desse País para atender a todos os objetivos de combate.

Segundo Zegarra (2000, p.17):

Durante os últimos cinquenta anos, o conceito de logística na indústria seriada passou de uma visão de gestão fragmentada a um enfoque que integra não somente as áreas no interior da empresa, mas também todas as empresas da cadeia de suprimentos. Esta evolução foi resultado de vários fatores, mas os principais condutores desta transformação foram: a busca por parte das empresas de uma vantagem competitiva através da liderança em custo, baseada na logística, e o aparecimento e a acessibilidade crescente de novas tecnologias de informação. Através deste novo enfoque foi se entendendo que para otimizar o processo não bastava otimizar suas partes, mas era necessário se compreender o processo como um todo.

Para entender-se a evolução da Logística, alguns autores (BOWERSOX e CLOSS, 2001) dividem em períodos como o da gestão funcional (fim da década de 1950 até a década de 1970), quando as organizações passaram a ter não mais um processo fragmentado e sim um começo da gestão integrada, com foco principal na gestão de materiais e na distribuição física. Na década de 1980, ocorreu o período de integração interna, que era a procura por uma gestão total de fluxos no interior das empresas. Em 1985, o CLM “*Council of Logistics Management*” definiu a Logística como o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo e o armazenamento eficaz de matérias-primas, inventário, bens, serviços e informações relacionados desde o ponto de origem até o consumo, com a finalidade de satisfazer às exigências do cliente. Na década de 1990 ocorreu o período de integração externa, oportunidade em que já não era suficiente só a integração interna, tendo aparecido o conceito de cadeia de suprimentos. Em 2000, o CLM definiu a Logística como a parte do processo de gestão da cadeia de suprimentos, que trata do planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo e armazenagem de bens, serviços e informações relacionadas, do seu ponto de origem até o de consumo, de maneira a satisfazer plenamente às necessidades dos clientes.

Para Nunes (2001), a figura citada abaixo mostra o fluxo evolutivo da Logística dentro do século XX, desde sua primeira menção na distribuição de produtos agrícolas, o grande desenvolvimento na área civil durante a II Guerra Mundial, a incorporação do *Marketing* e da Logística à filosofia administrativa, o conceito de *trade-off* de custos, a desregulamentação dos transportes e o avanço das telecomunicações, facilitando a terceirização das atividades não fundamentais, os avanços nos sistemas de produção, propiciando a adoção de novas estratégias logísticas, como a customização e a Logística reversa. A gestão da cadeia de suprimentos é vista por Bowersox como estratégica e tendo a Logística como parte, e vista por Christopher como uma extensão da Logística que muda da abordagem operacional para a abordagem estratégica. Em ambos os enfoques, o gestor tem papel fundamental, sendo pré-requisito que a organização seja conduzida por executivos empreendedores e integradores.



**Figura 1** - Evolução Histórica da Logística  
 Fonte: Nunes (2001, p. 60).

Para Bowersox e Closs (2001, p. 19):

A logística é singular: nunca para! Esta ocorrendo em todo lugar do mundo, 24 horas por dia, sete dias por semana, durante 52 semanas por ano. Poucas áreas de operações envolvem a complexidade ou abrangem o escopo geográfico característicos da logística. O objetivo da logística é tornar disponíveis produtos e serviços no local onde são necessários, no momento em que são desejados.

Segundo Bowersox e Closs (2001, p. 20):

O que faz a logística contemporânea interessante é o desafio de tornar os resultados combinados da integração interna e externa numa das competências centrais da empresa. A responsabilidade operacional da logística está diretamente relacionada com a disponibilidade de matérias-primas, produtos semi-acabados e estoques de produtos acabados, no local onde são requisitados, ao menor custo possível.

Segundo Vieira (2006, p.20):

[...] a logística é, portanto, uma metodologia ou processo administrativo que se baseia fundamentalmente na conscientização para o emprego de conceitos, métodos, técnicas e procedimentos, assim como na utilização da tecnologia de informação, de forma a encaminhar a maximização do nível de serviço e da produtividade numa cadeia de suprimentos.

Com o passar dos anos, o conceito foi evoluindo e uma nova concepção entrou em vigor, tendo passado a existir a integração das diversas áreas envolvidas na produção, dimensionamento e *lay-out* de armazéns, transportes, distribuição, seleção de fornecedores, surgindo outro conceito, conhecido como *Supply chain*, ou Logística integrada.

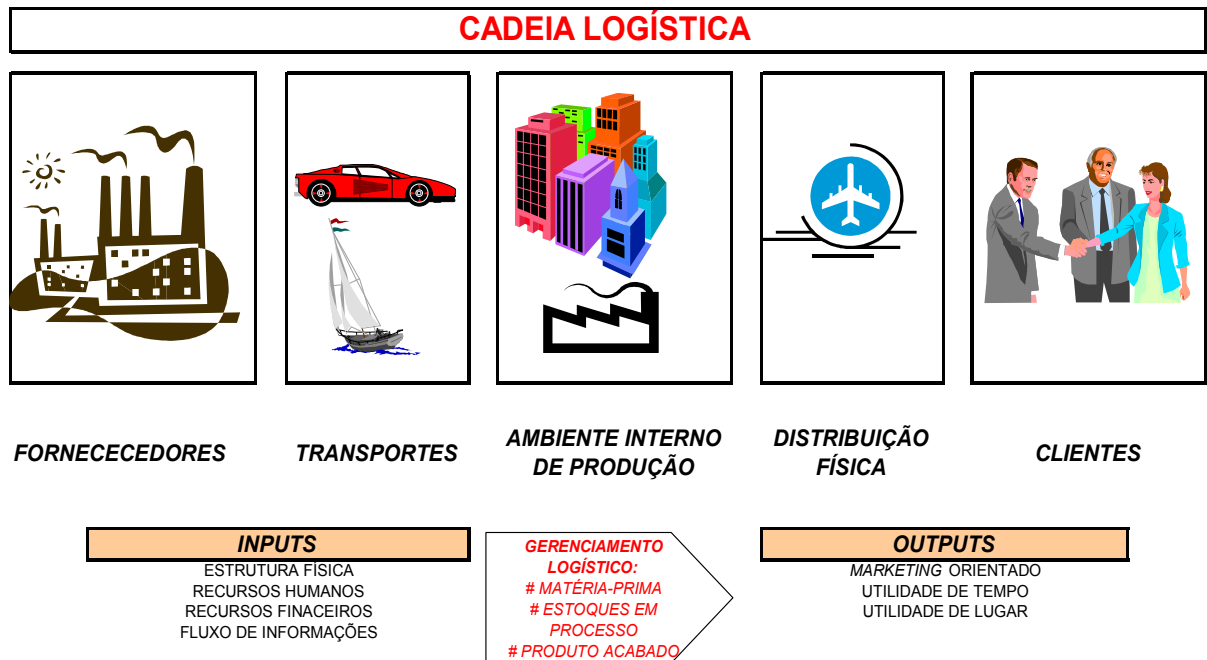
A Logística reúne valor de lugar, tempo, qualidade e informações a toda a cadeia. Além disso, busca a eliminação de processos que não alterem positivamente o resultado final. A visão da Logística também implica otimização de recursos, pois, se de um lado, aumenta a eficiência e satisfaz o cliente, de outro, a competição no mercado força a uma redução contínua nos custos.

De acordo com Ching (1999), as questões básicas levantadas pela Logística são:

- quais são os mercados servidos - direto ao consumidor, doméstico ou internacional?
- quais as reais necessidades dos clientes: tempo de entrega, confiabilidade, *setup*?
- que variedades de produtos são necessárias: por encomenda, catálogos, listas?
- como, quando e para onde faturar os produtos: escolha do processo, localização das unidades fabris?
- onde posicionar os estoques: localização dos armazéns, rede de distribuição?
- como promover a movimentação do estoque: métodos de transportes a adotar (rodoviário, ferroviário, marítimo, aéreo)?
- quais as quantidades de estoque a serem solicitadas e quando fazer: políticas e diretrizes para os pedidos?

Na figura a seguir, é apresentado um esquema da cadeia logística de forma integrada.





**Figura 2 -** Esquema Genérico da Cadeia Logística  
Fonte: Adaptado de Cruz (2002).

A Logística integrada tem como uma das principais finalidades adicionar valor ao cliente sob diversas formas já demonstradas. Valor agregado ao cliente pode ser entendido como dispor a ele produtos e serviços que têm um valor maior do que os oferecidos por concorrentes. Para o cliente privilegiar um fornecedor em relação a outro, este deve proporcionar algo mais (ou valor) que seus concorrentes não ofereçam (CHING, 1999).

Segundo Novaes (2001), os ganhos obtidos mediante a integração efetiva dos elementos da cadeia logística, com a otimização global de custos e de desempenho, são mais expressivos do que a soma dos possíveis ganhos individuais. O processo tem que ser do tipo ganha-ganha, em que todos auferem e não somente uns em detrimento dos demais.

O caminho para a integração plena é árduo, pois necessita a eliminação de obstáculos, como um sistema de informação ativo, sistemas de custos adequados e transparência nas informações. Este tipo de operação logística é denominado de gerenciamento da cadeia de suprimento.

## 2.2 A GESTÃO DA LOGÍSTICA NAS EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO

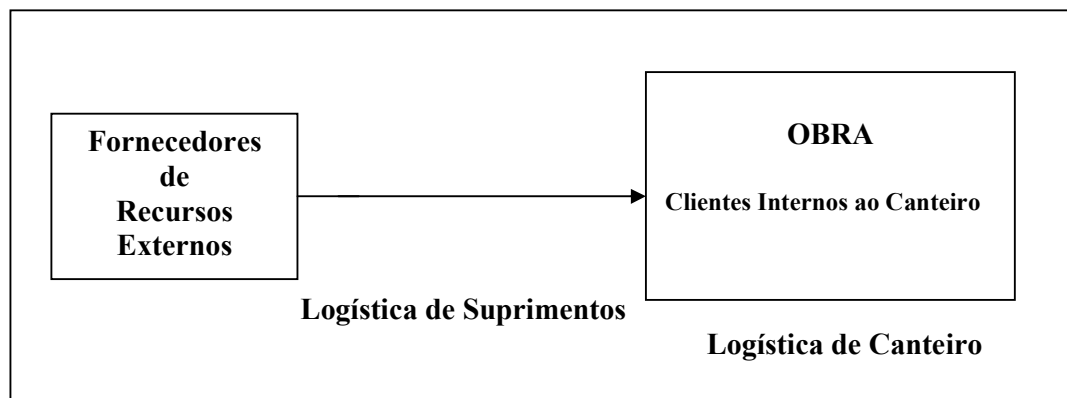
Neste trabalho foram aplicados os conceitos de Logística integrada, dando uma ênfase ao gerenciamento da cadeia de suprimentos, logística de canteiro de obra e os estudos dos fluxos logísticos, sempre com um enfoque na redução do fluxo financeiro, pois são todos os processos na construção civil muito dispendiosos e envolvem grande capital.

No setor de edificações, a Logística é um termo novo e a maioria das organizações encontra-se ainda em um nível de evolução precário em comparação com os avanços da indústria seriada. Diversos autores (AGOPIOU et al., 1998; KOSKELA, 1992, SILVA, 2000) ensinam que a maioria das perdas na construção civil está fortemente ligada a uma gestão logística pouco desenvolvida e à falta, por parte das empresas desta área.

De acordo com Bertelsen (1997, apud ZEGARRA 2000, p.19), destaca que vários estudos realizados na Suécia na área da gestão de materiais demonstram que os baixos índices de produtividade se encontravam interligados a uma gestão logística deficiente. Foram levantados nove sintomas desta deficiência, quais sejam: (i) transporte interno de materiais excessivo; (ii) estocagem no canteiro de obras; (iii) grandes perdas; (iv) furtos; (v) falta de material; (vi) erros nas entregas; (vii) grande quantidade de materiais devolvidos ao fornecedor; (viii) quebras e (ix) danos em trabalhos realizados. Além disso, os estudos mostraram que em média um operário passa aproximadamente um terço do seu tempo na obra, procurando e manuseando materiais.

Ainda de acordo com Bertelsen (1997, apud ZEGARRA 2000, p.19), nas empresas construtoras, freqüentemente, observa-se que não existe planejamento algum para a Logística no processo construtivo. Na maioria dos casos, o planejamento da produção não é muito confiável ou não existe. Segundo ele, em muitos casos, os pedidos e as entregas de materiais são realizados quando a produção fica parada em razão da falta de material na obra. Adicionalmente, as compras geralmente são feitas com base no preço mais baixo, sem levar em conta fatores como qualidade e pontualidade.

Cardoso e Pinto (1997) apresentam uma subdivisão para a Logística aplicável às empresas construtoras e que será utilizada, classificando-a quanto a sua função em Logística de suprimentos (externa) e Logística de canteiro (interna), conforme se apresenta na figura a seguir:



**Figura 3** - Subdivisões da Logística na Construção Civil  
 Fonte: Silva (2000, p.23).

Na perspectiva de Silva (2000, p. 29):

Integrar as atividades da construção civil significa também gerenciar os fluxos logísticos. Os fluxos logísticos na construção civil podem ser divididos em:

Fluxos físicos – compreendem os fluxos de matérias-primas, produtos em processo, equipamento, pessoal e serviços desde o fornecedor até chegar ao local de sua utilização na frente de trabalho.

Fluxos de informações – compreendem todas as informações que visam a garantir o fluxo de bens e serviços. São informações que visam dar apoio a determinadas decisões ou orientar a operacionalização de atividades. Essas informações são trocadas entre clientes finais (donos dos imóveis), agentes que atuam na empresa e fornecedores.

Fluxos financeiros – compreendem todas as movimentações financeiras que são necessárias à viabilização das atividades logísticas. Na construção, o modelo de financiamento, ou o de pagamento, determina os prazos de execução e conseqüentemente, todo o planejamento logístico.

Para ganhar vantagem competitiva, mais do que gerenciar esses fluxos, é preciso que a empresa promova ações racionalizadoras em cada um deles. É muito importante o conhecimento destes fluxos também de forma sistêmica. A Logística integrada compreende a cadeia de suprimentos, produção e canteiro de obras.

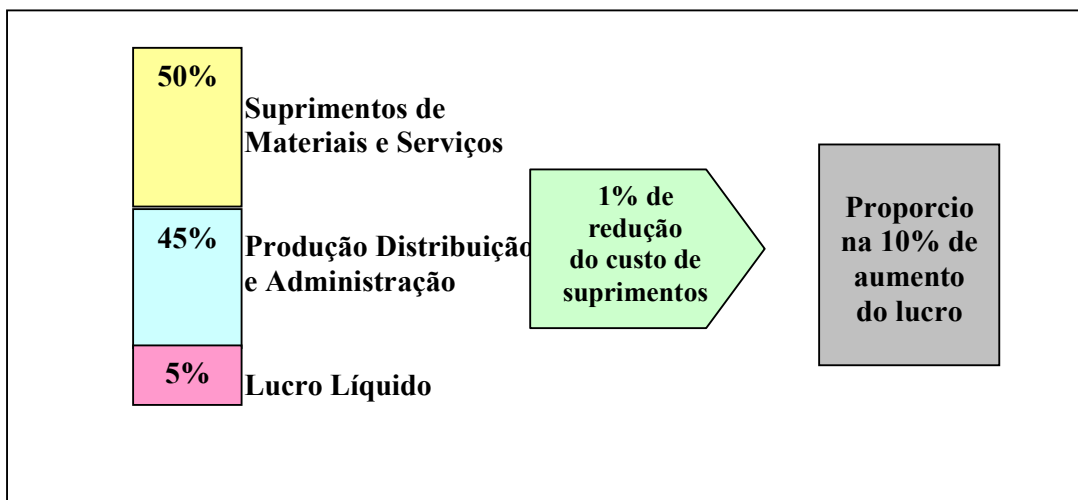
### 2.2.1 A Gestão da Logística de Suprimentos na Construção Civil

Com a estabilidade econômica, a redução dos custos de produção passou a ser muito importante para as empresas construtoras, de modo que se fala, demasiado, em racionalização da construção, redução de desperdícios, *lean construction*, entre outras ações que visam à competitividade. Dessa forma a empresa que deseja obter vantagem competitiva no mercado deve produzir pelo menor custo, sem, no entanto, deixar de considerar a qualidade exigida para o produto.

Quanto à Logística aplicada ao setor de suprimentos, Christopher (1997) explica que a cadeia de suprimentos representa uma rede de organizações, por meio de ligações nos dois sentidos, dos diferentes processos e atividades que produzem valor na forma de produto e serviços que são colocados nas mãos do consumidor final. Na sua definição, o gerenciamento da cadeia de suprimentos é significativamente diferente dos controles clássicos de materiais e de fabricação, em quatro sentidos: primeiro, ele vê a cadeia de suprimentos como entidade única, em vez de confiar responsabilidade fragmentada para áreas funcionais, como compras, fabricação, distribuição e vendas. A segunda característica do gerenciamento da cadeia de suprimentos, na visão da Logística, deriva diretamente da primeira: ela requer e, ao final, depende da tomada de decisão estratégica. O suprimento é um objetivo compartilhado por praticamente todas as funções na cadeia e tem significado estratégico, em razão do seu impacto sobre os custos totais e participação no mercado. Em terceiro lugar, o gerenciamento da cadeia de suprimentos fornece uma perspectiva diferente sobre os estoques usados como mecanismos de balanceamento, como último, não primeiro recurso. Finalmente, o gerenciamento da cadeia de suprimentos exige uma nova abordagem de sistemas: a chave é a integração, não simplesmente a interface.

De acordo com Ching (1999, p. 94):

Esclarece que o potencial de economia na área de suprimentos é substancial. Os custos de fornecimento representam aproximadamente 30% do total de custos de toda a cadeia de *Supply Chain*. A habilidade de realizar melhorias na base de fornecimento está entre as maiores oportunidades para aumentar a lucratividade e a competitividade das empresas. Imagine-se a estrutura típica de custos de uma empresa, como se apresenta na figura...



**Figura 4** - Estrutura Típica de Custos

Fonte: Ching (1999, p. 94).

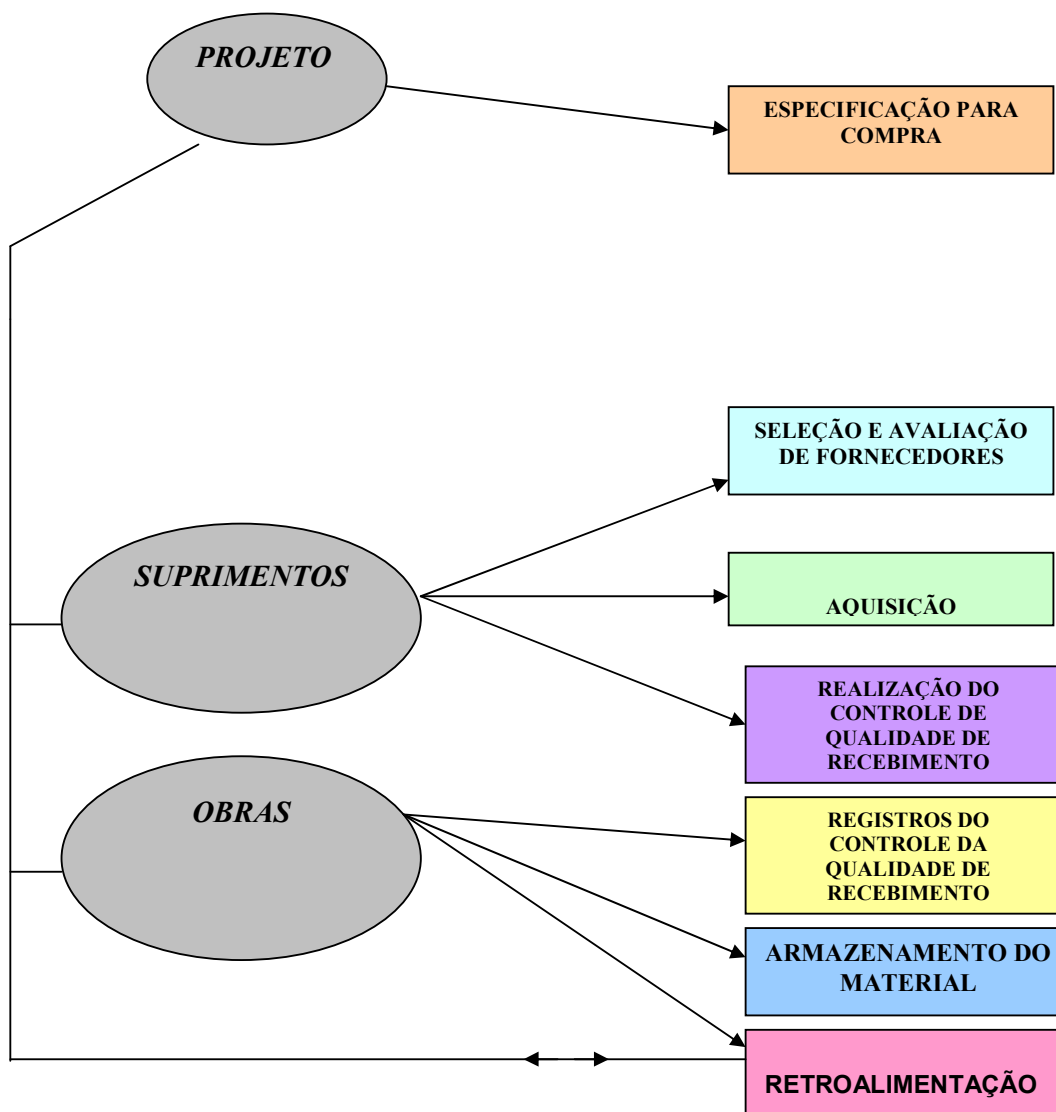
Segundo Heineck (1990, apud ROCHA 2004, p.125):

Em um empreendimento, o custo da construção (custo da mão-de-obra, dos materiais, equipamentos e da administração) representa cerca de 60% do faturamento total. Os 40% restantes se dividem entre as despesas com projetos, com o terreno, a comercialização, os impostos, as taxas e o lucro. No custo da construção, os materiais respondem por 60% do valor total. Assim os suprimentos compõem o item mais significativo na formação de preço de um empreendimento da construção civil (cerca de 35% do faturamento total).

A gestão da qualidade na cadeia de suprimentos em uma empresa construtora tem caráter multifuncional, envolvendo diversos setores, como os de projeto, suprimentos e o de obras, e deve permitir o trabalho integrado desses setores de forma a garantir a satisfação dos clientes em relação à qualidade dos materiais adquiridos. Assim, a qualidade deve ser composta, no mínimo, pelos seguintes elementos:

- ✓ especificações técnicas para a compra de materiais;
- ✓ controle de recebimento dos materiais na obra;
- ✓ seleção e avaliação de fornecedores de materiais.

A seguir, a figura ilustra os principais setores envolvidos no processo:



**Figura 5** - Fluxograma de Setores e Processos  
 Fonte: Souza (2001. p. 15).

Picchi (1993), já considerava que o processo de compra, desde o pedido até a entrega (ciclo de pedido), dura meses em alguns casos. Atrasos são freqüentes (uma das principais causas de baixa produtividade esta ligada a atrasos na entrega de materiais) e ocorrem por diferentes problemas: atrasos ou erros no detalhamento de projetos e especificações, retardos nos pedidos feitos do canteiro (falhas de programação), burocracia no processo de compra e atrasos de fornecedores.

Um dos principais entraves ao desenvolvimento da qualidade e produtividade no setor da construção é a inadequação dos materiais adquiridos. Este problema é causado muitas vezes pela falta de integração da cadeia produtiva. Algumas empresas vêm tentando, através de parcerias com fornecedores, adequar melhor os materiais adquiridos às suas necessidades.

Uma parceria consiste no estabelecimento de um relacionamento de longo prazo, com o propósito de atingir objetivos específicos do negócio, por meio da maximização da efetividade dos recursos de cada participante.

Entende Silva (2000) que a Logística de suprimentos desempenha papel estratégico na construção civil porque atua na ligação entre fornecedores e a produção, e tem significativa participação nos custos totais do empreendimento. A função suprimentos é muitas vezes apontada como causadora de atrasos e paradas no processo de produção, pois a falta de material pode impedir a realização de uma atividade, causando paradas nas frentes de serviço e perda de produtividade. Além disso, quando os materiais não atendem às especificações, provocam outros tipos de desperdícios em virtude de quebras ou necessidades de ajustes.

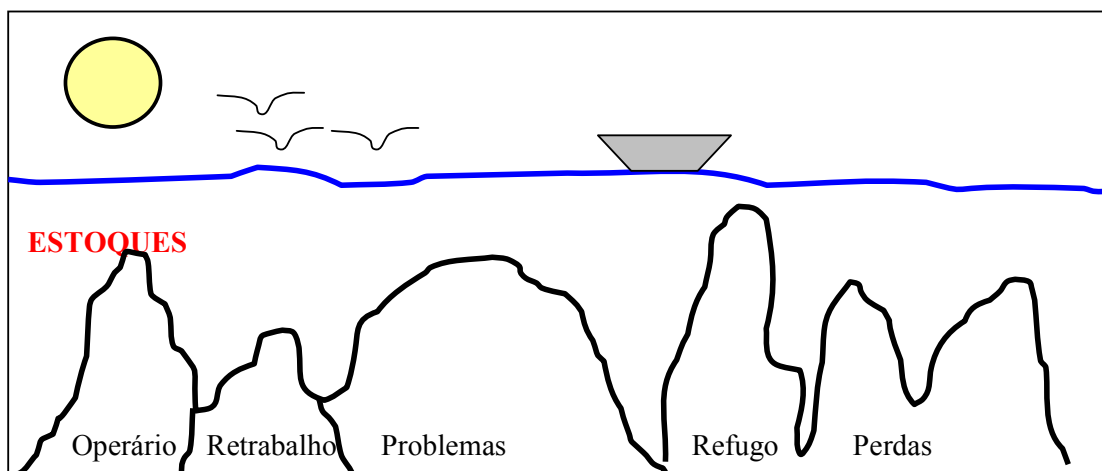
A especificação técnica é o meio de comunicar a informação de forma precisa, completa e ordenada. É bastante comum entre as empresas de construção a existência de problemas nos suprimentos relacionados a especificações técnicas deficientes.

Por outro lado, o movimento pela qualidade desencadeado no setor da construção e de certa maneira, a difusão do JIT (*just in time*), influencia positivamente a gestão logística de suprimentos nas empresas construtoras.

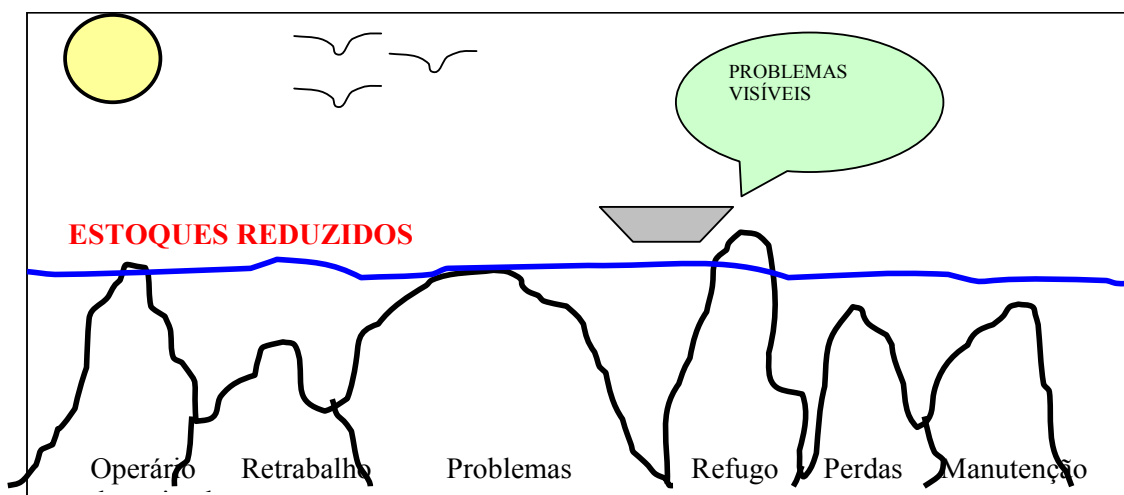
Segundo Ching (1999), alguns benefícios resultantes da integração com fornecedores podem ser:

- ✓ parceiros mais fortes e para todo negócio;
- ✓ foco comum na qualidade;
- ✓ confiabilidade de entregas mais estáveis e repetitivas;
- ✓ baixos níveis de estoque;
- ✓ melhor controle de processo;
- ✓ dependência mútua e congruência de objetivos;
- ✓ custos da cadeia logística reduzidos.

Com uma boa parceria com fornecedores, pode-se ter um bom nível da gestão de estoques. Tal gestão tem por finalidade controlar da melhor forma possível com o mínimo necessário, sem atrapalhar a demanda, buscando encontrar um ponto ótimo. É possível se entender os males dos estoques com espelho no exemplo seguinte:



**Figura 6 - Gestão com Altos Estoques**  
 Fonte: Adaptado de Ching (1999)



**Figura 7 - Gestão com Baixos Estoques**  
 Fonte: Adaptado de Ching (1999).

Na cadeia de Logística integrada, fazer parcerias com fornecedores é muito importante, pois permite ganhos de eficiência operacional, os quais não seriam possíveis de outra maneira. A redução no número de fornecedores traz como principais vantagens a redução da variabilidade dos insumos e, conseqüentemente, nos processos, e a introdução de inovações tecnológicas adequadas às necessidades da empresa de construção.

Ching (1999) exprime que os níveis de componentes de parcerias vão determinar se o relacionamento com o fornecedor é de colaborador ou de parceiro, de acordo com o quadro seguinte:



COMPONENTE	NÍVEL COLABORATIVO	NÍVEL DE PARCERIA
CONFIANÇA	Cada parceiro desempenhará seu papel com honestidade e ética. Confiança na qualidade de seu produto.	Existe confiança total. Fornecimento como extensão da produção da fábrica.
ENTREGA DE PRODUTOS	Entrega conforme programação. Atraso na entrega devido à restrição no processo.	Entrega Just in time de acordo com a produção diária do cliente.
SISTEMA DE PRODUÇÃO	Misto de empurrar (previsão de vendas) e puxar (demanda).	Direcionado pela demanda do cliente (puxar).
NÍVEL DE ESTOQUE	Estoque usado para compensar confiabilidade, flexibilidade e capacidade de produção.	Estoque em processo hoje para entrega amanhã.
PLANEJAMENTO	Realizado em conjunto, eliminando conflitos.	Realizado previamente e em níveis multidisciplinares.
COMUNICAÇÃO	Maior regularidade em vários níveis.	Elogios e críticas em todos os níveis; sistemas de comunicação.
CONTRATO	Em termos gerais e com longa duração.	Em termos gerais e refletem a filosofia da relação.

**Quadro 1** - Elementos ou Componentes de Parceria

Fonte: Ching, (1999, p. 101).

Formoso (1993), esclarece que, dentre as principais melhorias que vêm sendo introduzidas nas empresas, podem ser destacadas as seguintes:

- elaboração do planejamento de suprimentos com base no planejamento da produção e dos prazos de entrega usuais praticados pelos fornecedores;
- rotinização dos suprimentos, procurando padronizar os procedimentos adotados para diferentes categorias de compras;
- descentralização das decisões, particularmente no que se refere a materiais de pequena importância relativa em termos de custo;
- todo controle deve ser seletivo, ou seja, priorizar o grupo relativamente pequeno de materiais que têm grande importância na curva ABC da obra.

No entendimento de Formoso (1993), um estudo realizado em seis empresas no Rio Grande do Sul, os problemas mais frequentes no setor de suprimentos foram:

preenchimento errado no pedido de material, atrasos na definição de materiais, falta de especificação técnica adequada e recebimento inadequado. Muitas empresas procuram padronizar as especificações, reduzindo a variedade de materiais empregados e identificando previamente os possíveis fornecedores.

É relevante atentar-se para a seguinte ideiação de Cruz (2002, p. 126):

Um importante aspecto relacionado à cadeia de suprimentos na construção civil é o fato de que ela utiliza um elevado número de diferentes materiais, que variam desde materiais in natura, com baixo valor agregado, como areia, seixo, saibro, pedras e outros, passando por produtos semi-elaborados ou que ainda vão sofrer algum processamento no canteiro, como cimento, tijolos, esquadrias, cerâmicas e outros, até produtos com alta tecnologia e alto valor agregado como elevadores e sistemas de gerenciamento energético da edificação, entre outros. Estima-se que em alguns empreendimentos são utilizados cerca de 2000 itens diferentes de materiais.

A área de suprimentos na construção civil caracteriza-se por uma relação conflituosa entre comprador e fornecedor. Quase sempre se busca o trabalho individual, ênfase no preço baixo, vantagens em curto prazo e há uma grande suspeita mútua. Uma atitude cooperativa, isto é, baseada no trabalho conjunto, como real parceiro, na confiança no consumidor e vantagens em longo prazo, associada à abordagem do custo total, traria grandes benefícios para ambas às partes.

Outro fator importante para o setor de suprimentos é a aliança entre as construtoras, por via de uma cooperativa ou central de compras, pois o poder de barganha aumenta consideravelmente. A regional ABCD do Sinduscon-SP (Sindicato da indústria da construção civil) criou, em parceria com a LogTec, empresa de Logística de São Bernardo-SP, uma central de compras de materiais de construção. Esta iniciativa já representa uma boa economia na aquisição de insumos para as quatro primeiras associadas do projeto. A central realiza a negociação com os fornecedores com base no cronograma e volume de compras que recebe das construtoras afiliadas. As construtoras, no entanto, não são obrigadas a comprar via central. Caso a empresa consiga um orçamento mais acessível, o valor cobrado pelo fornecedor é repassado à central, que tenta estender o benefício às demais construtoras do projeto. A fórmula de associação é aberta a qualquer empresa, no entanto, aquelas afiliadas ao Sinduscon terão menos gastos nos comissionamentos. A primeira etapa de implantação da central implica a compra de materiais simples, como cimento, areia e pedra. No segundo momento, deve-se incluir a aquisição de insumos que exigem mais especificações, como esquadrias, pisos e azulejos.

Em Fortaleza, tem-se a Coopercon (Cooperativa da construção civil), que tem conseguido muitos ganhos em parcerias com fornecedores de materiais e serviços. A Cooperativa, juntamente com as grandes construtoras de Fortaleza, adquirem insumos esporádicos em conjunto como elevadores, grupo geradores e equipamentos de instalações elétrica, como também os materiais de uso constante, como cimento, concreto e ferro.

A Coopercon trouxe para Fortaleza a Belgo-Pronto, que é uma empresa do grupo Belgo, e uma concreteira de Brasília - a Nordimix. A Coopercon possui também boa parceria com fábricas de cimento, como a Poty e a Zebu. Existe também a prestação de serviços por parcerias, como, por exemplo, com empresa que executa fundações, estrutura de concreto, pintura e serviço com gesso.

### **2.2.2 A Logística Interna do Canteiro e o Estudo de Fluxos**

A construção civil é muito diversificada em termos de produto. Pode ser uma ponte, um edifício, uma casa, uma estrada. Enfim, uma infinidade de produtos, mas existe uma característica comum a esses produtos. Excetuando uma ou outra experiência revolucionária, tudo o que a construção civil produz é IMÓVEL, ou seja, diferente da maioria dos produtos de outras indústrias, que quase sempre podem andar em uma linha de montagem, todos os componentes dos produtos da construção civil devem ser levados até ele. É o *layout* fixo (LOPES, 1996).

O *layout* fixo é um dos maiores empecilhos à implementação de um sistema de administração da produção. Outro problema é que, dificilmente, o mesmo produto é feito duas vezes. Mesmo que a construtora se dedique a fazer somente edifícios, raramente fará o mesmo projeto duas vezes. Isto mostra uma desvantagem em relação aos produtos de outras indústrias.

Compreende Lopes (1996) que este *layout* faz com que a movimentação de materiais seja grande, já que estes devem ser levados até o local da obra e ali ser feita a montagem/ aplicação. No caso de obras verticais, objeto deste estudo, a situação se complica. O problema, porém, não reside nos equipamentos de transporte e sim na sua má utilização ou sua má definição de qual equipamento usar. Quanto à definição, pode-se mencionar um exemplo de uma obra de grande porte, com cinco torres de 25 andares cada qual, usando apenas guinchos e não gruas. Isto seria uma visão equivocada, pois a grua se paga em grandes obras verticais. Quanto à má utilização, os operários ficam horas esperando material que

deveria vir pelo guincho. O que acontece? Falta material? O guincheiro não atende às expectativas? O guincho quebrou? Bem, qualquer desses problemas pode acontecer, mas o mais comum é a o da falta de uma organização na distribuição vertical de material. Por este motivo, pode acontecer que um determinado andar fique com material sobrando e outro com operários parados por falta de material.

A inexistência de carros adequados para o transporte, tanto vertical como horizontal, dos materiais também consiste em um problema. Pode-se trazer como exemplo de mal fluxo de materiais as perdas do tijolo furado.

É comum ocorrer duplo manuseio de materiais no canteiro. Esta situação pode ser atribuída tanto à inadequação da tecnologia empregada quanto às falhas gerenciais. A alternativa mais freqüentemente empregada para racionalizar os transportes de materiais é a utilização de *pallets* para elementos de vedação, *containers* para transporte de materiais de pequenas dimensões, docas elevadas para descarregamento de materiais e o uso da grua para eliminar os estoques intermediários de tijolos ou blocos, pois a carga, ao chegar à obra, pode ser içada até o pavimento-destino, como também para içar alguns materiais como cimento, usando técnicas portuárias.

Este problema de transporte de materiais pode ser minimizado, e uma das maneiras para se conseguir isso é fazer um estudo preciso do *layout* do canteiro, procurando a melhor posição para o guincho, a central de betoneiras, locais para o estoque de material e entrada de caminhões. Este estudo deve procurar a otimização das distâncias, de modo a reduzir o transporte (LOPES, 1996).

Quanto ao transporte vertical, não há como reduzir distâncias, mas existem outros problemas a solucionar. A adoção da técnica do *JIT (Just In Time)*, o *Kanban*, adaptado, pode ser solução para a dificuldade de abastecimento nos andares pelo guincho. Como já foi expresso, às vezes falta material em um andar e sobra em outro. O problema reside na falta de informação e organização. Isso pode ser amenizado se nos contentores de argamassa e *pallets*, fosse anexada uma ficha que informasse o andar no qual era necessário aquele material.

A eliminação de contratempos no transporte deve ser priorizada. A manutenção preventiva das máquinas de transportes deve ser constante e bem feita, de modo a evitar paradas por conta de quebra.

Formoso (1993) ressaltou que o desperdício de materiais é um dos maiores responsáveis pela péssima imagem que a construção civil tem junto, à sociedade. Estudo realizado pelo NORIE/RS (Núcleo orientado para inovação da edificação) indicou que as perdas de sete materiais básicos – aço, cimento, concreto, areia, argamassa, tijolos furados e

maciços - que representam em média 20% do custo de uma obra, podem alcançar 5 a 12% do seu custo total. A mudança deste quadro exige uma atitude proativa dos profissionais envolvidos, não só na produção, como também nas demais etapas da construção.

Bezerra e Mergulhão (1999) elaboraram um estudo sobre a incidência de perdas de materiais empregados no revestimento cerâmico realizado em 04 empresas do setor de edificações na cidade de João Pessoa – Paraíba. Os índices foram em média de 12,29%, ou seja, maior do que os coeficientes de perda de orçamentos que geralmente adotam 10,00%. As principais causas apontadas foram: falta de uma política de reaproveitamento das peças, incompatibilidade entre as dimensões dos vãos e do revestimento cerâmico, excesso de manuseio, existência de estoques intermediários e falta de controle, gerando possibilidade de roubos.

Alves (2000) considera que é preciso reduzir a incerteza por meio da antecipação dos problemas e redução das variações nos fluxos de recursos e insumos que abastecem a produção. Uma das formas de lidar com a incerteza é por via da consideração de aspectos relacionados à gestão dos fluxos físicos; ou seja, a cada nível de planejamento, estão associadas definições e ações que podem contribuir para que os fluxos se desenvolvam protegidos dos efeitos nocivos da incerteza. Os fluxos que abastecem a produção consistem no repasse de projetos, documentos e especificações para o canteiro, no fornecimento de mão-de-obra, materiais, ferramentas e equipamentos necessários para o desenvolvimento dos processos. A incerteza relacionada a esses elementos ocasiona variações na produção, mediante de esperas e ocorrência de atividades que não agregam valor aos fluxos de materiais e mão-de-obra.

Sob o ponto de vista de Alves (2000, p. 124):

A gestão de fluxos físicos deve ser observada em diferentes níveis do processo de planejamento e controle da produção, desde a elaboração do plano de longo prazo até a preparação do plano semanal. Algumas decisões relacionadas ao canteiro de obras têm origem na fase de projeto do empreendimento e devem ser avaliadas, nessa etapa, as implicações que as decisões relacionadas à localização de instalações provisórias, *stand* de vendas e acesso à obra podem ter sobre o desenvolvimento dos fluxos.

Na perspectiva de Kiss (2001), um estudo realizado em 1999 pelo instituto Mckinsey em 14 canteiros de obras no Brasil e nos Estados Unidos revelou que a produtividade da mão-de-obra brasileira é de apenas 1/3 do País citado acima. Na construção pesada, setor explorado por empresas mais organizadas e de grande capital, a produtividade

brasileira sobe para 51% em relação à dos colegas do hemisfério norte. Um dos dados que mais chamam a atenção nesse estudo responsabiliza, principalmente, engenheiros e arquitetos pela baixa produtividade. Isso decorre da grande improvisação e da falta de planejamento das obras. O estudo quebra o mito de que a culpa é do operário, analfabeto e despreparado. A mão-de-obra dos Estados Unidos é formada na maioria por operários imigrantes analfabetos e que, ainda por cima, enfrentam a barreira da língua, mas nem por isso impede a alta produtividade por lá. O que contribui para esta distância de produtividade entre o operário brasileiro e americano são os seguintes fatores: a oferta de materiais pré-fabricados ainda é pequena, a instabilidade das políticas econômicas impede uma atividade mais constante e as empresas estão despreparadas para o uso de novas tecnologias.

Cruz (2002) considera que existem dois grandes fluxos - o de informações e o de material - definindo que o fluxo de informações é o ponto de início. O fluxo de informações precisa ser gerenciado com precisão, pois ele “percorre longo caminho”, desde o canteiro, passando pelo escritório da empresa, indo até o fornecedor, dando início assim ao fluxo de material do fornecedor até o canteiro de obras e finalmente ao ponto final de aplicação na edificação. O fluxo de material no canteiro de obra é caracterizado por uma seqüência de atividades destinadas a disponibilizar fisicamente, onde necessários, os materiais envolvidos na execução das várias etapas do processo.

Ainda consoante Cruz (2002, p. 135):

O comportamento do fluxo de material nos canteiro de obra, pouco conhecido pelas empresas do setor de edificações, é influenciado por variáveis como cultura e patamar tecnológico da empresa, estratégia de movimentação de materiais, condições do canteiro entre outras. Os longos fluxos materiais, característicos de grande parte das empresas do setor, se corretamente compreendido e gerenciado, pode representar um grande potencial de redução de tempo e custos de produção na construção civil.

Para Cruz (2002), mediante um estudo feito por Skoyles (autor Inglês que foca seus estudos na avaliação da incidência e natureza das perdas a partir de canteiro de obras), este demonstra que existem perdas diretas definidas quando os materiais são destruídos e perdas indiretas quando os insumos ficam incorporados à construção, acarretando um acréscimo de custo. Segundo a etapa do processo construtivo, ocorrem três tipos de perdas:

1º grupo – perdas ocorridas nas etapas de transporte externo, recebimento, estocagem e transporte interno;

2º grupo – perdas ocorridas na produção;

3º grupo – perdas que podem ocorrer em qualquer etapa do processo, como roubo, vandalismo, extravio, acidente e substituição.

Ainda de conformidade com Cruz (2002, p.18):

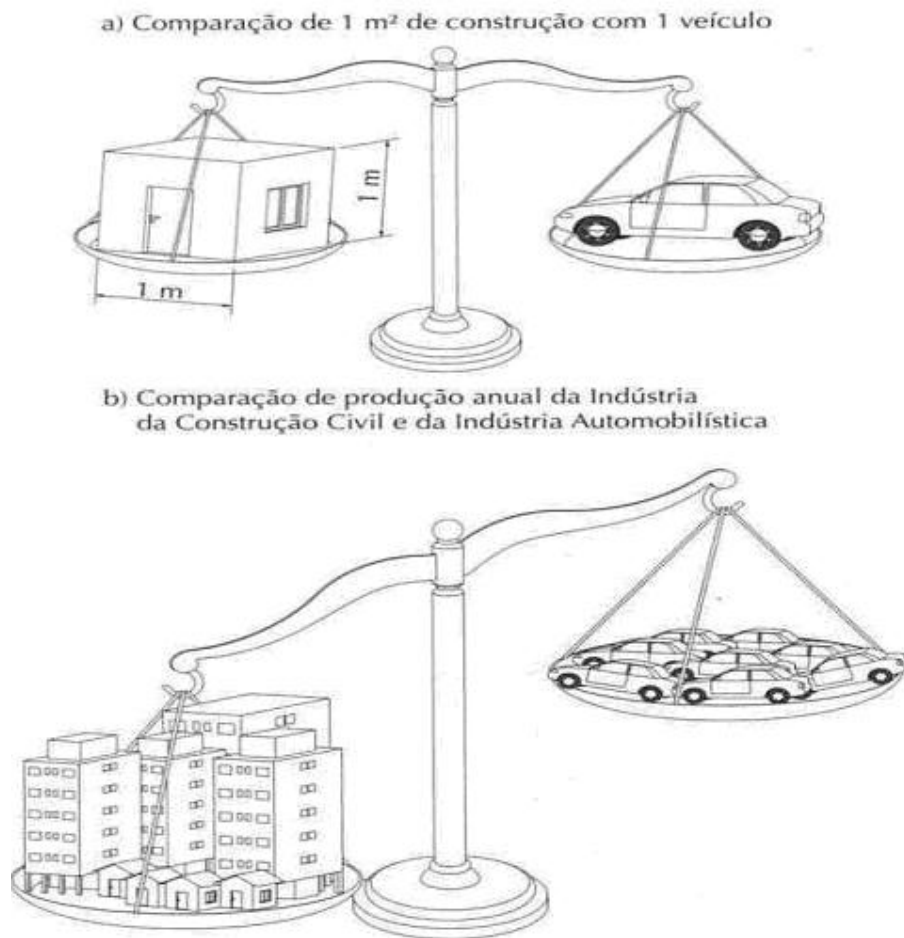
As perdas podem ser classificadas segundo a etapa onde se originam:

- ✓ Perdas originárias no projeto;
- ✓ Perdas originárias na fabricação e fornecimento de materiais;
- ✓ Perdas originárias na elaboração de orçamento;
- ✓ Perdas originárias na administração da empresa;
- ✓ Perdas originárias no setor de compras;
- ✓ Perdas originárias no gerenciamento do empreendimento.

Souza (2005) considera que desperdício, excesso de consumo de materiais e recursos naturais não renováveis e entulho são palavras que se tem ouvido nos últimos anos. Tudo isto a despeito do grande esforço que se tem empreendido, a partir da década de 1990, com a implantação de sistema da gestão da qualidade, de pessoal e ambiental. Para muitos, ainda hoje, a indústria da construção civil é sinônimo de ineficiência e desperdício. Mito ou realidade? Onde se está errando?

Sob a óptica de Souza (2005, p.13):

A quantidade total de materiais necessários para executar  $1m^2$  seria em torno de 1.000Kg. Quando se compara à construção civil com a indústria automobilística não se tem uma idéia a respeito das diferenças. Foi comentado que  $1m^2$  de área construída gera uma tonelada. Como um carro pesa em média uma tonelada, então fica a impressão de estarmos falando de quantidades similares de materiais consumidos. Entretanto a quantidade de metros quadrados equivalentes produzidos pela indústria da construção civil é bastante superior ao número de veículos novos disponibilizados a cada ano. Comenta-se na relação 100 e 200 para 1. Desta forma pode-se citar que apenas um por cento da construção civil já bastaria para equivaler, em consumo de materiais, a indústria automobilística. A figura a seguir ilustra esta situação:



**Figura 8** - Comparativo entre a Indústria de Construção Civil e Automobilística  
 Fonte: Souza (2005, p. 15).

Pode-se afirmar que do custo de construção de uma obra em média 60% referem-se a custo de material e 40% a custo com mão-de-obra. Como há limitações para reduzir o material e o desperdício vem sendo combatido duramente pelas construtoras, o custo da obra poderá diminuir muito com a redução do custo de mão-de-obra ou, melhor ainda, com o aumento da produtividade. A produtividade vai melhorar caso o nível de ociosidade da mão-de-obra diminua.

O fluxo de resíduo sólido na construção civil também é um grande problema, pois é extremamente volumoso e as grandes cidades não têm local adequado para ele. Pinto (1999) estimou que os aglomerados urbanos brasileiros geram uma massa de entulho que pode chegar a 70% do total dos resíduos sólidos urbanos produzidos. Neste sentido, têm sido realizadas várias pesquisas, no País, no intuito de se reciclar este material. Dessa forma, o estudo de soluções práticas, que apontem para a reciclagem do entulho na própria construção civil, contribui para amenizar os problemas urbanos gerados pelos depósitos clandestinos



deste material e pelos aterros inerentes. Ao mesmo tempo, este processo introduz no mercado um novo material, com grande potencialidade de uso, proporcionando melhorias não apenas ambientais e sociais, mas também econômicas, tanto para as administrações públicas – no que tange aos processos corretivos – como também para as empresas de construção civil, no que diz respeito ao gerenciamento destes resíduos.

Para Formoso (1993), os estudos demonstram que cerca de 64% do entulho da construção civil é constituído de argamassa e 29% de componentes de vedação.

Para facilitar o escoamento do entulho, pode-se usar os tubos condutores de entulho que aproveitam a própria gravidade, sendo que o final deste tubo seria num moedor de entulho. O moedor é utilizado para moer entulho e produzir argamassa. Notícias Formoso (1993) o fato de que entre 30 a 50% da areia pode ser substituída por entulho moído. Deve-se ter cuidado para que o equipamento não mascare a quantidade de entulho produzido, uma vez que o objetivo deve ser a eliminação e não a sua utilização posterior.

#### 2.2.2.1 Estudo de Tempos e Movimentos para os Fluxos

Barnes (1977) faz algumas observações sobre a contribuição do trabalho de Taylor no estudo de tempos e movimentos. O estudo de tempos e movimentos teve seu início em 1881, na usina Midlave Steel Company, e Frederick Taylor foi o seu introdutor. Taylor considerou que o sistema da fábrica deixava muito a desejar, e, logo após tornar-se mestre geral, decidiu tentar mudar o estilo de administração de tal modo que os interesses dos trabalhadores e os da empresa fossem os mesmos. Taylor começou seu estudo escolhendo dois operários saudáveis e eficientes. Esses homens tiveram seus salários duplicados e participaram da investigação para descobrir o que significa um dia completo de trabalho para um operário eficiente. Taylor também descobriu que, para trabalhos pesados, a quantidade de energia despendida estava relacionada com os períodos de trabalhos e descansos. A cronometragem foi uma das principais contribuições de Taylor. Embora importante o papel de Taylor no desenvolvimento do estudo de tempos, foi apenas uma de suas contribuições ao aumento da eficiência industrial. Taylor também inventou o aço-rápido, o estudo do corte de metais, entretanto, sua maior invenção foi à criação de um método científico e a substituição do modo empírico.

De acordo com Barnes (1977, apud CRUZ 2002, p.142), Taylor buscava respostas para questões do tipo: qual a melhor maneira de se executar uma tarefa? E qual deveria ser a

tarefa de trabalho diária de um operário? Taylor esperava de seus homens uma produtividade justa e adequada. Procurou então encontrar a maneira correta de se executar cada uma das operações, ensinando aos operários como fazê-las, dessa forma, mantendo constantes todas as condições-ambientes, de maneira que pudessem executar suas tarefas sem dificuldades, estabelecendo tempos-padrão para o trabalho.

Barnes (1977) comenta que Taylor explicou seus objetivos da forma que se segue:

1. Estudo científico de todos os elementos de uma operação em substituição aos métodos empíricos usados até aquela época;
2. Escolha do melhor operário para cada tarefa, seu treinamento e desenvolvimento, substituindo o costume de deixar o operário escolher o seu trabalho e treinar-se da maneira que fosse capaz;
3. Desenvolvimento do espírito de cooperação entre a administração e o pessoal, na execução das tarefas, de acordo com os princípios da ciência;
4. Divisão do trabalho em partes iguais entre a administração e os operários, cada departamento encarregando-se do trabalho que lhes coubesse, em lugar da condição vigente, em que quase todo o trabalho e a maior parte da responsabilidade são descarregados sobre os operários.

Barnes (1977) considera que o estudo de movimentos não pode ser discutido sem referenciar o trabalho de Frank B. Gilbreth e sua esposa Lillian M. Gilbreth. A característica fundamental do seu trabalho foi o fato que os princípios e técnicas por eles desenvolvidos há muitos anos estão sendo adotados em ritmo crescente pela indústria atual. Os conhecimentos de Psicologia de Lillian Gilbreth e a formação de Frank Gilbreth como engenheiro se complementavam, de forma a permitir-lhes que levassem adiante trabalhos que envolviam a compreensão do fator humano, bem como o conhecimento de materiais, ferramentas e equipamentos. Suas principais atividades foram os estudos das fadigas, a monotonia, transferência de habilidades e o gráfico de fluxo de processo.

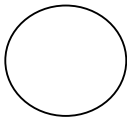
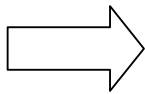
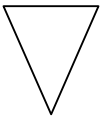

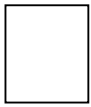
Barnes (1977), considera que, quando um novo produto ou serviço está sendo projetado ou desenvolvido, quase sempre se considera o sistema ou processo que deverá ser usado para fabricar o produto ou proporcionar o serviço. É neste ponto que existe a grande oportunidade de melhoria por meio do estudo do projeto de métodos de trabalho.

Moreira (1996) considera que é corrente prática a análise de métodos de trabalho nas organizações. Alguns dos eventos mais comuns que conduzem a um estudo de métodos são as mudanças nos equipamentos e/ou nas ferramentas, as alterações no projeto do produto

ou do processo e a utilização programada de novos materiais. A documentação da operação é feita por meio de fluxogramas. Há muitos tipos de fluxogramas que podem ser utilizados, entretanto, de uma forma geral, o fluxograma, qualquer que seja ele, mostra o que acontece durante uma operação ou seqüência de operações. Dentre esses muitos tipos, são de larga aplicação os fluxogramas de processo e o diagrama homem-máquina.

De acordo com Moreira (1996), o fluxograma de processo é uma representação gráfica do que ocorre com o material, ou o conjunto de materiais, durante uma seqüência bem definida de fases do processo produtivo. A representação gráfica inclui cinco tipos de eventos, cujos nomes, símbolos e caracterização estão expressos a seguir:

### **SÍMBOLOS DO FLUXOGRAMA DE PROCESSO**

	<b>OPERAÇÃO</b>
	<b>TRANSPORTE</b>
	<b>ESTOQUE</b>
	<b>DEMANDA</b>
	<b>INSPEÇÃO</b>

**Figura 9** - Símbolos do Fluxograma de Processo  
Fonte: Moreira (1996. p. 290).

Barnes (1977) considera que o gráfico de fluxo de processo é uma técnica para se registrar um processo de maneira compacta, a fim de tornar possível sua melhor compreensão e posterior melhoria. O gráfico representa os diversos passos ou eventos, que ocorrem no curso da execução de tarefa específica ou durante uma série de ações.

Moreira (1996) considera que o diagrama homem-máquina é uma representação gráfica que envolve um ou mais operadores, trabalhando em uma ou mais máquinas. No decorrer de uma operação completa, o diagrama mostra tanto as atividades isoladas do homem e da máquina como aquelas combinadas ou as esperas de um e outro.

Barnes (1977) demonstra que a cronometragem direta é o método mais empregado na indústria para a medida do trabalho e este tem vários objetivos, como a melhoria dos movimentos dos operários e a determinação do método preferido. Sistemáticamente, procura-se eliminar todos os movimentos desnecessários e seqüenciar melhor os tempos de cada atividade.

Moreira (1996) considera que os fluxogramas e os estudos de movimentos, adaptam o trabalho do ponto de vista de como deve ser feito, entretanto tem-se que medir o trabalho, ou seja, determinar o intervalo de tempo que uma operação leva para ser completada. Para cada operação, tem-se que definir um tempo-padrão, obtido após uma série de considerações, tanto sobre o operador como sobre o método de trabalho. A determinação do tempo-padrão para se efetuar uma tarefa possui pelo menos duas grandes utilidades:

- serve para estudos posteriores que visem a determinar o custo industrial associado a um dado produto;
- serve para avaliar, pela redução ou não do tempo-padrão, se houve melhoria no método de trabalho, quando se faz um estudo de métodos.

O tempo-padrão é o tempo real de uma operação, adicionando-se alguns critérios, como eficiência, fadiga e tolerâncias, assim transformando este tempo em uma unidade operacional ou de uso normal.

Moreira (1996) considera que a programação e o controle da produção representa atividades marcadamente operacionais, encerrando um ciclo de planejamento mais longo que teve início com o planejamento da capacidade e a fase intermediária com o planejamento agregado. São objetivos da programação de produção:

- permitir que os produtos tenham a qualidade especificada;
- fazer com que as máquinas e pessoas operem com os níveis desejados de produtividade;

- reduzir os estoques e os custos operacionais;
- manter ou melhorar o nível de atendimento ao cliente.

Ainda segundo Moreira (1996), linha de montagem representa o caso clássico do fluxo de operações em um sistema contínuo. O posto de trabalho é o espaço ocupado por uma ou mais pessoas, realizando uma ou mais tarefas que constituem uma operação. Embora a seqüência de operações seja fixa, a sua designação a postos de trabalho pode ser mais ou menos eficiente, no sentido de melhor ou pior aproveitar o tempo disponível em cada posto. A tarefa de balanceamento da linha é a de atribuir as tarefas aos postos de trabalho, de forma a atingir uma dada taxa de produção. Todo o balanceamento é feito através do diagrama de precedências com os tempos de suas respectivas atividades, tempo total, número de estações de trabalho, carga de trabalho possível e, por fim, a eficiência do sistema produtivo.

A eficiência é uma razão entre o trabalho efetivo e o tempo total disponível. O objetivo geral do balanceamento é atingir a máxima eficiência ou a mínima porcentagem de tempo ocioso (MOREIRA, 1996).

#### 2.2.2.2 Projeto de Canteiro como Apoio a Logística Interna

Silva (2000) lembra que o estudo e a definição dos equipamentos de movimentação de materiais, bem como a definição das áreas de armazenagem, processamento e demais elementos de canteiro, são atividades associadas ao projeto do canteiro.

Conforme Rocha (2004, p. 133):

O projeto de canteiro é previamente concebido, levando-se em conta que cada obra é uma nova fábrica que se instala, com influência do projeto arquitetônico, das dimensões do terreno, do trânsito local, entre outros. O projeto de canteiro procura racionalizar a entrega, a estocagem e os transportes vertical e horizontal; cada um desses fatores sendo otimizado para as diversas fases da obra.

O projeto de canteiro afeta a execução das atividades e também a produtividade, entretanto existe pouca preocupação na elaboração de tal projeto por parte das construtoras.

Já no modo de pensar de Vieira (2006, p. 156):

Quando se pensa no planejamento logístico no canteiro o que se quer, na verdade, é caracterizar o planejamento do layout e da logística das instalações provisórias, instalações de movimentação, armazenamento de materiais e instalações de segurança. O planejamento da logística deve ser integrado ao planejamento do layout. O objetivo a ser atingido é o de garantir o fornecimento de insumos e de toda a infra-estrutura necessários para o perfeito funcionamento dos processos relacionados a instalações do canteiro. Anteriormente ao planejamento logístico deve existir uma fase de estudo criterioso e o entendimento de toda a estrutura da obra, definição das fases de execução, avaliação das condições de início da obra, identificação dos pontos críticos das diversas etapas e compatibilização destas informações.

Vieira (2006) considera que o planejamento logístico procura ter apoio em princípios genéricos como:

- ✓ a improvisação não é um pecado mortal, contudo é um pecado gravíssimo, porém com um bom planejamento, a improvisação pode ser minimizada ou até eliminada;
- ✓ a armazenagem mais eficiente é aquela que não existe. Caso não possa evitá-la, reduza-a;
- ✓ há de se observar que a armazenagem deve ser bem localizada e adequada às características físicas de cada insumo;
- ✓ quando o transporte é inevitável, procure o meio mais adequado;
- ✓ obra organizada, limpa e segura possui efeito psicológico motivacional ainda maior sobre o funcionário eficiente e um efeito de constrangimento sobre o funcionário relapso.

Um bom estudo de *layout* ajuda a reduzir em grande parte a mão-de-obra que não reúne valor ao produto (serventes), melhora o rendimento dos homens e máquinas em virtude da diminuição dos percursos a serem percorridos, e da organização provocada pela boa distribuição dos ambientes e compartimentos das obras, propiciando maior flexibilidade na produção (LOPES, 1996).

A definição de *layout* mais completa é a da instituição *Internacional Labor Office*, localizada em Genebra, dizendo que *layout* é a posição relativa dos departamentos, seções ou escritórios dentro do conjunto de uma fábrica, oficina ou área de trabalho; das máquinas, pontos de armazenamento e trabalho manual ou intelectual dentro de cada departamento ou seção; dos meios de suprimento e acesso às áreas de armazenamento e de serviços, tudo relacionado dentro do fluxo de trabalho (LOPES, 1996).

Moreira (1996) considera que todo planejamento de arranjo físico tem uma preocupação básica que é tornar mais fácil e suave o movimento do trabalho, quer esse movimento se refira ao fluxo de pessoas ou de materiais. Existem três tipos de arranjos físicos, que são aqueles por produtos, processo e posição fixa. O arranjo físico por produto requer uma seqüência linear de operações, ou seja, é muito usado na manufatura. O arranjo por processo é um arranjo cujos trabalhos são agrupados de acordo com a função que desempenham. Algumas indústrias, hospitais, escolas e bancos são exemplos deste tipo de arranjo. Por fim, na modalidade de posição fixa, o fluxo tende a permanecer fixo ou quase fixo, e os exemplos são a construção de um navio e de um prédio.

O modelo SLP (*System layout planing*) consiste numa abordagem qualitativa, enquanto o modelo carga-distância é quantitativo. O qualitativo permite que julgamentos subjetivos formem a base para o arranjo físico.

O sistema SLP consiste de uma estruturação das fases comuns a qualquer projeto de layout, de um modelo de procedimentos para a realização do projeto, passo a passo, e de convenções para identificação, visualização e classificação das várias atividades, inter-relações e alternativas envolvidas em todo projeto de arranjo físico. As fases do planejamento do arranjo físico são a localização, o arranjo físico geral, o arranjo físico detalhado e a implantação. O sistema SLP possui um fluxograma de processos onde primeiramente entra-se com os dados das atividades e consumos, depois se faz a as inter-relações dos locais de trabalho, relacionam-se os espaços necessários e fecha-se a análise do espaço disponível. Depois do plano selecionado, avalia-se se o espaço disponível está coerente com o espaço necessário e então, conclui-se o processo.

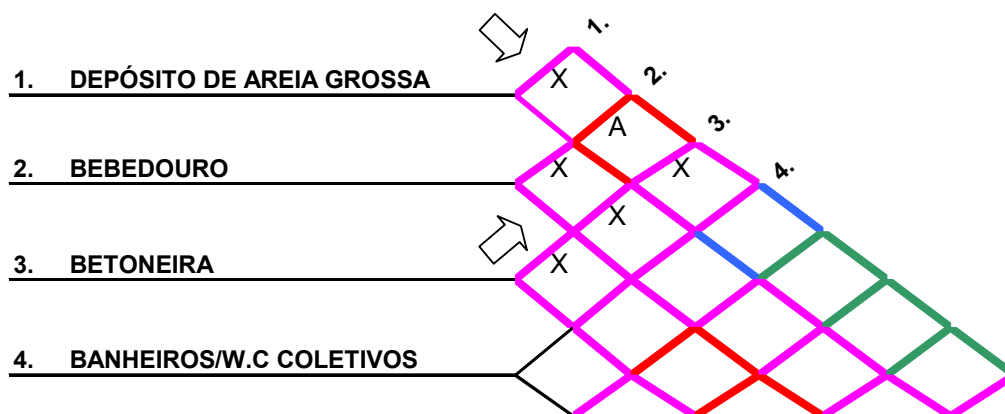
O sistema SLP possui uma ferramenta de grande utilidade, chamada carta de inter-relações, onde o objetivo desta é deixar claro graficamente as importâncias das proximidades entre os postos de trabalho.

Para Muther (1978), o objetivo da carta é mostrar quais atividades devem ser localizadas próximas e quais ficarão afastadas. Por meio das letras citadas abaixo, fazem-se os encontros entre os postos de trabalhos e, de forma qualitativa, separam-se os conjuntos mais importantes, como será mostrado a seguir.

Consoante ainda Muther (1978), a análise das intensidades de fluxos entre as atividades envolve a comparação de muitos dados numéricos, o que pode tomar muito tempo do projeto. Para simplificar este trabalho, o sistema SLP classifica as intensidades em cinco grupos:

- A – Absolutamente necessário;
- E – Especialmente Importante;
- I – Importante;
- O – Pouco importante;
- U – Desprezível;
- X – Indesejável.

No encontro dos losangos da carta, está a resposta para a importância entre dois postos de trabalho. Na figura abaixo, pode-se observar que o encontro entre a betoneira e o depósito de areia grossa é absolutamente necessário. Esta leitura se dá através da seguinte forma: no item 3 (três), leia inclinadamente para cima o losango no sentido da seta e no item 1 (um) leia inclinadamente para baixo o losango no sentido da seta. No encontro das duas leituras, está o losango representado pela cor vermelha, que contém a resposta para a proximidade entre estes postos de trabalho. Neste caso, o encontro da betoneira com o depósito de areia grossa foi absolutamente necessário, por isso recebeu a letra A.



**Figura 10** – Carta de Inter-relações  
Fonte: Adaptado de Muther (1978).

Moreira (1996) considera que o SLP é muito importante, na medida em que nem sempre é possível a quantificação do fluxo de carga ou de pessoas e, além disso, outros critérios podem ser igualmente importantes. O método carga-distância não fornece uma solução ideal, a menos que sejam testadas todas as posições relativas possíveis, entretanto o



modelo tem grande aceitação por ser quantitativo, mas não computacional. Este modelo parte de um arranjo inicial que vai sendo melhorado paulatinamente em função de algum critério, que pode ser custo de movimentação ou distâncias percorridas, entre os mais comuns.

Por intermédio de uma ferramenta quantitativa de racionalização da localização de *layout*, chamada carga distância, pode-se definir com certa precisão o melhor local. Com esta ferramenta, analisam-se as distâncias percorridas entre as estações de trabalho juntamente com as cargas, ou seja, as importâncias entre os postos de trabalho.

As informações necessárias ao estudo de *layout* para canteiros de obras serão os projetos revisados, pois será a base para o estudo do *layout*, cronograma físico, pois este informa o cálculo de quantidades e volumes a serem produzidos, cronogramas de compras, já que este dimensiona as áreas de estocagem, especificações técnicas para se saber o que será produzido e como o será, CLT (Consolidação das Leis Trabalhistas) para se ter subsídios para o dimensionamento da área de vivência, inter-relacionamento homem-máquina, para se saber o dimensionamento de máquinas e equipamentos, equipe administrativa da obra, informações sobre água e esgoto e, finalmente, sobre a rede elétrica (LOPES, 1996).

Segundo Lopes (1996), para fazer um bom estudo de *layout* é preciso ter conhecimento dos principais princípios que serão o ponto de partida deste estudo. Os princípios do *layout* são:

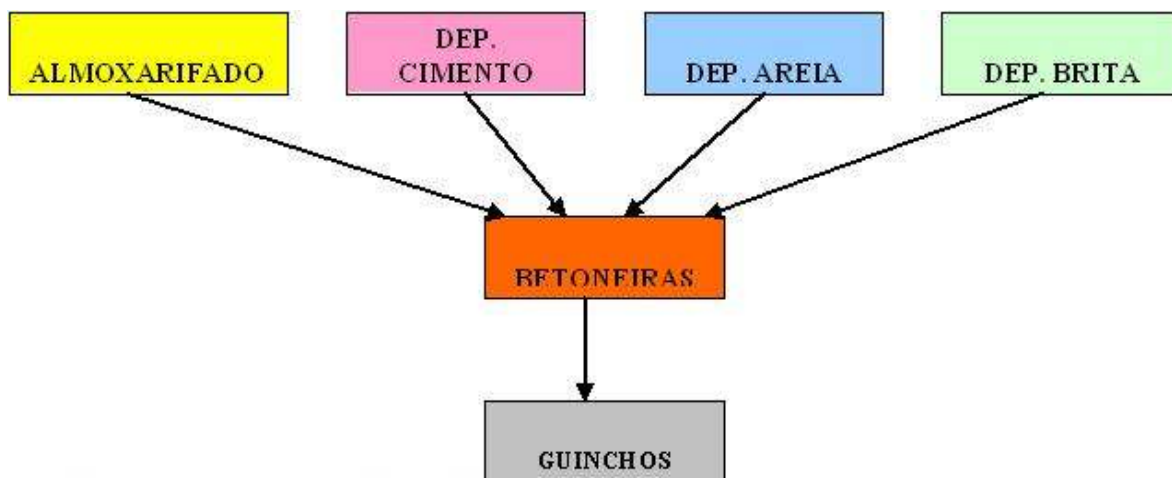
- ✓ economia do movimento;
- ✓ fluxo progressivo;
- ✓ flexibilidade;
- ✓ integração;
- ✓ uso do espaço cúbico;
- ✓ satisfação e segurança.

No seu trabalho de intervenção no sistema de movimentação de materiais, Santos (1995) estabelece os seguintes princípios para escolha das melhores alternativas de transporte:

- o melhor transporte é aquele que não existe;
- a força motora mais econômica é a força da gravidade;
- cargas iguais devem ser movimentadas em conjunto;
- a produtividade da movimentação aumenta quando as condições de trabalho tornam-se mais seguras;
- quanto menor o peso transportado, mais econômicas as condições operacionais;

- o armazenamento, se possível, deve utilizar o espaço cúbico;
- utilizar o caminho o mais direto possível;
- evitar o cruzamento dos fluxos de transporte;
- prever o caminho de ida e volta;
- diminuir distâncias entre postos de trabalho.

Depois de exposto um estudo sobre movimentações de materiais, então se pode usar como exemplo um prédio com depósitos e estações de trabalho. Por intermédio do fluxograma demonstrado na seqüência, pode-se mencionar vários exemplos, como o caso do almoxarifado que deva ser usado, se possível, sempre o espaço cúbico; o depósito de cimento deve ser no subsolo de um prédio, caso possível, usando sempre a força da gravidade para descarregar um caminhão através de rampa para sacarias; depósito de areia grossa e brita deve ser descarregado por gravidade, pois a caçamba bascula estes agregados e estes por sua vez caem nas seus respectivas baias; a betoneira deva estar o mais perto possível do guincho pois tem-se que diminuir as distâncias entre postos de trabalhos. Em suma, deve-se analisar cada posto de trabalho e seus contatos.



**Figura 11** - Fluxograma dos Materiais até a Produção

Silva (2000) considera uma discussão bastante presente sobre a movimentação de materiais a oportunidade e a vantagem da utilização de *pallets* como forma de embalagem e facilitador no transporte de materiais. Não se pode discutir quanto à economia em termos de tempo pessoal que o uso de sistemas paletizados podem proporcionar ao processo de produção de edifício; tanto na etapa de produção do material em si, pois permite a redução de

pessoal e do tempo para transporte interno, descarregamento e conferência de caminhões, quanto na execução da obra, proporcionando redução do número de pessoas e do tempo necessário para a movimentação interna. Além disso, o sistema de *pallets* permite a redução dos índices de perdas diretas por quebras em função de choques durante a movimentação. As experiências brasileiras recentes em termos de paletização são aplicadas principalmente ao transporte de blocos de alvenaria. Uma das grandes dificuldades apontadas pelos fabricantes é a pouca utilização das gruas nas obras, não permitindo o desenvolvimento de todo o potencial racionalizador do sistema de *pallets*. Sem a grua, os *pallets* precisam ser desmontados nas obras para seus componentes serem transportados internamente de maneira convencional.

No dimensionamento dos equipamentos de transporte, deve-se analisar a sua capacidade em atender ao ritmo de produção estabelecido e às normas de segurança a um custo compatível. A falta de conhecimento e de informações necessárias para a execução de um bom projeto de canteiros de obras é o principal problema para que se tenha um bom *layout*.

### **2.3 PRODUÇÃO “ENXUTA” E O *LEAN CONSTRUCTION***

A busca pelas melhorias da produção é estudada há séculos, fazendo com que as técnicas e os meios empregados evoluam ao longo do tempo. O pai da Administração Científica, Taylor, buscava maior eficiência com idéias reducionistas, por meio das quais as atividades deveriam ser decompostas em partes menores com o estudo e a padronização das ferramentas e tarefas a serem executadas. Se Taylor preocupou-se muito com a padronização do trabalho, Henry Ford voltou seus cuidados para a padronização das peças, intercambialidade e facilidade de montagem na produção de automóveis. Ford trouxe o conceito de linha de montagem, a qual leva o trabalho ao operário e impõe um ritmo à produção, resultando em uma redução do tempo para a produção de automóvel.

Para Koskela (1992), a “Produção Enxuta representa uma mudança de paradigma na gestão da produção”.

A essência da mudança observada na produção “enxuta” não está nos conceitos, mas na forma de pensar a produção. O fordismo e o taylorismo, tidos como padrões de sucesso antes do advento da produção “enxuta”, foram concebidos sob a influência de métodos científicos reducionistas.

Esta abordagem reducionista parte do princípio de que a análise e a compreensão de sistemas complexos devem ser desenvolvidas pela divisão em partes menores e pelo estudo

detalhado de cada uma das partes isoladas. A abordagem reducionista é uma característica fundamental da forma como os problemas são abordados no mundo ocidental, já que o reducionismo teve aí a sua origem e resultou em muitos avanços para a Ciência.

Para Eaton (1994), a produção “enxuta” é definida como filosofia de gerenciamento ao enfatizar que todas as atividades consistem de conversão e ou fluxo. São atividades de conversão são aquelas ações que agregam valor na transformação de material e informação em um produto final. Atividades de fluxo são as que não adicionam valor e que existem meramente para ligar atividades de conversão. Tipicamente, fluxos são atividades como inspeção, controle, espera, movimentação e entrega.

A introdução de mudanças em uma organização exige modificação de comportamento das pessoas envolvidas. Precisa do alerta para as promessas dos programas que promovem mudanças com base na introdução de conceitos abstratos, como participação, cultura e missão, argumentando que as mudanças de comportamento decorrem da atuação de pessoas em novos contextos, assumindo novos papéis, responsabilidades e relacionamentos, com base no estudo de várias organizações que implantaram programas para mudança cultural, de processo e de estrutura.

Womack, Jones e Ross (1992) identificam cinco princípios do pensamento “enxuto” nas organizações, que visam à eliminação das perdas, lembrando que se deve começar pela definição de valor pelo cliente:

- ✓ especificação do valor;
- ✓ identificação da cadeia de valor;
- ✓ fluxo;
- ✓ produção puxada;
- ✓ perfeição.

Advindas do setor automobilístico, as novas teorias de formas do gerenciamento de produção passaram a entrar em outros setores inclusive construção civil.

Ao longo dos anos 1990, um novo referencial teórico foi usado para a gestão de processos na construção civil, envolvendo o esforço de um grande número de acadêmicos tanto no País como no Exterior, com o objetivo de adaptar alguns conceitos e princípios da área da gestão da produção às peculiaridades do setor. Este novo paradigma gerencial recebeu diversos nomes como *Lean Production* (Produção “Enxuta”), *World Class Manufacturing*, e a nova filosofia de produção.

As idéias deste paradigma surgiram no Japão nos anos 1950, com suporte em filosofias básicas – TQM e também *o just in time (JIT)*- sendo o sistema de produção Toyota no Japão a sua aplicação mais proeminente. Os conceitos surgiram na indústria automotiva, depois derivando para outras cadeias produtivas.

Koskela (1992) iniciou os fundamentos destes conceitos na construção civil. Em seu trabalho sobre “Aplicação da nova filosofia de produção na construção civil”, descreve onze princípios para o projeto, controle e melhoria do fluxo do processo:

- ✓ redução da parcela das atividades que não agregam valor;
- ✓ aumento do valor de saída mediante a consideração sistemática dos requisitos dos clientes;
- ✓ redução da variabilidade;
- ✓ redução do tempo de ciclo;
- ✓ simplificação através da redução do número de passos, partes e ligações;
- ✓ aumento da flexibilidade de saída;
- ✓ aumento da transparência do processo;
- ✓ foco do controle no processo como um todo;
- ✓ construção da melhoria contínua no processo;
- ✓ balanceamento de melhorias nos fluxos e nas conversões;
- ✓ realização de *benchmarking*.

É importante ressaltar que os princípios têm forte interação, devendo serem aplicados de forma integrada na gestão dos processos. Por exemplo, o princípio de aumentar a transparência facilita a identificação e eliminação da parcela de atividades que não juntam valor, enquanto a redução do tempo de ciclo cria condições favoráveis para a melhoria contínua.

Ballard e Howell (1994) apresentam algumas considerações sobre a teoria. *Lean Construction*, que possui pelo menos dois pontos focais que a distinguem da construção tradicional. O primeiro ponto é sobre perdas e sua redução. Em vez de simplesmente melhorar a eficiência dos processos de conversão, a tarefa é estender a eficiência para o gerenciamento dos fluxos entre conversões. A estabilização é um dos aspectos-chave da teoria da produção “enxuta”, pois a idéia é minimizar variações nas entradas dos processos. A técnica da produção enxuta reduzirá perdas por ligeiramente reduzir incertezas.

Além de uma mudança conceitual, a filosofia sugere a aplicação de alguns princípios e metodologias para atingir seu objetivo. Os conceitos são que a produção consiste

de fluxos e conversões, os princípios já foram citados acima por Koskela e as metodologias são o *just in time* (JIT), a qualidade e a competição baseada em tempo.

A geração de valor é outro aspecto que caracteriza os processos na construção “enxuta”. O conceito de valor está diretamente vinculado à satisfação do cliente, não sendo inerente à execução de um processo. Assim, um processo só enseja valor quando as atividades de processamento transformam as matérias-primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos.

Ballard e Howell (1994), ainda enfatizam a necessidade do uso de *buffers* (pulmões) ou folgas planejadas, no planejamento, bem como o uso de replanejamento semanal (*the last planner*) para a estabilização das variações de entrada no processo.

Koskela (1992) apresenta três opções de melhoria e racionalização por intermédio do *lean construction*: e considera que o potencial da produção “enxuta” está embutido nas opções (a) e (b), a primeira das quais utilizada.

- a) Reduzindo custos (e duração) de atividades que adicionam valor, aumentando sua eficiência;
- b) reduzindo os custos (e duração) de atividades que não reúnem valor (perdas) mediante eliminação destas atividades;
- c) reduzindo perda de valor.

Na construção “enxuta”, o conceito de perdas está fortemente associado à noção de agregar valor e não está limitado apenas ao consumo excessivo de materiais. Assim as perdas estão relacionadas ao consumo de recursos de qualquer natureza, tais como materiais, mão-de-obra, equipamentos e capital, acima da quantidade mínima necessária para atender os requisitos dos clientes internos e externos.

Existem várias razões pelas quais uma empresa deve se engajar na medição de perdas no sistema de produção da construção “enxuta”. Entre elas se destacam a visibilidade, o controle, a melhoria e a motivação. A visibilidade pode identificar situações nas quais existem oportunidades de melhorias, que podem levar a um aumento no grau de competitividade da empresa. O controle é importante, pois a empresa pode utilizar indicadores de perdas para definir padrões de desempenho. Melhoria acontece quando os indicadores do controle são objetos de alterações desejáveis. Com a melhoria, a motivação aumenta, provocando um engrandecimento para todos na empresa.

Na óptica de Cruz (2002, p. 45):

De uma forma geral a *lean construction* vem ganhando consistência e legitimidade como filosofia de produção mais aceita nos grupos de pesquisas na construção civil. Foi criado o *Internacional Group for Lean Construction* (IGLC), que é uma rede de pesquisadores em arquitetura, engenharia e construção que perceberam que a prática e a pesquisa nesse tema precisavam ser radicalmente renovadas para responder os desafios que vem surgindo.

## 2.4 O LEAN CONSTRUCTION E OS FLUXOS NO CONTEXTO DA LOGÍSTICA

Cardoso e Pinto (1997) identificam e discutem os principais fatores na cadeia de suprimentos, acerca dos quais as empresas precisam ter consciência, para facilitar a implementação do *lean construction*. Apresentam como fatores-chave para promover melhorias na cadeia de suprimentos da empresa: projetos racionalizados (*lean designs*), confiabilidade, coordenação e desenvolvimento de fornecedores. Os autores ainda consideram, que apesar de a indústria da construção ainda coordenar suas construções de forma tradicional, e que em grande parte do potencial estes fatores ainda não foram explorados, há evidências de que as práticas atuais de gerenciamento começam a ser debatidas e questionadas.

Para Cruz (2002), a Logística aufere destaque nos grupos de pesquisas da construção civil que adotaram a *lean construction* como a nova filosofia de produção e, diferente de alguns anos atrás, o enfoque logístico utilizado atualmente por estes grupos começa a apresentar um caráter mais sistêmico.

O principal objetivo a ser alcançado com a gestão dos fluxos para melhoria da logística integrada e o atendimento a um pré-requisito do *lean construction* é a eliminação ou redução de perdas. Para tal, é de suma importância a observação dos processos com suas fraquezas e limitações. Por esta observação, é possível a identificação do que não agrega valor, pré-requisitos para a produção, análise da variabilidade do processo e, por último, a possibilidade de redução de processos e operações.

Cruz (2002, p. 52) relata, ainda:

[...] a necessidade do gerenciamento com enfoque logístico, visto que o objetivo de um sistema logístico é à busca do melhor nível de serviço com os menores custos totais. Neste caso, a busca do gerenciamento da cadeia de suprimentos buscaria soluções integradas que agregasse valor para todos os elos da cadeia de suprimentos e principalmente agregasse valor ao cliente final.

Um dos maiores objetivos da Logística na gestão da cadeia de suprimentos é a perfeita ligação interna entre os setores de uma organização, como também um ótimo acerto entre os fornecedores de toda a cadeia, desenvolvendo alianças estratégicas. A Logística estuda como racionalizar os processos, sempre enfocando um ganho para a empresa e, principalmente, para o cliente final. Juntamente com esses conceitos, a construção “enxuta” procura também a racionalização dos processos que não agreguem valor por meio do aumento da transparência focalizando sempre na melhoria contínua. A Logística e os princípios da construção “enxuta” têm uma grande preocupação em comum, que é o estudo dos fluxos, seja de material, de serviço ou de informações.



## **CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA**

### **3.1 TIPO E NATUREZA DO ESTUDO**

De acordo com Richardson (1999, apud CRUZ, 2002, p.140):

MÉTODO é o caminho ou a maneira para chegar a determinado fim ou objetivo, distinguindo-se assim, do conceito de METODOLOGIA, que deriva do grego métodos (caminho para chegar a um objetivo) + logos (conhecimento). Assim, metodologia são os procedimentos e regras utilizadas por determinado método. Por exemplo, o método científico é o caminho da ciência pra chegar a um objetivo. METODOLOGIA são as regras estabelecidas para o método científico, por exemplo: a necessidade de observar, a necessidade de formular hipóteses, a elaboração de instrumentos.

Segundo Gil (1999, apud CRUZ, 2002, p.141):

pode-se definir pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa é requerida quando não se dispõem de informações para responder ao problema, ou então, quando a informação disponível se encontra num tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada ao problema.

Os critérios básicos para a classificação de uma pesquisa, consoante Vergara (1997), atingem dois segmentos: quanto aos fins – exploratória, descritiva, explicativa, metodológica, aplicada e intervencionista; e quanto aos meios – pesquisa de campo, pesquisa de laboratório, telematizada, documental, bibliográfica, experimental, participante, pesquisa-ação e estudo de caso.

Esta foi uma pesquisa descritiva, pois tem como finalidade a descrição do fenômeno, fazendo algumas relações entre as variáveis estudadas e o fenômeno ou o foco de estudo.

O método de pesquisa empregado no desenvolvimento deste trabalho compreendeu a realização de uma pesquisa bibliográfica e a condução de um estudo de caso em uma empresa de médio porte, segundo classificação do SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) do setor da construção civil em Fortaleza. A pesquisa bibliográfica engloba toda a bibliografia tornada pública em relação ao título do assunto.

Conforme Triviños (1987), estudo de caso é uma categoria de pesquisa, cujo objeto é uma unidade que se analisa aprofundadamente. Por este motivo, escolheu-se este tipo de pesquisa, já que atende com eficiência à realização e à finalidade do presente estudo.

Os dados numéricos foram coletados obedecendo todo o procedimento adequado, quando necessário, segundo Barnes (1977), para possibilitar a descrição da real situação de tempos e movimentos de uma obra.

### **3.2 DEFINIÇÕES DAS VARIÁVEIS DE INVESTIGAÇÃO**

Lakatos e Marconi (2001) afirmam que uma variável pode ser considerada uma classificação ou uma medida; uma quantidade que varia; aspecto, propriedade ou fator, discernível em um objeto de estudo e possível de mensuração.

Ainda na perspectiva de Lakatos e Marconi (2001), toda e qualquer variável possui quatro partes, que são: nome, algum tipo de definição verbal, um sistema classificatório ou conjunto de categorias e um processo que permita ordenação.

Identificam-se a seguir algumas variáveis de investigação da pesquisa:

VARIÁVEL	INDICADOR	FORMA DE MEDIÇÃO	
Estudo de Tempos e Movimentos	Distância entre as baias de areia e a betoneira	Medir a distância linear entre os dois postos de trabalho	
	Distância entre o depósito de cimento e a betoneira	Medir a distância linear entre os dois postos de trabalho	
	Distância entre a betoneira e o guincho de carga	Medir a distância linear entre os dois postos de trabalho	
	Tempo-padrão de deslocamento entre as baias de areia e a betoneira	Encontram-se amostras representativas de tempo. Por estas amostras se obtêm o tempo normal e o tempo padrão	
	Tempo-padrão de deslocamento entre o depósito de cimento e a betoneira	Encontram-se amostras representativas de tempo. Por estas amostras se obtêm o tempo normal e o tempo padrão	
	Tempo-padrão de confecção de um traço	Encontram-se amostras representativas de tempo. Por estas amostras se obtêm o tempo normal e o tempo padrão	
	Tempo-padrão de deslocamento entre a betoneira e o guincho de carga	Encontram-se amostras representativas de tempo. Por estas amostras se obtêm o tempo normal e o tempo padrão	
	Tempo-padrão de deslocamento entre o guincho de carga e um pavimento tipo médio	Encontram-se amostras representativas de tempo. Por estas amostras se obtêm o tempo normal e o tempo padrão	
	Perdas nos Fluxos Logísticos	Índice de tempo de espera e transporte pelo tempo de operação	Total de Tempo de Auxiliar pelo Tempo de Operação
	Posicionamento de <i>Layout</i>	Índice de Geração de Resíduos Sólidos	Total de Resíduo Gerado em m3 pelo Total em m2 de Área Construída
Atendimento do Fluxo de Produção	Melhor posição da betoneira dentro de um canteiro de obra	Pela Ferramenta posicional Carga-Distancia, pode-se determinar qual o Melhor Local para o Posto de Trabalho Betoneira dentre Alguns	
	Quantidade de betoneiras necessárias para cada obra	Pela Quantidade de Traços de Argamassas e Concretos	
	Quantidade de guinchos de carga necessários para cada obra	Pela Quantidade de Movimentação de Materiais	
	Índice Qualitativo para Avaliação de um <i>Lay-out</i> de Canteiro	Pela Comparação entre as Áreas Dimensionadas e as Áreas Necessárias de um <i>Lay-out</i> de Canteiro de Obras	

Quadro 2 - Variáveis e Indicadores.

### 3.3 CONCEITUAÇÕES DOS DADOS COLETADOS

Os dados obtidos foram primários e secundários. Os primários foram conseguidos por observação pessoal, com ajuda de um roteiro para levantamento de dados nos canteiros de obras verticais da C. Rolim Engenharia Ltda.. Os edifícios analisados foram o *Amazônia* e o *Casa Rosa*. Os dados secundários foram obtidos por meio de pesquisas bibliográficas e documentais.

### 3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A principal ferramenta para coleta de dados no estudo de caso foi o roteiro para levantamento de dados (ver Apêndice A) aplicado a cada obra visitada, no qual o engenheiro residente respondeu as perguntas. Outra ferramenta foi a técnica de observação com os agentes que participam da gestão logística na empresa (diretor, técnicos e mestres). Apesar de muitos dados serem de fácil coleta e o pesquisador ser participante da empresa, foi feito este roteiro para levantamento de dados também como orientação de que parâmetros são importantes para verificação do canteiro de obras.

O roteiro (ver Apêndice A) foi elaborado com base nos conhecimentos apresentados na revisão bibliográfica. Ele foi confeccionado dividindo-se em tipos de questões, as que buscam, respectivamente, caracterizar os fluxos de informações e as que procuram definir os fluxos físicos gerados pela circulação de materiais ao longo do processo de produção.

O roteiro (ver Apêndice A) serviu para dar respostas às perguntas de campo, enquanto as observações em canteiro serviram para discutir a respeito das grandes dificuldades encontradas numa obra e definir que ferramentas poderiam ser usadas para gerir a Logística em empreendimentos.

O roteiro (ver Apêndice A) foi dividido em partes para melhor entendimento. A primeira etapa foi elaborada visando a caracterização da empresa de forma objetiva, como números de operários, número de obras, como também, por via de perguntas, se a empresa visa melhorar sua competitividade no mercado, ou seja, se a mesma possui uma política proativa. A segunda parte teve a intenção de caracterizar o canteiro de obras e seus respectivos fluxos. As respostas foram respondidas através de conceitos, afirmações ou negações. A última parte concentrou-se nas medições de distâncias e tempos, juntamente com

algumas perguntas complementares, que reforçam quais materiais são mais críticos em termos de fluxos e o que a empresa tem feito para racionalizar estes.

Este roteiro foi de suma importância para a distinção entre obras, no que diz respeito à gestão de fluxos logísticos internos.

Foi feita uma comparação entre uma obra com estudos de fluxo proposta neste trabalho, no caso, o edifício *Casa Rosa*, e outra sem estudo, o edifício *Amazônia*.

### **3.5 CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE DE PESQUISA**

O ambiente de pesquisa foi constituído por dois edifícios da C. Rolim Engenharia Ltda.. As análises dos fluxos foram feitas em todos os ambientes da obra, pois se há estoque em quase todos os pavimentos comuns - como pilotis, subsolo 1 e subsolo 2, como também nos pavimentos-tipo, onde ficam os apartamentos.

Caracterizando os canteiros estudados, pode-se assegurar que o edifício *Amazônia* possui aproximadamente 14.900,00 m<sup>2</sup> de área construída, sendo constituídos de vinte e dois pavimentos-tipo com quatro apartamentos por andar, com 78,00 m<sup>2</sup> de área privativa, mais um pavimento-cobertura com local para eventos, um mezanino, um pilotis e dois subsolos. O edifício *Casa Rosa* possui aproximadamente 12.900,00 m<sup>2</sup> de área construída, sendo constituídos de vinte e dois pavimentos-tipo com um apartamento por andar, de 317,00 m<sup>2</sup> de área privativa, um mezanino, um pilotis e um subsolo.

As obras estavam em fases distintas. O *Amazônia* foi entregue em janeiro de 2006, enquanto o edifício *Casa Rosa* foi entregue em julho de 2007. A coleta de dados prossegue presente em todas estas obras, pois assim há um maior número de informações e, conseqüentemente, melhor análise dos resultados.

### **3.6 CATEGORIAS DE SUJEITOS ENTREVISTADOS**

As investigações foram feitas principalmente nos fluxos físicos, que são os materiais que dão suporte à produção. Segundo a “construção enxuta”, tem-se que proteger a produção, ou seja, não poderá faltar material, equipamento e nem informação no posto de trabalho. Para proteger a produção, há de se ter um cuidado especial na parte logística do canteiro, mediante uma atenção especial com os fluxos. Alguns materiais não podem faltar,

como cimento, areia, brita, tijolos, cerâmicas, granitos, argamassas produzidas por insumos no canteiro ou argamassas industrializadas.

Estas investigações foram analisadas sob a óptica de *layout* de canteiro, recebimento de materiais, armazenamento de materiais, liberação destes para uso, equipamentos de transporte, como também visualizando a ergonomia dos postos de trabalho e das vias de circulação.

São estes os principais elementos humanos que foram submetidos à investigação:

- ✓ diretor,
- ✓ gerente de obras (engenheiros),
- ✓ técnicos,
- ✓ mestre-de-obras,
- ✓ encarregados de setor,
- ✓ principais fornecedores.

O roteiro de levantamento de dados foi respondido pelo engenheiro com auxílio do técnico em edificações, entretanto todos os colaboradores e fornecedores citados acima deram suas contribuições principalmente no tocante a que melhorias poderiam ser implementadas nas obras em análise.

### **3.7 DEFINIÇÕES DO ORDENAMENTO E TRATAMENTO DE DADOS**

Os dados foram ordenados, estabelecendo-se prioridades. Estes foram tratados de forma qualitativa ou quantitativa, quando necessário, entretanto o método para estudo proposto neste trabalho oferece a possibilidade de elaboração de indicadores logísticos, que poderão dar subsídios para a implantação de melhorias no processo de gerenciamento do fluxo de material e do fluxo de informações.

Os indicadores logísticos são de suma importância, pois, como o modelo de produção utilizado no setor baseia-se em conversões (não considera os fluxos na produção), indicadores logísticos ligados ao fluxo de material nos processos construtivos normalmente não são utilizados ou elaborados pelas empresas.

### **3.8 PROCEDIMENTO DE PESQUISA**

O procedimento de pesquisa se fez através da pesquisa bibliográfica sobre logística e suas aplicações na construção civil. Baseado na fundamentação teórica foi feito o estudo de caso. Para o estudo de caso, tem-se a seguir um quadro explicativo para a pesquisa de campo.

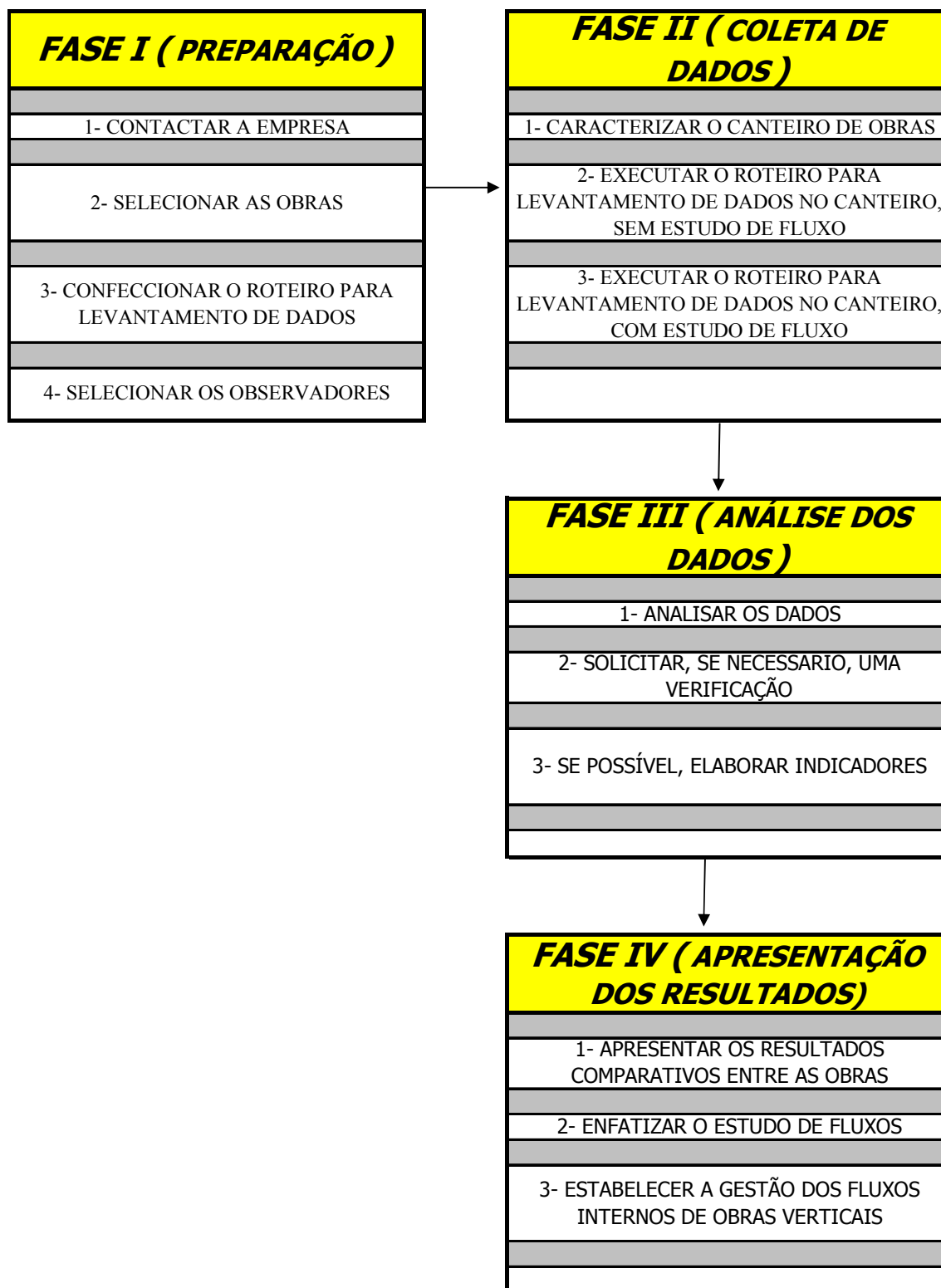


Figura 12 - Procedimento de Pesquisa de Campo



Através do presente trabalho, se propõe contribuir para a evolução da logística dentro da construção civil, possibilitar a melhor visualização de possíveis equívocos logísticos num canteiro de obras, colaborando com soluções, fornecer dados para salientar a importância das atividades de fluxo como tão relevantes quanto as atividades de conversão e, principalmente, estabelecer a gestão dos fluxos logísticos internos em um canteiro de obra vertical.

## **CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO**

Neste capítulo, apresentam-se inicialmente as informações coletadas nas duas obras da C. Rolim Engenharia Ltda., em Fortaleza-CE. Na seqüência, estão a caracterização da empresa e suas duas obras em análise, que são os edifícios *Amazônia* e *Casa Rosa*.

### **4.1 CARACTERIZAÇÕES DA EMPRESA**

A C. Rolim Engenharia Ltda. é uma organização do grupo C. Rolim, e este é muito atuante no mercado varejista cearense e nordestino, pois trabalha em vários estados, sendo formado por dez empresas, dentre as quais:

- Casa Pio Calçados;
- C. Rolim Tecidos;
- Crasa Automóveis – Revenda Ford;
- Crasa Motos – Revenda Yamaha;
- Crasa Caminhões – Revenda Ford;
- Nissei Veículos – Revenda Mitsubishi;
- Imobiliária C. Rolim.

A C. Rolim Engenharia Ltda. é o braço de construção do grupo. No ano de 2007, completou trinta anos de existência, com muitas obras entregues. Na década de 1990, a empresa se especializou em construção industrial, em virtude do grande número de indústrias que estavam se instalando no Estado do Ceará. Neste período, foram construídos cerca de 400.000 m<sup>2</sup>. O Governo do Estado, com incentivos fiscais, conseguiu industrializar o interior do Estado. Dentre as principais obras industriais concluídas está o complexo industrial da Grendene, em Sobral e em Fortaleza, que hoje emprega diretamente mais de dez mil pessoas; o conjunto fabril da Dakota em Russas; a Dakota em Maranguape; Vulcabrás, em Horizonte; Nestlé em Horizonte; Perdigão, em Fortaleza, Paquetá em Itapajé; e a Armafer da Gerdau, em Maracanaú.

Depois deste período, as indústrias já não tinham mais atrativos para sua transferência para o Estado do Ceará. Então, a C. Rolim Engenharia Ltda. teve que focalizar

a área de construção imobiliária residencial. Apesar de, mesmo na época da construção industrial, a empresa já executar obras verticais, entretanto apenas um prédio por vez e na forma de condomínio. O foco na área residencial vertical se deu por meio da forma e da quantidade. A partir de então, a empresa começou a incorporar os prédios, e não mais de construção através de condomínios, e começou a executar obras em larga escala, três prédios por vez. Além das obras verticais residenciais, o grupo C. Rolim começou também a investir em construções para locação como o *Shopping Atlântico*, *Shopping Pátio Água Fria* e a concessionária de carros Codisman – revenda Chevrolet.

O faturamento, hoje, da C. Rolim Engenharia Ltda. é de, aproximadamente, 70% em obras residenciais verticais, ou seja, este é o escopo principal da empresa. Dentre estas, se destacam obras de padrão de médio e grande porte. Quanto ao número de funcionários, possui cerca de trezentos, sendo vinte no escritório central e duzentos e oitenta espalhados nas obras. Além deste contingente de colaboradores, tem-se também cerca de duzentos empregados de subempreiteiros, como os operários eletricitas, pintores, impermeabilizadores e serralheiros.

No ano de 2007, a empresa teve cinco obras de grande porte, que são os edifícios Casa Rosa, Leme, Tragaluz, Mar e Mar a concessionária Mito da Mitsubishi.

Importante característica da empresa em foco é sua proatividade às mudanças, pois tem um corpo de colaboradores muito novos, bastante ágeis e altamente envolvidos com programas de qualidade, tecnologia e avanços em áreas afins. A C. Rolim Engenharia Ltda. faz parte do SINDUSCON-CE (Sindicato da Indústria da Construção do Estado do Ceará), COOPERCON-CE (Cooperativa das Construtoras do Estado do Ceará) e INOVACON-CE (Programa de Inovações na Construção do Estado do Ceará) como membro participativo. O INOVACON é um programa de inovações tecnológicas para a construção civil formado pelas construtoras de alta tecnologia juntamente com parcerias com instituições de pesquisa como a UFC (Universidade Federal do Ceará), UNIFOR (Universidade de Fortaleza) e NUTEC (Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará). Este programa tem como objetivo questionar a tecnologia usada atualmente, confeccionar novas tecnologias por meio de consultores externos de todo o Brasil em cada seara e documentar a implementação das novas tecnologias. O corpo deste programa é constituído de representantes de 14 construtoras, juntamente com os das instituições de ensino, um consultor local do assunto a ser discutido, um consultor nacional e uma equipe de bolsistas que fazem toda a parte operacional.

Apesar de todo este envolvimento classista, a C. Rolim Engenharia Ltda. também possui programas internos de desenvolvimento, como a certificação ISO 9000, obtida desde

1998. Foi a primeira empresa a conseguir esta certificação no Ceará e está entre as 25 primeiras do Brasil. Sempre atenta às mudanças e necessidades do mercado, a C. Rolim Engenharia Ltda. optou pela implantação de um Sistema de Qualidade Total, o SQT - C. Rolim, pois em agosto de 1998, obteve a sua certificação pela DNV (Det Norske Veritas). Após revisão da citada norma, a empresa iniciou o processo de *upgrade*, para adequação dos seus fluxos aos novos formatos exigidos, e, em novembro de 2003, obteve a recertificação do seu sistema de qualidade total, agora baseado na norma ISO 9001:2000, sendo certificado pela BVQI (Bureau Veritas Quality Internacional). Ressalta-se que, desde a implantação do sistema, a C. Rolim Engenharia Ltda. tem utilizado a qualidade como ferramenta para atender as necessidades dos seus clientes, aumentar a competitividade da organização e reduzir custos.

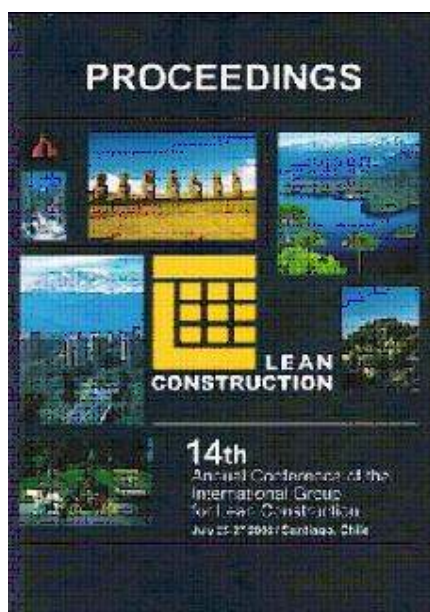
A Política da Qualidade é “Construir com evolução contínua, superando as expectativas dos clientes e agregando valor com: qualidade, ética, responsabilidade profissional e social”.

A empresa também atua fortemente nas áreas de segurança do trabalho e ambiental e procura evitar qualquer manutenção futura. Tem-se trabalhado dentro da empresa num programa chamado 5S + 3R + 0A + 0M, que é primeiramente uma política de qualidade japonesa (5S) que evita desperdício e promove bem-estar no ambiente de trabalho. O 3R é uma política de construção sustentável onde se procura trabalhar executando estas três letras que querem dizer: reduzir os resíduos gerados da construção, re-utilizar estes resíduos e por último reciclar tais resíduos. O 0A significa zero acidente do trabalho, ou seja, uma política massiva em cima dos riscos dentro de uma obra, sempre tendo uma visão prevencionista evitando qualquer incidente, que é o fato gerador do acidente. O 0M quer dizer zero manutenção pós-obra, ou seja, apesar de ser uma tarefa difícil, tem-se conseguido minimizar muito o número de chamados para atender o cliente. Esta última política tem melhorado muito, principalmente com reuniões entre os engenheiros de obras e o responsável pelo setor de atendimento a clientes, pois são analisados os erros de uma obra para que a outra não o cometa. Outro fator importante é a confecção de um bom manual do proprietário para o cliente, pois assim ele fica ciente de seus direitos e deveres.

Além de todos estes programas comentados, a C. Rolim Engenharia Ltda., desde o final de 2004 é praticante do sistema *lean construction*, filosofia gerencial baseada no Sistema Toyota de Produção (STP) no qual a atividade principal é a eliminação de desperdícios de materiais e informações, ou seja, a continuidade dos fluxos agregando valor em todas as etapas. O Sistema Toyota de Produção mudou os paradigmas da administração da produção,

trazendo à tona idéias simples e inovadoras baseadas em um objetivo comum: aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios. Segundo Ohno (1997), o STP é sustentado por dois pilares: o *Just-in-Time* (JIT) e a automação. Com o foco no combate constante às perdas, o JIT torna possível a busca pelo estoque zero, pois, segundo esta filosofia, os produtos somente são produzidos quando há necessidade e nas quantidades realmente necessárias. Já a automação busca dar autonomia ao trabalhador, no intuito de garantir um sistema de fluxo contínuo e sincronizado na obra.

Com a empresa comprometida com as mudanças, participou do II Congresso Internacional de Construção Enxuta (Conenx 2006) e do XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (Enegep 2006), além de haver publicado no IGLC 2006 (14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction).

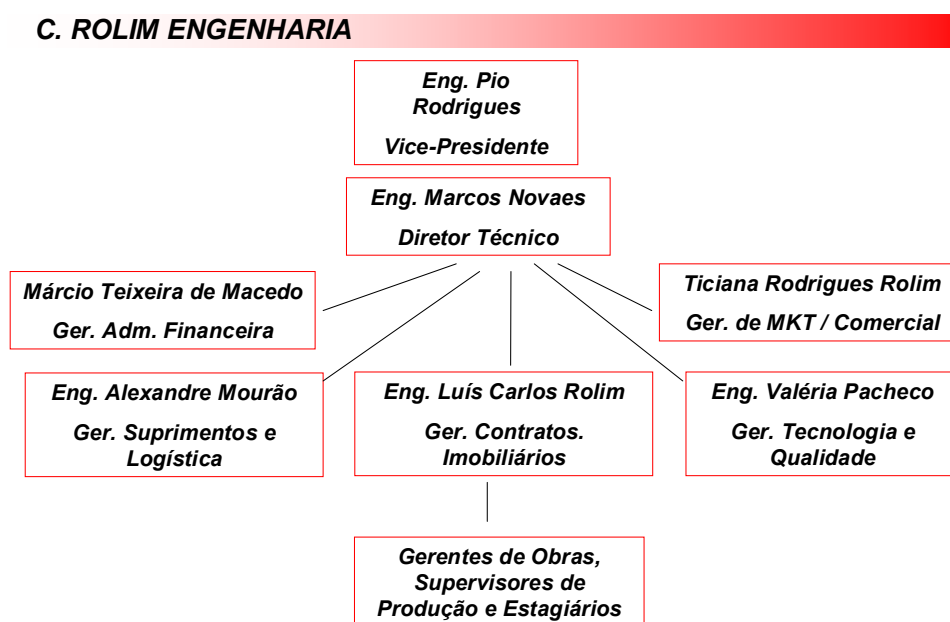


**Figura 13** - Congresso Internacional sobre Lean Construction  
Fonte: IGLC (2006)

Em busca da evolução contínua de seus processos, a C. Rolim Engenharia Ltda. vem direcionando esforços no sentido de compreender e disseminar os conceitos e princípios da “construção enxuta” entre seus colaboradores. Processos inovadores como o sistema *Kanban*, o dispositivo *Andon*, entre outras novidades, já podem ser encontrados nos canteiros de obra. Destaca-se como fator determinante, nesse processo de inovação, o comprometimento de cada colaborador com o aprendizado constante em busca da evolução contínua priorizada pela política da empresa.

A empresa também aposta na valorização humana e profissional, pois existe um plano de cargos e salários, como também há um incentivo aos funcionários por meio de uma participação nos resultados no final de cada obra.

Quanto ao organograma da empresa (ver Figura 14), pode-se afirmar que esta é bem “enxuta” e horizontalizada, não possuindo grandes barreiras hierárquicas, o que facilita a gestão participativa. No grupo C. Rolim, existe um único presidente para todas as empresas, entretanto os vice-presidentes é que assumem as responsabilidades pela gestão.



**Figura 14** - Organograma da Empresa

As principais funções com suas responsabilidades são:

- Diretoria Técnica - planeja, organiza e coordena as diretrizes de gestão da C. Rolim Engenharia Ltda., bem como subsidia, junto à Vice-Presidência, o desenvolvimento de novos empreendimentos, estudos de viabilidade, compra de terrenos, implementação do processo de desenvolvimento do produto, gerindo orçamentos e pessoas relacionados ao nível tático e estratégico, visando a cumprir os objetivos da empresa e garantir o seu crescimento sustentado.

- Gerente de Contratos Imobiliários e Expansão (GCIE) - planeja, organiza, coordena e controla os trabalhos de construção de empreendimentos de edifícios residenciais e reforma dos imóveis em expansão do Grupo C. Rolim, administrando adequadamente os recursos técnicos, materiais e humanos da área. Fiscaliza a execução das obras sob sua responsabilidade, realizando visitas diárias, a fim de garantir o padrão de qualidade estabelecido pela empresa.
- Gerente Administrativo e Financeiro (GERAF) - planeja, organiza e coordena as atividades das áreas administrativa e financeira, contabilidade, pessoal e informática, controlando e avaliando desempenho, apurando resultados, administrando as disponibilidades financeiras, tomando decisões pertinentes à sua área de atuação, a fim de obter a otimização dos recursos financeiros, materiais e humanos. Coordena também a realização do levantamento patrimonial da empresa.
- Gerente de Suprimentos e Logística (GSL) – quanto ao suprimento o departamento é descentralizado. Responsável pela aquisição de insumos do tipo “A” na curva ABC e os serviços terceirizados, como instalações, serralheria de ferro e de alumínio, pintura, impermeabilização. Os materiais do tipo “A” são distribuídos além da curva ABC como de uso constante e emprego esporádico. Este setor define os fornecedores de materiais de uso constante por meio de cotação e a própria obra faz a aquisição através do EAS (Encarregado Administrativo e Suprimentos) com a aprovação do SP (Supervisor de Produção) e do GO (Gerente de Obras). Alguns exemplos de insumos de uso constante de alta importância são cimento, tijolo, areia e brita. Os insumos esporádicos são definidos pela Gerência de Suprimentos e Logística mediante cotação e também adquiridos por ela. Exemplos de insumos esporádicos são a cerâmica, granito e telhas. Quanto à Logística, o setor é responsável pelo controle dos veículos da empresa, juntamente com todos os equipamentos. Além disto, responde pelo controle do almoxarifado central da empresa.
- Gerente de Marketing e Comercial (GMC) - gerencia processos e resultados da área de *marketing/comercial*, promove o desenvolvimento da área e a

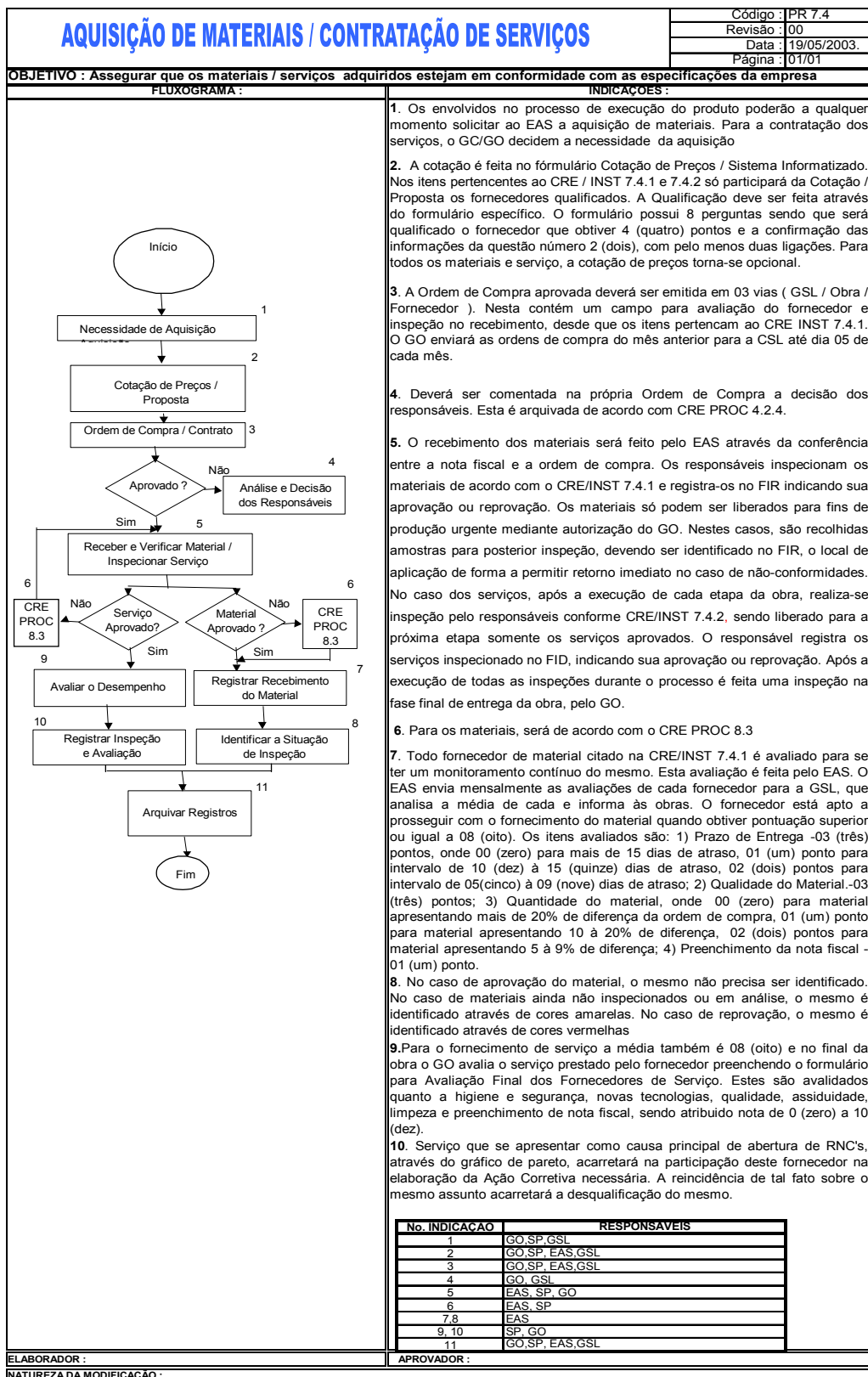
representa para agilização do processo decisório, a fim de promover a expansão da empresa e a satisfação plena do cliente.

- Gerente de Tecnologia e Qualidade (GTQ) - supervisiona, controla e coordena as atividades de gerenciamento do sistema da gestão da qualidade implantado, visando a sua eficaz manutenção, o desenvolvimento de processos, bem como à utilização do sistema como ferramenta da gestão para tomadas de decisão e verificação dos movimentos organizacionais. Atende a clientes, fornecendo informações a respeito de especificações e manutenção das obras. Gerencia as atividades de manutenção pós-entrega.
- Gerente de Obras (GO) - planeja, supervisiona e controla os serviços de execução da obra, orientando sua equipe de trabalho, elaborando orçamentos de serviços e controlando despesas. Orienta a equipe responsável pela execução da obra de acordo com as especificações do projeto. Realiza planejamento semanal da obra, estabelecendo metas de produção e relacionando materiais necessários, de acordo com cronograma preestabelecido.

#### **4.2 CARACTERIZAÇÕES DOS FLUXOS DE MATERIAIS E INFORMAÇÕES NA EMPRESA**

Existe o fluxo de informações da obra para a gerência de suprimentos e logística no processo de aquisição de insumos e serviços, como também há o fluxo de informações internas do canteiro de obra para a produção. O fluxo de materiais é disparado pela informação da gerência da obra e após compra pela gerência de suprimentos e logística, partindo do fornecedor até o empreendimento em construção. Dentro do canteiro, também existe o fluxo de materiais para a produção. O trabalho dá ênfase aos fluxos de informações e de materiais dentro do canteiro de obra, contudo é importante o conhecimento de onde, como e quanto material estará vindo para cada obra, pois facilita todo o processo. O procedimento de aquisição (ver Figura 15) é muito resumido e de fácil entendimento, pois o intuito da empresa quanto aos procedimentos da qualidade através da ISO é a adequação ao uso, ou seja, escreve o que faz e não o que pode ser feito.





**Figura 15 - Procedimento de Aquisição**  
Fonte: C. Rolim Engenharia Ltda..

Um instrumento que ajuda muito o fluxo de informações e, conseqüentemente, o fluxo de materiais, é o PGO (Plano Geral da Obra). Nele está contido todo o orçamento da obra, inclusive com a meta de lucro esperado, como também o planejamento de longo prazo da obra por meio de uma ferramenta chamada linha de balanço. Nas reuniões semanais de obra são avaliadas algumas composições do PGO, fazendo a retro-alimentação do orçamento. Nestas reuniões, confecciona-se o planejamento de curto prazo que equivale a uma semana de trabalho. Derivando deste planejamento de curto prazo (ver Figura 16), com ajuda da linha de balanço (ver Figura 17) e do planejamento de médio prazo, conhecido como *look ahead*, vem a discriminação do material a ser comprado para a semana, o mês e o trimestre. Para ajudar a obra, o sistema informatizado da empresa é único, ou seja, o setor de suprimentos usa o mesmo *software* do planejamento e do financeiro, fazendo com que as informações magnéticas sejam cruzadas nos bancos de dados, implicando, assim, um gráfico de intervenção de materiais (ver Figura 18) e um gráfico de fluxo de caixa (ver Figura 19).

Um ponto bastante positivo é o fato de que todas as obras possuem, no mínimo, dois computadores, todos com acesso à internet e interligados com o escritório central. Isto facilita a rapidez nos processos.







## SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

### Plano de Médio Prazo - Fluxo de Caixa Trimestral

Visualização:  Previsto  Realizado

Mensal:  Anual:  R\$0,00

Personalize

	MAI/ 2006		JUN/ 2006		JUL/ 2006	
	Previsto	Realizado	Previsto	Realizado	Previsto	Realizado
<b>CONTAS DE CUSTOS</b>						
1249 - Aplicação	0	0	0	0	0	0
<b>125 - Comerciais</b>	<b>2.456</b>	<b>0</b>	<b>2.287</b>	<b>0</b>	<b>2.745</b>	<b>0</b>
1253 - Publicidade	0	0	0	0	0	0
1254 - Despesas com Entrega	1.300	0	1.131	0	1.300	0
1255 - Palioc-Inio	0	0	0	0	0	0
1256 - Apartamento Decorado	0	0	0	0	0	0
1257 - Stand de Vendas	0	0	0	0	0	0
1258 - Aquisição De Imóveis	0	0	0	0	0	0
1259 - Lançamento De Empreendimento	0	0	0	0	0	0
1251 - Brindes	1.156	0	1.156	0	1.445	0
1252 - Despesas De Correlagem	0	0	0	0	0	0
<b>13 - Mão De Obra</b>	<b>57.999</b>	<b>11.312</b>	<b>106.207</b>	<b>0</b>	<b>83.516</b>	<b>0</b>
1301 - Salários	44.092	7.249	92.594	0	70.125	0
1302 - Refeições	5.552	0	6.939	0	5.552	0
1303 - Vale Transporte	5.597	865	4.478	0	5.597	0

Mostrar Nível 3

Mostrar Realizado Vfind | Orçamento Automático | Fechar

C Rolim Engenharia Ltda. | alexandre | crollm | CAPS | NUM

Figura 19 - Fluxo de caixa

#### 4.2.1 Caracterização dos Fluxos Internos em um Canteiro de Obras Verticais

As atividades de fluxos sempre foram deixadas em segundo plano, já que a formação acadêmica de Engenharia sempre deu valor para as atividades de conversão, como saber qual o traço para confeccionar um reboco ou um concreto de 30 Mpa. É difícil, porém, a compreensão de que atividades como local de estoque de brita e tempos de subida de um guincho são fundamentais para um canteiro de obra.

Atualmente, na empresa, a união do gerenciamento logístico com o *lean construction* está dando grande impulsão no que diz respeito aos fluxos.

Os fluxos foram objeto de uma grande evolução entre as obras *Amazônia* e *Casa Rosa*, comprovada por meio do comparativo citado ao longo do trabalho. Na obra edifício *Amazônia* não foi implementado nenhuma ferramenta da gestão dos fluxos. Estes eram feitos mediante *feeling*, sentimento ou bom senso do engenheiro. Além disso, o engenheiro da obra decidia tudo o que era relativo ao fluxo, não contando com ajuda de outros engenheiros de obras e até mesmo do escritório ou da Diretoria Técnica. No edifício *Casa Rosa*, foi implementado um procedimento de confecção de um estudo de fluxos completos, incorporando o projeto de canteiro e feito por uma equipe de engenheiros com indicadores técnicos, entretanto, sempre usando o bom senso dos engenheiros mais experientes.

Os fluxos internos em um canteiro podem ser divididos em fluxo de materiais ou físico e fluxo de informações. Os fluxos físicos internos são bem relevantes, pois na construção civil tem-se todo tipo de material: a granel, sacarias, blocos e *pallets*. Esta movimentação desencadeia um grande trabalho que deve ser bem gerido ou administrado sempre com o intuito de evitar desperdícios e tentar agregar valor nas atividades inerentes ao processo.

Os fluxos de informações internos em um canteiro também sofreram uma grande evolução entre as obras edifício *Amazônia* e edifício *Casa Rosa*, pois foram aplicados todos os conceitos de continuidade de fluxos com a ferramenta gerencial do *lean*. Estes fluxos são feitos através de rádios de comunicações, *Kanbans*, *Andons*, reuniões semanais e reuniões quinzenais.

Os dois fluxos se completam, por isso tem-se que evoluir em ambos e não só em um ou em outro. Estes caminham em paralelo e só funcionam juntos.

### 4.3 CARACTERIZAÇÕES DO EDIFÍCIO *AMAZÔNIA*

O edifício *Amazônia* foi um dos primeiros prédios em Fortaleza com a idéia de um pavimento panorâmico na cobertura com uma vista direta para o mar. Também um dos últimos com esta área aprovada pela Prefeitura de Fortaleza. Para os consultores imobiliários, este edifício possuía a melhor área de um apartamento para um casal recém-casado ou com até um filho, além de uma localização privilegiada.

O edifício *Amazônia* possui aproximadamente 14.900,00 m<sup>2</sup> de área construída, sendo constituído de vinte e dois pavimentos-tipo, com quatro apartamentos por andar, com 78,00 m<sup>2</sup> de área privativa, mais um pavimento-cobertura, equipado com sala de ginástica, espaço *gourmet*, hidromassagem, sala de fisioterapia, sauna, ducha e um *solarium*, um mezanino, um pilotis e dois subsolos. Os apartamentos são voltados para o nascente, contando com duas vagas de garagens, dois elevadores sociais e um de serviço, salão de festas equipado, salão de jogos equipado e *home theater* instalado.



**Figura 20** – Foto do *Folder* do Edifício *Amazônia*



#### 4.4 CARACTERIZAÇÕES DO EDIFÍCIO *CASA ROSA*

O edifício *Casa Rosa* foi construído num terreno onde havia uma casa de nome *Casa Rosa* e esta faz parte da memória afetiva do bairro da Aldeota em Fortaleza. Sua história começa a ser contada no ano de 1949, sendo a primeira construção da rua na época. Definitivamente, este é um empreendimento que se ergue sobre um alicerce histórico.

O *Casa Rosa* é um marco pela preservação de uma tradicional esquina da Aldeota, parte da história da cidade de Fortaleza, e pelo ineditismo de seu projeto, que coloca passado e presente num equilíbrio exuberante. A idéia do projeto foi manter a casa antiga e o prédio nascer em cima da casa. Logicamente tudo foi reconstruído, dando a idéia citada anteriormente.

O edifício *Casa Rosa* possui aproximadamente 12.500,00 m<sup>2</sup> de área construída sendo constituído de: vinte e dois pavimentos-tipo, com um apartamento por andar, com 317,00m<sup>2</sup> de área privativa; um pavimento-cobertura; um mezanino com sauna, ducha, sala de jogos equipada, sala de repouso e piscina; um pilotis com salão de festas equipado, espaço zen, caramanchão e um subsolo. Os apartamentos são voltados para o nascente, contando com cinco vagas de garagem, um elevador social com ar-condicionado e um elevador de serviço do tipo maca, guarita blindada e 2.000,00 m<sup>2</sup> de área de jardins e lazer.



**Figura 21** – Foto do *Folder* do Edifício *Casa Rosa*

#### 4.5 COMPARATIVO ENTRE AS OBRAS QUANTO A GESTÃO DE FLUXOS

Primeiramente, é importante ressaltar que o edifício *Amazônia* não teve nenhum cuidado no que diz respeito ao desempenho logístico, pois a obra teve início em 2003 e só em meados de 2004 a empresa começou a aplicar algumas ferramentas neste sentido. Apesar de não possuir a aplicação de ferramentas de controles de fluxo, vale a pena ratificar a razão de que a empresa possuía um bom sistema da qualidade com os procedimentos sistematizados, o que facilitou muito a implantação de qualquer melhoria. No próprio edifício *Amazônia*, antes de sua conclusão, foram obtidos grandes avanços, com várias inovações que foram o programa 5S, o programa 3R e a aplicação do sistema *lean construction* na obra.

As respostas do roteiro para levantamento de dados das duas obras em análise (ver Apêndice B e C) estabelecem uma comparação quanto aos aspectos do canteiro e dos fluxos logísticos internos.

Pode-se notar que as respostas do roteiro do edifício *Amazônia* foram de uma construtora normal, organizada, entretanto sem nenhum avanço tecnológico ou uma cultura organizacional de inovações ou melhorias. Já no edifício *Casa Rosa* as respostas foram empolgantes e sempre com a mente muito proativa para qualquer oportunidade de melhoria.

A diferença de posição nas respostas das duas obras é enorme, o que aponta para uma grande evolução e a quebra de alguns paradigmas na obra do edifício *Casa Rosa*. Algumas frases muito comentadas em canteiros de obra estão sendo alteradas, pois aquele paradigma está sendo quebrado. São exemplos desses paradigmas: “a construção civil nunca vai evoluir ao ponto das indústrias seriadas” e “o erro na engenharia mecânica é de milímetros e na engenharia civil é de centímetros ou até metros”.

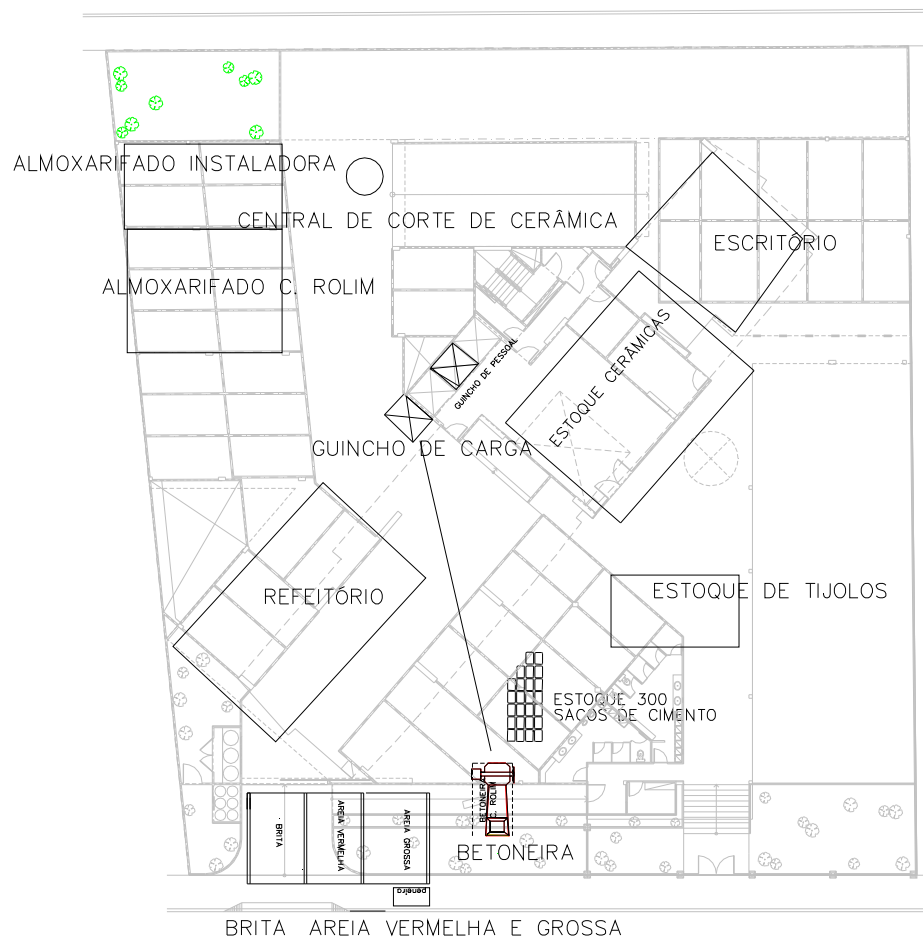
Na parte de caracterização da empresa, (item 8 do roteiro), o edifício *Amazônia* obteve dois excelentes e oito bons. No caso do edifício *Casa Rosa*, foram obtidos, neste mesmo item, sete excelentes e três bons. O item investimento em novas tecnologias pode traduzir as notas excelentes no edifício *Casa Rosa* e bom no edifício *Amazônia*, pois, como citado anteriormente, o *Casa Rosa* foi uma obra especial quanto à aplicação de estudos de melhorias, enquanto o *Amazônia* teve sua performance de forma tradicional, sem nenhum emprego de tecnologias adicionais.

Quanto à segunda parte das perguntas, que se referem ao canteiro do *Amazônia*, as respostas ficaram assim: quatro excelentes, oito bons e cinco ruins. Os pontos ruins do *Amazônia* foram os seguintes: não possuir projeto de canteiro de obra, não possuir portaria com capacetes, o almoxarifado estar longe da descarga dos caminhões, o almoxarifado não

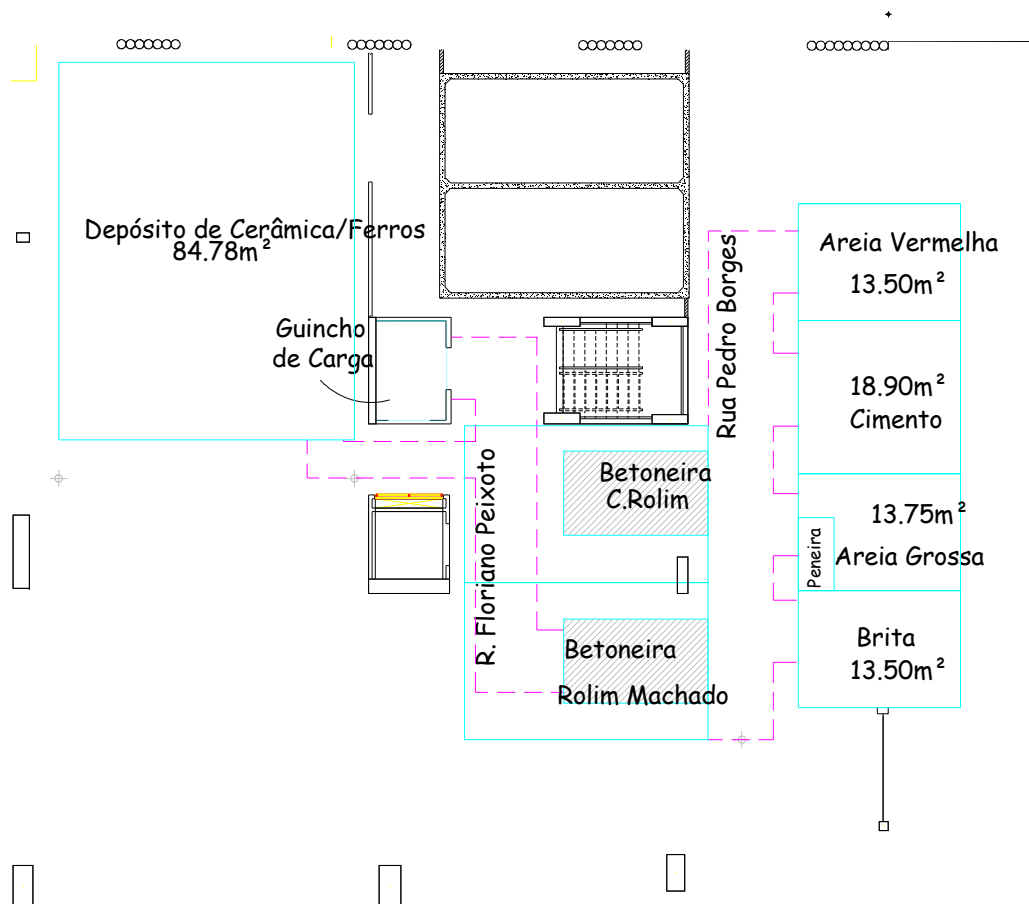
estar ordenado e o canteiro não possuir facilidades para futuras expansões. No *Casa Rosa* foram quatorze excelentes, dois bons e um ruim. O ruim do edifício *Casa Rosa* foi o canteiro não possuir portaria com capacetes. Apesar de a C. Rolim Engenharia Ltda. fazer coberta na entrada de pedestres, existe certo risco de acidente para os clientes e fornecedores que entrem na obra, pois os capacetes de proteção só são entregues quando estas chegam à sala técnica. Mesmo com a coberta, o risco de queda de materiais é alto. Qualquer incidente é fato gerador de um possível acidente. Então, na opinião dos entrevistados (ver Apêndice C), seria importante que a obra tivesse uma guarita com porteiro e os vários equipamentos de proteção individual.

Nas questões que dizem respeito aos fluxos logísticos, foi obtida grande diferença entre as obras, pois o edifício *Amazônia* apontou oito respostas positivas e quatorze negativas. As principais respostas negativas do edifício *Amazônia* foram sobre a falta de vias de circulação, grande distância entre os postos de trabalho, falta de sinalizações e identificações e comunicação ineficiente entre os operários. No *Casa Rosa*, o resultado ficou em vinte respostas positivas contra duas negativas. A primeira resposta negativa do *Casa Rosa* foi a questão do controle de estoque pelo PEPS (primeiro a entrar, primeiro a sair), que realmente ainda não é feito, entretanto já está em análise um procedimento para a implementação de um controle de estoques mais efetivo. Quanto à outra resposta negativa, pode-se afirmar que esta resposta tem um aspecto positivo, pois a empresa adquiriu equipamentos do tipo bateadeira industrial para confeccionar as argamassas colantes nos pavimentos em vez de fazer numa betoneira, o que pode fornecer mais rapidez e proteção para a produção, já que desafoga a betoneira, o transporte vertical e a mão-de-obra de transporte.

Na seqüência, o croqui do projeto de canteiro do edifício *Amazônia* (Figura 22), pois o mesmo não teve nenhum estudo de fluxo para isto. Também segue o projeto de canteiro do edifício *Casa Rosa* obtido nos estudos de fluxos (Figura 23 e 24).



**Figura 22** – Croquis do Canteiro do Edifício *Amazônia*



**Figura 23** - Projeto de Canteiro do Subsolo do Edifício *Casa Rosa*



foi muito maior, já que, além da distância ser cinco vezes maior, tem-se um plano inclinado a ser superado, o que torna o esforço ainda mais árduo. Para a estética da obra, também, não é bom que o estoque de areia fique no pavimento pilotis, pois, para os clientes e para o construtor, é importante uma obra limpa e organizada, principalmente na sua entrada.

No edifício *Amazônia*, a distância entre o guincho de carga e a betoneira é bastante considerável, ficando com 22,00 m, o que ocasiona um grande esforço para os operários levarem os carros jericas até o guincho. No caso do edifício *Casa Rosa*, esta distância ficou de 5,00 m, o que facilita muito a circulação das jericas. O contato entre a central de corte de cerâmica e o guincho de pessoal é elevado, o que implica sempre tentar aproximá-los. Isto não aconteceu no edifício *Amazônia*, pois esta distância ficou em 19,50 m. No edifício *Casa Rosa*, esta distância foi de 6,50 m. O tijolo também é um material de muito uso e tem peso considerável, então, uma pequena distância entre estes locais de trabalho é muito importante, o que não acontece no *Amazônia*, pois esta distância é de 14,50 m. No *Casa Rosa*, esta distância ficou em 6,50 m. Para o bom gerenciamento dos resíduos sólidos da obra, é de grande valia que o *container* fique do lado de dentro da obra e nunca nas calçadas, pois toda segregação ou separação feita na obra é comprometida quando se coloca um *container* na calçada, pois o pedestre desavisado coloca coco, papel, latas de refrigerantes nos *containers* do tipo “A” que só receberiam resíduo da construção, como: resto de argamassa, pedaços de tijolos, areia de aterro.

Os tempos coletados, que serão usados no próximo capítulo para a gestão dos fluxos, receberam tratamento estatístico e por meio deste se chegou aos tempos-padrões. Alguns tempos coletados não usados receberam apenas a coleta e a confecção de uma média para melhorar a representação. Estes tempos médios servirão, caso necessário, apenas como fonte de dados. Alguns tempos não poderão ser coletados em virtude da inconsistência dos resultados, já que os tempos destas atividades foram bem diferentes, não obedecendo a nenhuma relação, o que dificulta estabelecer parâmetros estatísticos. No caso do edifício *Amazônia*, os tempos também não puderam ser coletados devido à fase da obra, que já estava avançada e não tinha boa representatividade.

Todos os comentários feitos há pouco retratam as diferenças de duas obras de uma mesma construtora, sendo que em cenários distintos. No caso do edifício *Amazônia*, apenas tinha-se um esboço do projeto de canteiro que confirma as afirmações acima. No caso do edifício *Casa Rosa*, será comentado todo o estudo de fluxos no Capítulo cinco, que se refere às diretrizes para a confecção de um bom estudo de fluxo.

## **CAPÍTULO 5 – GESTÃO DOS FLUXOS LOGÍSTICOS INTERNOS EM OBRAS VERTICAIS – EXEMPLO DO EDIFÍCIO CASA ROSA**

As principais diretrizes para a gestão com racionalização dos fluxos logísticos internos num canteiro de obras vertical são elencadas nesta ordem:

1. Estudo do fluxo de materiais, sendo divididos em dois tipos - os estudos qualitativo e quantitativo. Juntamente com os estudos de fluxos, também são de fundamental importância o dimensionamento e as localizações dos equipamentos. A melhoria dos fluxos por meio da gestão de estoques é vital para o bom funcionamento do canteiro de obras. A gestão de estoques controla os insumos de compra constante e os de compra esporádica. Os materiais de aquisição constante são controlados pelos *kanbans* e pontos de ressuprimento, que tem como exemplo o cimento, a areia e a brita. Os insumos de aquisição esporádica são controlados através do cronograma de compras ou intervenção de materiais, e tem como exemplos as cerâmicas, as mantas asfálticas e esquadrias.
2. Estudo do fluxo de informações por cronograma de intervenção de materiais, uso dos *Kanbans* como fonte de informações, aplicação do *Andon* também como fonte de informações, o emprego de rádios de comunicações e a formação de alianças estratégicas com fornecedores.
3. Confecção de um projeto de canteiro de obra contemplando pelo menos a fase mais importante e duradoura dos fluxos, que é a segunda etapa do processo produtivo, incluindo o serviço de estrutura, alvenaria e revestimentos. Este projeto compreenderá todos os pavimentos comuns do empreendimento como subsolo, pilotis e mezanino.

### **5.1 ESTUDOS DOS FLUXOS DE MATERIAIS EM CANTEIROS DE OBRAS VERTICAIS**

A racionalização dos fluxos físicos detectados como de suma importância receberam alguns métodos científicos para aprimoramento. Ainda existiu, entretanto, o comentário de alguns colaboradores das obras que “meu trabalho é diferente”, ou seja, não



tem como aplicar métodos científicos nos canteiros de obras. Embora as obras tenham características diferentes, enxerga-se o fato de que muitas atividades que compõem este produto final já foram executadas diversas vezes. Seja nas argamassas, nos trabalhos de fachadas ou na demolição, existem fluxos dentro dos serviços que já foram e ainda terão que ser realizados centenas de vezes.

Estas tarefas, que sempre voltam a acontecer é que permitem a aplicação de técnicas de gerenciamento dos fluxos. O planejamento da obra tem que fluir pelos serviços, chegando até às restrições de execução destes, no que diz respeito tanto às atividades de conversão como às de fluxo. Nenhum planejamento pode substituir a capacidade de raciocinar das pessoas que trabalham no canteiro. Entretanto, este raciocínio deve ser dirigido de forma direta numa mesma direção.

É importante ressaltar que, para a racionalização das atividades de fluxo de materiais, é necessário sempre pensar em aperfeiçoar os transportes em um canteiro, pois a redução de custos é diretamente proporcional, já que esta atividade é quase toda executada por serventes e estes não agregam valor ao produto final.

Na busca por melhoria dos fluxos e partindo do princípio de que o melhor transporte é aquele que não existe, ou seja, movimentar apenas uma vez os materiais é a forma ideal de transporte. Como possíveis exemplos de ajuda na movimentação de materiais, tem-se: doca para descarga de materiais, rampa para recebimento de sacarias e o uso de *pallets*.

O fluxo físico pode ser aperfeiçoado, entretanto, para a descoberta de trabalhos sem eficiência e para a correção destas falhas, é necessária a utilização de técnicas e métodos, como os que serão descritos a seguir.

Pelas avaliações qualitativas de um canteiro de obras, é possível separar os acessos ou postos de trabalhos com maior fluxo. Os principais locais são analisados de forma quantitativa com foco sempre numa possível racionalização, pois as atividades nesta indústria são, por diversas vezes, repetitivas, ou seja, em um dia de atividade, são executados, em média, 60 (sessenta) traços de argamassa na betoneira.

### **5.1.1 Avaliação Qualitativa**

A avaliação qualitativa dos fluxos num canteiro de obra é de grande valor, porque mostra a importância das relações entre ambientes, juntamente com suas interferências. Esta

avaliação começa pela ferramenta do SLP (*System Layout Planing*), chamada carta de inter-relações, onde se pode ver que áreas necessitam estar próximas umas das outras.

Esta carta é uma forma sistemática para relacionar as atividades de serviços umas às outras e para integrar os serviços de suporte ao fluxo de materiais. Trata-se de uma matriz triangular onde se representam o grau de proximidade e o tipo de inter-relação entre certa atividade e cada uma das outras.

No caso do edifício *Casa Rosa*, as proximidades receberam estes nomes:

- A – Absolutamente Importante;
- E – Muito Importante;
- I – Importante;
- O – Pouco Importante;
- U – Desprezível;
- X – Indesejável.

### CARTA DE INTER-LIGAÇÕES

#### ED. CASA ROSA

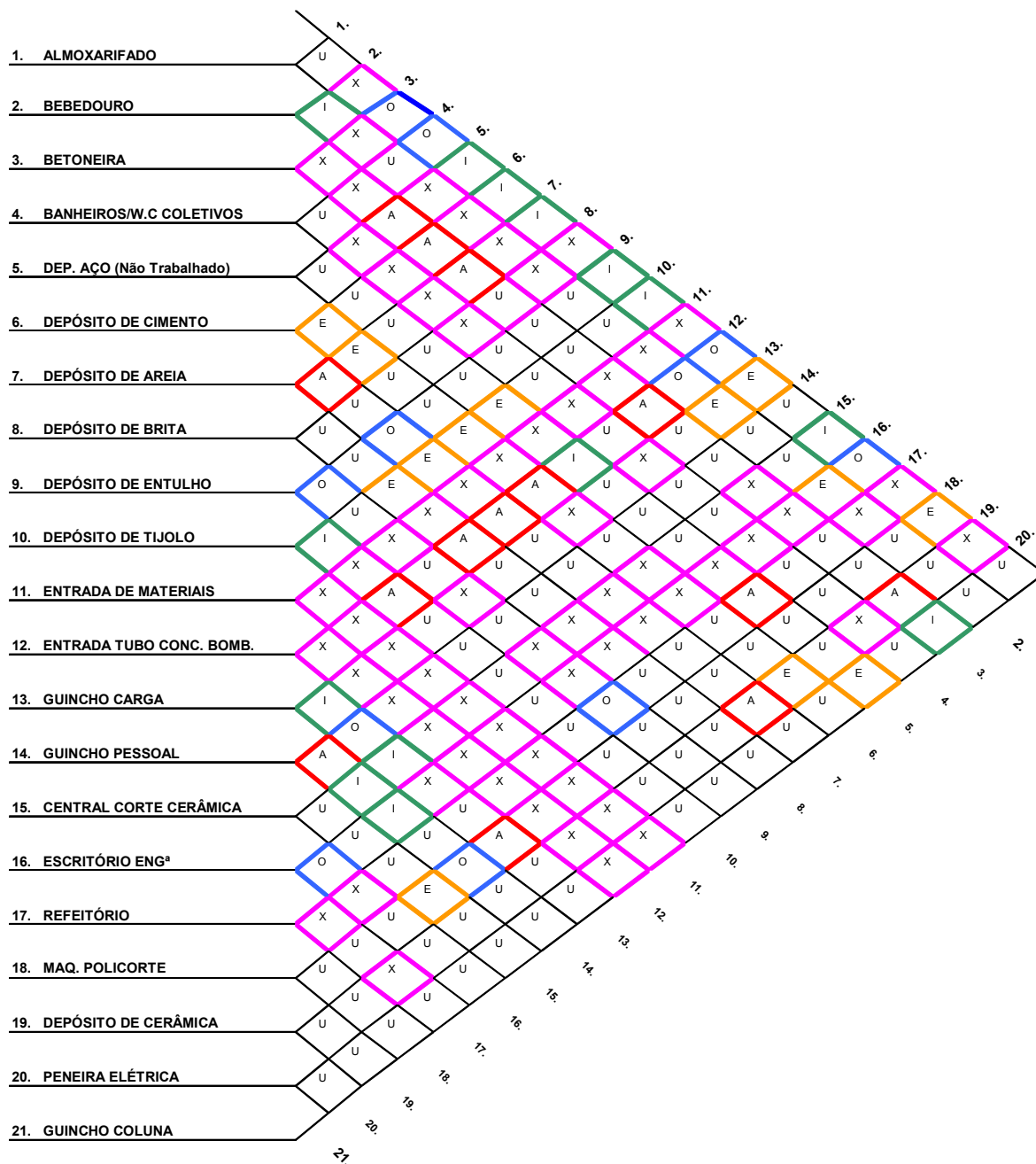


CASA ROSA

Classificação de proximidade

VALOR	PROXIMIDADE
A	Absolutamente importante
E	Muito importante
I	Importante
O	Pouco importante
U	Desprezível
X	Indesejável

Figura 25 - Grau de Importâncias



**Figura 26** - Carta de Inter-relações do Edifício *Casa Rosa*  
 Fonte: Adaptado de Muther (1978)

Os principais locais estudados foram os que receberam o nome de “A”, pois são absolutamente importantes. A seguir, lista-se os encontros absolutamente importantes e nesses foca-se os estudos de fluxos. Não se pode esquecer também de evitar, sempre que possível, os encontros indesejáveis.

### ANÁLISE

VALOR A: ABSOLUTAMENTE IMPORTANTE - 14 (encontro de, com):

1 - CIMENTO E BETONEIRA	8 - CIMENTO COM GUINCHO DE CARGA
2 - AREIA COM A BETONEIRA	9 - BETONEIRA COM GUINCHO DE CARGA
3 - BRITA COM A BETONEIRA	10 - POLICORTE COM DEPÓSITO DE AÇO
4 - BRITA COM O DEPÓSITO DE AREIA	11 - PENEIRA ELÉTRICA COM O DEPÓSITO DE AREIA
5 - TIJOLO COM O GUINCHO DE CARGA	12 - PENEIRA ELÉTRICA COM A BETONEIRA
6 - AREIA COM O GUINCHO DE CARGA	13 - DEPÓSITO DE CERÂMICA COM O GUINCHO DE CARGA
7 - BRITA COM O GUINCHO DE CARGA	14 - CENTRAL DE CORTE DE CERÂMICA COM O GIUNCHO DE PESSOA

**Figura 27** - Conclusão dos Encontros de Maior Importância.

## 5.1.2 Avaliação Quantitativa

A partir dos estudos qualitativos da carta de inter-relações (Figura 26) a respeito dos fluxos, pode-se então ter uma noção do grau de importância e de proximidades em cada posto de trabalho. Partindo destas premissas, tem-se a seguir alguns passos para racionalização dos fluxos implementados na C. Rolim Engenharia Ltda. que obtiveram um resultado positivo.

Antes de começar a discorrer sobre estes passos, é importante ressaltar que foram descobertos indicadores importantes. Alguns desses indicadores, os engenheiros experientes tinham conhecimento através de *feeling*, entretanto muitas vezes não eram colocados em prática. Através de novos estudos como o de contatos e as distâncias máximas entre locais de trabalho, pode-se afirmar, por exemplo, que o posto de trabalho betoneira esteja distante do depósito de cimento no máximo três metros.

De um modo geral, os custos com a força de trabalho humano em transportes é um dos maiores em canteiros de obras. Qualquer medida adotada deve ter como objetivo principal a redução destes custos. Estas medidas de racionalizar os fluxos permitem descobrir onde o trabalho não é feito com eficiência e onde ocorre desperdício de tempo.

### 5.1.2.1 Estudos dos Contatos

O estudo de contatos é muito importante, pois ele informa, através de números, que posto de trabalho têm mais necessidades de proximidade do outro. Este estudo é

diferenciado em relação ao SLP, pelas características da construção. Os contatos são as viagens dadas pelos operários para produzir e transportar os insumos. Por exemplo, para produzir concreto são necessários areia, brita e cimento. Pelo orçamento, têm-se as quantidades totais de areia, brita e cimento para a confecção do concreto ou das argamassas. Têm-se as quantidades transportadas por vez em padiolas. Então, ao dividir as quantidades totais pelas quantidades transportadas por vez, obtém-se as vezes que se deslocam da betoneira para os agregados. Estas quantidades são os números de contatos.

Pelos estudos de contatos, chega-se a algumas conclusões, como: na fase do concreto, o insumo que é mais utilizado é a brita e na das argamassas, o insumo mais usado é a areia grossa. No total da obra, tem-se que a areia grossa é o insumo mais importante em termos de contatos.

No caso do concreto, o volume considerado para o cálculo foi apenas um percentual pequeno do total, equivalente apenas ao volume dos pilares, pois as lajes e vigas receberam concreto usinado bombeado. A concreteira também forneceu concreto para pilares, o que facilitou muito as atividades de fluxo no canteiro, pois a preocupação com a subida do concreto é mínima, já que a bomba da concreteira presta este serviço. Assim, a tendência futura é de que todos os concretos da obra sejam usinados e bombeados.

**Tabela 1 - Conclusão dos Contatos**



**CONTATOS ED. CASA ROSA**

INSUMOS	COMPONENTES	VOLUME TOTAL	VEÍCULO DE TRANSPORTE	QUANTIDADE TRANSPORTADA POR VEZ	No. DE CONTATOS	PONTOS DE CONTATOS
<b>Concreto</b>	areia	480,00	padiola com rodas	0,09	5.333,33	betoneira/dep. Areia
	brita	640,00	padiola com rodas	0,09	7.111,11	betoneira/dep. Brita
	cimento	6.720,00	homem	1	6.720,00	betoneira/dep. cimento
<b>Argamassa</b>	areia	2.420,00	padiola com rodas	0,09	26.888,89	betoneira/dep. Areia
	cimento	11.280,00	homem	1	11.280,00	betoneira/dep. cimento
	CONCRETO	800,00	jerica	0,14	5.714,29	betoneira/guincho
	ARGAMASSA	1.978,95	jerica	0,14	14.135,34	betoneira/guincho
<b>TOTAL DE CONTATOS</b>					<b>77.182,96</b>	

CONCLUSÃO POR INSUMOS	
CIMENTO	18.000,00
AREIA GROSSA	32.222,22
BRITA	7.111,11
<b>TOTAL</b>	<b>57.333,33</b>

**CONCLUSÃO GERAL:**

Durante a fase do concreto, o insumo que deve ficar mais próximo da betoneira é a brita.

Quando começar com as argamassas, o estoque mais próximo da betoneira é a areia grossa

A tabela 2 apresenta os comparativos das distâncias percorridas entre a betoneira e o guincho de carga das duas obras em questão. A mesma apresenta também os contatos necessários entre estes locais, e as distâncias entre estes locais em cada obra.

**Tabela 2 - Conclusão dos Encontros de Maior Importância**

DISTÂNCIA ENTRE BETONEIRA E GUINCHO DE CARGA		
	GUINCHO DE CARGA	
	AMAZONIA	CASA ROSA
BETONEIRA C. ROLIM	22,00	5,40
BETONEIRA ROLIM MACHADO	23,00	9,20
Nº DE CONTATOS DE CONCRETO	5.714,29	5.714,29
Considerando o mesmo número - Ex: Casa Rosa		
Nº DE CONTATOS DE ARGAMASSA	14.135,34	14.135,34
Considerando o mesmo número - Ex: Casa Rosa		
DISTÂNCIA PERCORRIDA ENTRE BETONEIRA E GUINCHO (KM)	884,81	257,80
Que Economia!!!!!!!		

Para efeito de comparativo, foram mantidos os mesmos números de contatos de ambas as obras e consideradas as distâncias de cada uma. Por estes comparativos, pode-se saber qual a distância total que os operários percorrem entre estes locais de trabalho durante a obra. A melhoria do edifício *Casa Rosa* em relação ao edifício *Amazônia* foi impressionante.

A seguir (Figura 28), o mapa comparativo entre as distâncias percorridas da betoneira até o guincho de carga de cada obra, considerando os mesmos números de contatos, pois assim pode-se comparar de forma igualitária. Os números impressionam, já que o mapa demonstrou que durante toda a obra os operários que fazem este percurso andam o equivalente a 884,00 km e 257,00 km. Os operários do edifício *Casa Rosa* percorreram quase um terço da distância do que os funcionários do *Amazônia*. Em termos comparativos, os funcionários da betoneira do *Amazônia* percorreram uma distância de Fortaleza-CE até depois de Recife-PE, enquanto os do *Casa Rosa* foram de Fortaleza até Guamaré-RN. Por este estudo, visualizou-se a importância das localizações dos postos e locais de trabalhos, já que ficou claro que isto implica muito nas atividades de fluxos, além dos tempos, custos e,

principalmente, do ser humano, pois por que percorrer três vezes mais distâncias para fazer o mesmo serviço?




**Figura 28** - Mapa com as Distâncias Percorridas

#### 5.1.2.2 Estudo das Argamassas

Pelo orçamento da obra, listam-se os principais serviços com suas respectivas áreas e espessuras, gerando, assim, os volumes de argamassa necessários para a obra em foco. Com este levantamento, tem-se como identificar que volumes de massa foram feitos ao longo de um determinado prazo. A Tabela 3 mostra por exemplo, o chapisco interno, com 15.088,06 m<sup>2</sup> de área, possuindo uma espessura de aproximadamente de 0,5 cm, gerando um volume de argamassa de 75,44 m<sup>3</sup>.

**Tabela 3** - Quantidade de Argamassa Produzida



**CÁLCULO DA QUANTIDADE DE ARGAMASSA PRODUZIDA EM OBRA** (com base no orçamento preliminar)

SERVIÇOS	TOTAL M2	TOTAL M3	espessura (cm)
Alv de bloco de cimento 40x20 e=12cm	1.162,59	23,25	2,00
Alv de tijolo cer 20x20 e=10 (EXTERNA)	7.203,24	144,06	2,00
Alv de gesso (INTERNA)	3.942,76	78,86	2,00
Tela aço para fixação	103,37	2,07	2,00
Alv de tijolo cer e=7cm	3.637,06	72,74	2,00
<b>REVESTIMENTO INTERNO E PAVIMENTAÇÃO</b>			
Chapisco interno T 1:3	15.088,06	75,44	0,50
Emboco interno	4.953,00	123,83	2,50
Reboco interno parede	10.135,06	50,68	0,50
Regularização de piso	13.750,00	687,50	5,00
<b>REVESTIMENTO EXTERNO</b>			
Chapisco externo T 1:3	7.203,24	36,02	0,50
Emboco de fachada	6.476,00	226,66	3,50
Reboco de fachada	727,24	25,45	3,50
<b>TRATAMENTOS E IMPERMEABILIZAÇÃO</b>			
Cimentado de protecao	7.114,00	71,14	1,00
Cimentado de regularizacao	2.799,00	69,98	2,50
		<b>1.687,67</b>	

Pelos dados da Tabela 3, juntamente com os prazos de todos os serviços, tem-se o cronograma de consumo de argamassa. Neste, determina-se o pico máximo de consumo de argamassa, dado que será usado para dimensionar alguns equipamentos da obra, como betoneiras e guincho de carga.


Na Tabela 4, pode-se identificar o pico máximo de consumo diário de alguns insumos, como cimento, areia grossa e tijolo cerâmico. Estes dados são de suma importância para a boa gestão de estoques, pois estes materiais têm grande relevância financeira e são de uso constante.

Pela Tabela 4, ainda, pode-se mencionar que o insumo cimento deverá ter um consumo diário, de no mínimo, 49,52 sacos de 50 kg, pois todas as composições dos serviços listados apontam para isso, entretanto, não se deve esquecer de que outros serviços podem ser executados ao mesmo tempo. Por isso, este número é um indicador e não um índice de muita precisão.




Para o melhor entendimento da Tabela 4, no que diz respeito ao consumo de insumos, pode-se exemplificar a composição do serviço da regularização de base, no qual indica que o consumo de cimento é de 4,32 kg/m<sup>2</sup> e esta obra possui 13.750,00 m<sup>2</sup>, implicando um total de 59.400 kg. Deste total, tem-se que dividir por 50 kg, por oito meses e por vinte dias úteis no mês. Então, tem-se o total de sacos de cimentos consumidos por dia inerentes a este serviço. Neste caso, então, o resultado foi de 7,43 sacos de cimento consumidos no serviço regularização de base, por dia.

**Tabela 4 - Cronograma do Consumo de Materiais**



OBRA: CASA ROSA

ANÁLISE DO CRONOGRAMA DE CONSUMO DE MATERIAIS PARA ARGAMASSAS																	
	TEMPO (MÊS)	TEMPO (MÊS)										VOL. CASA ROSA DO ORÇAMENTO ESTIMATIVO	PICO MÁXIMO POR DIA				
		dez-05	jan-06	fev-06	mar-06	abr-06	mai-06	jun-06	jul-06	ago-06	set-06		out-06	CIMENTO	AREIA	TIJOLO CERÂMICO	
CHAPISCO FACHADA	2											33,61 m <sup>3</sup>	33,61 m <sup>3</sup>	36,02 m <sup>3</sup>	9,04	0,98	
EMBOÇO FACHADA	3													226,66 m <sup>3</sup>	12,43	2,35	
REG.DE BASE	8			95,59 m <sup>3</sup>	95,59 m <sup>3</sup>	95,59 m <sup>3</sup>	95,59 m <sup>3</sup>	95,59 m <sup>3</sup>	95,59 m <sup>3</sup>	95,59 m <sup>3</sup>	95,59 m <sup>3</sup>			687,50 m <sup>3</sup>	7,43	1,41	
CAM. REGULARIZAÇÃO	8			8,75 m <sup>3</sup>	8,75 m <sup>3</sup>	8,75 m <sup>3</sup>	8,75 m <sup>3</sup>	8,75 m <sup>3</sup>	8,75 m <sup>3</sup>	8,75 m <sup>3</sup>	8,75 m <sup>3</sup>			69,98 m <sup>3</sup>	3,61	0,80	
PROTEÇÃO MEC.	5				14,56 m <sup>3</sup>	14,56 m <sup>3</sup>	14,56 m <sup>3</sup>	14,56 m <sup>3</sup>	14,56 m <sup>3</sup>	14,56 m <sup>3</sup>	14,56 m <sup>3</sup>			71,14 m <sup>3</sup>	7,41	1,16	
ALVENARIA EXTERNA	8	34,92 m <sup>3</sup>	34,92 m <sup>3</sup>	34,92 m <sup>3</sup>	34,92 m <sup>3</sup>	34,92 m <sup>3</sup>	34,92 m <sup>3</sup>	34,92 m <sup>3</sup>	34,92 m <sup>3</sup>	34,92 m <sup>3</sup>	34,92 m <sup>3</sup>			144,06 m <sup>3</sup>	1,87	3,68	1.127,55
ALVENARIA TIJOLO CER (7CM)	8	9,09 m <sup>3</sup>	9,09 m <sup>3</sup>	9,09 m <sup>3</sup>	9,09 m <sup>3</sup>	9,09 m <sup>3</sup>	9,09 m <sup>3</sup>	9,09 m <sup>3</sup>	9,09 m <sup>3</sup>	9,09 m <sup>3</sup>	9,09 m <sup>3</sup>			72,74 m <sup>3</sup>	0,94	1,86	
ALVENARIA BLOCO DE CONCRETO	8	2,91 m <sup>3</sup>	2,91 m <sup>3</sup>	2,91 m <sup>3</sup>	2,91 m <sup>3</sup>	2,91 m <sup>3</sup>	2,91 m <sup>3</sup>	2,91 m <sup>3</sup>	2,91 m <sup>3</sup>	2,91 m <sup>3</sup>	2,91 m <sup>3</sup>			23,25 m <sup>3</sup>	0,30	0,59	
CHAPISCO	8	10,14 m <sup>3</sup>	10,14 m <sup>3</sup>	10,14 m <sup>3</sup>	10,14 m <sup>3</sup>	10,14 m <sup>3</sup>	10,14 m <sup>3</sup>	10,14 m <sup>3</sup>	10,14 m <sup>3</sup>	10,14 m <sup>3</sup>	10,14 m <sup>3</sup>			75,44 m <sup>3</sup>	4,13	0,51	
EMBOÇO INTERNO	9							26,11 m <sup>3</sup>	26,11 m <sup>3</sup>	26,11 m <sup>3</sup>	26,11 m <sup>3</sup>			123,83 m <sup>3</sup>	2,36	0,45	
REBOCO INTERNO (GESSO)														50,68 m <sup>3</sup>			
		<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>202,06 m<sup>3</sup> / mês</span> <span>202,06 m<sup>3</sup> / mês</span> <span>145,01 m<sup>3</sup></span> <span>164,07 m<sup>3</sup></span> <span>59,73 m<sup>3</sup></span> </div>										<b>TOTAIS</b>	<b>49,52</b>	<b>13,81</b>	<b>1.127,55</b>		



**10,10 m<sup>3</sup> por dia**

cálculo do pico de argamassa - Total de Argamassa do mês dividido por 20 dias úteis

Outro dado importante é que, no mês de junho de 2006, foram produzidos 202,06 m<sup>3</sup> de argamassa, implicando uma produção diária de 10,10 m<sup>3</sup>. O dimensionamento dos equipamentos foi feito para atender esta demanda.

### 5.1.2.3 Estudo de Equipamentos

O estudo dos equipamentos de uma obra é uma parte fundamental nos fluxos logísticos internos (físico e de informações), pois a escolha do melhor equipamento aumentará

a produtividade e diminuirá os desperdícios de tempos e de materiais. A construção civil, como um todo, não possui um planejamento de uso de equipamentos, ou seja, conforme a necessidade dos mestres ou supervisores de obra, estes vão locando ou comprando, entretanto, o ideal é saber qual equipamento usar, como usar e quando será necessária a sua entrada na obra.

As construtoras sempre se especializaram muito na quantificação de materiais e de pessoas para uma obra, enquanto os equipamentos eram muitas vezes orçados como verba dentro do BDI (Benefício por Despesas Indiretas). Atualmente o mercado está fazendo contas a respeito de amortização e depreciação de um equipamento durante uma obra. A amortização é um cálculo muito interessante, pois com valores pode-se calcular se um equipamento será pago através do seu uso em uma obra, duas obras ou realmente quando o investimento começará a ter retorno financeiro.

Apesar de a construção civil não dispor de tantas máquinas como a indústria seriada e estas também não serem de grandes valores, a exceção de algumas, o investimento em equipamentos ainda é bastante tímido, pois as incertezas de mercado, juntamente com as dificuldades de importação, comprometem esta ação.

#### 5.1.2.3.1 Posto de Trabalho – Betoneira

Foi selecionado para estudo este posto de trabalho, em virtude da grande importância. É um posto de trabalho que tem muito que melhorar, tanto na produção, nos controles, quanto no aspecto ergonômico. Cita-se, também, que neste posto já foram alcançadas algumas melhorias, como a possível eliminação de desperdícios mediante retirada da peneira elétrica, pois o fornecedor já está entregando a areia peneirada. É o local de trabalho de maior movimentação num canteiro de obras, pois todos os traços de argamassas e alguns de concreto saem da betoneira para toda a obra.

- **Avaliação da Quantidade de Betoneiras**

No posto de trabalho da betoneira, sempre se adotou o uso de uma betoneira para uma obra de porte médio residencial vertical, sem nenhum estudo mais aprofundado do assunto. Segue um estudo sobre a quantidade de betoneiras, analisando o que se tem a produzir de argamassa e concreto nas obras, juntamente com a sua capacidade produtiva.

De acordo com a Tabela 5, a quantidade indicada para atender o mês de pico na produção de argamassas aponta para 0,47 betoneiras auto carregáveis de 580 l, portanto, foi adotada uma betoneira através de capacidades produtivas e não por “achismos”.

**Tabela 5 - Avaliação da Quantidade de Betoneiras**

**AValiação DA QUANTIDADE DE BETONEIRAS NECESSÁRIAS**  
**OBRA: CASA ROSA**

Volume no pico de argamassa	10,10 m <sup>3</sup> /dia
Volume de argamassa no período da tarde (25%)	2,53 m <sup>3</sup> /dia
Volume de argamassa no período da manhã (75%)	7,58 m <sup>3</sup> /dia
Pico máximo de argamassa	1,9 m <sup>3</sup> / h

Volume de concreto no mês de pico	0,00
Volume de argamassa no mês de pico	1,9 m <sup>3</sup> / h
Percentual de ociosidade	0,20
Capacidade de mistura da betoneira	4,8 m <sup>3</sup> / h

Nº de Betoneiras Necessárias	0,47
------------------------------	------

Utilizando a betoneira da empresa responsável pela estrutura de concreto.

Volume de argamassa / capacidade de mistura + percentual de ociosidade (20%)

**DECISÃO FINAL:**

<b>QUANTIDADE DE BETONEIRAS</b>	<b>1,00 und</b>
---------------------------------	-----------------

**OBS: COLOCA-SE UMA SEGUNDA BETONEIRA, CASO HAJA SIMULTANEIDADE DE SERVIÇOS INTERNOS COM A FACHAD.**

▪ **Avaliação da Localização das Betoneiras**

É de suma importância a localização de uma betoneira em um canteiro de obra, pois as movimentações de materiais são inúmeras, as distâncias percorridas são enormes, o tempo gasto é alto. Antigamente as construtoras não davam muita importância a esta localização, entretanto, depois dos estudos logísticos, definiram-se alguns indicadores de distâncias entre as baias de agregados e a betoneira e desta para o guincho de carga. Ressalta-se que, primeiramente, se define a localização do guincho de carga para a escolha adequada da posição da betoneira.

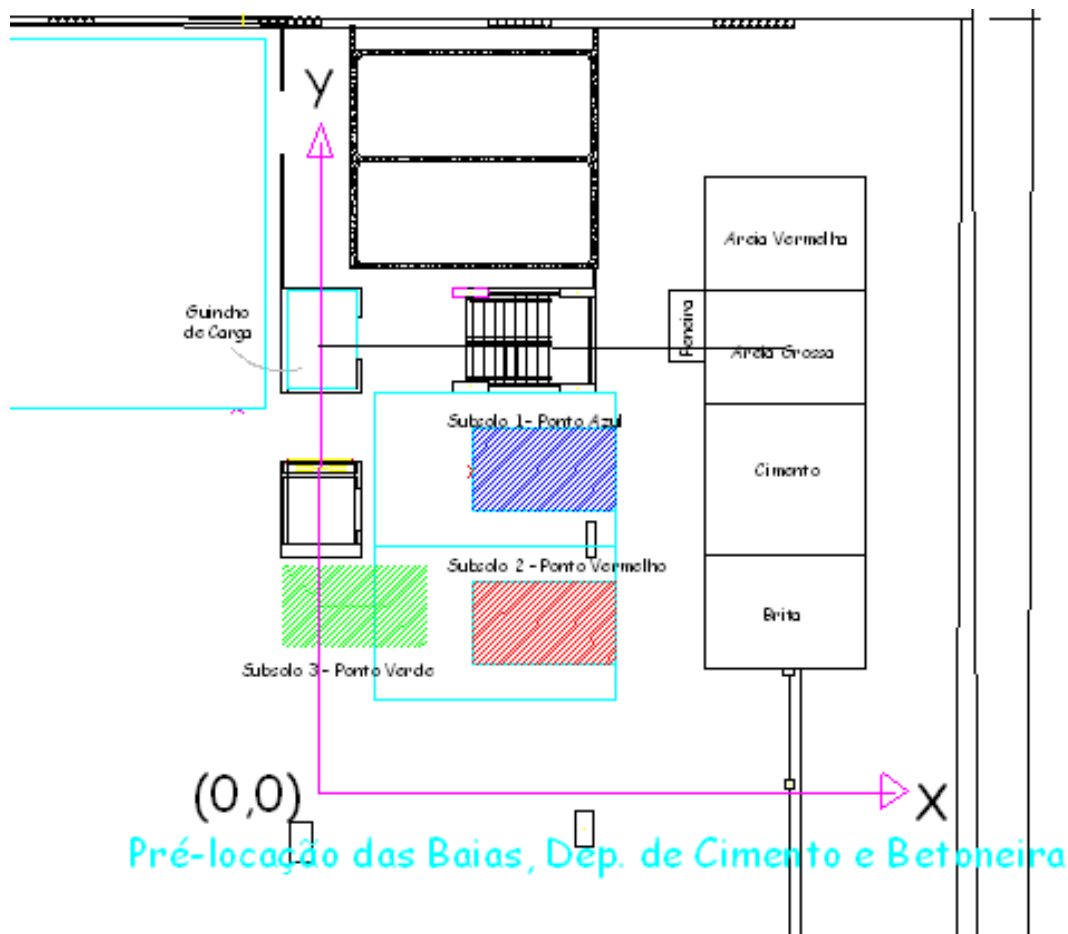
Nos estudos de fluxos logísticos do canteiro de obra do edifício *Casa Rosa*, definiu-se que o parâmetro bom de distância entre as baias de agregado e a betoneira é de, no máximo, 3,00 m e uma boa referência de distância entre a betoneira e o guincho de carga é de,

no máximo, 7,00 m. Logicamente, cada obra tem peculiaridades, entretanto, estes indicadores são bons norteadores para avaliar o estudo de fluxos no canteiro de obra analisado.

É importante ressaltar que, do ponto de vista de movimentação e transporte manual, o local mais adequado para a localização da betoneira é o subsolo, pois os agregados descem por gravidade, juntamente com o cimento, que desce por via da rampa, eliminando transporte manual e deixando a obra com o pavimento térreo mais limpo e organizado.

Mesmo o pavimento subsolo sendo o melhor local para a localização da betoneira, tem-se que definir qual a posição desta dentro do pavimento em questão. Desta forma, mais uma vez deixam-se os “achismos” de fora e tem-se uma análise técnica sobre o assunto “localização da betoneira”. Esta ferramenta analisa o melhor local com a simulação de algumas posições. Sugerem-se três posições e, pela fórmula que será vista na seqüência, a menor carga distância será a melhor, pois esta fará o menor esforço para promover a mesma atividade. Os locais como as baias de agregado, o depósito de cimento e o guincho de carga já estão pré-definidos para o estudo da carga-distância.

De acordo com a Figura 29, tem-se as posições sugeridas, que são os pontos chamados subsolo 1 ou ponto azul, subsolo 2 ou ponto vermelho e o subsolo 3 ou ponto verde. Foi elaborado o eixo das ordenadas passando no eixo do guincho de carga e o eixo das abscissas abaixo das posições sugeridas para a localização da betoneira. Os eixos nestas posições facilitam os cálculos numéricos, pois todas as cotas das distâncias ficam positivas.



**Figura 29** - Avaliação da Melhor Posição da Betoneira Através de uma Pré-Locação

A seguir vem uma análise da localização da betoneira do edifício *Casa Rosa*. Por esse estudo, pode-se notar que o ponto chamado subsolo 1, ou ponto azul, foi o melhor ou mais adequado para locar a betoneira.



**ESCOLHA DO LOCAL DA BETONEIRA PELA TÉCNICA DA CARGA DISTÂNCIA**

$$CD = \text{Somatório } I_i \times D_i$$

Onde:

CD - Carga-Distância

I - A carga expressa como peso, número de viagens ou unidades embarcadas do local proposto.

D - A distância entre o local proposto e a localização i

A menor carga distância será o local escolhido

Referência - Eixo de Coordenadas (0,0)

Locais potenciais para betoneira

Local	X	Y		Baías de estoque		
				Areia	Brita	Cimento
Subsolo 1	6,23	9,08	X	13,20	13,20	13,20
Subsolo 2	6,23	4,78	Y	12,53	5,19	8,86
Subsolo 3	0,93	5,27	I	56,20	12,40	31,40

Subsolo 1 - Do lado da caixa da escada - Ponto Azul

Subsolo 2 - Do lado esquerdo do local do subsolo 1 - Ponto Vermelho

Subsolo 3 - Do lado do guincho de passageiros - Ponto Verde

I - Peso (Número de viagens) - Advindos dos números de contatos

CONCLUSÃO POR INSUMOS		I
CIMENTO	18.000,00	31,40
AREIA GROSSA	32.222,22	56,20
BRITA	7.111,11	12,40
<b>TOTAL</b>	<b>57.333,33</b>	<b>100%</b>

$$D_i = \sqrt{[(X_i - X)^2 + (Y_i - Y)^2]}$$

(X,Y) - Coordenadas do local proposto

(X<sub>i</sub>,Y<sub>i</sub>) - Coordenadas da instalação existente

**PARA SUBSOLO 1**

$$\text{Dareia} = \sqrt{[(13,20-6,23)^2 + (12,53-9,08)^2]}$$

$$\text{Dareia} = \sqrt{[(6,97)^2 + (3,45)^2]}$$

$$\text{Dareia} = \sqrt{60,48}$$

$$\text{Dareia} = 7,78$$

$$\text{Dbrita} = \sqrt{[(13,20-6,23)^2 + (5,19-9,08)^2]}$$

$$\text{Dbrita} = \sqrt{[(6,97)^2 + (-3,89)^2]}$$

$$\text{Dbrita} = \sqrt{63,71}$$

$$\text{Dbrita} = 7,98$$

$$\text{Dcimento} = \sqrt{[(13,20-6,23)^2 + (8,86-9,08)^2]}$$

$$\text{Dcimento} = \sqrt{[(6,97)^2 + (-0,22)^2]}$$

$$\text{Dcimento} = \sqrt{48,63}$$

$$\text{Dcimento} = 6,97$$

$$\text{CD SUBSOLO 1} = (\text{Dareia} \times \text{I}) + (\text{Dbrita} \times \text{I}) + (\text{Dcimento} \times \text{I})$$

$$\text{CD SUBSOLO 1} = (7,78 \times 56,20) + (7,98 \times 12,40) + (6,97 \times 31,40)$$

$$\text{CD SUBSOLO 1} = 754,62$$

**PARA SUBSOLO 2**

$$\text{Dareia} = \sqrt{[(13,20-6,23)^2 + (12,53-4,78)^2]}$$

$$\text{Dareia} = \sqrt{[(6,97)^2 + (7,75)^2]}$$

$$\text{Dareia} = \sqrt{108,64}$$

$$\text{Dareia} = 10,42$$

$$\text{Dbrita} = \sqrt{[(13,20-6,23)^2 + (5,19-4,78)^2]}$$

$$\text{Dbrita} = \sqrt{[(6,97)^2 + (0,41)^2]}$$

$$\text{Dbrita} = \sqrt{48,75}$$

$$\text{Dbrita} = 6,98$$

$$\text{Dcimento} = \sqrt{[(13,20-6,23)^2 + (8,86-4,78)^2]}$$

$$\text{Dcimento} = \sqrt{[(6,97)^2 + (4,08)^2]}$$

$$\text{Dcimento} = \sqrt{65,23}$$

$$\text{Dcimento} = 8,08$$

$$\text{CD SUBSOLO 2} = (\text{Dareia} \times \text{I}) + (\text{Dbrita} \times \text{I}) + (\text{Dcimento} \times \text{I})$$

$$\text{CD SUBSOLO 2} = (10,42 \times 56,2) + (6,98 \times 12,40) + (8,08 \times 31,40)$$

$$\text{CD SUBSOLO 2} = 925,96$$

**PARA SUBSOLO 3**

$$\text{Dareia} = \sqrt{[(13,20-0,93)^2 + (12,53-5,27)^2]}$$

$$\text{Dareia} = \sqrt{[(12,27)^2 + (7,26)^2]}$$

$$\text{Dareia} = \sqrt{203,26}$$

$$\text{Dareia} = 14,26$$

$$\text{Dbrita} = \sqrt{[(13,20-0,93)^2 + (5,19-5,27)^2]}$$

$$\text{Dbrita} = \sqrt{[(12,27)^2 + (-0,08)^2]}$$

$$\text{Dbrita} = \sqrt{150,56}$$

$$\text{Dbrita} = 12,27$$

$$\text{Dcimento} = \sqrt{[(13,20-0,93)^2 + (8,86-5,27)^2]}$$

$$\text{Dcimento} = \sqrt{[(12,27)^2 + (3,59)^2]}$$

$$\text{Dcimento} = \sqrt{163,44}$$

$$\text{Dcimento} = 12,78$$

$$\text{CD SUBSOLO 3} = (\text{Dareia} \times \text{I}) + (\text{Dbrita} \times \text{I}) + (\text{Dcimento} \times \text{I})$$

$$\text{CD SUBSOLO 3} = (14,26 \times 56,20) + (12,27 \times 12,40) + (12,78 \times 31,40)$$

$$\text{CD SUBSOLO 3} = 1.354,82$$

**Conclusão: A menor carga-distância é a do subsolo 1, ou seja o melhor local para a colocação da betoneira é em frente a baía de areia grossa e do depósito de cimento.**

- Avaliação dos Fluxos na Betoneira

Mesmo com a evolução da tecnologia dos serviços dentro da construção civil, como paredes de bloco de gesso, paredes em *dry-wall*, e obras pré-moldadas, o equipamento betoneira é imprescindível para a indústria da construção civil. Por este motivo, a análise dos fluxos e tempos neste posto de trabalho é fundamental.

O estudo seguinte foi feito para melhorar o posto de trabalho e parametrizar algumas distâncias e tempos entre a betoneira e os agregados graúdos e miúdos e os aglomerantes.

Mediante este estudo, pode-se observar os tempos medidos entre os agregados e a betoneira, desta para o guincho de carga e do guincho de carga para um pavimento médio onde foi escolhido o décimo segundo pavimento-tipo. O traço escolhido foi o de regularização de base, muito representativo em um canteiro de obra, pois este possui grande volume. A regularização de base nivela o concreto da laje até o ponto da quase aplicação de um revestimento. Este traço é conhecido como (1: 2,5) um para dois e meio, com padiola dupla de 90 l, ou seja, para cada saco de cimento tem-se cinco partes de areia grossa peneirada.

O objetivo deste estudo é a obtenção destes tempos para análise posterior de como melhorar ou aperfeiçoar os fluxos. Na seqüência se tem um estudo do tempo padrão de cada atividade citada anteriormente, com suas peculiaridades e, por fim, um balanceamento da linha de produção da betoneira, com a sugestão de um novo posto de trabalho para esta estação.



**Tempo do depósito de aria grossa para betoneira****(Carga e transporte)****1) Análise para nível de confiança de 95% e um erro de +/- 5%****Segundo Barnes ( 1977, p. 286)****Tempos em segundos**

		X	X <sup>2</sup>
X1	49	49	2401
X2	43	43	1849
X3	42	42	1764
X4	51	51	2601
X5	51	51	2601
X6	49	49	2401
X7	43	43	1849
X8	42	42	1764
X9	50	50	2500
X10	43	43	1849
	Somatório	463	21579

$$N = \left( \frac{40 \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

Onde N é o número necessário de operações para prever o tempo verdadeiro com erro relativo de +/- 5% e 95% de confiança.

$$N = \left( \frac{40 \sqrt{10 \cdot (21579) - (463)^2}}{463} \right)^2$$

N= 10,60 - então utilizou-se 11 amostras

		X	X <sup>2</sup>
X1	49	49	2401
X2	43	43	1849
X3	42	42	1764
X4	51	51	2601
X5	51	51	2601
X6	49	49	2401
X7	43	43	1849
X8	42	42	1764
X9	50	50	2500
X10	43	43	1849
X11	45	45	2025
	Somatório	508	23604

tempo selecionado foi a média das 11 amostras

$$\bar{X} = \frac{23604}{11}$$

$X =$	46,18181818 segundos
-------	----------------------

## 2) Determinação do tempo normal

Segundo Barnes (1977, p.298) , o ritmo médio deste operador é

habilidade bom,	0,06	
esforço bom	0,02	
condições boas	0,02	
consistência boa	0,01	
<b>total</b>	<b>0,11</b>	<b>11%</b>

tempo normal = tempo selecionado x (ritmo percentual)/ 100

tempo normal = 46,18 x (111)/ 100

**tempo normal = 51,26 segundos**

## 3) Tolerâncias

3.1) tolerância pessoal - segundo Barnes, para trabalhos normais pode-se adotar de 2 a 5% como o trabalho é mais pesado e em ambiente quente, Então adotou-se 5%.

3.2) tolerância para fadiga - segundo Barnes, (1977, p. 314) , pode-se adotar 24%

3.3) tolerância por espera - a produção é puxada através de kanbans e as máquinas e ferramentas são novas, então o operário não tem uma grande espera. adota-se tolerância de 0%

**somatório das tolerâncias - 5% + 24% + 0% = 29%**

## 4) Determinação do tempo padrão

Tempo Padrão = Tempo Normal + (Tempo Normal X Tolerâncias)

Tempo Padrão = 51,26 + (51,26 X 0,29)

**Tempo Padrão = 66,12 Segundos**

**Tempo do depósito de cimento para a betoneira**

**(Carga e transporte)**

**1) Análise para nível de confiança de 95% e um erro de +/- 5%**

**Segundo Barnes ( 1977, p. 286)**

**Tempos em segundos**

		X	X <sup>2</sup>
X1	9	9	81
X2	7	7	49
X3	7	7	49
X4	8	8	64
X5	10	10	100
X6	9	9	81
X7	9	9	81
X8	8	8	64
X9	9	9	81
X10	8	8	64
	Somatório	84	714

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

Onde N é o número necessário de operações para prever o tempo verdadeiro com erro relativo de +/- 5% e 95% de confiança.

$$N = \left( \frac{40 \sqrt{10 \cdot (714) - (84)^2}}{84} \right)^2$$

N= 19,04 -então utilizou-se 20 amostras

		X	X <sup>2</sup>
X1	9	9	81
X2	7	7	49
X3	7	7	49
X4	8	8	64
X5	10	10	100
X6	9	9	81
X7	9	9	81
X8	8	8	64
X9	9	9	81
X10	8	8	64
X11	9	9	81
X12	9	9	81
X13	8	8	64
X14	8	8	64
X15	9	9	81
X16	7	7	49
X17	9	9	81
X18	9	9	81
X19	9	9	81
X20	8	8	64
	somatório	169	1441

tempo selecionado foi a média das 20 amostras

$$\bar{X} = \frac{169}{20}$$

$\bar{X} =$	8,450	segundos
-------------	-------	----------

## 2) Determinação do tempo normal

Segundo Barnes (1977, p.298), o ritmo médio deste operador é

habilidade bom,	0,06	
esforço bom	0,02	
condições boas	0,02	
consistência boa	0,01	
<b>total</b>	<b>0,11</b>	<b>11%</b>

tempo normal = tempo selecionado x (ritmo percentual)/ 100

tempo normal = 8,45 x (111)/ 100

**tempo normal = 9,38 segundos**

## 3) Tolerâncias

3.1) tolerância pessoal - segundo Barnes, para trabalhos normais pode-se adotar de 2 a 5% como o trabalho é mais pesado e em ambiente quente, Então adotou-se 5%.

3.2) tolerância para fadiga - segundo Barnes (1977, p. 314), pode-se adotar 30%

3.3) tolerância por espera - a produção é puxada através de kanbans e as máquinas e ferramentas são novas, então o operário não tem uma grande espera. adota-se tolerância de 0%

**somatório das tolerâncias - 5% + 30% + 0% = 35%**

## 4) Determinação do tempo padrão

Tempo Padrão = Tempo Normal + (Tempo Normal X Tolerâncias)

Tempo Padrão = 9,38 + (9,38 X 0,35)

**Tempo Padrão = 12,66 Segundos**

**Tempo para fazer um traço 1:2,5 em uma betoneira**

1) Análise para nível de confiança de 95% e um erro de +/- 5%

Segundo Barnes (1977, p. 286)

Tempos em segundos

		X	X <sup>2</sup>
X1	327	327	106929
X2	305	305	93025
X3	315	315	99225
X4	364	364	132496
X5	389	389	151321
X6	401	401	160801
X7	362	362	131044
X8	372	372	138384
X9	345	345	119025
X10	375	375	140625
	Somatório	3555	1272875

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

Onde N é o número necessário de operações para prever o tempo verdadeiro com erro relativo de +/- 5% e 95% de confiança.

$$N = \left( \frac{40 \sqrt{10 \cdot (1272875) - (3555)^2}}{3555} \right)^2$$

N= 11,49 - então utilizou-se 12 amostras

		X	X <sup>2</sup>
X1	327	327	106929
X2	305	305	93025
X3	315	315	99225
X4	364	364	132496
X5	389	389	151321
X6	401	401	160801
X7	362	362	131044
X8	372	372	138384
X9	345	345	119025
X10	375	375	140625
X11	345	345	119025
X12	374	374	139876
	somatório	4274	1531776

tempo selecionado foi a média das 12 amostras

$$\bar{X} = \frac{4274}{12}$$

$\bar{X} =$	<b>356,17</b> segundos
-------------	------------------------

## 2) Determinação do tempo normal

Segundo Barnes (1977, p.298) , o ritmo médio deste operador é

habilidade excelente	0,08	
esforço bom	0,02	
condições boas	0,02	
consistência excelente	0,03	
<b>total</b>	<b>0,15</b>	<b>15%</b>

tempo normal = tempo selecionado x (ritmo percentual)/ 100

tempo normal = 356,17 x (115)/ 100

**tempo normal = 409,60 segundos**

**tempo normal = 6,83 minutos**

## 3) Tolerâncias

3.1) tolerância pessoal - segundo Barnes, para trabalhos normais pode-se adotar de 2 a 5% como o trabalho é mais pesado e em ambiente quente, Então adotou-se 5%.

3.2) tolerância para fadiga - segundo Barnes, (1977, p. 314), pode-se adotar 24%

3.3) tolerância por espera - a produção é puxada através de kanbans e as máquinas e ferramentas são novas, então o operário não tem uma grande espera. adota-se tolerância de 0%

**somatório das tolerâncias - 5% + 24% + 0% = 29%**

## 4) Determinação do tempo padrão

Tempo Padrão = Tempo Normal + (Tempo Normal X Tolerâncias)

Tempo Padrão = 409,6 + (409,6 X 0,29)

**Tempo Padrão = 528,384 segundos**

**Tempo Padrão = 8,81 minutos**

**Tempo para gerica ir da betoneira para o guincho**

(Carga e transporte)

1) Análise para nível de confiança de 95% e um erro de +/- 5%

Segundo Barnes ( 1977, p. 286)

Tempos em segundos

		X	X <sup>2</sup>
X1	9	9	81
X2	7	7	49
X3	9	9	81
X4	10	10	100
X5	8	8	64
X6	10	10	100
X7	9	9	81
X8	10	10	100
X9	9	9	81
X10	9	9	81
	Somatório	90	818

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

Onde N é o número necessário de operações para prever o tempo verdadeiro com erro relativo de +/- 5% e 95% de confiança.

$$N = \left( \frac{40 \sqrt{10 \cdot (818) - (90)^2}}{90} \right)^2$$

N= 15,80 - então utilizou-se 16 amostras

		X	X <sup>2</sup>
X1	9	9	81
X2	7	7	49
X3	9	9	81
X4	10	10	100
X5	8	8	64
X6	10	10	100
X7	9	9	81
X8	10	10	100
X9	9	9	81
X10	9	9	81
X11	8	8	64
X12	8	8	64
X13	10	10	100
X14	9	9	81
X15	9	9	81
X16	9	9	81
	somatório	143	1289

tempo selecionado foi a média das 16 amostras

$$\bar{X} = \frac{143}{16}$$

$\bar{X} =$	<b>8,94</b> segundos
-------------	----------------------

## 2) Determinação do tempo normal

Segundo Barnes (1977, p.298), o ritmo médio deste operador é

habilidade bom	0,06	
esforço bom	0,02	
condições boas	0,02	
consistência boa	0,01	
<b>total</b>	<b>0,11</b>	<b>11%</b>

tempo normal = tempo selecionado x (ritmo percentual)/ 100

tempo normal = 8,94 x (111)/ 100

**tempo normal = 9,92 segundos**

## 3) Tolerâncias

3.1) tolerância pessoal - segundo Barnes, para trabalhos normais pode-se adotar de 2 a 5% como o trabalho é mais pesado e em ambiente quente, Então adotou-se 5%.

3.2) tolerância para fadiga - segundo Barnes, (1977, p.314), pode-se adotar 24%

3.3) tolerância por espera - a produção é puxada através de kanbans e as máquinas e ferramentas são novas, então o operário não tem uma grande espera. adota-se tolerância de 0%

**somatório das tolerâncias - 5% + 24% + 0% = 29%**

## 4) Determinação do tempo padrão

Tempo Padrão = Tempo Normal + (Tempo Normal X Tolerâncias)

Tempo Padrão = 9,92 + (9,92 X 0,29)

**Tempo Padrão = 12,80 Segundos**



**Tempo do guincho subir até o 12º pavimento tipo**

1) Análise para nível de confiança de 95% e um erro de +/- 5%

Segundo Barnes ( 1977, p. 286)

Tempos em segundos

		X	X <sup>2</sup>
X1	76	76	5776
X2	77	77	5929
X3	69	69	4761
X4	75	75	5625
X5	68	68	4624
X6	75	75	5625
X7	78	78	6084
X8	69	69	4761
X9	75	75	5625
X10	77	77	5929
	Somatório	739	54739

$$N = \left( \frac{40 \sqrt{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

Onde N é o número necessário de operações para prever o tempo verdadeiro com erro relativo de +/- 5% e 95% de confiança.

$$N = \left( \frac{40 \sqrt{10 \cdot (54739) - (739)^2}}{739} \right)^2$$

N= 3,72 - então utilizou-se as primeiras dez amostras

		X	X <sup>2</sup>
X1	76	76	5776
X2	77	77	5929
X3	69	69	4761
X4	75	75	5625
X5	68	68	4624
X6	75	75	5625
X7	78	78	6084
X8	69	69	4761
X9	75	75	5625
X10	77	77	5929
	somatório	739	54739

tempo selecionado foi a média das 10 amostras

$$\bar{X} = \frac{739}{10}$$

$\bar{X} =$	73,90 segundos
-------------	----------------

## 2) Determinação do tempo normal

Segundo Barnes (1977, p.298), o ritmo médio deste operador é

habilidade excelente	0,08	
esforço bom	0,02	
condições boas	0,02	
consistência excelente	0,03	
<b>total</b>	<b>0,15</b>	<b>15%</b>

tempo normal = tempo selecionado x (ritmo percentual)/ 100

tempo normal = 73,90 x (115)/ 100

**tempo normal = 84,99 segundos**

## 3) Tolerâncias

3.1) tolerância pessoal - segundo Barnes, para trabalhos normais pode-se adotar de 2 a 5% como o trabalho é mais pesado e em ambiente quente, Então adotou-se 5%.

3.2) tolerância para fadiga - segundo Barnes, (1977, p.314), pode-se adotar 9%

3.3) tolerância por espera - a produção é puxada através de kanbans e as máquinas e ferramentas são novas, então o operário não tem uma grande espera. adota-se tolerância de 0%

**Somatório das tolerâncias - 5% + 9% + 0% = 14%**

## 4) Determinação do tempo padrão

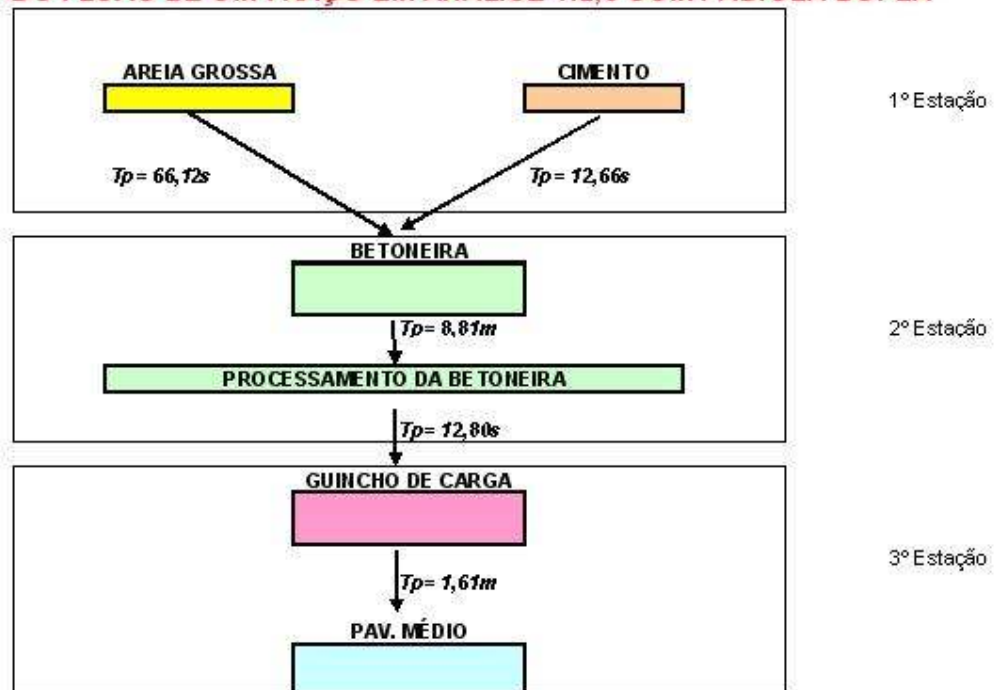
Tempo Padrão = Tempo Normal + (Tempo Normal X Tolerâncias)

Tempo Padrão = 84,99 + (84,99 X 0,14)

**Tempo Padrão = 96,89 Segundos**

**Tempo Padrão = 1,61 Minutos**

### ESTUDO DO FLUXO DE UM TRAÇO EM ANÁLISE 1:2,5 COM PADIOLA DUPLA



$T_p$  - Tempo Padrão

$T_f$  - Tempo de Fluxo - Tempo para percorrer todas as estações

$T_c$  - Tempo de Ciclo - Tempo máximo gasto em uma estação de trabalho

$T_f = 716,78s$

$T_c = 528,60s$

Figura 30 - Estudo do Fluxo de uma Betoneira

### 1) Balanceamento do Fluxo

$$\begin{aligned} \text{TC2} &= \frac{\text{Tempo de Produção Disponível}}{\text{Demanda de Produção Diária}} \\ \text{TC2} &= \frac{480 \text{ Minutos}}{60 \text{ Traços}} \\ \text{TC2} &= \mathbf{8 \text{ Minutos}} \end{aligned}$$

### 2) Número de Estações de Trabalho

$$\begin{aligned} \text{NET} &= \frac{\text{Soma dos Tempos da Tarefas (Tf)}}{\text{TC2}} \\ \text{NET} &= \frac{716,78}{480,00} \\ \text{NET} &= \mathbf{1,49} \end{aligned}$$

### 3) Eficiência da Linha

$$\begin{aligned} \text{Eficiência} &= \frac{\text{Soma dos Tempos (Tf)}}{\text{N}^\circ \text{ Atual de Estações} \cdot \text{TC2}} \\ \text{Eficiência} &= \frac{716,78}{3 \cdot 8 \cdot 60} \\ \text{Eficiência} &= \mathbf{49,77\%} \end{aligned}$$

OBS: Passando-se a ter apenas duas estações, a eficiência passa a ser de 74,66%, pois:

$$\begin{aligned} \text{Ef} &= \frac{716,78}{2 \cdot 8 \cdot 60} \\ \text{Ef} &= \mathbf{74,66\%} \end{aligned}$$

Outra análise do posto de trabalho betoneira é feita por meio do diagrama de processo, onde este observa o ambiente de trabalho de uma maneira mais geral e conclusiva. Esta ferramenta analisa os tempos produtivos como também os tempos improdutivos. A atividade em análise também é a confecção do traço de contrapiso do apartamento 1200, desde o recebimento do material até o lançamento sobre a laje. A seguir será representado este processo.

## DIAGRAMA DE PROCESSOS

SÍMBOLOS	DESCRIÇÃO	OPERÁRIOS	TEMPO (Segundos)
▼	Estocagem de areia		
▼	Estocagem de cimento		
→	Transporte do cimento para a betoneira	1 betoneiro/ 1 servente	11,00
●	Encher a padiola com areia	1 servente	35,00
→	Transporte da areia para a betoneira	1 servente	8,00
D	Espera		15,00
●	Despejar traço no carregável da betoneira	1 betoneiro	15,00
D	Traço na betoneira		330,00
●	Encher a jericá	1 betoneiro	5,00
→	Transporte de argamassa da betoneira para guincho	1 servente	6,00
→	Transporte de argamassa do guincho para apt. 1200	1 guincheiro	85,00
●	Despejar traço na laje	2 serventes	228,00

	Tempo em minutos	% do Tempo Total
Atividades	4,72	38,35
Transportes	1,83	14,91
Inspecção	-	-
Esperas	5,75	46,75
Estocagens	-	-
	12,30	100,00

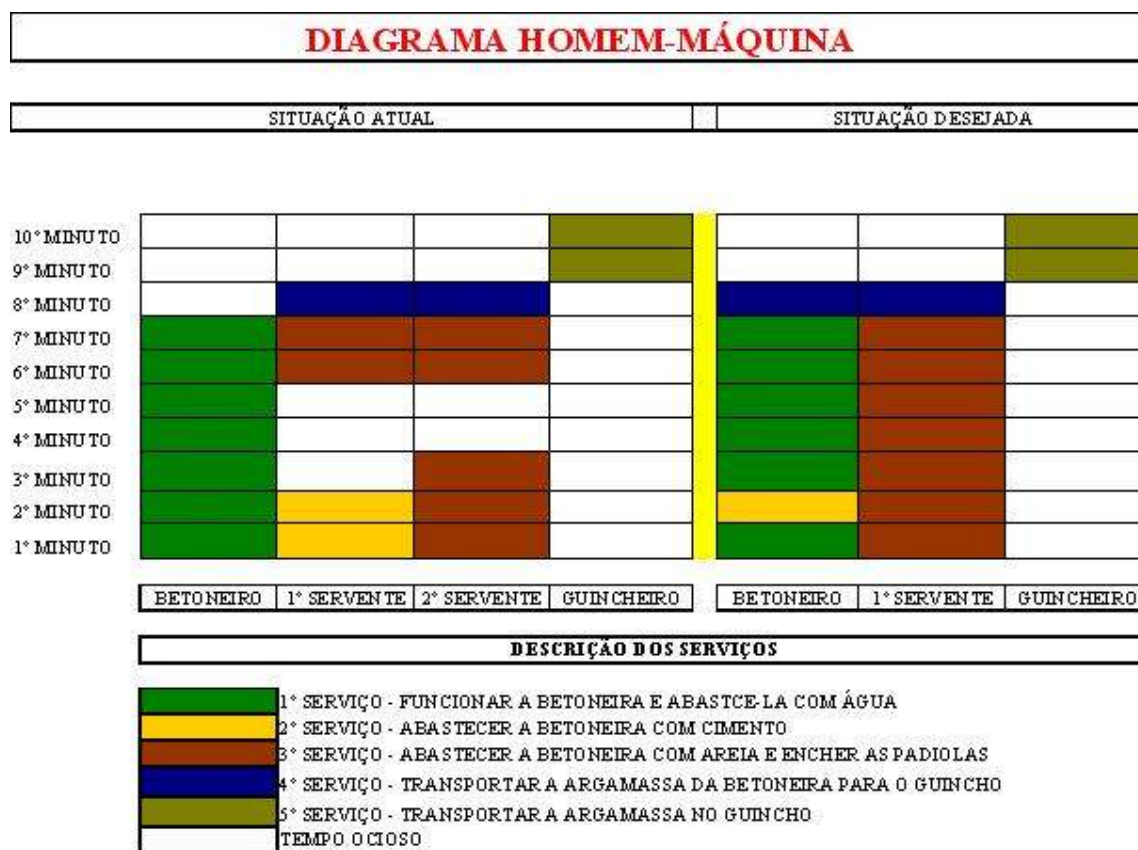
●	ATIVIDADE (OPERAÇÃO)
→	TRANSPORTE
■	INSPEÇÃO
D	ESPERAS
▼	ESTOCAGEM

**Figura 31** - Diagrama de Processos

Conforme citado, pode-se notar que o tempo gasto com a atividade corresponde a 38,35% do tempo total, o tempo gasto com transporte corresponde a 14,91% e o tempo de espera corresponde a 46,75%, ou seja, 61,65% do tempo são dedicados a tempo auxiliar e a tempo improdutivo.

O gráfico homem-máquina também ajuda à visualização da circunstância de trabalho atual e uma situação desejada, sem adoção de nenhuma tecnologia, apenas o bom senso da distribuição de atividades. O traço escolhido para o diagrama homem-máquina foi também o contrapiso de um apartamento. A situação pretendida ainda não é a melhor, contudo, a empresa já teve grande avanço apenas com a visualização dos possíveis gargalos e ociosidades. A partir de Figura 32, foi possível reduzir um servente nesta atividade, relocando atividades para o operador de betoneira e para o servente que ficou no processo, sem alterar a qualidade do serviço.

A Figura 32 reforça o diagrama de processos no que diz respeito a ociosidades e tempos de esperas, pois este posto de trabalho, fundamental para a construção civil, tem muito que ser racionalizado, evitando desperdícios e retrabalhos.

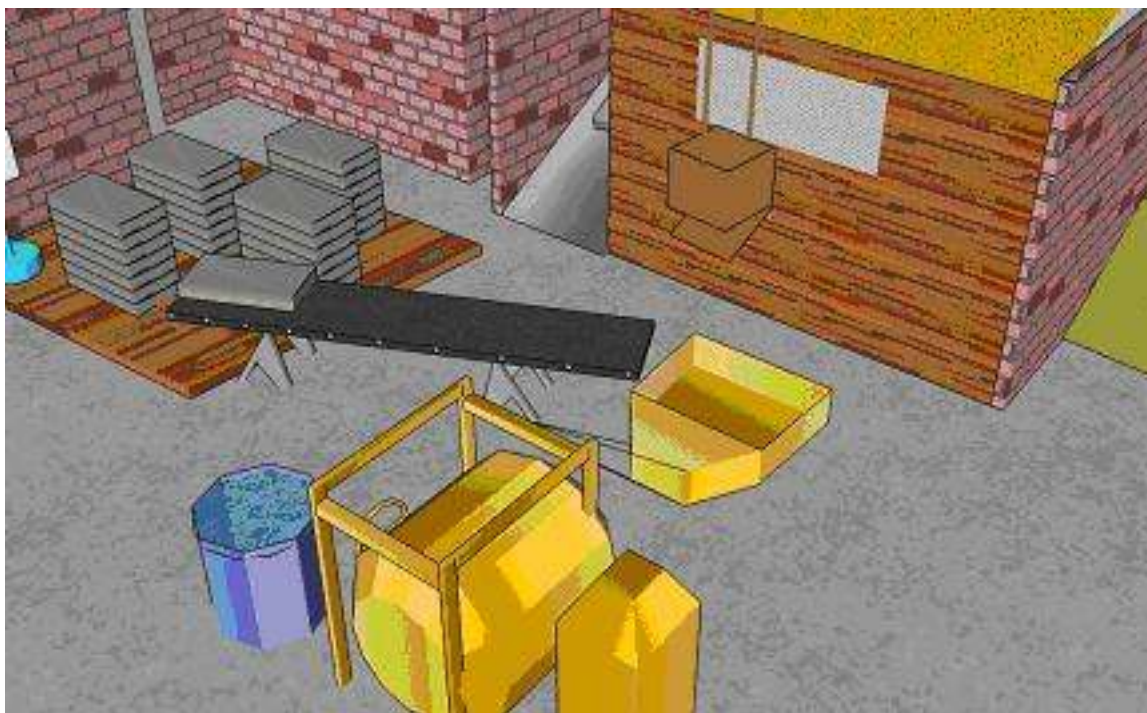


**Figura 32** - Diagrama Homem-Máquina

Nesta obra, houve uma grande preocupação com os transportes internos entre os postos de trabalho. Em razão deste fato, o tempo de transporte não é tão alto, já que as distâncias são reduzidas. O tempo de espera foi relativamente alto, pois o tempo durante qual

a betoneira está fazendo o traço foi considerado como espera, entretanto, dentro deste tempo, o operador de betoneira e seus dois serventes estão peneirando areia ou organizando o ambiente.

Uma solução que racionalize e que possua duas estações de trabalho de acordo com o cálculo da eficiência poderia ser o projeto citado na seqüência, no qual a idéia é juntar o equipamento betoneira às baias de agregados e ao depósito de cimento, no qual apenas um operador de betoneira atendesse a todo este setor, pois ele seria ajudado por uma esteira rolante que levaria o cimento até o auto carregável da betoneira e os agregados iriam também para este local da betoneira por gravidade.



**Figura 33** - Projeto de um Novo Posto de Trabalho na Betoneira

Quanto à gravidade, esta seria fundamental, pois a areia grossa seria escorregada da sua baia e iria para uma padiola que ficaria em cima do auto carrégavel da betoneira e esta padiola que serviria para medir a quantidade teria um fundo falso, onde os agregados cairiam normalmente no local da betoneira, evitando qualquer trabalho humano. Do ponto de vista ergonômico, seria um grande avanço, pois este trabalho no contexto da indústria da construção civil é muito penoso, já que o operário faz muitos movimentos repetitivos de se abaixar que muitas vezes prejudicam a sua coluna e musculatura.

Além desta nova sugestão de posto de trabalho, tem-se também a inclusão dos Kanbans para o controle de fluxo de materiais, ou seja, além da estação de trabalho ter grandes ganhos em relação aos locais normais, esta ainda será mais organizada com o histórico de traços por unidade de tempo.

Este projeto tem como finalidade aperfeiçoar os procedimentos e reduzir os tempos improdutivos, agregando valor ao serviço. A improdutividade na construção civil ainda tem altos valores, por isso idéias com novas tecnologias serão sempre bem-vindas.

Diferentemente de uma grua, o novo posto de trabalho do equipamento betoneira pode ir para qualquer obra, pois é de simples funcionamento e compacto. Não se trata de uma usina de concreto, e sim de uma reformulação no posto de trabalho betoneira.

Em termos gerais, têm-se fatores mensuráveis e alguns que não podem ser medidos, entretanto, de forma conclusiva, a implementação deste novo posto de trabalho será bastante benéfica ao canteiro de obras.

#### 5.1.2.3.2 Equipamentos de Transporte

As obras verticais residenciais fazem com que o transporte vertical seja um fator decisivo no planejamento dos fluxos na obra. É comum nas empresas construtoras que o gargalo de uma obra seja o transporte vertical.

A seguir, foi feito um comparativo dos principais tipos de transportes verticais usados em canteiros de obras, no qual se podem analisar as potencialidades de cada tipo de transporte. Os dados do transporte foram fornecidos por um estudo feito pela Universidade de São Paulo e as quantidades são do edifício *Casa Rosa*. Este comparativo ressalta a grande diferença entre o poder de transporte de uma grua, de um guincho de carga e do guincho coluna.



Tabela 6 - Comparativo dos Transportes Verticais

OBRA: EDIFÍCIO CASA ROSA



### COMPARATIVO DOS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE

GUINCHO DE CARGA COM CICLO DE 5 MINUTOS						
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	CAPACIDADE/CICLO	POR MINUTO	TOTAL GASTO EM DIAS
1	Concreto	m3	800,00	0,25	0,05	33,33
2	Alvenaria	m2	12.002,88	1,00	0,20	125,03
3	Aço	kg	189.000,00	100,00	20,00	19,69
4	Argamassa	m3	1.687,67	0,13	0,03	135,23

GRUA EM 5 MINUTOS						
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	CAPACIDADE/CICLO (/M3)	POR MINUTO	TOTAL
1	Concreto	m3	800,00	0,50	0,10	16,67
2	Alvenaria	m2	12.002,88	8,00	1,60	15,63
3	Aço	kg	189.000,00	200,00	40,00	9,84
4	Argamassa	m3	1.687,67	0,25	0,05	70,32

GUINCHO CÔLUNA EM 6 MINUTOS						
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	CAPACIDADE/CICLO (/M3)	POR MINUTO	TOTAL
1	Argamassa	m3	1.687,67	0,04	0,01	527,40

Obs: Fonte de Dados: Dados USP

TOTAL GASTO EM DIAS PARA TRANSPORTAR A ARGAMASSA DO ED. CASA ROSA	DIFERENÇA EM RELAÇÃO A GRUA (%)
GUINCHO DE CARGA	135,23
GRUA	70,32
GUINCHO CÔLUNA	527,40

Fonte: Adaptado de PSouza (2005).

- Guincho de Carga

Os estudos de fluxos de um canteiro devem ter como base inicial a localização do guincho de carga ou o equipamento de transporte vertical escolhido. Este equipamento influencia na locação das demais instalações do canteiro.

A posição do guincho deve situar-se preferencialmente em um local de área comum dos pavimentos, já que não atrapalharia os pacotes de produção dos apartamentos. Também é importante que esta área não precise ser impermeabilizada; se possível, num local central do prédio para reduzir os percursos.

Dentre os guinchos de carga, existe o guincho impulsionado por cabos, o mais conhecido e mais usado, e também existe o guincho de carga cremalheira. O transporte vertical nos canteiros passa por um momento de transição para novas tecnologias. Segurança, eficiência e produtividade pautam os construtores na hora da escolha dos elevadores de obra. Usou-se o guincho de cabo nesta obra, pois a empresa já possuía este equipamento. Como o transporte vertical é vital para as obras, então, foram analisadas as necessidades deste na empresa, juntamente com suas subempreiteiras, e desenvolveu-se um cronograma de uso do

guincho. Seguem as determinações de uso, onde cada empresa se planeja a levar seus materiais até o ponto de produção no tempo determinado de um dia de trabalho. Pode-se observar que os primeiros horários de subida de materiais são da C. Rolim Engenharia Ltda., já que os pavimentos em operação precisam ter a produção protegida e os materiais oriundos da betoneira são fundamentais para que a maioria dos serviços não seja interrompida. As argamassas têm prioridade, entretanto, os pedreiros se organizam e solicitam estas ao operador de betoneira no dia anterior através de *kanbans*.

Durante a fase do concreto, a empresa responsável por este serviço tem certa prioridade de tempo, pois a quantidade de material a ser utilizado é muito relevante. Na fase de acabamento, o serviço de gesso ocupa muito o guincho, já que este exige grande volume de gesso em pó, além dos blocos de gesso para alvenaria e as placas para forro.

Tabela 7 - Horário de Uso do Guincho

HORÁRIO			EMPRESA	TEMPO
7:00	ATÉ	09:00	C. ROLIM ENGENHARIA	2:00
9:00	ATÉ	09:30	SUB-EMPREITEIRO DE INSTALAÇÕES	0:30
9:30	ATÉ	11:30	SUB-EMPREITEIRO DE ESTRUTURA DE CONCRETO / GESSO	2:00
11:30	ATÉ	12:30	ALMOÇO	1:00
12:30	ATÉ	14:30	C. ROLIM ENGENHARIA	2:00
14:30	ATÉ	15:00	IMPACTO (PROTENSÃO) / IMPERMEABILIZAÇÃO / ESQUADRIAS	0:30
15:00	ATÉ	17:00	SUB-EMPREITEIRO DE ESTRUTURA DE CONCRETO / GESSO	2:00
DISTRIBUIÇÃO DE HORAS				
			C. ROLIM ENGENHARIA	4:00
			SUB-EMPREITEIRO DE INSTALAÇÕES	0:30
			SUB-EMPREITEIRO DE ESTRUTURA DE CONCRETO / GESSO	4:00
			IMPACTO (PROTENSÃO) / IMPERMEABILIZAÇÃO / ESQUADRIAS	0:30

OB S.: HORÁRIOS SUJEITOS À POSSIVEL MODIFICAÇÃO

É importante a plena quantificação das necessidades de guinchos de carga numa obra, sem levar em conta apenas aspectos qualitativos. Apesar de geralmente uma obra vertical de pequeno ou médio porte convencionar que um guincho de carga é o suficiente, entretanto, o interessante é levantar as necessidades de transportes dos materiais da construtora, juntamente com seus subempreiteiros.

A Tabela 8 apresenta uma avaliação das quantidades de guinchos necessários. Estes dependem das quantidades de materiais a serem transportadas e da sua própria capacidade de movimentação de insumos.

Tabela 8 - Avaliação da Quantidade de Guinchos

**AVALIAÇÃO DA QUANTIDADE DE GUINCHOS NECESSÁRIOS**

OBRA: CASA ROSA

Volume estimado de concreto	2700,00 m <sup>3</sup>
Percentual virado em obra (Concreto de Pilares)	800,00 m <sup>3</sup>

(10,00 m<sup>2</sup>/ Dia) / (8h) = 1,25  
No ciclo do concreto, o volume de pilares é de 10,00m<sup>3</sup> por dia.

PICO DE DEMANDA	
Transporte de concreto mês pico (TC)	1,25 m <sup>3</sup> / h
Transporte de argamassa mês pico (TA)	1,9 m <sup>3</sup> / h
Transporte de tijolos mês pico (TJ)	281,89 tij / h
Transporte de Bloco de gesso mês pico (TB)	9,60 bl / h
Transporte de Placa de gesso mês pico (TP)	19,81 Pl / h
Transporte de Gesso (TG)	274,34 kg Gesso / h
Percentual de ociosidade (PO)	0,20
Capacidade de transportar argamassa (CA)	2,8 m <sup>3</sup> / h
Capacidade de transportar concreto (CC)	2,8 m <sup>3</sup> / h
Capacidade de transportar Bloco de Gesso (CB)	120,00 Bl / h
Capacidade de transportar Gesso (CG)	1800,00 Kg Gesso / h
Capacidade de transportar Placa de Gesso (CP)	360,0 Pl / h
Capacidade de transportar tijolos (CJ)	2.400,00 tij / h

1.127,55 por dia. Então 1.127,55 dividido por 8 Horas e vezes 2 ( coeficiente de segurança) = 281,89 / h

Dados sobre o Gesso serão explicados abaixo

O guincho leva 02 jericas de 0,14 m<sup>3</sup> ao mesmo tempo, levando em média 6 min p/ descarregar e retornar ao pavimento térreo. Logo, em 60 min ele poderá dar 10 viagens com 0,28 m<sup>3</sup>, ou seja 2,80 m<sup>3</sup>

Nº de Guinchos Necessários	1,83
Nº de Guinchos Realizados	1,00
Nº de Guinchos a Serem Compensados	0,83

Um carrinho comporta 04 pallets c/ 60 tijolos cada, ou seja, 240 tijolos em 6 min, ou, 2400 tijolos/h

$(TC/CC)+(TA/CA)+(TJ/CJ)+(TB/CB)+(TP/CP)+(TG/CG) \times (PO + 1)$

**DECISÃO FINAL:**

<b>QUANTIDADE DE GUINCHOS</b>	<b>1,00</b>
-------------------------------	-------------

**SUGERE-SE A INSTALAÇÃO DE 4 GUINCHOS COLUNA OU FOGUETE, POIS A CADA 4 FOGUETES EQUIVALEM A 1 GUINCHO DE CARGA.**

Tabela 9 - Dada para o Transporte do Gesso

**DADOS PARA GESSO**

<b>CAPACIDADE</b>	<b>15 SACOS DE GESSO POR VIAGEM DE GUINCHO, CADA SACO PESA 40kg - 20 MINUTOS</b>
	<b>150 PLACAS POR VIAGEM - 25 MINUTOS</b>
	<b>40 BLOCOS POR VIAGEM - 20 MINUTOS</b>

<b>POR M2 DE ALVENARIA DE GESSO</b>	TOTAL EM M2	TOTAL EM BLOCO/GESSO	TEMPO	QUANTIDADE POR HORA	<b>CONCLUSÃO</b>	
3 BLOCOS	3.942,76	11.828,29	7,00	9,60	BLOCO POR HORA	9,60
1KG	3.942,76	3.942,76	7,00	3,20	PLACA POR HORA	19,81
<b>POR M2 DE FORRO</b>					GESSO POR HORA	274,34
3 PLACAS	6.974,00	20.922,00	6,00	19,81		
40KG FAZ 10M2	6.974,00	27.896,00	6,00	26,42		
<b>POR M2 DE REVESTIMENTO</b>						
2,7 M2 POR 40KG -ALVENARIA	14.783,06	219.008,35	6,00	207,39		
15,0 M2 POR 40KG -GESSO	14.783,06	39.421,50	6,00	37,33		

Apesar do número de guinchos quantificados ser maior do que um e a obra só haver adotado um, não houve grandes problemas. No edifício *Casa Rosa*, foram instalados quatro guinchos-coluna para dar suporte a esta demanda. A capacidade produtiva de quatro guinchos-coluna equivale a de um guincho de carga.

- Grua

É necessário diminuir a variabilidade e as incertezas dos processos construtivos, pela implementação de processos mais racionalizados. Desta maneira, torna-se mais fácil a introdução de sistemas automatizados. A grua é um equipamento importante, pois, com certeza, racionaliza os processos, porém o planejamento da empresa e as particularidades das obras têm que ser analisados.

A falta de organização e a falta de um planejamento de transporte na obra provocam um gasto inútil de tempo em tarefas improdutivas, sem mencionar o desperdício de materiais. A grua tem de evitar que o operário tenha de carregar ferro, concreto, argamassa e blocos de concreto.

A racionalização do transporte de materiais e componentes no canteiro de obras do edifício é fator essencial no sentido da redução de custos e cumprimento dos prazos, principalmente nos tempos atuais, quando o prazo e o preço caminham juntos, pois, mais do que nunca, tempo é dinheiro.

O transporte de concreto na grua tem como pressuposto básico o emprego de somente um equipamento que desloca o concreto desde a betoneira até seu ponto de aplicação. Desta forma, a questão se resume em adotar um procedimento para a operação deste equipamento, no caso, a grua, que minimize o tempo total de concretagem. O tempo necessário para o lançamento de uma caçamba de concreto desde o seu carregamento junto a betoneira até a volta da caçamba vazia, passando pelo descarregamento em algum ponto da laje, depende essencialmente da habilidade do operador.

Para o aço, a grua transporta desde o pátio de descarga até o pátio de estocagem e deste até o ponto de aplicação. Para o transporte de blocos ou tijolos, a grua pode receber o material no pátio de descarga e levá-lo até o ponto de aplicação direto, evitando a duplicidade nos transportes internos de materiais, contudo, para isso, é necessário que o fornecedor entregue a mercadoria unitizada. Além da dificuldade dos *pallets*, a construtora tem que ter plataformas metálicas para receber estes nos andares.

A grua é um equipamento de transporte que, se de um lado tem um custo inicial muito superior ao do elevador de obra, de outro possui um desempenho que pode viabilizar sua utilização. A única forma de realizar esta comparação é justamente a análise da grua em termos de sua produtividade. A vida útil informada pelo fabricante deste equipamento é de, pelo menos, quinze anos.

Apesar das inúmeras vantagens para a aquisição deste equipamento, por uma decisão empresarial, não foi comprada a grua para esta obra. A C. Rolim Engenharia Ltda. já adquiriu uma grua no final de 2007, para atender uma grande obra.

- Outros Equipamentos de Transporte

Para o transporte horizontal, tem-se os *transpallets*, que movimentam tijolos cerâmicos, blocos de concreto, cerâmicas e granitos. Para transportar argamassas e concretos foi adotado o uso de jericas com rodas de automóvel. O gesso em placas e divisórias ainda é transportado sem o uso de um equipamento adequado, entretanto, já existe a preocupação com a movimentação deste tipo de material, já que ele está em grande crescimento em termos de obras verticais em Fortaleza.

Os transportes horizontais estão em grande ascensão dentro da construção civil, pois algumas construtoras já possuem *transpallets* tipo “patinha” e até empilhadeiras, entretanto, o grande avanço será dado no transporte vertical quando do bom uso de equipamentos, como guincho de carga, cremalheira e guias.

O transporte horizontal tem sua importância, pois a idéia é que os materiais sejam, se possível “palletizados” ou “unitizados” nos pavimentos comuns, transportados horizontalmente por *transpallets* e em seguida transportados verticalmente por guinchos de carga, guincho-coluna, guias ou bombas através de dutos.



**Figura 34** – *Transpallets* da C. Rolim Engenharia Ltda..



**Figura 35** - “Jerica” ou “Gerica” da C. Rolim Engenharia Ltda..

As obras de algumas construtoras já possuem um equipamento de transporte muito usado nas indústrias seriadas, que é a transportadora de *pallets* hidráulica, conhecida como “patinha”. Isto engrandece muito a construção civil, pois o transporte é uma atividade que não agrega valor ao produto, entretanto é vital ao bom funcionamento da produção na construção civil.



**Figura 36** – Patinha da C. Rolim Engenharia Ltda..

#### 5.1.2.3.3 Central de Corte de Cerâmica

Uma ação preventiva contra perdas de cerâmicas na construção civil foi adotada na obra do edifício *Casa Rosa*, ao implantar uma central de cortes e furos nas obras, aproveitando, assim, o maior número de cerâmicas, além de preservar as ferramentas de forma adequada. A maneira mais fácil de expressar esta racionalização foi colocar os pedaços que não podem ser mais aproveitados em caixas do mesmo tipo de cerâmicas. Desta forma, conseguiu-se uma perda inferior a 5%. Os discos diamantados eram outros campeões em aquisições, chegando a ser utilizados cerca de 150 discos por obra, de porte médio, em edificações prediais, devido ao desgaste da estrutura da cerâmica que ocasionava desgaste lateral do disco. A obra foi finalizada com 45 discos de maquita.

As construtoras normalmente orçam o serviço de assentamento de cerâmica com uma perda de 10%. Com este resultado, pode-se afirmar que a central de corte é de grande valia para a obra, pois a economia nesta diferença de perdas é impressionante. A quantidade



de perda real ficava em torno de 8 a 10 %, ou seja, foi obtido uma economia de pelo menos 3 a 5 % com a implementação da central de corte de cerâmica.

### 5.1.3 A Gestão de Estoques Contribuindo para Facilitar os Fluxos Logísticos

A gestão de estoques tem por finalidade controlar os materiais para que não faltem para a produção e evitar quantidades excessivas, já que, na construção civil, alguns estoques têm alto valor agregado, além de ocuparem grandes espaços. Por meio de algumas ferramentas citadas, se pode gerenciar os estoques de uma maneira mais fácil e visual. Os insumos de compra constante como o cimento, areia e brita são controlados através de *kanbans* e pontos de ressuprimento. O *kanban* é uma ferramenta de controle visual dos estoques. Os insumos de compra esporádica, como as cerâmicas, são controlados por cronograma de compras do sistema informatizado, que já avisa o tempo certo para a compra, com a folga de qualquer falha da fábrica ou de uma possível transportadora. Esta folga ainda é alta, pois as incertezas das previsões de entregas dos fornecedores é uma constante neste mercado.

A unitização contribui para os transportes, estocagem e armazenamento na indústria da construção civil. O uso de *pallets* é fundamental para a evolução dos transportes e controles nas obras.

Outro fator importante é o controle de almoxarifado por meio de uma ferramenta chamada “organização matricial”. Este controle matricial do almoxarifado é de uso bastante simples, porém de grande acerto e organização. Os materiais são distribuídos por tipo e em estantes, que recebem letras. As prateleiras recebem números e então, neste cruzamento, tem-se o material desejado.

Outra prioridade para um bom funcionamento dos serviços é proteger a produção. A “pacotização”, ou seja, a união dos serviços, ajuda e reforça muito a produção protegida, pois, no ato de fazer ou elaborar os serviços, é feita uma lista com restrições dos materiais e equipamentos necessários para a perfeita execução destes. Pode-se exemplificar que as vergas são de suma importância para o pacote de alvenaria.

#### 5.1.3.1 Mapa de Estocagem de Tijolos e Cerâmicas nos Pavimentos-Tipo

Os materiais de compra esporádica e não constante, como cerâmicas, não precisam ter estoques intermediários, passando direto para o local de aplicação. Então foram estudados os melhores locais dentro de um pavimento-tipo para a estocagem destes materiais. É muito importante a escolha de um local que facilite o transporte do material no pavimento, entretanto, que não necessite outros deslocamentos, pois geralmente estes materiais são muito pesados. Segue um projeto preliminar da escolha de onde ficarão os estoques de materiais nos pavimentos.

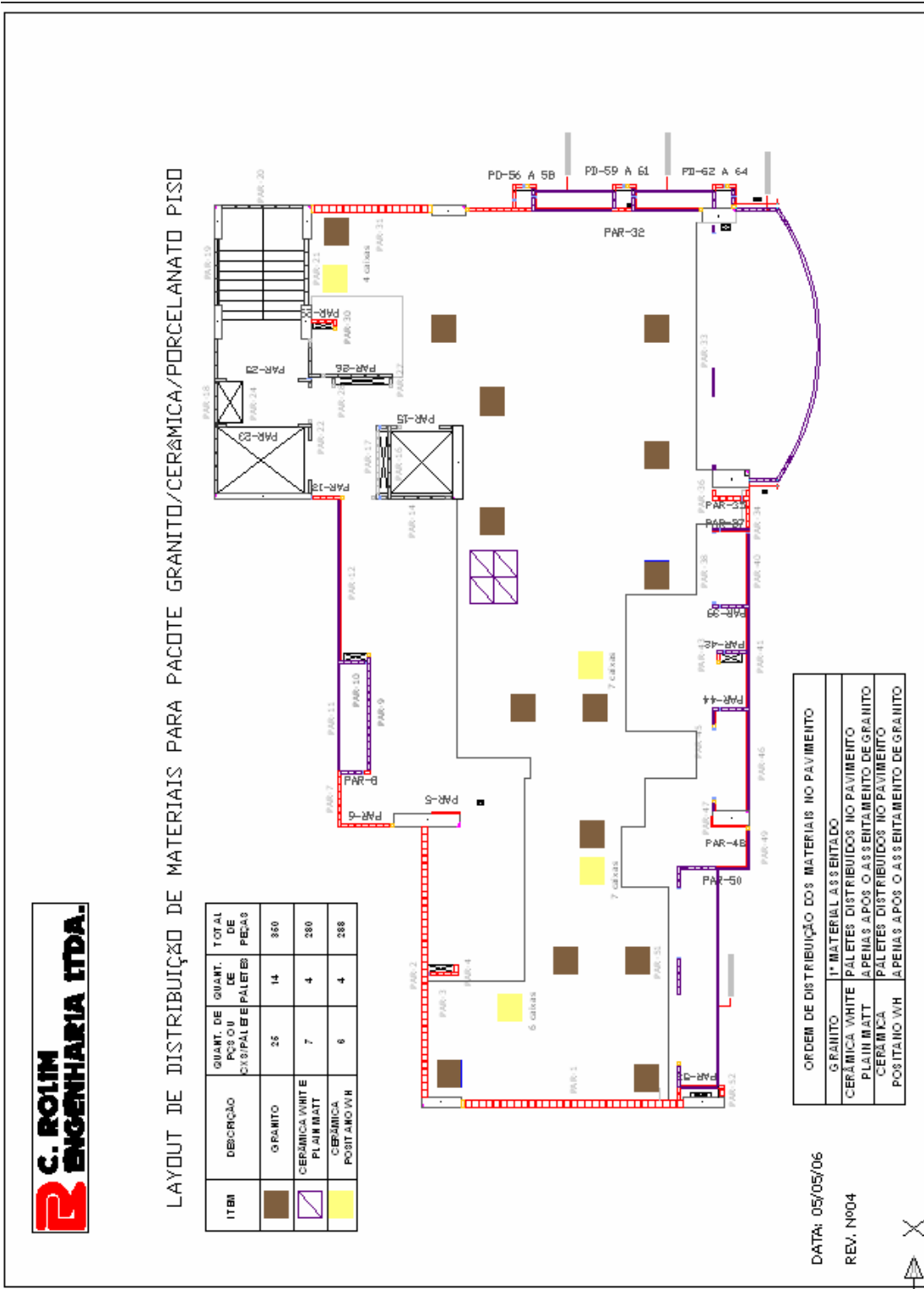


Figura 37 - Projeto de Distribuição dos Materiais no Pavimento

### 5.1.3.2 Fluxo dos Resíduos Sólidos de um Canteiro de Obra

O antigo termo “entulho” da construção civil, ou os resíduos sólidos, que são uma montanha diária formada por argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas – tornou-se um sério problema nas grandes cidades brasileiras. Deveria estar na pauta das administrações municipais, já que, de acordo com a Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os resíduos sólidos de construção e demolição deverão ter um destino final autorizado. Cada município deverá ter um plano integrado de gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil.

A execução do programa de gerenciamento de resíduos sólidos nos canteiros de obras é de suma importância no processo de planejamento e produção das empresas do setor industrial da construção civil.

O plano de gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil tem como objetivos:

- caracterizar os principais resíduos produzidos durante as diversas etapas da obra;
- estimar a quantidade de resíduos gerados;
- propor medidas para a minimização da geração destes resíduos;
- reuso e reciclagem dos resíduos;
- definir os procedimentos necessários para o correto manejo dos resíduos produzidos.

Basicamente, o projeto da gestão requer a identificação e quantificação dos resíduos, bem como triagem feita pelas construtoras no próprio canteiro ou realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade.

A segregação adequada dos materiais é o ponto mais importante da reciclagem dos resíduos da construção civil. Isso ocorre porque a mistura pode comprometer o desempenho do material. Esse é um dos principais argumentos na defesa de centrais de reciclagem fora dos canteiros. Muito importante é a adoção do programa 3R no canteiro, que significa reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos sólidos.

Segundo a referida resolução, os resíduos precisam ser classificados de A a D, e isso balizará seu destino final. Os resíduos do tipo A referem-se aos agregados de construção, como tijolos, areia, brita, argamassa; os do tipo B dizem respeito aos produtos recicláveis, como, por exemplo: plásticos, papelão, ferro, madeira; do tipo C estão ligados a materiais

oriundos de gesso; e, por fim, do tipo D referem-se a materiais considerados perigosos, como por exemplo, tintas e vernizes e peças que contenham amianto, tais como telhas e caixas de água.

A seguir uma foto com o tubo coletor de resíduos tipo A. Pode-se notar que ele tem sua saída num *container* posicionado dentro da obra.



**Figura 38** - Tubo Coletor de Entulho Despejando no *Container*

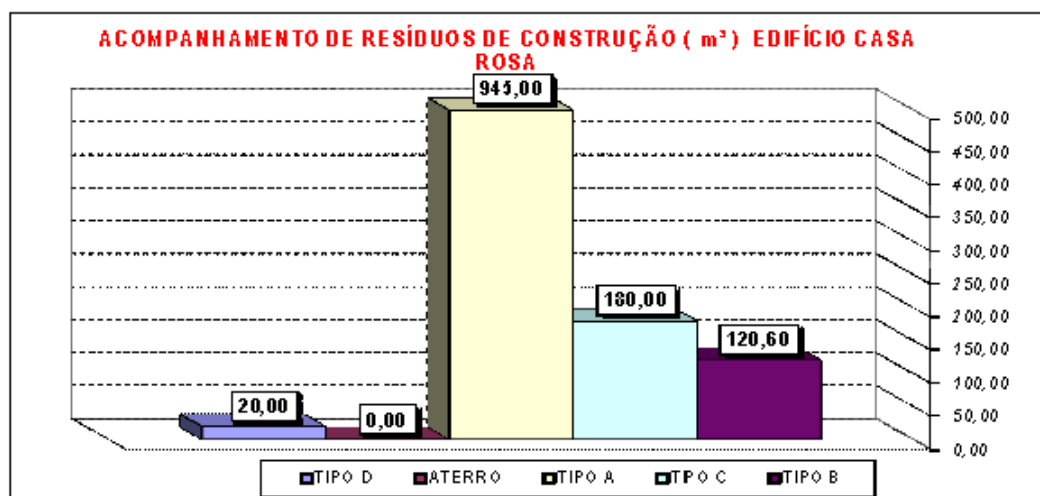
Por intermédio dos resultados obtidos destes programas implementados nas obras, conseguiu-se criar indicadores de desperdícios em relação a cada obra. Foi instituído um índice, que é a divisão do volume total de resíduo gerado em  $m^3$  pela área total construída em  $m^2$ . Também deste indicador foi derivado para outro, que é a altura em cm de resíduo gerado para cada  $m^2$  de área construída. Por exemplo: numa obra hipotética foram gerados 1000,00  $m^3$  de resíduo sem a terraplenagem e sua área total construída é de 10.000,00  $m^2$ , então se tem que 1000,00  $m^3$  dividido por 10.000,00  $m^2$  é 0,10  $m^3$  por  $m^2$ . Ilustrando este índice, pode-se

dizer que para cada  $m^2$  de área construída na referida obra, tem-se uma camada imaginária com altura de 10 cm (índice este obtido pela divisão  $m^3/m^2$  que equivale a 0,10 m que é igual a 10 cm) de resíduos sólidos. Desta forma, pode-se, de maneira analógica, ter-se um fácil comparativo entre a proporção de entulho com relação à construção executada.

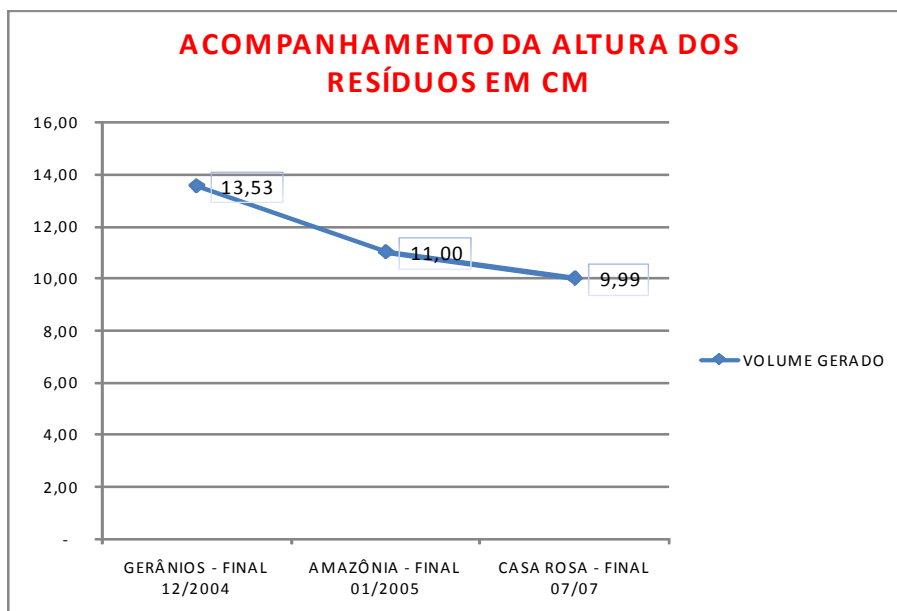
Seguem alguns dados da empresa sobre a formação dos resíduos e os índices criados por esta.

TOTAL / m <sup>2</sup>				
TIPO D	ATERRO	TIPO A	TIPO C	TIPO B
20,00	0,00	945,00	180,00	120,60

ÁREA CONSTRUÍDA	12.464,00	m <sup>2</sup>
ÍNDICE DE VOLUME/ÁREA	0,10	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
ÍNDICE DE ALTURA	9,99	cm



**Figura 39** - Formação dos Resíduos Sólidos no Edifício *Casa Rosa*



**Figura 40** - Redução dos Resíduos Gerados

O programa de gerenciamento de resíduos sólidos é o início da organização da obra, podendo desencadear um processo de trabalho com maior qualidade, provocado pela empolgação de ver e sentir o trabalho render mais, com menor esforço e maior organização.

A adoção de políticas de incentivo à redução, a re-utilização e reciclagem dos resíduos da construção civil resultará na diminuição dos descartes clandestinos e, conseqüentemente, uma melhoria nos impactos ambientais negativos advindos desta prática.

#### 5.1.4 Estudo de Fluxos Aplicado aos Projetos

Todas as ferramentas estudadas anteriormente tiveram como objetivo a melhor racionalização dos fluxos e estas foram aplicadas no projeto da obra, gerando um projeto de fluxos dos principais pavimentos. Através do estudo de tempos e movimentos, da ajuda do *lean construction*, do dimensionamento de equipamentos, da gestão de estoques, estudo de contatos e da carta de inter-relações, chega-se ao esboço do estudo de fluxos.

Segue o projeto do pavimento subsolo e pilotis, onde a cor vermelha representa o fluxo de maior importância dentre os outros. A cor azul compreende o fluxo mediano de importância e a verde significa pouca relevância. Pode-se notar que toda linha que passa pela betoneira é sempre em vermelha o que comprova este posto de trabalho como de suma

importância. No caso do pavimento pilotis, a cor vermelha é encontrada entre a entrada de materiais e o almoxarifado.

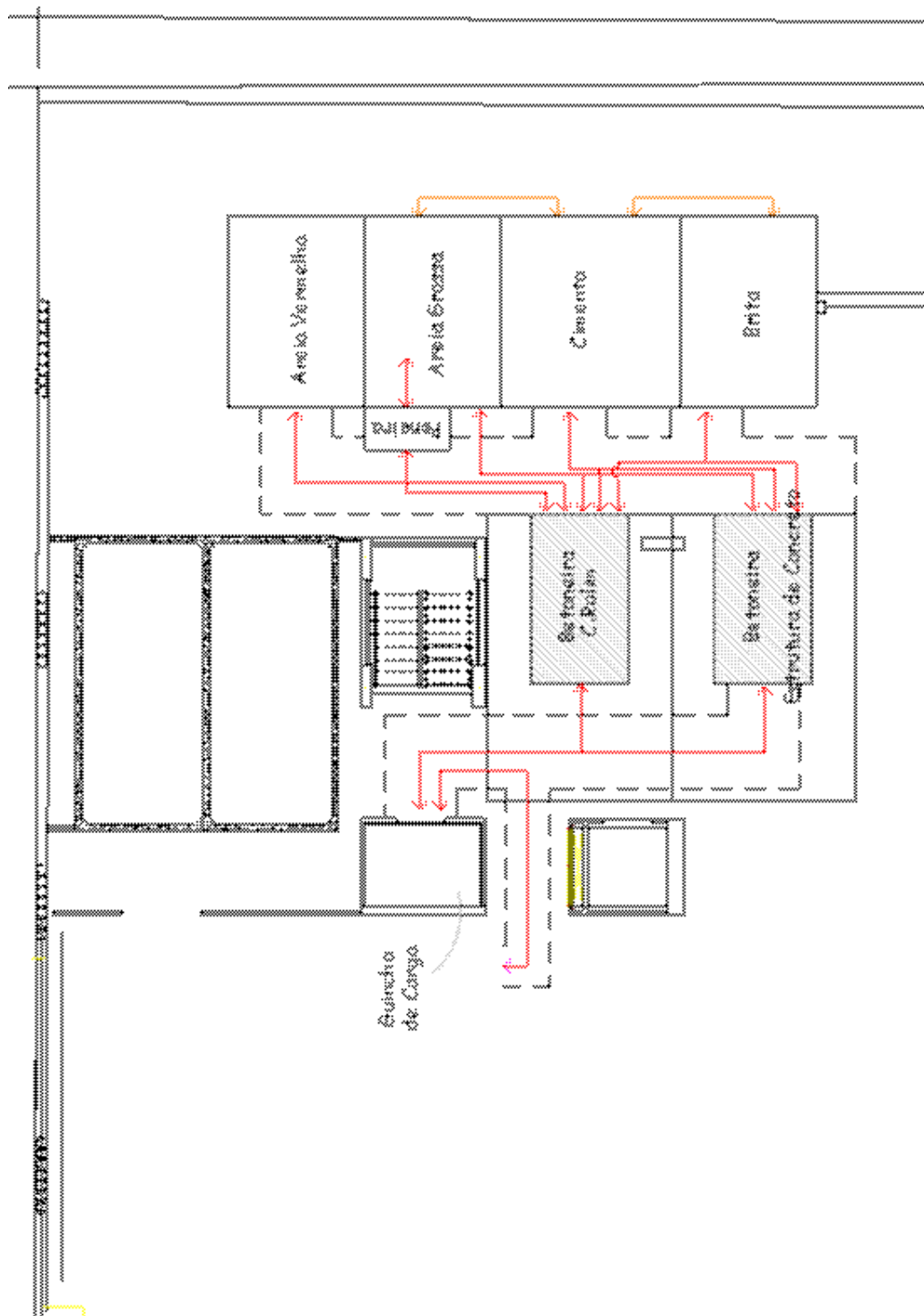


Figura 41 - Fluxo de Materiais no Subsolo



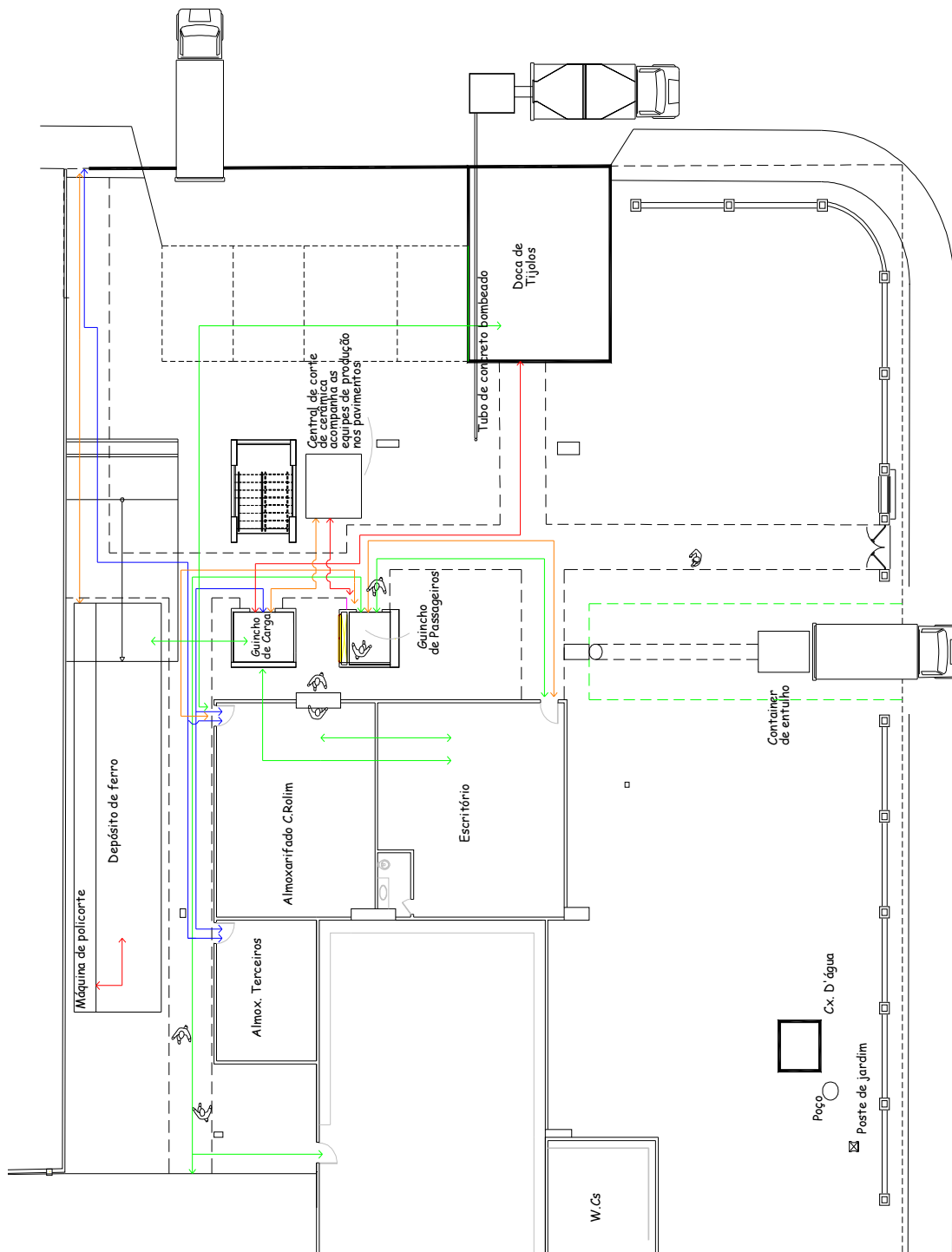


Figura 42 - Fluxo de Materiais no Pilotis

O estudo de fluxos é a base para a confecção de um bom projeto de canteiro de obras. Os fluxos estudados também dão suporte para o planejamento e controle da produção. O assunto gestão dos fluxos logísticos internos é inter-relacionado com todo o ambiente de trabalho, gerando melhorias em toda a cadeia da indústria da construção civil.

No caso do projeto de canteiro, esta inter-relação é notória e altamente bem-vinda, já que nada melhor do que reduzir as incertezas desta indústria. Nos próximos itens, são estudados os fluxos de informações também com uma grande ênfase para a confecção de um bom projeto de canteiro de obra.

## **5.2 ESTUDOS DO FLUXO DE INFORMAÇÕES**

Para Zegarra (2000), o fluxo de informações necessita de alguns atributos para a sua efetivação, como acessibilidade, compreensão, precisão, adequação, oportunidade, clareza, flexibilidade (adaptável a vários usuários), “verificabilidade” e estar livre de alterações. Por meio destes atributos, à comunicação deve-se dar, não somente a troca de informações, mas também é importante que estas sejam entendidas com o significado intencional da fonte.

Ainda segundo Zegarra (2000), o processo de comunicação pode ser representado pelos seguintes elementos:

- transmissor - é quem origina a comunicação e codifica a mensagem a ser enviada;
- receptor - é a pessoa para quem a mensagem será dirigida;
- mensagem - é a informação ou idéia que pretende ser transmitida e aceita;
- canais - são os dutos por onde a informação circula. Podem ser formais ou informais. Os formais geralmente são verticais e parametrizados; já os informais podem ser diagonais, laterais e surgem espontaneamente a partir das relações de amizade;
- meios - acontecem através de relatórios, planos, procedimentos, entretanto podem acontecer também na forma verbal e informal;
- filtros - são aspectos do sistema de comunicação que limitam o fluxo de informações durante a transmissão. Estes podem ser causados por distrações físicas, problemas semânticos e diferenças culturais;

- retroalimentação - este elemento é essencial para completar adequadamente o processo de comunicação.

Segundo Vieira (2006), a tecnologia da informação é a tecnologia que envolve o armazenamento, processamento e distribuição da informação por meios eletrônicos. A tecnologia da informação compreende eletrônica, automação, computação e telecomunicações. A tecnologia da informação facilita o uso de tecnologias operacionais já muito usadas nas indústrias seriadas como:

- código de barras e leitores;
- tecnologia de identificação por etiquetas inteligentes (chips);
- radiofrequência;
- planejamento das necessidades de materiais – MRPI;
- sistema de gerenciamento do armazém – WMS.

O sistema de informações e a tecnologia de informações estão se posicionando de forma definitiva como de fundamental importância para a construção civil. O sucesso do gerenciamento logístico nas indústrias sempre foi um bom sistema de informações parametrizado com altas tecnologias.

O sistema de informações, juntamente com a tecnologia da informação, é essencial para o sucesso de um processo logístico, ou seja, pode-se comentar que estas estratégias são indispensáveis de efetivação nas empresas de construção civil.

A tecnologia da informação pode ajudar muito a eficiência e produtividade nos canteiros, pois ela só facilita o fluxo de informações; entretanto, em futuro próximo, a tecnologia da informação será pré-requisito para o sucesso das obras e, conseqüentemente, da empresa construtora. Apesar de todas as qualidades da tecnologia da informação, a construção civil, em média, ainda a usa pouco, pois os *softwares* utilizados são referentes à área contábil, administrativa, compras e orçamentos. Ainda faltam planejamento, controle de produção, marketing e gerenciamento do relacionamento com o cliente.

Além do pouco uso, os *softwares* utilizados funcionam como ilhas, ou seja, eles não se inter-relacionam. Por exemplo, o sistema informatizado de planejamento tem que se relacionar com o orçamento, que precisa interagir com o sistema de compras, o qual dispara o setor de contas a pagar, que encerra o processo com a área contábil.

Segundo Vieira (2006), existem dois fluxos: os externos e os internos. Os internos são as informações produzidas para os agentes internos relacionadas com a obra, como controle de estoque, relatório de produção, dúvidas de projeto e controle da qualidade. Quanto aos fluxos externos, citam-se as informações geradas para os agentes externos, como ordens de compra para os fornecedores e dúvidas sobre os produtos e serviços com toda a cadeia de subempreiteiros.

A informação como elemento integrador está quase totalmente automatizada. Atualmente, para se mobilizar um canteiro de obra em fase inicial, basta dar ao engenheiro um acesso rápido à internet. Nos primeiros dias de obra, apenas com uma linha telefônica e um micro, o engenheiro já pode executar tarefas como comprar e empregar pessoas.

As principais dificuldades encontradas no fluxo de informações na obra em questão foram que estas chegavam incompletas, em duplicidade e também com perdas de dados. As informações muitas vezes chegam incompletas devido à falta de parâmetros de como o receptor quer este dado. A duplicidade e as perdas de informações acontecem devido ao desentrosamento dos vários setores como também a falta de treinamento para os colaboradores operarem os sistemas informatizados.

A análise feita se deteve muito nos fluxos internos de informações e as melhorias aconteceram no canteiro de obras, pois foi detectada grande quantidade de retrabalho em virtude do não-entendimento entre a equipe técnica da obra e os operários. A partir de então, foi visto que era necessária uma boa comunicação entre a sala técnica da obra, os operadores de guincho, operador de betoneira, almoxarife e o técnico de segurança. Foram adquiridos rádios de comunicação para estes colaboradores.

Para a comunicação direta entre a produção e a sala técnica da obra, entendeu-se que seria útil a aquisição do dispositivo de nome *Andon*, que acompanha se o operário está trabalhando, vai parar ou parou. Quando o operário está trabalhando no pavimento sem nenhuma dúvida ou sem faltar material, ele aperta um interruptor de cor verde que acende num painel na sala técnica uma luz verde. Se o operário achar que irá parar o serviço dentro de trinta minutos por falta de alguma coisa, deverá apertar o botão amarelo e se parar o serviço, deverá apertar o botão vermelho.

*Kanban* é outra ferramenta visual de controle de estoques, no qual o fluxo de informações flui através da transparência, pois a placa vermelha indica que este material está no final do estoque e uma placa verde indica que o estoque de certo material está no nível bom.

*Palmtops* são pequenos computadores de mão que ajudam muito a controlar a produção, já que no instante em que um supervisor de produção estiver solucionando uma dúvida do operário em um pavimento-tipo, ele pode alimentar esta dúvida no sistema como também transportar qualquer banco de dados dos computadores da sala técnica pela obra, não necessitando estar presente nesta sala.

### **5.2.1 Rádios de Comunicação**

Os rádios de comunicação ajudam muito a resolver qualquer dúvida, evitar um incidente, que é o fato gerador de um acidente e, principalmente, tentar evitar retrabalhos. Ao lado da aquisição de rádios de comunicação, foi adotada também a escolha de uma pessoa da equipe para assumir uma nova atribuição que era ser supervisor de fluxo. Na obra em questão foi adotado o procedimento segundo o qual o próprio operador de guincho de pessoal poderia ser o supervisor de fluxo já que ele trabalha subindo e descendo para os pavimentos-tipo e pavimentos comuns.

O supervisor de fluxo tem como objetivo principal evitar que qualquer fluxo de materiais e informações seja interrompido. É dele a responsabilidade de supervisionar a organização do canteiro, o estoque mínimo dos materiais, a limpeza da obra, ajudar na segurança da obra e participar de forma efetiva nos *Kanbans* e no *Andon*.

O custo de aquisição dos rádios de comunicação foi em torno de R\$ 200,00 (duzentos reais) a unidade, o que significa, no total, um investimento de R\$ 1.600,00 (um mil e seiscentos reais).

### **5.2.2 Andon**

Como citado há pouco, o *Andon* é um termo nipônico que significa lâmpada e funciona como sinal de alerta para que a produção não seja interrompida. A filosofia da empresa também adotou uma ferramenta do *lean construction* chamada produção protegida, pois, através desta ferramenta, suprimiram-se os operários de todos os materiais, equipamentos e informações necessárias para a produção.

Com a produção protegida funcionando, o *Andon* apenas monitora o trabalho e permite gerar estatísticas com as oportunidades de melhorias. O *Andon* é a melhor

retroalimentação que o planejamento e controle da produção poderão possuir, já que o acompanhamento é *on line*, ou seja, na hora certa.

Apesar das dificuldades, o *Andon* está conseguindo melhorar o fluxo de informações entre os operários e equipe técnica. Em princípio, os trabalhadores não acreditavam que o fato de eles apertarem um botão levaria alguém para ajudá-los. Quando observaram que o sistema funcionava, passaram a utilizá-lo. A partir deste momento, eles perceberam que eram importantes, pois a equipe técnica não poderia deixá-los improdutivos.

O investimento financeiro na confecção do equipamento *Andon* foi R\$3.000,00 (três mil reais).

### 5.2.3 *Kanban*

Foram desenvolvidos também *kanbans* de sinalização para os principais materiais na obra com a finalidade de controlar os estoques através da visualização. *Kanban* também é um termo nipônico, que significa sinal.

O controle visual dos estoques facilita muito, pois qualquer pessoa da obra pode avisar se o material está faltando e solicitar a reposição deste. Aliado aos *Kanbans* está desenhado nos depósitos de estoques de materiais o ponto de ressuprimento, que é o momento certo da compra para que o insumo não falte na obra. Por exemplo, no caso da areia, pintou-se na parede do seu depósito uma faixa para identificar quando os estoques estavam baixos. No momento em que a areia fosse consumida e o nível da mesma aparecesse abaixo da faixa, era o indicativo que estava no momento de uma nova aquisição deste insumo.

O *Kanban* também está sendo usado para ajudar a controlar os traços preparados pelo operador de betoneira, pois, no dia anterior, o operário se programa para receber um traço específico para uma determinada hora em um determinado pavimento. Esta ferramenta ajuda também os próprios operários a se programarem.

O investimento com *Kanbans* de sinalização e de controle de traços foi em torno de R\$ 1.500,00 (hum mil e quinhentos reais).

#### **5.2.4 *Palmtops* (computadores de mão)**

Os computadores de mão do tipo *palmtops* são cada vez mais vistos nas obras, pois, em razão deles, as informações são acessadas no momento certo. Os engenheiros de obras, juntamente com os técnicos, estão adotando estes equipamentos como de uso profissional importante para os controles necessários do gerenciamento de um empreendimento.

Na memória do *palmtop*, estão contidos os projetos das obras, inclusive o dos apartamentos customizados, planilhas de controle da produção com a produtividade de cada operário, detalhes do contrato com os clientes, o orçamento da obra, juntamente com o planejamento e controle dos insumos e subempreiteiros. Qualquer dúvida sobre os assuntos ora citados, poderá ser resolvida no mesmo instante por meio deste equipamento, fazendo com que esta incerteza não se propague.

Além de todas estas vantagens, é importante ser dito que o preço desta máquina está muito acessível, o que facilita a aquisição deste por parte da empresa. No caso do *palmtop*, o investimento médio foi de R \$800, 00 (oitocentos reais)

O total dos investimentos para ajudar o fluxo de informações foi de R\$ 6. 900,00 (seis mil e novecentos reais), ou seja, um baixo investimento para um grande retorno, pois, com ausência de incertezas e dúvidas, tem-se eliminado ou reduzido o retrabalho na construção civil.

### **5.3 OS ESTUDOS DE FLUXOS COMO APOIO À CONFECÇÃO DO PROJETO DE CANTEIRO DE OBRAS**

Para começar todo o trabalho de organização num canteiro, tem-se que primeiro fazer a base da racionalização de fluxos. Este processo é desencadeado pelo estudo de fluxos. A união entre a avaliação qualitativa e a inserção da avaliação quantitativa fornece uma boa situação para as atividades de fluxos. Estes necessitam muito dos conhecimentos explícitos e, principalmente, dos conhecimentos tácitos.

Com um bom estudo dos fluxos físicos e de informações, juntamente com o conhecimento das Normas Regulamentadoras (NRs), está praticamente completo o pré-requisito para um bom projeto de canteiro.

Segundo Souza (2005), como o canteiro influencia as inúmeras classes hierárquicas envolvidas na construção civil, então, este processo de confecção deve ser, ao

mesmo tempo, suficientemente analítico e rigoroso para trazer boas soluções, mas com um grau de simplicidade que permita o aproveitamento das idéias mais básicas associadas ao processo produtivo.

As informações básicas necessárias para elaborar o *layout* de canteiro de obras são:

- projetos completos;
- cronograma físico;
- cronograma de compras;
- especificações técnicas das obras;
- CLT / NR-18;
- estudos de fluxos;
- efetivo de pessoas;
- estudos de fornecimento de água, energia e esgoto;
- posição de *stand* de vendas.

Através do estudo da carta de inter-relações, juntamente com as ferramentas de gestão de fluxos e equipamentos, reforçado pelas Normas Regulamentadoras, pode-se fazer uma pré-definição dos locais de estocagem e áreas de vivência. Entretanto, em todo canteiro, deve ser reavaliado, pois cada obra tem peculiaridades. As pré-definições por locais são as seguintes:

1. subsolo – deve conter os estoques de materiais a granel como areia, brita e as sacarias como cimento, cal e gesso. Isto porque aproveita a lei da gravidade para ser descarregado. Também é um bom local para estocar cerâmicas das áreas comuns, contra-marcos e mantas das áreas comuns.
2. pilotis – deve contemplar os locais de sala técnica, área de vivência como um todo, incluindo banheiros, vestiários e, caso possível, estoque para tijolos, local para *containers* de resíduos sólidos, como também almoxarifado da empresa.
3. mezanino – deve contemplar refeitório, locais de descanso e repouso para os operários como também áreas para qualquer uso futuro.
4. pavimentos tipos – necessariamente devem conter os materiais de uso da produção. Tem-se que tentar evitar estoques intermediários, ou seja, o produto que chegou para ser aplicado em tal apartamento terá que subir logo para este,



sem ter que esperar em outro local. Os banheiros dos operários também poderão ser executados nos pavimentos-tipo.

O projeto de canteiro pode ser elaborado considerando os aspectos qualitativos e quantitativos. Os itens qualitativos dos estudos de fluxos com a experiência dos engenheiros reforçam as decisões dos valores encontrados nos estudos quantitativos, o que dá maior tranquilidade, sendo indício de que o caminho está no rumo certo.

A decisão do *layout* do projeto de canteiro será reforçada pelo SLP (*Sistem Layout Planing*). Este método pode ser usado facilmente nos canteiros de obras, pois, pela legislação, têm-se as necessidades de áreas de vivência e as necessidades de áreas de produção determinadas pelas atividades previstas. Propõe-se um esboço de projeto de canteiro e se avalia se este atende ou não às especificações.

### **5.3.1 Guinchos de Carga e Passageiro**

Como já citado, no estudo de fluxos, este é o equipamento mais importante de decisão de posição numa obra, pois todos os materiais, pessoas e outros equipamentos dependem dele. Durante os estudos de fluxos, o primeiro passo para a elaboração do projeto de canteiro é a escolha do local do guincho de carga. O guincho de pessoal também é muito importante, contudo, o de carga movimenta os materiais de forma vertical e este sempre foi um ponto de gargalo nas obras verticais.


Se possível, pode-se usar o guincho de carga e de pessoal dentro do poço do elevador, já que é uma área que não atrapalha a obra e tem maior segurança para quem está no guincho, além de impossibilitar o trânsito de operários no local. No edifício *Casa Rosa*, os guinchos ficaram situados no poço do elevador.

### **5.3.2 Dados de Entrada**

Os dados de entrada são algumas informações que advêm dos projetos e do orçamento das obras com descrição dos serviços terceirizados, alguns consumos de insumos e um planejamento do efetivo de pessoas. Todas estas informações servem para caracterizar as obras como distintas. Apesar destas serem residenciais verticais, todas têm grandes diferenças

entre si. Na Tabela 10 estão os dados de entrada do edifício *Casa Rosa*, especificando suas características, como, por exemplo, o consumo de concreto de 2.800,00 m<sup>3</sup> e um efetivo de 150 operários.

**Tabela 10 - Dados de Entrada**

DADOS DE ENTRADA			
<b>OBRA: ED. CASA ROSA</b>			
<b>ESTUDO DE LAY-OUT DE CANTEIRO DE OBRAS</b>			
 <b>CASAROSA</b>			
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO			
Endereço da Obra : Rua Leonardo mota, 700 - Fortaleza/Ce			
Nº de pavimentos : 1 Subsolo, Térreo, Mezanino, 22 pav. Tipo.			
1 Apartamento por pavimento.			
Área total construída: 12.464,00m <sup>2</sup>			
SERVIÇOS TERCEIRIZADOS			
Fundações Profundas			
Instalações			
Gesso			
Esquadrias			
Protensão			
Impermeabilização			
Marcenaria			
Pintura			
INFORMAÇÕES ADICIONAIS			
QUANTIDADES TOTAIS DE MATERIAIS (ESTIMADO)	QTDE	UNIDADE	
Cimento (saco)	18.000,00	sc	
Areia (m <sup>3</sup> )	2.900,00	m <sup>3</sup>	
Brita (m <sup>3</sup> )	900,00	m <sup>3</sup>	
Tijolo Furado	400.000,00	und	
Tijolo maciço	160.000,00	und	
Concreto usinado	1.900,00	m <sup>3</sup>	
Concreto no canteiro	800,00	m <sup>3</sup>	
Operários	150,00	PESSOAS	

### 5.3.3 Dados sobre Rede Elétrica

É importantíssimo para um canteiro de obra o dimensionamento da rede elétrica, já que muitas vezes tem-se que estudar as cargas elétricas usadas e tomar decisões sobre a aquisição de subestações.

Primeiramente é fundamental saber se a concessionária tem carga suficiente para atender à obra em questão. Escolher também por onde será ligada esta energia para evitar o mínimo de contato com os operários.

Para o dimensionamento da carga, foram elencados todos os equipamentos elétricos com suas respectivas potências para se ter uma visão global da obra em questão. A seguir tem-se um estudo das cargas elétricas:

**Tabela 11 - Cargas Elétricas**

GERÊNCIA DE SUPRIMENTOS E LOGÍSTICA  
OBRA: ED. CASA ROSA

<b>LIGAÇÃO TRIFÁSICA</b>					
<b>QUADRO DE CARGAS - CANTEIRO DE OBRAS</b>					
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANT.	POTÊNCIAS INSTALADA (CV)		
			UNIT.	TOTAL	TOTAL (WATT)
1	BETONEIRA 580 L	2	5,00	10,00	7.360,00
2	VIBRADOR DE IMERSÃO	2	3,00	6,00	4.416,00
3	COMPACTADOR DE SOLO	1	3,00	3,00	2.208,00
4	MOTOBOMBA	2	3,00	6,00	4.416,00
5	SERRA CIRCULAR	2	3,00	6,00	4.416,00
6	POLICORTE	1	3,00	3,00	2.208,00
7	MAQUITA	3	1,00	3,00	2.208,00
8	LIXADEIRA	3	0,33	0,99	728,64
9	FURADEIRA	2	0,33	0,66	485,76
10	MAQUINA DE SOLDA	1	7,5 Kva	7,5 Kva	9.375,00
11	ELEVADORES	2	12,23	24,46	18.000,00
12	COMPRESSOR	1	0,50	0,50	368,00
13	GUINCHO DE COLUNA	4	4,08	16,30	12.000,00
14	PENEIRA ELÉTRICA	1	1,50	1,50	1.104,00
15	BEBEDOURO	3	0,50	1,50	1.104,00
16	BALANÇA ELÉTRICA	3	1,49	4,48	3.300,00
<b>SOMATÓRIO DAS POTÊNCIAS .....</b>					<b>73.697,40</b>

<b>QUADRO DE CARGAS DO ESCRITÓRIO</b>					
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANT.	POTÊNCIAS (WATT)		
			UNIT.	TOTAL	TOTAL (WATT)
1	ILUMINAÇÃO (escritório/depósitos)	40	40,00		1.600,00
2	TOMADAS	10	100,00		1.000,00
3	AR CONDICIONADO	3	2.000,00		6.000,00
4	COMPUTADORES	3	400,00		1.200,00
5	ILUMINAÇÃO (CANTEIRO)	15	150,00		2.250,00
<b>SOMATÓRIO DAS POTÊNCIAS .....</b>					<b>12.050,00</b>

<b>POTÊNCIA TOTAL INSTALADA (KW)</b>	<b>85.747,40</b>
<b>POTÊNCIA TOTAL DEMANDADA (VA)</b>	<b>63.619,97</b>
<b>POTÊNCIA TOTAL DEMANDADA (KVA)</b>	<b>63,62</b>

**OBS: COMO A POTÊNCIA É MENOR QUE 75KVA, NÃO PRECISA-SE DE SUBESTAÇÃO**

### **5.3.4 Dados sobre Telefonia, Água e Esgoto**

Complementando os dados da rede elétrica, é necessária a informação a respeito também de telefonia, água e, principalmente, esgoto. O esgoto é fundamental dentre estes, pois, caso não tenha nenhuma rede de saneamento, é vital a construção de uma estação de tratamento de esgoto. Caso não exista rede de água, poderá ser pensada a construção de um poço profundo. O poço profundo também poderá ser amortizado com a redução da conta de água durante a obra.

### **5.3.5 Dados sobre *Stand* de Vendas ou Algum Local Impossibilitado de ser Usado**

O proprietário da construtora, ou a alta administração desta, tem que analisar uma possível área onde se localize o *stand* de vendas ou qualquer área que não possa ser usada pelo canteiro de obras. Separam-se estas áreas impossibilitadas de uso como canteiro e re-utilizam-se apenas as áreas disponíveis.

No caso do edifício *Casa Rosa*, o *stand* de vendas ficou localizado no edifício *Tragaluz*, que se localiza em frente à obra em questão.

### **5.3.6 Cronograma de Intervenção de Materiais**

O cronograma de intervenção de materiais foi baseado em dados históricos de compras da empresa. Por meio deste, pode-se saber quando seria o momento correto para fechar a aquisição de um insumo ou de um serviço. Logicamente, esta ferramenta serve de orientação e não tem uma grande precisão, contudo, os grandes serviços e insumos estão representados na seqüência.

Por exemplo, pode-se notar que no primeiro mês de trabalho tem-se que contratar o poço profundo e as estacas-brocas. Já as instalações, devem ser adquiridas no quinto mês e as cerâmicas no décimo primeiro mês. Nestes prazos, já estão consideradas as folgas para as entregas.

Tabela 12 - Cronograma de Intervenção de Materiais

**OBRA: CASA ROSA**
**CRONOGRAMA DE INTERVENÇÃO DE MATERIAIS PARA OBRAS RESIDENCIAIS ESPECIFICAMENTE PARA PRÉDIOS DA C. ROLIM ENGENHARIA**

Nº MESES	DATA	PRINCIPAIS INSUMOS	PRINCIPAIS SERVIÇOS
1º	01/03/2005		POÇO PROFUNDO, ESTACA-BROCA
2º	01/04/2005	FERROS PARA ESTACA-BROCA	FUNDAÇÕES E ESTRUTURA DE CONCRETO
3º	01/05/2005	ELEVADORES, FERROS E CONCRETO	
4º	01/06/2005	CABOS DE PROTENSÃO	PROTENSÃO
5º	01/07/2005		INSTALAÇÕES
6º	01/08/2005		
7º	01/09/2005		
8º	01/10/2005		
9º	01/11/2005		
10º	01/12/2005		ESQUADRIA DE FERRO
11º	01/01/2006	CERÂMICAS	
12º	01/02/2006	CONTRA-MARCOS	AR-CONDICIONADO
13º	01/03/2006	CUBAS DE AÇO E DE LOUÇAS	IMPERMEABILIZAÇÃO
14º	01/04/2006	GRANITOS	PISO INDUSTRIAL
15º	01/05/2006	FORRAMENTOS	
16º	01/06/2006	PORTA CORTA-FOGO E ARGAMASSAS	GESSO
17º	01/07/2006		
18º	01/08/2006		
19º	01/09/2006		
20º	01/10/2006	FERRAGENS	
21º	01/11/2006	PORTAS DE MADEIRA	ESQUADRIAS
22º	01/12/2006		PINTURA
23º	01/01/2007	LOUÇAS	
24º	01/02/2007	METAIS E MASTIQUE	
25º	01/03/2007	GRUPO GERADOR	
26º	01/03/2007		PEDRA PORUTGUESA
27º	01/04/2007		LIMPEZA
28º	01/05/2007		
29º	01/06/2007	EQUIPAMENTOS	PAISAGISMO E DIVISÓRIAS PVC
30º	01/07/2007		CIRCUITO INTERNO TV

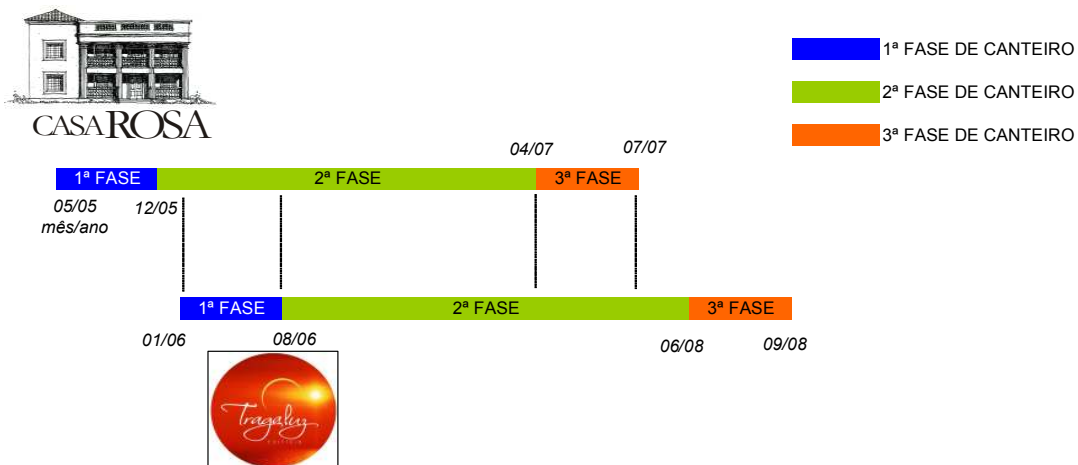
### 5.3.7 Cronograma das Fases do Canteiro

Por intermédio do planejamento da obra, é possível definir as etapas do canteiro. Todo o planejamento foi feito por meio de uma ferramenta chamada linha de balanço. As fases do canteiro são definidas de acordo com o cronograma da obra. Nesta obra foram programadas três fases de canteiro. A primeira vai do começo da obra até a concretagem da primeira laje-tipo. A partir desta concretagem, já podem ser usadas às áreas como pilotis, subsolo e mezanino, para a definição da segunda fase de canteiro. A primeira fase vai do início até esta concretagem e as áreas usadas como canteiro são periféricas da obra, não possuindo nada no centro do terreno. É uma fase onde se usam *containeres* como escritório, banheiros e almoxarifados.

A segunda fase é a mais duradoura e de maior importância, pois, nesta etapa, a obra realmente acontece e recebe total atenção. As produções da maioria dos serviços estão na segunda fase, por isso são necessários bons espaços para trabalho e boas áreas de vivência. A partir da concretagem da primeira laje-tipo, o canteiro de obra se posiciona embaixo da torre do prédio, usando os pavimentos pilotis, subsolo e mezanino. A segunda fase será muito explorada a seguir em razão da sua importância.

A terceira fase é vital para a entrega da obra, já que os espaços definitivos estão ficando prontos e não se pode usar estes locais como áreas de canteiro, entretanto, muitas vezes, não se tem mais espaços para a colocação de *containeres* de escritório e de banheiros. É uma fase muito delicada, pois o efetivo continua alto e tem-se que cumprir as normas regulamentadoras do mesmo jeito do restante da obra. Nesta fase, a criatividade e a flexibilidade são fundamentais. No caso do edifício *Casa Rosa*, existiu grande facilidade para esta fase, haja vista existir um edifício da mesma construtora do outro lado da rua, ou seja, o planejamento da terceira fase do edifício *Casa Rosa* foi feito para acontecer no canteiro do edifício *Tragaluz*.

**ANÁLISE DE INTERFERÊNCIAS DE CANTEIRO**  
**CRONOGRAMA CASA ROSA x TRAGALUZ**



**Figura 43** - Análise do Cronograma

### 5.3.8 Áreas Necessárias Advindo das Normas ou dos Estudos de Fluxos

Pelos estudos citados, juntamente com o conhecimento das normas e o saber tácito a respeito de dimensionamento de canteiro de obras, pode-se produzir uma tabela com as áreas necessárias para cada ambiente de trabalho dentro de uma obra residencial vertical. A Tabela 13 apresenta as áreas e as respectivas explicações de sua necessidade para a fase principal, que é a segunda fase do canteiro.

Tabela 13 - Estudo de Layout de Canteiro

OBRA: ED. CASA ROSA



## ESTUDO DE LAY-OUT DE CANTEIRO DE OBRAS

**(ESPAÇO NECESSÁRIO) - 2ª FASE**

AMBIENTE OU DEPÓSITO	FONTE DE INFORMAÇÕES	ÁREA/QUANT. NECESSÁRIA
ALMOXARIFADO C. ROLIM (0,5% da área construída)	C. ROLIM ENGENHARIA	62,32
ALMOXARIFADO TERCEIROS(0,25% da área construída)	C. ROLIM ENGENHARIA	31,16
BETONEIRA (ver avaliação de guinchos necessários)	C. ROLIM ENGENHARIA	0,47
DEPÓSITO DE AÇO	SEM DADOS	-
DEPÓSITO DE CIMENTO (Carrada de 280 sacos de cimento / 15)	C. ROLIM ENGENHARIA	18,67
DEPÓSITO DE AREIA GROSSA	C. ROLIM ENGENHARIA	15,00
DEPÓSITO DE BRITA	C. ROLIM ENGENHARIA	15,00
DEPÓSITO DE ENTULHO (02 container's) + Reciclavel	C. ROLIM ENGENHARIA	11,00
DEPÓSITO DE TIJOLO (para 24.000,00 tijolos)	C. ROLIM ENGENHARIA	48,00
GUINCHO CARGA (ver avaliação de guinchos necessários)	C. ROLIM ENGENHARIA	1,83
GUINCHO PESSOAL	C. ROLIM ENGENHARIA	1,00
CENTRAL CORTE CERÂMICA (rotativo na obra - acompanha o pacote de acabamento)	C. ROLIM ENGENHARIA	1,00
ESCRITÓRIO ENG <sup>a</sup> (1 profissional por10m2 cada) - Considerado 6 profissionais - Incluso Wc	C. ROLIM ENGENHARIA	60,00
ESTOQUE DE CERÂMICA (apenas o que não foi para produção)	SEM DADOS	
GUINCHO COLUNA (ver avaliação de guinchos necessários)	C. ROLIM ENGENHARIA	4,00
<b>ÁREAS DE VIVÊNCIA</b>		
REFEITÓRIO - (1,20m2/usuário)	C. ROLIM ENGENHARIA	180,00
VESTIÁRIOS (1 usuário/m2)	C. ROLIM ENGENHARIA	150,00
<b>BANHEIROS</b>		
CHUVEIROS - 150 Colaboradores	NR-18	15,00
VASO SANITÁRIO - 150 Colaboradores	NR-18	8,00
MICTÓRIO - 150 Colaboradores	NR-18	8,00
LAVATÓRIO - 150 Colaboradores	NR-18	8,00



### **5.3.9 Comparativo entre Áreas Necessárias e Áreas Obtidas através do Projeto de Canteiro para a Segunda Fase**

A carta de inter-relações contribuiu muito para a escolha dos locais de trabalho, pois destaca os principais encontros. Na análise dos ambientes, foi importante o aproveitamento de áreas definitivas do prédio, sempre procurando aproveitar paredes e evitando, no final da obra, ter que derrubá-las.

Depois de analisadas as áreas necessárias e as áreas disponíveis para cada ambiente, comparam-se estas para chegar-se a uma conclusão se o projeto de canteiro atende às necessidades ou não. Caso não atenda à maioria das áreas, seria interessante uma re-análise, entretanto, se atender ao desejado, já é um grande indício que o *layout* de canteiro está no rumo certo.

Na Tabela 14, segue o comparativo de áreas.

Tabela 14 - Comparativo de Áreas

OBRA: ED. CASA ROSA

ESTUDO DE LAY-OUT DE CANTEIRO DE OBRAS



## COMPARATIVO DE ÁREAS (ESPACO NECESSÁRIO / ESPACO DISPONÍVEL) - 2ª FASE

AMBIENTE OU DEPÓSITO	FONTE DE INFORMAÇÕES	ÁREA/QUANT. NECESSÁRIA	ÁREA DISPONÍVEL (PROJETO LAYOUT)
ALMOXARIFADO C. ROLIM (0,5% da área construída)	C. ROLIM ENGENHARIA	62,32	58,82
ALMOXARIFADO TERCEIROS(0,25% da área construída)	C. ROLIM ENGENHARIA	31,16	24,72
BETONEIRA (ver avaliação de guinchos necessários)	C. ROLIM ENGENHARIA	0,47	1,00
DEPÓSITO DE AÇO	SEM DADOS	-	62,72
DEPÓSITO DE CIMENTO (Carrada de 280 sacos de cimento / 15)	C. ROLIM ENGENHARIA	18,67	18,90
DEPÓSITO DE AREIA GROSSA	C. ROLIM ENGENHARIA	15,00	13,75
DEPÓSITO DE BRITA	C. ROLIM ENGENHARIA	15,00	13,50
DEPÓSITO DE ENTULHO (02 container's) + Reciclavel	C. ROLIM ENGENHARIA	11,00	12,00
DEPÓSITO DE TIJOLO (para 24.000,00 tijolos)	C. ROLIM ENGENHARIA	48,00	48,41
GUINCHO CARGA (ver avaliação de guinchos necessários)	C. ROLIM ENGENHARIA	1,83	1,00
GUINCHO PESSOAL	C. ROLIM ENGENHARIA	1,00	1,00
CENTRAL CORTE CERÂMICA (rotativo na obra - acompanha o pacote de acabamento)	C. ROLIM ENGENHARIA	1,00	1,00
ESCRITÓRIO ENG* (1 profissional por10m2 cada) - Considerado 6 profissionais - Incluso Wc	C. ROLIM ENGENHARIA	60,00	69,95
ESTOQUE DE CERÂMICA (apenas o que não foi para produção)	SEM DADOS		84,78
GUINCHO COLUNA (ver avaliação de guinchos necessários)	C. ROLIM ENGENHARIA	4,00	4,00
<b>ÁREAS DE VIVÊNCIA</b>			
REFEITÓRIO - (1,20m2/usuário)	C. ROLIM ENGENHARIA	180,00	327,08
VESTIÁRIOS (1 usuário/m2)	C. ROLIM ENGENHARIA	150,00	262,00
<b>BANHEIROS</b>			
CHUVEIROS - 150 Colaboradores	NR-18	18,00	26,00
VASO SANITÁRIO - 150 Colaboradores	NR-18	9,00	13,00
MICTÓRIO - 150 Colaboradores	NR-18	9,00	13,00
LAVATÓRIO - 150 Colaboradores	NR-18	9,00	13,00

### 5.3.10 Projetos de Canteiro

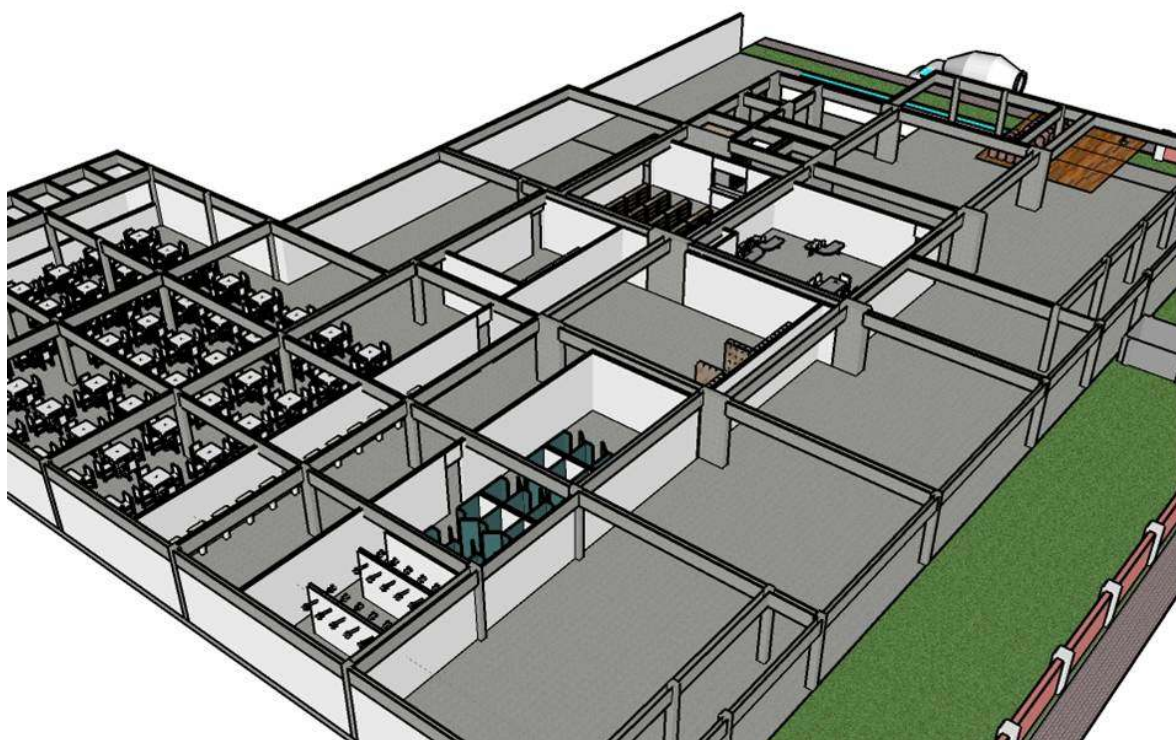
Depois de todo estudo feito, então, se pode expressar o projeto de canteiro dos pavimentos pilotis e subsolo. Ressaltou-se a importância para os ambientes de trabalho das comunicações e vias de acesso. As vias foram sinalizadas e receberam nomes como se fosse uma cidade. Por exemplo, no edifício *Casa Rosa* as vias do pavimento subsolo receberam nomes de ruas de Fortaleza como Pedro Borges e Floriano Peixoto. Já as vias do pavimento pilotis, receberam nome de avenidas de Fortaleza, como Santos Dumont, Leste-Oeste e Barão de Studart.

Os projetos de canteiro em duas dimensões foram vistos nas figuras 23 e 24. A Figura 44 e 45 apresentam projetos do subsolo e pilotis em três dimensões, para melhorar o entendimento de todos envolvidos na obra. O “3D”, como é chamado o projeto em três dimensões, já é uma tendência natural dos projetistas e calculistas, entretanto, para canteiro de obras, esta experiência foi bem inovadora e de grande valia para todos os colaboradores da empresa.

Os projetos de canteiro em três dimensões foi uma meta da empresa e estes já deram um grande resultado, pois, através desta ferramenta, pode-se compatibilizar os principais projetos, como o de arquitetura, instalações e estrutura com o de canteiro. Implica uma melhor visualização de qualquer incompatibilidade. No caso do edifício *Casa Rosa*, este projeto de canteiro observou, antecipadamente, uma viga de concreto que impedirá a perfeita fixação do guincho de carga.



**Figura 44** - Projeto de Canteiro do Subsolo – 3D



**Figura 45** - Projeto de Canteiro do Pilotis – 3D

## **CAPÍTULO 6 - ANÁLISES DOS RESULTADOS DA PESQUISA**

Esta etapa analisa as anotações observadas durante o estudo de caso. A pesquisa desenvolvida procurou contribuir para o bom estudo de fluxos das obras, permitindo proporcionar às atividades de fluxos a mesma importância das atividades de conversão. Para este estudo, buscou-se unir os conceitos da Engenharia de Produção e Logística aplicada à construção civil juntamente com diretrizes da filosofia da “construção enxuta”.

O mercado das construtoras geralmente apenas dá enfoque logístico voltado ao gerenciamento de suprimentos, esquecendo à Logística interna, ou seja, a boa adequação dos fluxos logísticos como suporte à área de produção. A Logística interna, através dos fluxos, trabalha para que o ambiente seja de alta produtividade, com muita segurança.

O apoio nesta área de desenvolvimento é de fundamental importância, já que uma obra dura, em média, dois a três anos e uma considerável quantidade de movimentações de materiais e pessoas acontece todo dia durante estes vinte e quatro a trinta e seis meses. A cultura de pensar antes tem que ser implementada no estudo de fluxos em um canteiro de obras.

Ficou claro que os operários visualizam rápido a melhoria e em um ambiente propício à melhoria dão mais sugestões do que o normal, ou seja, a integração entre a equipe técnica e os operários é maior. Observou-se, também, que as suas idéias são de grande valor para a melhoria contínua dos processos dos fluxos.

A pesquisa pode também demonstrar que a construção civil é um ambiente bastante propício a melhorias, principalmente no que se refere aos fluxos, já que os engenheiros, técnicos, mestres, encarregados e os operários sempre foram treinados a dar muita importância a atividades de conversão, como produzir um traço de argamassa para executar uma alvenaria, um reboco ou um contrapiso. Estes mesmos, entretanto, não têm conhecimento sobre os aspectos logísticos da produção, como, por exemplo, quanto tempo demora em fazer um traço, ou quanto tempo o guincho de carga transporta uma argamassa do pavimento térreo até o vigésimo pavimento.

O roteiro de levantamento de dados alcançou as metas planejadas inicialmente, pois identificou os principais problemas relativos aos fluxos logísticos na construção de edifícios verticais, especificamente da C. Rolim Engenharia Ltda., entretanto, algumas

ferramentas da gestão dos fluxos pode ser aplicada em obras verticais em qualquer empresa do Brasil.

Esta pesquisa atingiu um objetivo importante, que foi mapear os fluxos logísticos, sejam físicos ou de informações, caracterizando-os e aplicando sugestões práticas a algumas estações de trabalhos. A análise teve aspectos qualitativos e quantitativos, quando possível.

Vale ressaltar que os fluxos logísticos englobam todos os envolvidos, como os engenheiros, técnicos, terceirizados, fornecedores de materiais, projetistas e clientes. A boa interação destes contribui de forma decisiva para o sucesso de qualquer empreendimento.

Cruz (2002) expressa que, em alguns dos processos, as médias percentuais dos tempos em atividades de transporte em algumas empresas pesquisadas foram as seguintes: alvenaria = 46,2%; contra-piso = 47,6%; reboco externo = 50,70%; reboco interno = 43,60% e emboço interno = 45,50%. Percebe-se que metade do tempo gasto nestes processos é em atividades ligadas à Logística interna. Os custos com o transporte são relevantes, entretanto, muitas empresas não consideram estes na composição de orçamentos de seus empreendimentos.

O método proposto demonstrou que ganhos e incrementos de produtividade, segurança e qualidade podem ser adquiridos na ampliação do foco de melhorias nas atividades de fluxo. Estes ganhos foram observados pelo roteiro de levantamento de dados, já que este paralelo entre as duas obras esclareceu qualquer dúvida quanto à eficiência do método. A obra onde foi aplicado o controle de gestão dos fluxos teve um resultado expressivamente melhor que o da outra. Esta comparação foi muito interessante, pois a empresa era a mesma, ou seja, os procedimentos, processos, atividades são os mesmos, o que muda é apenas a aplicação do estudo dos fluxos para melhorar o desenvolvimento da obra.

Como resultado desta pesquisa, pode-se afirmar que, a partir de então, todas as obras da C. Rolim Engenharia Ltda. terão a aplicação dos estudos de fluxos nos seus canteiros de obra, ou seja, a partir deste momento, o estudo de fluxo virou um procedimento interno cujo resultado final é um bom projeto de canteiro. Entretanto, tais estudos não podem parar no começo da obra sobre pena de movimentações de pessoas, materiais e informações serem alteradas.

Pode-se dizer que os estudos logísticos num canteiro observam as futuras deficiências no processo da gestão da produção, tentando corrigi-las. É possível se dizer que o uso destes estudos logísticos no estudo de caso em referência colaborou no aumento da produtividade da obra.

Inicialmente na obra edifício *Amazônia*, onde não foi aplicado nenhuma gestão de fluxos, os postos de trabalhos, os estoques, as informações e os tempos eram controlados no *felling* do engenheiro, sem nenhum indicador quantitativo, ou seja, o planejamento e controle da produção eram executados sem estudos. Alguns paralelos podem ser traçados entre estas duas obras. A estação de trabalho betoneira precisa situar-se próximo às baias de agregados, como também perto do guincho de carga. Estes números no edifício *Amazônia* são de duas a cinco vezes mais distantes do que no edifício *Casa Rosa*. Vale ressaltar que os operários não estão apenas percorrendo estas distâncias de forma normal, muitas vezes estão carregando muito peso. Outra forma tradicional que se observa muito nos canteiros de obra é o servente da betoneira carregar um saco de cimento de cinquenta quilos na cabeça, trabalho este desgastante. No edifício *Casa Rosa*, o cimento descia através de uma rampa para o subsolo, onde o mesmo escorregava para o seu local de armazenamento, não necessitando de transporte braçal.

Como análise importante da pesquisa, o sistema de estudo dos fluxos logísticos demonstrou ser uma ferramenta da gestão e controle eficaz, possibilitando às pessoas estarem dispostas a criar um clima profissional de melhorias contínuas. Este sistema identifica problemas rapidamente, tentando alcançar soluções e sempre procurando agregar valor às atividades, evitando, a qualquer preço, perdas e desperdícios na construção civil.

## CAPÍTULO 7 - CONCLUSÃO

Com a realização do estudo, foi possível ratificar que as informações adquiridas na fundamentação teórica comprovam a grande relevância da indústria da construção civil, já que esta tem alta participação no emprego de mão-de-obra e, principalmente, muita importância no PIB cearense e brasileiro.

A pesquisa teve como objetivo principal estabelecer a gestão de fluxos em obras residenciais verticais. A gestão do fluxo foi analisada, após estudo comparativo entre duas obras de uma mesma construtora. Por meio deste paralelo, validou-se todo o estudo proposto anteriormente, pois ficou constatado resultado final positivo na obra onde se realizou os estudos de fluxos.

As grandes diferenças das obras analisadas estão na aplicação de ferramentas de cunho científico aliadas às aplicações de princípios da “construção enxuta”, de uma forma prática que propicia um retorno quase que imediato.

No que diz respeito aos objetivos específicos, de caracterização de perdas nos fluxos logísticos, pôde-se afirmar que este estudo aprofundou-se largamente, já que foram elencados vários tipos de desperdícios como: as distâncias percorridas desnecessariamente pelos operários do edifício Amazônia em relação ao edifício Casa Rosa, a falta de vias de circulação no edifício Amazônia, bem como a ausência de ferramentas de controle dos fluxos de informações nesta mesma obra.

Quanto ao objetivo específico de elaboração de processos para a gestão dos fluxos físicos, pôde-se comprovar que o estudo obteve um grande êxito, pois foram aplicadas várias ferramentas de gestão como: o controle de estoques, a ordem de prioridade no guincho de carga com horários pré-definidos e o gerenciamento de resíduos sólidos. Proteger o fluxo de produção também foi comentado, pois foram criadas várias ferramentas para canalizar a produção sem que a mesma fosse prejudicada. As ferramentas utilizadas foram o *Andon*, o *Kanban*, a paletização de materiais e o mapa de estocagem de tijolos e cerâmicas no pavimento-tipo.

Quanto à gestão de estoques, através do *Kanban* e ponto de ressuprimento, se obteve bons indicadores, já que a partir do edifício *Casa Rosa*, todos os operários passaram a fazer seu planejamento de atividades, conseguindo, com isso, uma maior organização. O trabalhador da construção, atualmente preenche no *kanban* da programação de argamassa, por



exemplo, a que horas do dia ele deseja que seja entregue o material no seu posto de trabalho. Esta autonomia foi uma grande evolução pois, assim, os operários também ajudam a comandar a obra, não ficando como agentes passivos, esperando que tudo aconteça.

Os princípios da “construção enxuta” comentado durante o trabalho foram muito importantes para o mesmo, pois foi analisada a eliminação de atividades que não agregam valor como: a substituição do uso da peneira elétrica por uma areia já peneirada, ou ainda as estações de trabalho da betoneira mais organizadas através de um novo *layout*. A transparência foi outro princípio da “construção enxuta” bem enfatizada no trabalho, pois as organizações matriciais dos almoxarifados e as vias das obras bem definidas são importantes para o sucesso de um empreendimento. A produção protegida também fez parte dos princípios discutidos no estudo, na medida em que o mesmo combate o desperdício de mão-de-obra que, em termos de construção civil, ainda é muito relevante.

O dimensionamento do uso de equipamentos foi um objetivo deste trabalho bastante discutido, pois este estudo fez parte das diretrizes da gestão de fluxos e foi peça fundamental no processo, já que os equipamentos para a construção civil possuem alto valor agregado e são essenciais ao serviço em todas as suas etapas. Este trabalho comentou e dimensionou equipamentos por via de números de produção e não através de experiências de engenheiros de obras, que infelizmente ainda é muito praticado no mercado.

O último objetivo específico proposto foi a elaboração do projeto de canteiro de obras com base nos estudos dos fluxos logísticos. A diretriz proposta teve como atividade final a elaboração deste projeto, que tem um alto grau de importância. A diferença entre o projeto de canteiro das obras em questão foi muito representativa, porque a primeira obra em análise não possuía nenhum croqui de canteiro, sendo decidida apenas pelo engenheiro residente através de suas convicções e “achismos”. Já o edifício *Casa Rosa* obteve seus dados para o projeto de canteiro de obras mediante estudos técnicos.

Vale ressaltar que a C. Rolim Engenharia Ltda. sempre obteve satisfatória aceitação pelo mercado e o empreendimento *Amazônia*, apesar de não adotar controles de fluxos efetivos e sistemáticos atendeu as expectativas dos clientes e parceiros envolvidos. No quesito fluxos logísticos internos, o edifício *Amazônia* obteve um conceito muito inferior ao edifício *Casa Rosa*, conforme visto nas respostas do roteiro de levantamento de dados.

Os serviços destas obras foram similares, como: alvenaria, reboco, contra-piso, chapisco, forro de gesso, assentamento de cerâmicas, esquadrias de alumínio, pintura látex, instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias, telefônicas, impermeabilização dentre outros. Pode-se afirmar que as atividades de conversão executadas nas duas obras foram equivalentes,

entretanto, os fluxos que deram suporte a estas atividades de conversão foram tratados de forma diferenciada.

Durante a condução do trabalho, buscou-se analisar e descrever os fenômenos dos fluxos logísticos com base no referencial teórico já citado. As diretrizes propostas foram produzidas visando o correto planejamento e controle dos fluxos logísticos para a redução ou eliminação das perdas.

Pode-se concluir que a análise dos fluxos logísticos internos deve ser encarada como ferramenta que auxilia no processo produtivo e de melhoria contínua, podendo ser aplicada em quaisquer ambientes de construções verticais, objetivando racionalizar tempos e movimentos, bem como propiciar ganhos reais em todos os processos de um canteiro de obras.

## 7.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Ao longo deste trabalho, observaram-se oportunidades para o desenvolvimento de trabalhos futuros, quais sejam:

- - estudo sobre indicadores logísticos de eficiência na produção de edifícios;
- - estudo sobre estratégias logísticas a serem adotadas pelas construtoras em função da sua produção;
- - realizar estudo do comportamento do fluxo de material, a partir do método proposto nos outros estados brasileiros, com a finalidade da geração de *benchmark*;
- - propor outros indicadores que avaliem a eficácia dos fluxos logísticos, segundo a diretriz proposta neste trabalho;
- - desenvolver ferramentas computacionais que possam fazer o planejamento e a gestão dos fluxos;
- - aplicar este estudo da gestão dos fluxos em obras diferentes, como centros comerciais, escolas, indústrias e hospitais.

## REFERÊNCIAS

AGOPIOU, A. et al. *The role of logistics in the materials flow control process*. **Construction Management and Economics**. n.16, 1998.

ALVES, Thais da Costa Lago. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.

BALLOU, Ronaldo H. **Logística empresarial**: transporte, administração de materiais e distribuição física. Trad Hugo Yoshizaki. São Paulo: Atlas, 2006, 392p.

BALLARD, G, HOWEL, G. **Implementing lean construction**: stabilizing work flow. 2º Workshop on Lean Construction (IGLC94), Santiago, Chile, 1994.

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimento e de tempos**: Projeto e Medida do Trabalho. 6. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 9º Reimpressão, 2004.

BEZERRA, A C. S. B; MERGULHÃO, R. A C. Análise dos indicadores de perda de materiais empregados no revestimento cerâmico das obras de João Pessoa/PB. In.:SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO MEIO AMBIENTE CONSTRUÍDO – I SIBRAGEQ. 1, 1999, Recife. **Anais...** SIBRAGEQ. Recife: 1999.

BORNIA, A. C. **Apostila de custos industriais II**. PPGEP/UFSC, 1995.

BOWERSOX, Donald J.;CLOSS, David J. **Logística empresarial**: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Editora Atlas, 2001.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução do CONAMA nº 307, de Julho de 2002.

CARDOSO, F, F; PINTO, C, A P. **O sistema de certificação QualiHab de empresas construtoras**. 3º International Congress of Industrial Engineering & ENEGEP 97: 17º Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Gramado: Out. / 1997;

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos – estratégias para redução de custos e melhoria de serviços**. Trad. Francisco Roque Monteiro Leite. São Paulo: Pioneira, 1997, 240p.

CHING, Hong Yuh. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**. São Paulo: Atlas, 1999.

CONSTRUBUSINESS.2003. Disponível em: <<http://www.construbusiness.com.br>>. Acesso em março. 2006.

CRUZ, André Luiz Guerreiro da. **Uma contribuição metodológica para o estudo do comportamento do fluxo material em processos construtivos, em obras de edificações, na indústria da construção civil. Uma abordagem logística**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 2002.

EATON, D. **Lean production and the small private practice**. 2º Workshop on Lean Construction (IGLC94), Santiago, Chile: 1994.

FORMOSO, C. **Programa gaúcho de qualidade e produtividade**. Porto Alegre: SINDUSCON/RS, 1993.

KEMMER, Sérgio.; HEINECK, Luiz F.; PACHECO, Ana Valéria.; SARAIVA, Martina.;NOVAES, Marcos de V.; MOURÃO, Carlos Alexandre M do A. (2006). **The use of andon in high rise building**. Proceedings of the 14<sup>th</sup> Conference of the International Group for Lean Construction, Santiago, Chile.

KISS, Paulo. A improdutividade brasileira. **Revista Construção e Mercado**, Editora Pini, n. 5, dez 2001.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical report No. 72. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University.. 1992. 75 p

LAKATOS, Eva. M; Marconi, Maria. de A. Fundamentos de metodologia científica. 4. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2001.

LOPES, Luis Carlos Aguiar. **Proposta de Layout para canteiro de obras verticais**. Monografia (Especialização) – Engenharia Civil, Universidade Federal de Ceará. Fortaleza: 1996.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Editora Pioneira, 1996.

MUTHER, Richard. **Planejamento do Layout Sistema SLP**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1978.

NOVAES, Antônio G; Alvarenga. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

NUNES, Fernando Ribeiro Melo. **Logísticos sobre o tamanho e a idade das empresas fabricantes de jeans femininos para adolescentes e jovens**. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de Produção**; além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997, 149p.

PICCHI, Flávio A. **Sistemas da Qualidade**: Uso em empresas de construção de edifícios. São Paulo: 1993. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 436p.

PINTO, T.P. **Perda de materiais em processos construtivos convencionais**. Universidade Federal de São Carlos, 1999.

ROCHA, Francisco Eugênio Montenegro da. **Logística e lógica na construção lean**. Fortaleza: Fibra Construções Ltda, 2004.

SANTOS, Aguinaldo. **Metodologia de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais**. Porto Alegre: 1995. Dissertação (Mestrado) UFRGS, 145 p.

SILVA, Fred Borges da. **Conceitos e diretrizes para gestão da logística no processo de produção de edifícios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2000.

SKOYLES, E.R. *Waste prevention on site*. Londres: Mitchell, 1987.

SOUZA, Roberto de. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2001.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como reduzir perdas nos canteiros**: manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo:Pini, 2005.

TRIVINÕS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

VERGARA Silvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa de administração.** São Paulo: Atlas, 1997.

VIEIRA, Hélio Flavio. **Logística aplicada à construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras.** São Paulo: Pini, 2006

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992. 347p.

ZEGARRA, Sofia Lilianne Villagarcía. **Diretrizes para elaboração de um modelo de gestão dos fluxos de informações como suporte à logística em empresas construtoras de edifícios.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2000.







## APÊNDICE B – Roteiro para levantamento de dados do Edifício Amazônia

### ROTEIRO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS DO EDIFÍCIO AMAZÔNIA

#### 1ª PARTE - CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

ENTREVISTADO /CARGO: LUIS CARLOS MOREIRA (ENGENHEIRO) / VALDERI FARIAS (TÉCNICO)

1- TEMPO DE FUNDAÇÃO DA EMPRESA?

R- 28 ANOS

2- NÚMERO DE OBRAS ENTREGUES?

R- 64

3- NÚMERO DE OBRAS EM ANDAMENTO?

R- 4

4- NÚMERO TOTAL DE OPERÁRIOS PRÓPRIOS?

R- APROXIMADAMENTE 300

5- NÚMERO TOTAL DE OPERÁRIOS SUBEMPREGADOS?

R- APROXIMADAMENTE 150

6- NÚMERO TOTAL DE OPERÁRIOS?

R- APROXIMADAMENTE 450

7- NÚMERO TOTAL DE FUNCIONÁRIOS EM FUNÇÕES ADMINISTRATIVAS?

R- 22

8- AS PERGUNTAS ABAIXO SÃO NO INTUITO DE SABER SE A EMPRESA ESTÁ VISANDO MELHORAR A SUA COMPETITIVIDADE E COM QUE INTENSIDADE

8.1 AQUISIÇÃO DE NOVAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

8.2 INVESTITIMENTO EM NOVAS TECNOLOGIAS

8.3 VISÃO DE FUTURO COM RELAÇÃO A OPORTUNIDADE DE MELHORIAS

8.4 POSSUI PARCERIAS COM CONSULTORES

8.5 ESTABELECE PARCERIAS COM CLIENTES

8.6 ESTABELECE PARCERIAS COM FORNECEDORES

8.7 POSSUI PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS

8.8 INVESTIMENTO EM INFORMÁTICA

8.9 APOIA A PARTICIPAÇÃO DE FEIRAS E EVENTOS

8.10 INVESTE EM PROJETOS

EXCELENTE	BOM	RUIM
	X	
	X	
	X	
	X	
X		
	X	
X		
	X	
	X	
	X	

## 2ª PARTE - QUESTÕES

### 2.1 QUESTÕES A RESPEITO DO CANTEIRO DE OBRA

- 2.1.1 EXISTE PROJETO DE CANTEIRO DE OBRA
- 2.1.2 OS ACESSOS SÃO VISÍVEIS
- 2.1.3 OS ACESSOS SÃO PAVIMENTADOS E SEM OBSTÁCULOS
- 2.1.4 EXISTE UMA PORTARIA COM CAPACETES
- 2.1.5 O ESCRITÓRIO DA OBRA ESTÁ BEM POSICIONADO
- 2.1.6 O ALMOXARIFADO ESTÁ PERTO DA DESCARGA DOS CAMINHÕES
- 2.1.7 O ALMOXARIFADO ESTÁ ORDENADO
- 2.1.8 AS ÁREAS DE VIVÊNCIA FORAM CALCULADAS PELA NR-18
- 2.1.9 AS ÁREAS DE VIVÊNCIA POSSUEM ESPAÇO PARA O LAZER
- 2.1.10 A EMPRESA INVESTE NA SEGURANÇA DO TRABALHO
- 2.1.11 A EMPRESA POSSUI EPC's EM PERFEITO ESTADO
- 2.1.12 A EMPRESA POSSUI EPI's EM PERFEITO ESTADO
- 2.1.13 A OBRA TEM SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA
- 2.1.14 A OBRA FAZ MANUTENÇÕES PREVENTIVAS DE EQUIPAMENTOS
- 2.1.15 A OBRA TEM EXTINTORES DE INCÊNDIO
- 2.1.16 O CANTEIRO POSSUI FLEXIBILIDADE DE ESPAÇOS
- 2.1.17 O CANTEIRO POSSUI FACILIDADE PARA FUTURAS EXPANSÕES

EXCELENTE	BOM	RUIM
		X
	X	
	X	
		X
	X	
		X
		X
X		
	X	
X		
X		
	X	
	X	
	X	
	X	
		X

### 2.2 QUESTÕES A RESPEITO DO FLUXO LOGÍSTICO NO CANTEIRO DE OBRA

- 2.2.1 EXISTE VIAS DE CIRCULAÇÃO INTERNA PAVIMENTADA
- 2.2.2 AS VIAS JÁ ESTÃO DEFINIDAS
- 2.2.3 NA ESTOCAGEM É PRATICADO O SISTEMA PEPS
- 2.2.4 O ARMAZENAMENTO DO CIMENTO TEM NO MÁXIMO 10 SACOS
- 2.2.5 O CIMENTO ESTÁ ABRIGADO SEM PERIGO DE ÚMIDADE
- 2.2.6 AS BAIAS DE AGREGADOS MIÚDOS TEM O FUNDO CIMENTADO
- 2.2.7 AS BAIAS DE AGREGADOS ESTÃO PROTEGIDAS DE CHUVA
- 2.2.8 AS BAIAS ESTÃO PERTO DA BETONEIRA
- 2.2.9 OS TIJOLOS SÃO PALLETIZADOS
- 2.2.10 OS TIJOLOS SÃO DESCARREGADO EM LOCAL JÁ DEFINIDO
- 2.2.11 OS TIJOLOS SÃO PROTEGIDOS DA CHUVA
- 2.2.12 OS FERROS SÃO ENTRGUES JÁ CORTADO E DOBRADO
- 2.2.13 OS FERROS TEM LOCAL CERTO PARA SER ARMAZENADO
- 2.2.14 EXISTE UM CONTROLE RIGOROSO DOS TRAÇOS DE ARGAMASSAS
- 2.2.15 EXISTE IDENTIFICAÇÕES NAS GERICAS
- 2.2.16 AS ARGAMASSAS COLANTES SÃO FABRICADAS NA BETONEIRA
- 2.2.17 O GUINCHO DE CARGA ESTÁ BEM LOCALIZADO
- 2.2.18 O GUINCHEIRO POSSUI EQUIPAMENTOS DE COMUNICAÇÃO
- 2.2.19 O RESÍDUO DE CLASSE A É TRANSPORTADO ATRAVÉS DE COLETOR
- 2.2.20 EXISTE UMA POLÍTICA DE SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS
- 2.2.21 EXISTE ALGUM SINALIZADOR DA PRODUÇÃO COMO O ANDON
- 2.2.22 O EQUIPAMENTO DE COMUNICAÇÃO ENTRE OS ENCARREGADOS É EFICIENTE

SIM	NÃO
	X
	X
	X
X	
X	
	X
	X
	X
	X
X	
X	
X	
X	
X	
	X
	X
	X
	X
X	
	X
	X
	X

**ANEXO COM DISTÂNCIA E TEMPOS ENTRE CÉLULAS DE TRABALHO**

1- DISTÂNCIA ENTRE BAIAS DE AGREGADO MIÚDOS E BETONEIRA	10,00M	(*)
2- DISTÂNCIA ENTRE BAIAS DE BRITA E A BETONEIRA	12,00M	
3- DISTÂNCIA ENTRE DÉPOSITO DE CIMENTO E BETONEIRA	3,50M	
4- DISTÂNCIA ENTRE BETONEIRA E O GUINCHO DE CARGA	17,00M	(*)
5- DISTÂNCIA ENTRE GUINCHO DE PESSOAL E O GUINCHO DE CARGA	3,50M	
6- DISTÂNCIA ENTRE GUINCHO DE PESSOAL E A CENTRAL DE CORTE DE CERÂMICA E GRANITO	19,50M	(*)
7- DISTÂNCIA ENTRE O TIJOLO E O GUINCHO DE CARGA	14,50M	(*)
8- DISTÂNCIA ENTRE A POLCORTE E DÉPOSITO DE AÇO	5,00M	
9- DISTÂNCIA ENTRE O DÉPOSITO DE AÇO E O GUINCHO COLUNA	6,50M	
10- DISTÂNCIA ENTRE A PENEIRA ELÉTRICA E A AREIA GROSSA	1,00M	
11- DISTÂNCIA ENTRE O ALMOXARIFADO E O GUINCHO DE CARGA	9,00M	
12- DISTÂNCIA ENTRE O ALMOXARIFADO E O GUINCHO DE PESSOAL	12,50M	
13- DISTÂNCIA ENTRE O DÉPOSITO DE CERÂMICA E O GUINCHO DE CARGA	10,50M	
14- DISTÂNCIA ENTRE O ESCRITÓRIO DA OBRA E O ALMOXARIFADO	25,00M	
15- DISTÂNCIA ENTRE O CONTAINER DE RESÍDUO E A CALÇADA	0,00M	(*)
16- TEMPO GASTO COM A PADIOLA DE AREIA PARA BETONEIRA	NC	
17- TEMPO GASTO ENTRE O DÉPOSITO DE CIMENTO E A BETONEIRA	NC	
18- TEMPO GASTO COM A BETONEIRA PARA VIRAR UM TRAÇO	NC	
19- TEMPO GASTO COM A GERICA ENTRE A BETONEIRA E O GUINCHO DE CARGA	NC	
20- TEMPO GASTO COM O GUINCHO DE CARGA ATÉ O 1º PAVIMENTO TIPO	NC	
21- TEMPO GASTO COM O GUINCHO DE CARGA ATÉ UM PAVIMENTO TIPO MÉDIO	NC	
22- TEMPO GASTO COM O GUINCHO DE CARGA ATÉ O ÚLTIMO PAVIMENTO TIPO	NC	
23- TEMPO DE DESCARGA DO TIJOLO	NC	
24- TEMPO DE DESCARGA DO CIMENTO	NC	
25- TEMPO DE DESCARGA DA BRITA	NC	
26- TEMPO DE DESCARGA DA AREIA	NC	
27- TEMPO DE DESCARGA DA CERÂMICA OU GRANITO	NC	
28- TEMPO DE DESCARGA DO AÇO	NC	
29- TEMPO DE CONCRETAGEM DE UM PAVIMENTO TIPO	NC	
30- ANÁLISE DE UM DIA DE TRABALHO DE UMA BETONEIRA	NC	
31- ANÁLISE DE UM DIA DE TRABALHO DE UM GUINCHO DE CARGA	NC	
32- ANÁLISE DE UM DIA DE TRABALHO DE UM GUINCHO DE PESSOAL	NC	
33- CASO A OBRA POSSUA ANDON, DEMORA-SE QUANTO TEMPO SOLUCIONAR UMA ANORMALIDADE	NC	

(\*) COMENTÁRIO A SER FEITO

NC - NÃO COLETADO

**ANEXO COM PERGUNTAS COMPLEMENTARES**

1- QUAIS MATERIAIS SÃO CRÍTICOS EM TERMOS DE ATRASO?

R- CONCRETO, FERRO, TIJOLO E CERAMICAS

2- QUAIS MATERIAIS SÃO CRÍTICOS EM TERMOS DE TRANSPORTE E ARMAZENAGEM NO CANTEIRO?

R- CIMENTO E GESSO DEVIDO A ÚMIDADE E O GRANITO DEVIDO AO PESO PARA O TRANSPORTE

3- A EMPRESA CONSEGUE APROPRIAR O CUSTO DESTE ATRASOS?

R- NÃO E OS FORNECEDORES NÃO ARCAM COM ESTES ATRASOS

4- COMO ADOTAR O SISTEMA JUST-IN-TIME PARA ENTREGA DE MATERIAIS?

R- PRIMEIRAMENTE FAZER UMA GRANDE PARCERIA COM OS FORNECEDORES

5- SE EXITIR PROJETO DE CANTEIRO, QUANDO ELE É CONFECCIONADO?

R- O EDIFÍCIO AMAZÔNIA NÃO POSSUIU PROJETO DE CANTEIRO

6- QUANTAS FASES DE PROJETO O LAY-OUT PREVÊ?

R- NENHUMA

7- EXISTE REUNIÃO PARA ANÁLISE DE PRODUÇÃO? E EXISTE REUNIÃO PARA ANÁLISE DE FLUXOS NO CANTEIRO?

R-SIM PARA ANÁLISE DE PRODUÇÃO E NÃO PARA ANÁLISE DE FLUXOS NO CANTEIRO

8- EXISTE META DE ELIMINAR PERDAS OU DESPERDÍCIOS?

R- NÃO

9- EXISTE META PARA REDUÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS? QUAL SERIA ESTA?

R- NÃO

10- EXISTE O DIMESNSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS NUM CANTEIRO DE OBRA?

R-NÃO. QUANDO SE PRECISA DE ALGUM EQUIPAMENTO ALUGA-SE OU COMPRA-SE

11- EXISTE SISTEMA INTEGRADO ENTRE O PLANEJAMENTO E O SETOR DE SUPRIMENTOS?

R- SIM E FACILITA MUITO A COMUNICAÇÃO ENTRE OS SETORES

## APÊNDICE C – Roteiro para levantamento de dados do Edifício Casa Rosa

### ROTEIRO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS DO EDIFÍCIO CASA ROSA

#### 1ª PARTE - CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

ENTREVISTADO /CARGO: FELIPE LOYOLA (ENGENHEIRO) / AILTON (TÉCNICO)

1- TEMPO DE FUNDAÇÃO DA EMPRESA?

R- 30 ANOS

2- NÚMERO DE OBRAS ENTREGUES?

R- 69

3- NÚMERO DE OBRAS EM ANDAMENTO?

R- 5

4- NÚMERO TOTAL DE OPERÁRIOS PRÓPRIOS?

R- APROXIMADAMENTE 350

5- NÚMERO TOTAL DE OPERÁRIOS SUBEMPREGADOS?

R- APROXIMADAMENTE 180

6- NÚMERO TOTAL DE OPERÁRIOS?

R- APROXIMADAMENTE 530

7- NÚMERO TOTAL DE FUNCIONÁRIOS EM FUNÇÕES ADMINISTRATIVAS?

R- 25

8- AS PERGUNTAS ABAIXO SÃO NO INTUITO DE SABER SE A EMPRESA ESTÁ VISANDO MELHORAR A SUA COMPETITIVIDADE E COM QUE INTENSIDADE

8.1 AQUISIÇÃO DE NOVAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

8.2 INVESTITIMENTO EM NOVAS TECNOLOGIAS

8.3 VISÃO DE FUTURO COM RELAÇÃO A OPORTUNIDADE DE MELHORIAS

8.4 POSSUI PARCERIAS COM CONSULTORES

8.5 ESTABELECE PARCERIAS COM CLIENTES

8.6 ESTABELECE PARCERIAS COM FORNECEDORES

8.7 POSSUI PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS

8.8 INVESTIMENTO EM INFORMÁTICA

8.9 APOIA A PARTICIPAÇÃO DE FEIRAS E EVENTOS

8.10 INVESTE EM PROJETOS

EXCELENTE	BOM	RUIM
X		
X		
X		
X		
X		
	X	
X		
	X	
	X	
X		



**ANEXO COM DISTÂNCIA E TEMPOS ENTRE CÉLULAS DE TRABALHO**

1- DISTÂNCIA ENTRE BAIAS DE AGREGADO MIÚDOS E BETONEIRA	1,90M	(*)
2- DISTÂNCIA ENTRE BAIAS DE BRITA E A BETONEIRA	2,60M	
3- DISTÂNCIA ENTRE DÉPOSITO DE CIMENTO E BETONEIRA	1,90M	
4- DISTÂNCIA ENTRE BETONEIRA E O GUINCHO DE CARGA	5,00M	(*)
5- DISTÂNCIA ENTRE GUINCHO DE PESSOAL E O GUINCHO DE CARGA	4,50M	
6- DISTÂNCIA ENTRE GUINCHO DE PESSOAL E A CENTRAL DE CORTE DE CERÂMICA E GRANITO	6,50M	(*)
7- DISTÂNCIA ENTRE O TIJOLO E O GUINCHO DE CARGA	6,50M	(*)
8- DISTÂNCIA ENTRE A POLCORTE E DÉPOSITO DE AÇO	5,00M	
9- DISTÂNCIA ENTRE O DÉPOSITO DE AÇO E O GUINCHO COLUNA	6,50M	
10- DISTÂNCIA ENTRE A PENEIRA ELÉTRICA E A AREIA GROSSA	1,00M	
11- DISTÂNCIA ENTRE O ALMOXARIFADO E O GUINCHO DE CARGA	4,00M	
12- DISTÂNCIA ENTRE O ALMOXARIFADO E O GUINCHO DE PESSOAL	4,50M	
13- DISTÂNCIA ENTRE O DÉPOSITO DE CERÂMICA E O GUINCHO DE CARGA	6,00M	
14- DISTÂNCIA ENTRE O ESCRITÓRIO DA OBRA E O ALMOXARIFADO	5,00M	
15- DISTÂNCIA ENTRE O CONTAINER DE RESÍDUO E A CALÇADA	3,00M	(*)
16- TEMPO GASTO COM A PADIOLA DE AREIA PARA BETONEIRA	66,12S	(**)
17- TEMPO GASTO ENTRE O DÉPOSITO DE CIMENTO E A BETONEIRA	12,66S	(**)
18- TEMPO GASTO COM A BETONEIRA PARA VIRAR UM TRAÇO	8,81 MIN	(**)
19- TEMPO GASTO COM A GERICA ENTRE A BETONEIRA E O GUINCHO DE CARGA	12,80S	(**)
20- TEMPO GASTO COM O GUINCHO DE CARGA ATÉ O 1º PAVIMENTO TIPO	NC	
21- TEMPO GASTO COM O GUINCHO DE CARGA ATÉ UM PAVIMENTO TIPO MÉDIO	1,61MIN	(**)
22- TEMPO GASTO COM O GUINCHO DE CARGA ATÉ O ÚLTIMO PAVIMENTO TIPO	NC	
23- TEMPO DE DESCARGA DO TIJOLO (7000 UNID)	4,1 HORAS	(***)
24- TEMPO DE DESCARGA DO CIMENTO (280 SACOS)	2,2 HORAS	(***)
25- TEMPO DE DESCARGA DA BRITA	1,5 MIN	(***)
26- TEMPO DE DESCARGA DA AREIA	1,5 MIN	(***)
27- TEMPO DE DESCARGA DA CERÂMICA OU GRANITO	NC	
28- TEMPO DE DESCARGA DO AÇO	NC	
29- TEMPO DE CONCRETAGEM DE UM PAVIMENTO TIPO	NC	
30- ANÁLISE DE UM DIA DE TRABALHO DE UMA BETONEIRA	NC	
31- ANÁLISE DE UM DIA DE TRABALHO DE UM GUINCHO DE CARGA	OK	(*)
32- ANÁLISE DE UM DIA DE TRABALHO DE UM GUINCHO DE PESSOAL	OK	(*)
33- CASO A OBRA POSSUA ANDON, DEMORA-SE QUANTO TEMPO SOLUCIONAR UMA ANORMALIDADE	2MIN	(***)

(\*) COMENTÁRIO A SER FEITO

(\*\*) TEMPO PADRÃO

(\*\*\*) MÉDIA DOS TEMPOS COLETADOS

NC - NÃO COLETADO

**ANEXO COM PERGUNTAS COMPLEMENTARES**

1- QUAIS MATERIAIS SÃO CRÍTICOS EM TERMOS DE ATRASO?

R- O CONCRETO E O FERRO SÃO CAMINHOS CRÍTICOS PARA A OBRA. O GESSO OS TIJOLOS E CERÂMICAS TEM UMA MAIOR FOLGA NO CRONOGRAMA, ENTRETANTO ATRASAM ATÉ QUASE O PONTO DE COMPROMETER A PRODUÇÃO PROTEGIDA

2- QUAIS MATERIAIS SÃO CRÍTICOS EM TERMOS DE TRANSPORTE E ARMAZENAGEM NO CANTEIRO?

R- CIMENTO E GESSO DEVIDO A ÚMIDADE

3- A EMPRESA CONSEGUE APROPRIAR O CUSTO DESTES ATRASOS?

R- NÃO, CONTUDO O PRÓXIMO PASSO DA EMPRESA EM TERMOS DE GERÊNCIA DE FLUXOS E A BOA GESTÃO DE ESTOQUES

4- COMO ADOTAR O SISTEMA JUST-IN-TIME PARA ENTREGA DE MATERIAIS?

R- JÁ EST-SE IMPLANTANDO NO ED. CASA ROSA COM O FORNECEDOR DE CIMENTO, AREIA E BRITA

5- SE EXISTIR PROJETO DE CANTEIRO, QUANDO ELE É CONFECCIONADO?

R- O EDIFÍCIO CASA ROSA POSSUI UM BOM PROJETO DE CANTEIRO

6- QUANTAS FASES DE PROJETO O LAY-OUT PREVÊ?

R- TRÊS FASES DISTINTAS

7- EXISTE REUNIÃO PARA ANÁLISE DE PRODUÇÃO? E EXISTE REUNIÃO PARA ANÁLISE DE FLUXOS NO CANTEIRO?

R-SIM. EXISTE REUNIÕES PARA REUNIÕES DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO NO QUE DIZ RESPEITO A PRODUÇÃO E ANÁLISE DE FLUXOS QUINZENAIS

8- EXISTE META DE ELIMINAR PERDAS OU DESPERDÍCIOS?

R- SIM. EM TODA ETAPA DA OBRA, TEM-SE UM LANÇAMENTO DE KAIZEN PARA ALGUMA DETERMINADA ATIVIDADE HOJE, ESTAMOS COM UM KAIZEN DE DESPERDÍCIO NAS ALVENARIAS ATRAVÉS DO PROJETO DE PAGINAÇÃO QUE EVITA A QUEBRA DE TIJOLOS, ATRAVÉS DA COMPRA DE TIJOLOS DE TODOS OS FORMATOS E TAMANHOS.

9- EXISTE META PARA REDUÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS? QUAL SERIA ESTA?

R- NO CASA ROSA FOI ADOTADO UMA META DE 0,12M<sup>3</sup>/M<sup>2</sup> DE ÁREA CONSTRUÍDA E FOI ALCANÇADA, POIS A EXPECTATIVA FINAL É QUE ESTE ÍNDICE FIQUE EM TORNO DE 0,09M<sup>3</sup>/M<sup>2</sup> DE ÁREA CONSTRUÍDA

10- EXISTE O DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS NUM CANTEIRO DE OBRA?

R- SIM. OS EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS SÃO AVALIADOS E QUANTIFICADOS PARA O USO

11- EXISTE SISTEMA INTEGRADO ENTRE O PLANEJAMENTO E O SETOR DE SUPRIMENTOS?

R- SIM. A INTERLIGAÇÃO DESTES É UM GRANDE AVANÇO PARA A BOA GESTÃO DO CONHECIMENTO



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)