UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOTECNIA,
MECÂNICA DAS ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL

DIRETRIZES ESTRATÉGICAS PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA LOGÍSTICA EM UM CANTEIRO DE OBRA PARA EXECUÇÃO DE ALVENARIAS E REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA

THIAGO DE FARIA FALCÃO

D25C2010
GOIÂNIA
2010

THIAGO DE FARIA FALCÃO

DIRETRIZES ESTRATÉGICAS PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA LOGÍSTICA EM UM CANTEIRO DE OBRA PARA EXECUÇÃO DE ALVENARIAS E REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Mecânica das Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de Goiás para obtenção do título de Mestre.
Área de Concentração: Construção Civil

Orientadora: Profa. Dra. Maria Carolina Gomes de Oliveira Brandstetter
Co-orientadora: Profa. Dra. Tatiana Gondim do Amaral

D25C2010
GOIÂNIA
2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG

Falcão, Thiago de Faria.
F181d Diretrizes estratégicas para melhoria da eficiência logística em um canteiro de obra para execução de alvenarias e revestimentos de argamassa [manuscrito] / Thiago de Faria Falcão. - 2010.
xv, 131 f. : il., figs, tabs.

Orientadora: Profª. Drª. Maria Carolina Gomes de Oliveira Brandstetter; Co-orientadora: Tatiana Gondim do Amaral.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, 2010.
Bibliografia.
Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas e tabelas.
Apêndices.

1. Logística 2. Diagramas de fluxo 3. Indicadores de produtividade. 4.Construção civil. I. Título.

CDU: 69:658.78

THIAGO DE FARIA FALCÃO

DIRETRIZES ESTRATÉGICAS PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA LOGÍSTICA EM UM CANTEIRO DE OBRA PARA EXECUÇÃO DE ALVENARIAS E REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Mecânica das Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de Goiás para obtenção do título de Mestre.

Profª. Drª. Maria Carolina Brandstetter (Orientadora)
Universidade Federal de Goiás

Profª. Drª. Tatiana Gondim do Amaral (Co-orientadora)
Universidade Federal de Goiás

Profª. Drª. Helena Carasek (Examinadora interna)
Universidade Federal de Goiás

Profª. Drª. Débora de Gois Santos (Examinadora externa)
Universidade Federal de Sergipe

Aprovado em _____/_____/_____.

A Jesus Cristo.
À minha mãe em especial, meu pai e meu irmão.
A toda minha família pelo incentivo e amigos.

AGRADECIMENTOS

À professora Maria Carolina, mais do que uma orientadora, uma amiga em especial, pela dedicação, incentivo e paciência em todos os momentos do desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do GECON, em especial ao professor Ademir, meu grande incentivador na busca pelo aprimoramento profissional e amigo acima de tudo.

As professoras Helena Carasek e Tatiana Amaral, pela participação e contribuição no desenvolvimento do tema desta pesquisa e por participarem desta banca examinadora.

A CAPES, pela bolsa de estudos proporcionada de fundamental importância a todos os mestrandos.

Aos funcionários da UFG, desde a administração até a limpeza. Em especial a Cida, que foi mais que uma secretária do GECON, uma mãe para todos os alunos.

Aos meus colegas de curso Marco Antônio, Carlos, Paulo Reis, Leiliane e Juliana pelo companheirismo. Ao Nagib, um amigo em especial que sempre me apoiou.

Aos professores Janes Claiton e Elias Carlixto, pela confiança demonstrada nas cartas de recomendação e pelo incentivo à renovação e aprimoramento do conhecimento.

As professoras Débora de Gois Santos e Fernanda Marchiori, pela disposição na orientação de aspectos referentes ao tema desta dissertação.

A minha tia Maria Célia, que demonstrou-se sempre orgulhosa e otimista com os resultados proporcionados por esta nova etapa de meu aprimoramento profissional.

A minha mãe e meu pai que me deram todo o suporte financeiro e afetivo em todos os momentos de minha vida.

A construtora Moreira Ortence, pela grande receptividade e colaboração nos trabalhos desenvolvidos dentro de suas obras.

Aos engenheiros D'awilla Vieira e Roberto Junqueira, pelo apoio incondicional para o desenvolvimento do trabalho.

.

O homem erudito é um descobridor de fatos que já existem – mas o homem sábio é um criador de valores que não existem e que ele faz existir.

Albert Einstein.

RESUMO

Na construção civil, a logística pode ser caracterizada como um método multidisciplinar inserido no processo produtivo que visa garantir o dimensionamento dos recursos materiais e humanos necessários à produção. Diante deste fato, o presente trabalho tem como objetivo gerar diretrizes para melhoria da eficiência logística nos canteiros de obras, apresentando uma metodologia que visa caracterizar os processos de alvenaria externa, contrapiso, alvenaria interna e revestimento interno em argamassa e os materiais pertinentes para realização dos desses serviços através de duas ferramentas: diagramas de fluxo e índices de produtividade. A primeira ferramenta faz um registro analítico dos fluxos dos processos descritos anteriormente, mostrando a sequência das tarefas realizadas, por meio de uma simbologia, buscando-se a otimização em termos de materiais entre uma atividade e outra. A segunda por meio de um modelo de medição e análise da produtividade proposto especificamente para a Indústria da Construção Civil, obteve-se os índices de produtividade denominados de RUP's dos processos descritos, o que permitiu identificar os fatores intervenientes responsáveis pelo decréscimo na produção das equipes em cada um dos processos. A partir destas análises, sugeriu-se para o canteiro algumas modificações em termos de projeto, treinamento da mão-de-obra, fluxo físico dos materiais e utilização de novas tecnologias com objetivo de melhorar a logística do mesmo. Foi implementada uma das diretrizes propostas no processo de revestimento interno em argamassa, proporcionando uma queda percentual significativa quando comparadas as RUP's diárias e cumulativas nos dois instantes: antes e após a implementação da diretriz. Este percentual passou de 126,26% para 23,07% levando em consideração os maiores valores obtidos nos dois momentos.

Palavras – chave: Logística, Diagramas de fluxo, Indicadores de produtividade, Construção civil.

ABSTRACT

In civil construction, logistics can be characterized as a multidisciplinary method in the production process aimed at ensuring the design of material and human resources needed for production. Based on this fact, this work presents a methodology that seeks to characterize the processes of external masonry, sub floor, masonry and internal lining mortar, besides the relevant materials to implementation of these processes through two tools: flow charts and indicators of productivity. The first is an analytical record of the process flows described above showing the sequence of tasks performed in them, through a symbolic, aiming the optimization in terms of materials between one activity and another. The second through a model of productivity measurement and analysis of proposed specifically for the Construction Industry, which is named "Model of Factors." This research has the scope to develop a construction company building a method that aims to define the flow behavior of materials in the execution of the cases cited, and an indicator system for measuring performance for the same, with the aim of generating guidelines for improving logistics efficiency at construction sites. A general guidelines has been implemented in the process of lining mortar, providing a significant percentage drop compared the OR's daily and cumulative in two moments: before and after implementation of the guideline. This percentage rose from 126.26% to 23.07% taking into account the higher values for the two moments.

Keywords: logistics, flow charts, productivity indicators, processes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1- Trade-off da engenharia e da administração 15
Figura 2. 2– República 20
Figura 2. 3– Baronato 20
Figura 2. 4 – República 20
Figura 2. 5– Ciclo do fluxo de coordenação 21
Figura 2. 6 - O ciclo de atividades da logística de suprimentos 22
Figura 2. 7- Treze pilares para garantir um fluxo de suprimentos *Lean* 23
Figura 2. 8 – Simbologia para registro analítico dos fluxos do processo 26
Figura 2. 9- Simbologia para registro analítico dos fluxos do processo 27
Figura 2. 10 – Processo produtivo geral 30
Figura 2. 11 – Processo produtivo dividido em atividades ou operações 30
Figura 2. 12 – Divisão das atividades em elementos 30
Figura 2. 13 – Modelo dos Fatores para produtividade na construção 40
Figura 3. 1– Canteiros de obra em fases distintas de execução 44
Figura 3. 2- Relação materiais e processos 46
Figura 3. 3– Processos de alvenaria externa e interna, contrapiso e revestimento em argamassa. 46
Figura 3. 4– Simbologia para o registro analítico dos fluxos do processo 47
Figura 3. 5– Layout da alvenaria de vedação externa 49
Figura 3. 6– Quantificação da área líquida de alvenaria externa 50
Figura 3. 7– Layout e quantificação do processo de contrapiso 51
Figura 3. 8– Layout da alvenaria de vedação interna 52
Figura 3. 9– Quantificação da área líquida de alvenaria interna 53
Figura 3. 10– Layout do processo de revestimento interno em argamassa 54
Figura 3. 11– Quantificação da área líquida de revestimento interno em argamassa 55
Figura 4. 1 – Vista aérea do canteiro de obra 59
Figura 4. 2 – Máquina de peneirar areia 59
Figura 4. 3– Layout do canteiro de obra 61
Figura 4. 4– Visão geral do canteiro de obra 62
Figura 4. 5- Fluxo físico dos materiais envolvidos no processo de alvenaria externa 65
Figura 4. 6– Gráfico das RUP's diária, cumulativa e potencial da alvenaria externa 67
Figura 4. 7– Fluxo físico dos materiais envolvidos no processo de contrapiso 70
Figura 4. 8- Gráfico das RUP's diária, cumulativa e potencial do contrapiso 71
Figura 4. 9– Fluxo físico dos materiais envolvidos no processo de alvenaria interna 74
Figura 4. 10 – Gráfico das RUP's diária, cumulativa e potencial do processo de alvenaria interna 76
Figura 4. 11 – Fluxo físico dos materiais envolvidos no processo de revestimento interno em argamassa 79
Figura 4. 12 – Gráfico das RUP's diária, cumulativa e potencial do processo de revestimento interno em argamassa 82
Figura 5. 1– Resíduos de blocos no pavimento 86
Figura 5. 2– Resíduos de blocos a serem transportados para a caçamba 86
Figura 5. 3– Inserção do projeto de alvenaria racionalizada no canteiro 87

Figura 5. 4– Exemplo genérico de uma planta de marcação da 1ª fiada 91
Figura 5. 5– Elevação de uma parede genérica em um projeto de alvenaria racionalizada 92
Figura 5. 6– Ciclo de produção da alvenaria racionalizada..... 94
Figura 5. 7– Armazenamento de blocos no canteiro e no pavimento..... 94
Figura 5. 8– Sub-etapas do concreto convencional e do concreto auto-adensável..... 97
Figura 5. 9– Concretagem da laje do canteiro 'A' com CAA e descarregamento dos caminhões betoneira 98
Figura 5. 10 - Concretagem da laje do canteiro objeto de estudo 99
Figura 5. 11 – Concretagem da laje de outro canteiro de obra..... 99
Figura 5. 12– Equipamento utilizado para fabricação da argamassa 101
Figura 5. 13 – Equipamentos utilizados no transporte horizontal e vertical da argamassa 102
Figura 5. 14– Chegada da argamassa no canteiro de obras..... 102
Figura 5. 15– Transporte da argamassa no canteiro 103
Figura 5. 16– Armazenamento da argamassa no canteiro..... 103
Figura 5. 17– RUP's diárias do processo de revestimento interno antes e após implementação da diretriz..... 104

LISTA DE TABELAS

Tabela 3. 1 – Planilha diária de produtividade 47
Tabela 4. 1 – Cálculo das RUP's da alvenaria externa..... 66
Tabela 4. 2 – Cálculo das RUP's do contrapiso 71
Tabela 4. 3 – Cálculo das RUP's da alvenaria interna 75
Tabela 4. 4 – Cálculo das RUP's do revestimento interno em argamassa 80
Tabela Tabela 5. 1– Exemplo de planilha de especificações dos materiais da parede P-08 da figura 5.5..... 93
Tabela 5. 2 – Número de funcionários atuando no processo de concretagem, antes (esquerda) e depois (direita) da implantação do CAA. 98
Tabela 5. 3 – Diferenças percentuais das RUP's no gráfico da Figura 5.15 105
Tabela 5. 4 – Planilha de produtividade do processo de revestimento interno em argamassa 106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAA	Concreto Auto-Adensável
CC	Concreto Covencional
CDHU	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo
CLM	*Council of Logistics Management*
GSM	Gestão da Cadeia de Suprimentos
ICC	Indústria da Construção Civil
NBR	Norma Brasileira
OF	Ordens de Fabricação
OP	Ordens de Produção
PQO	Planejamento da Qualidade da Obra
QUALIHAB	Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de SP
RH	Recursos Humanos
RTV	*Rádio-Television*
RUP	Razão Unitária de Produção
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
TN	Trabalharam Normalmente
TPS	*Toyota Production System*

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO 4
1.1 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO TEMA 7
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO 9
1.2.1 Objetivo principal 9
1.2.2 Objetivos secundários 9
1.3 METODOLOGIA EMPREGADA NA PESQUISA 9
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO 10
CAPÍTULO 2 12
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 12
2.1 CONCEITO E EVOLUÇÃO DA LOGÍSTICA 12
2.2 LOGÍSTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL 15
2.3 GESTÃO DE MATERIAIS 18
2.4 CADEIA DE SUPRIMENTOS 19
2.5 FLUXO DE SUPRIMENTOS *LEAN* 22
2.6 DIAGRAMAS DE FLUXO 25
2.7 ESTUDO DE TEMPOS 28
2.7.1 Breve histórico 28
2.7.2 Estrutura do estudo de tempos 29
2.8 INDICADORES – MEDIÇÕES DE DESEMPENHO 31
2.9 PRODUTIVIDADE 34
2.9.1 O projeto 35
2.9.2 O processo 37
2.9.3 O canteiro 37
2.9.4 Medições de produtividade e a Razão Unitária de Produção 39
2.9.5 Fatores que influenciam a produtividade 41
METODOGIA 43
3.1 INTRODUÇÃO 43
3.2 INSTRUMENTAÇÃO DA COLETA E ANÁLISE DE DADOS 44
3.2.1 A escolha do estudo de caso 44
3.2.2 Caracterização das atividades logísticas 45
3.2.3 Instrumentação e coleta de dados 45
3.2.3.1 Alvenaria externa 48
3.2.3.2 Contrapiso 50
3.2.3.3 Alvenaria Interna 51
3.2.3.4 Revestimento interno em argamassa 53
3.2.4 Análise dos dados 55
3.2.4.1 Análise dos mapofluxogramas dos materiais 55
3.2.4.2 Análise da produtividade 55
3.2.4.3 Análise dos fatores que influenciam a produtividade 56
ANÁLISE DOS DADOS 57
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA 57
4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS 58
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA 59
4.4 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS 62

4.5 O PROCESSO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO EXTERNA 63
4.5.1 Materiais e Equipamentos 63
4.5.2 Mão-de-Obra 63
4.5.4 Fluxo Físico do Processo 64
4.5.5 Cálculo da Produtividade 66
4.6 O PROCESSO DO CONTRAPISO 68
4.6.1 Materiais e Equipamentos 68
4.6.2 Mão-de-Obra 68
4.6.3 Método Executivo 68
4.6.4 Fluxo Físico do Processo 69
4.6.5 Cálculo da Produtividade 70
4.7 O PROCESSO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO INTERNA 72
4.7.1 Materiais e Equipamentos 72
4.7.2 Mão-de-Obra 72
4.7.3 Método Executivo 72
4.7.4 Fluxo Físico do Processo 74
4.7.5 Cálculo da Produtividade 75
4.8 PROCESSO DE REVESTIMENTO INTERNO EM ARGAMASSA 77
4.8.1 Materiais e Equipamentos 77
4.8.2 Mão-de-Obra 77
4.8.4 Fluxo Físico do Processo 79
4.8.5 Cálculo da Produtividade 80
4.9 ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE AS RUP'S E OS MAPOFLUXOGRAMAS DOS PROCESSOS 82
DIRETRIZES PROPOSTAS 85
5.1IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE ALVENARIA RACIONALIZADA 85
5.2 UTILIZAÇÃO DO CONCRETO AUTO-ADENSÁVEL 96
5.3 ARGAMASSA COMPRADA NA CONCRETEIRA 101
CAPÍTULO 6 107
CONSIDERAÇÕES FINAIS 107
6.1 CONCLUSÕES 107
6.1.1 Alvenaria 107
6.1.2 Contrapiso 108
6.1.3 Revestimento Interno em argamassa 108
6.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA 109
6.3 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS 109
REFERÊNCIAS 111
APÊNDICE A - CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA 117
APÊNDICE B – CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS 122

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

No âmbito da Construção Civil, as atividades de projeto, planejamento e controle têm se destacado e tornado cada vez mais vitais para o sucesso das obras de engenharia civil e, mais particularmente, de empreendimentos do setor de edificações. Em um ambiente de riscos e incertezas, porém de contínua avaliação e aprendizagem, o setor de construção civil, vendo-se à volta com as questões de qualidade e produtividade, redução de custos e desperdícios, racionalização, modernização da sua base tecnológica, entre outros fatores, viu-se obrigado nas últimas décadas a desenvolver estudos e pesquisas em gerenciamento, adaptando e avaliando conceitos e ferramentas da área industrial tradicional. Uma área, então, passou a ser evidenciada: o gerenciamento da construção (HEINECK; BRANDÃO, 1996). Akkari *et al*. (2006) afirmam que a indústria da construção tem mudado seus processos gerenciais para melhoria da competitividade, existindo forte demanda para o uso de novos métodos de planejamento. Dentro desta filosofia são apresentadas a seguir pontos de vista sobre os modelos de gestão na Indústria da Construção Civil (ICC) e os fatores preponderantes para tais mudanças ao longo dos anos.

A construção civil tem desenvolvido suas atividades através de um modelo de administração da produção que coloca ênfase nas atividades de conversão, que representam as atividades de processamento ou modificação na forma ou substância do material. Este modelo não dá a devida importância às demais atividades envolvidas na realização de um processo: inspeção, transporte e estoques. A falta de consideração e, conseqüentemente, de acompanhamento e medição das atividades negligenciadas pelo modelo de conversão tem determinado perdas invisíveis nos processos da construção civil e mascarado a incerteza no processo construtivo (KOSKELA, 1992).

Akkari *et al*. (2006) evidencia o fato que a indústria da construção tem mudado seus passos gerenciais para melhoria da competitividade, existindo forte demanda para o uso de novos métodos de planejamento.

Segundo Cardoso (1996), ao longo das últimas décadas as construtoras e incorporadoras vêm se submetendo a uma série de modificações conjunturais que vão desde a indisponibilidade de financiamentos ao aumento das exigências de qualidade pelos consumidores. Tais alterações - somadas aos processos de reestruturação industrial trazidos pela abertura de mercado e de

consolidação do Plano Real - têm levado a um acirramento da concorrência, obrigando as empresas a deslocarem suas estratégias de atuação para a busca de eficiência no processo de produção, voltadas às atividades não produtivas dos empreendimentos.

Santos e Filho (1998) evidenciam que a ICC sub-setor de edificações está num momento de transição onde estas têm procurado investir na melhoria dos seus processos de produção, face às crescentes pressões do mercado, tendo estas pressões parâmetros como:

- falta de um sistema contínuo e seguro de financiamento para o sub-setor;
- aumento das exigências feitas pelos clientes e;
- descrédito com as empresas, frente aos acontecimentos atuais, tais como: falência de empresas e descumprimento de contratos, baixa qualidade das construções e possibilidades de acréscimo da concorrência devido à entrada de empresas estrangeiras.

Estas pressões forçam as empresas a obterem melhores desempenhos em menores tempos, sem que ocorra o comprometimento da qualidade e da conformidade em relação às necessidades dos clientes e que também não ocorra um aumento de custos.

Segundo Alves *et al*. (2001), a crescente competitividade no setor da construção civil e o aumento das exigências dos clientes finais têm pressionado as empresas do setor a oferecer produtos de melhor qualidade executados dentro de prazos e custos cada vez menores. Nesse contexto, a efetiva preparação e o desenvolvimento de planos adequados à realidade das obras tornam-se uma questão crucial para o bom desempenho das empresas construtoras. A habilidade de antever possíveis barreiras à execução de um empreendimento capacita as empresas a trabalhar em ambientes incertos, bem como a solucionar eventuais problemas antes da realização das tarefas, protegendo, assim, a produção.

Portanto, a partir da década de 90, Abiko *et al*. (2003) descrevem que a ICC tem passado por várias modificações em que as empresas construtoras começam a tentar viabilizar suas margens de lucro a partir da redução de custos, aumento da produtividade e da busca de soluções tecnológicas e de gerenciamento da produção de forma a aumentar o grau de industrialização do processo produtivo.

Sendo assim, Yin (2003) descreve que as empresas da indústria de construção, particularmente do sub-setor de edificações, antes consideradas como um modelo de desperdício e perdularismo devido à alta taxa de retorno dos negócios imobiliários estão tendo que se adaptar à nova realidade empresarial, onde quem dita o preço de venda é o mercado. Desta forma, reduzir custos tornou-se primordial para as empresas construtoras obterem competitividade nesse novo ambiente, permeando todas as etapas do empreendimento: estudos de viabilidade, elaboração do projeto, produção e manutenção pós-uso.

O processo de gerenciamento da produção cumpre um papel fundamental nas empresas onde, segundo Bulhões *et al*. (2003), tem um forte impacto no desempenho da função produção. Inúmeros estudos realizados no Brasil e no exterior comprovam este fato, indicando que deficiências no planejamento e controle estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor, das suas elevadas perdas e da baixa qualidade dos seus produtos.

Já num ambiente global Araújo e Jungles (2004) afirmam que a ICC, até mesmo nos países europeus, vêm sofrendo uma forte restrição de mercado, o que tem forçado o desenvolvimento de novas formas de racionalização da organização produtiva, objetivando assim, a manutenção e aumento de desempenho. Diante deste mercado em mutação, as empresas, de uma maneira geral, têm-se dado conta que é perigoso atuar de forma reativa a eventos e procuram formas de influenciar seu futuro. Isso tem acontecido em menor escala na ICC, porém alguns casos já podem ser observados, pois as atuais condições do macro ambiente da construção civil impõem as empresas o desafio de serem eficientes técnica e economicamente, diferente do que se encontrava, há alguns anos, quando a situação permitia às empresas negligenciar a eficiência técnica econômica.

Ballard *et al*. (2007) descrevem que os sistemas de produção da construção têm evoluído ao longo do tempo, respondendo a mudanças nos mercados, tecnologias e contextos comerciais.

Pelas abordagens até agora enfocadas, fica claro que inexiste um modelo predominante de gerenciamento para as empresas construtoras, no sub-setor de edificações, o que oportuniza o estudo da aplicabilidade da logística na indústria de produção de edifícios, tendo em vista tratar-se de uma eficiente ferramenta para administrar fluxos de materiais, de informações e de pessoas nos canteiros de obras.

1.1 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO TEMA

Segundo Cruz (2002), a cadeia logística na ICC, setor de edificações, pode ser entendida como um sistema complexo e com aspectos que a diferenciam de um modelo tradicional de outras indústrias:

a) Na área de suprimentos, as empresas possuem relações com inúmeros fornecedores e esta relação é geralmente conflituosa, associado ao fato de que, as empresas raramente definem o nível de serviço logístico desejado. Outro aspecto a ser salientado dentro da cadeia de suprimentos é o extenso fluxo material existente desde o fornecedor até o ponto final de aplicação. Este fluxo inclui o transporte do fornecedor até o canteiro de obras, realizado pelo transportador, mais o transporte interno realizado no canteiro de obras, necessário para disponibilizar o material até seu ponto final de aplicação na edificação.

b) A área de produção tem como característica entre outras, longo tempo de produção do produto (edificação), o canteiro de obras (fábrica) é temporário e com *layout* improvisado, pouco investimento em equipamentos de produção e transporte interno de materiais e ainda produção sob intempéries.

c) Não possui o aspecto de distribuição física de seus produtos, visto que o tipo de produção é posicional.

Na ICC a aplicação do gerenciamento logístico é muito complexa, devido às particularidades deste setor. Apesar de, no setor de edificações, não existir a distribuição física dos produtos, característica esta comum em outros segmentos industriais, a área de produção e de suprimentos envolve inúmeras variáveis, como a cultura tradicionalista de desperdícios de materiais no setor, os custos envolvidos, a resistência a mudanças, pouca tecnologia, a relação com inúmeros fornecedores, quase sempre conflituosos, enfim, variáveis que tornam a cadeia logística mais complexa (SILVA, 2000).

Apesar das atividades de transporte, formação de estoques e comunicação sempre terem existido nas empresas, a preocupação com essas parece se dar, normalmente, de maneira isolada e só pode, portanto, trazer benefícios isolados. O grande mérito da logística é poder pensar em todas elas em conjunto com o processo produtivo da empresa, de forma a obter eficiência e eficácia dentro de um processo global.

Para Serra (2001), a abordagem logística deve ser considerada durante todo o desenvolvimento do ciclo de produção do empreendimento, ou seja, desde a concepção do mesmo até a fase de execução. Deve ser almejada a integração entre todos os agentes participantes de modo a produzir ferramentas gerenciais e diretrizes de utilização auxiliando a administração do canteiro de obras como um todo.

Algumas ferramentas associadas à logística são utilizadas no dia-a-dia das empresas construtoras, sendo este um fator que não acontece de maneira organizada e sistêmica, portanto, a presente pesquisa foi idealizada visando fornecer uma contribuição para melhor compreender a gestão da logística de canteiro em atividades de planejamento, organização, direção e controle dos fluxos físicos na praça de trabalho. Os resultados obtidos podem proporcionar futuros planejamentos que busquem o máximo nível de serviço e o menor custo possível, incluindo a resolução de interferências entre os serviços, a implantação do canteiro, a definição dos sistemas de transportes entre outros.

Contudo, pouco se tem discutido sobre a importância do estudo antecipado do fluxo de materiais para a organização do processo produtivo nas empresas construtoras, em especial no mercado da construção onde se realizou a presente pesquisa. Também se percebe a pouca existência de trabalhos científicos que buscaram investigar o papel dos fluxos de materiais no ambiente produtivo e, devido a este fato, continua existindo uma necessidade do setor da construção civil em conhecer melhor os gastos vinculados à gestão dos fluxos físicos nos canteiros de obras e as formas de planejá-los com antecedência.

A presente pesquisa tem como fundamento mostrar que a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras causa impactos na produtividade e que devem ser planejados e geridos, através de ferramentas de baixo custo e de fácil utilização nos canteiros de obras.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.2.1 Objetivo principal

Entender o comportamento do fluxo de materiais na execução dos processos de alvenaria externa, contrapiso, alvenaria interna e revestimento em argamassa, abrangendo a variabilidade da produtividade nestes a fim de gerar diretrizes para melhoria da eficiência logística em um canteiro de obra.

1.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos específicos do trabalho são:

- implantar um sistema de indicadores de desempenho para compreensão da produtividade da mão-de-obra nos serviços de alvenaria externa, contrapiso, alvenaria interna e revestimento interno em argamassa, identificando os principais fatores responsáveis por esta variabilidade;
- identificar quais atividades contidas dentro destes processos causam maior impacto na eficiência logística a partir da análise conjunta com os indicadores de produtividade;
- a partir da análise conjunta dos fluxos físicos dos materiais e dos indicadores de produtividade, implementar uma das propostas de diretrizes que visam a melhoria da eficiência logística dos processos estudados.

1.3 METODOLOGIA EMPREGADA NA PESQUISA

Para alcançar os objetivos traçados, primeiramente levantou-se na bibliografia pertinente, aspectos relacionados aos principais assuntos da dissertação: logística, sua evolução e aplicação na ICC, diagramas de fluxo e produtividade. Esta revisão bibliográfica permitiu uma melhor compreensão a respeito do grau de conhecimento que se tem sobre estes temas.

O passo posterior consistiu na definição de procedimentos para coleta e análise de dados, que atendesse aos objetivos delimitados e ao mesmo tempo fossem apropriados para aplicação no ambiente da construção civil, mais especificamente dentro de um canteiro de obra. O estudo de caso foi escolhido como o método mais apropriado para atingir os objetivos propostos.

Levantados todos os dados, os mesmos foram processados e analisados de forma explanatória, com objetivo de identificar os fatores intervenientes no fluxo físico dos materiais contidos nos processos de alvenaria, contrapiso e revestimento em argamassa e a variabilidade na produtividade relacionada aos mesmos.

A proposta de diretrizes para melhoria da eficiência logística do canteiro foi realizada a partir da análise dos dados, visando sugerir ações voltadas à realidade da empresa do estudo de caso. Uma das diretrizes propostas foi implementada e o trabalho apresenta a melhoria obtida a partir de tal implementação.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em 6 capítulos; cada um deles tratando dos assuntos sucintamente descritos a seguir:

O capítulo 1 introduz o assunto abordando a importância do tema na construção civil e descreve os objetivos desta dissertação.

O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica abrangendo aspectos como logística, diagramas de fluxo e produtividade, sendo estes de fundamental importância para o entendimento da metodologia proposta no capítulo 3.

O capítulo 3 descreve inicialmente a classificação da pesquisa, rotulando-a como uma pesquisa descritiva e um estudo de caso. Depois apresenta a instrumentação da coleta e análise dos dados, descrevendo como os fluxos físicos e os índices de produtividade dos processos de alvenaria, contrapiso e revestimento interno em argamassa foram construídos. Este capítulo explica também como aspectos relacionados à caracterização da empresa escolhida para o desenvolvimento deste trabalho e as atividades logísticas presentes em um de seus canteiros foram abordados.

O capítulo 4 apresenta as análises e resultados de todos os itens relacionados no parágrafo anterior.

O capítulo 5 apresenta algumas diretrizes propostas a serem implementadas nos processos estudados visando à melhoria da eficiência logística e dos índices de produtividade dos mesmos.

No sexto capítulo são apresentadas as considerações finais e análise de alguns dados referentes às diretrizes propostas no capítulo 5.

O trabalho é complementado pelos apêndices A e B que trazem informações referentes à caracterização da empresa escolhida para o estudo de caso e suas atividades logísticas.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta uma revisão de conceitos fundamentados em caracterizar a logística e como esta se dá no âmbito da construção civil, além de aspectos diretamente ligados a esta como: gestão de materiais, cadeia de suprimentos, diagrama de fluxos, estrutura de tempos, indicadores e produtividade.

2.1 CONCEITO E EVOLUÇÃO DA LOGÍSTICA

A logística é um termo que tem evoluído e adquirido importância durante o transcurso do século XX. A literatura indica que este termo foi inicialmente ligado as operações militares. Uma versão de sua origem é que a palavra logística deriva do termo francês *logistique*, o qual era o título utilizado pelo oficial da armada de Napoleão responsável pelo alojamento das tropas e pela comida para os cavalos (LA LONDE, 1994).

Durante a Segunda Guerra Mundial os militares fizeram uso eficaz de modelos logísticos para assegurar que as pessoas, materiais, máquinas, entre outros, estivessem no lugar certo quando necessitados. Tendo-se originado e ganho importância, primeiramente, em um meio onde superar as restrições de tempo e lugar eram fundamentais para o sucesso da estratégia, a logística ainda hoje é apresentada nos dicionários como atividade de apoio aos militares. (LA LONDE, 1994; JOURNET, 1998).

Novaes e Alvarenga (1994) definem a logística como uma rede de representação físico-espacial dos pontos de origem e destino das mercadorias, bem como de seus fluxos e demais aspectos relevantes, de forma a possibilitar a visualização do sistema como um todo. Ou seja, um conjunto de nós (pontos de origem ou destino) que devem ser atendidos através de ligações (meios de transporte existentes), nas quantidades preestabelecidas.

Em 1999 o *Council of Logistics Management* (CLM) definiu a logística como sendo a parte 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 seu ponto de consumo, de maneira a satisfazer plenamente as necessidades dos clientes.

Para Estupiñán (2004), a logística vem se tornando uma peça fundamental na administração de empresas por suas características funcionais que oferecem resultados efetivos, havendo uma completa implementação nas operações e cultura da organização.

Este conceito mostra o processo existente entre o estudo das previsões de demanda, a otimização da utilização dos recursos através da administração de materiais e a gestão eficiente de distribuição física da produção até os consumidores finais, oferecendo um diferencial competitivo de custo e de valor para estes frente aos concorrentes que resulta na administração da logística.

No entanto, a logística, como se conhece atualmente, passou por vários estágios de desenvolvimento, acompanhando as diferentes mudanças acontecidas no ambiente empresarial, econômico e político no mundo, para conseguir se consolidar como uma área de caráter estratégico nas organizações.

A busca pela maior eficiência das cadeias produtivas e os esforços por diminuir custos levaram à criação de alianças e fomento da cooperação entre organizações envolvidas com fornecimento, transporte, distribuição, armazenagem de matérias-primas, insumos e produtos acabados. Compartilhando informações e esforços, é possível desenhar estratégias nessas atividades que permitam obter a competitividade e lucratividade nas empresas e os demais membros da cadeia, objetivos de toda empresa.

Segundo Detoni (2003), a primeira fase da evolução da logística se deve, entre outros, aos seguintes fatores:

1) O clima econômico do final dos anos 50 e início dos anos 60 que incitava as empresas a reduzir seus custos de produção pela preocupação com a rentabilidade. Esta é a fase denominada Gestão Funcional da Distribuição Física. Este grupo de atividades logísticas se destaca devido aos mais altos custos envolvidos, em relação à Administração de Materiais, e por afetar diretamente o nível de serviço ao cliente, que ganha importância à medida que o Marketing também evolui.

2) A fase que segue corresponde à Integração Interna das funções logísticas e tem início na década de 70 e início de 80, quando as empresas passam a analisar as atividades como um

sistema e considerar as relações entre as várias funções. E, esta visão sistêmica não custou a ultrapassar os limites da organização e atingir a cadeia de suprimentos. Para Henrick *et al*. (2006), até o início da década de 80, a indústria da construção civil via seus processos somente sob a óptica do princípio da transformação, o que vinha se mostrando insuficiente. Isto porque não é somente a transformação por si só que agrega valor ao produto, mas sim, o encontro com os requisitos especificados pelo consumidor. O conceito de transformação também não é capaz de possibilitar a eficaz identificação ou redução do uso excessivo de recursos, necessitando considerar simultaneamente o conceito de fluxo.

3) É com base nesta abordagem que tem início a terceira etapa desta evolução, nos anos 90, e corresponde a uma estrutura organizacional, no que se refere às atividades logísticas, caracterizada por um esquema de integração externa. A empresa passa a ser percebida como parte integrante de uma mais ampla cadeia de atividades criadoras de valor.

Esta ligação entre as empresas da cadeia de suprimentos, com o objetivo de otimizar os fluxos logísticos através, inclusive, da redução das distorções de informações ao longo da cadeia, deve ser flexível e permitir a geração de economias de escala entre estas organizações, minimizando duplicidade de estoques, de atividades de transportes, entre outros. Em um cenário de operações globais, os custos das atividades logísticas crescem significativamente e, em um ambiente mais competitivo em termos de preço, qualidade do produto e nível de serviço oferecido ao consumidor, estas atividades tornam-se relevantes para a competitividade da organização.

Com a junção de todos os fatores citados, o mercado passou a exigir uma maior organização das responsabilidades dentro da empresa e também uma grande necessidade de melhoria da distribuição de produtos no mercado, devido ao aumento da competição nos mais diversos setores. As mudanças rápidas e descontínuas no ambiente da empresa causadas pela saturação dos mercados tradicionais, descobertas tecnológicas dentro ou fora da empresa, e/ou um afluxo repentino de novos concorrentes são as características essenciais que despertaram a necessidade de aplicação de estratégias, mais do que um guia, um agente de competitividade (ANSOFF; MACDONELL, 1993).

A evolução da logística nos últimos anos aponta para uma visão mais complexa das atividades, criando vínculos mais fortes entre os integrantes da cadeia (fornecedores, distribuidores, transportes, clientes, entre outros). De acordo com Yin (2003), atualmente,

vem prevalecendo a tendência de enxergar um novo papel para a logística: o da cadeia de logística integrada. A gestão da cadeia de logística integrada envolve questões estratégicas desde os fornecedores de matérias-primas, passando pela produção, pela montagem e pela distribuição aos clientes, com vistas a agregar maior valor ao produto final.

Na busca por maior eficiência e competitividade, Costa *et al*. (2005) afirmam que a indústria da construção civil necessita mudar a forma de conduzir seus processos produtivos e adaptá-los a filosofias gerenciais mais eficientes, como a construção enxuta. Dentro deste contexto, os fluxos físicos constituem um potencial de melhoria inexplorado, pois a produtividade da mão-de-obra é influenciada por estes fluxos e as empresas construtoras não têm a visibilidade necessária dos processos produtivos.

2.2 LOGÍSTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De um modo geral a logística deve possuir uma divisão equilibrada que visa ampliar a capacidade analítica em relação à administração tradicional, mas sem perder a sua capacidade estratégica, esta voltada para a engenharia. A Figura 2.1, exemplifica melhor esta idéia.

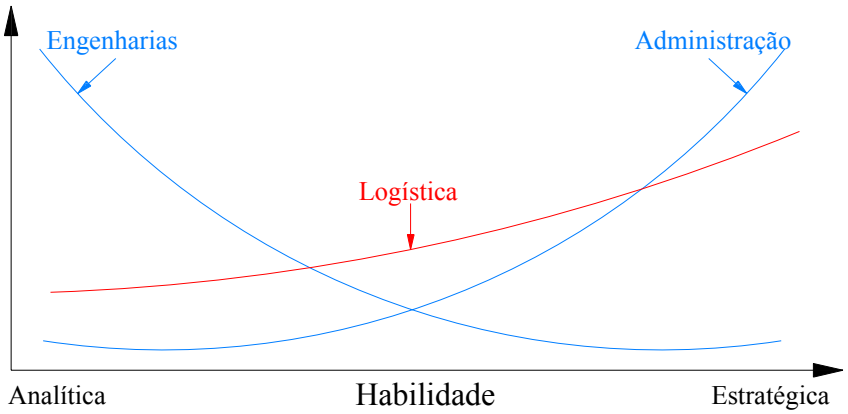


Figura 2. 1- Trade-off da engenharia e da administração (GEORGES *et al.*,2007)

Segundo a realidade da atividade de construção, a logística pode ser interpretada como um processo multidisciplinar inserido no processo produtivo de um ou mais empreendimentos que visa garantir:

- o dimensionamento dos recursos (materiais e humanos) necessários à produção;

- a disponibilização destes recursos nas frentes de trabalho;
- a armazenagem de matérias-primas e bens processados, quando necessário;
- o fluxo e a seqüência das atividades de produção;
- a gestão das informações relacionadas aos fluxos físicos de produção.

Tal processo afeta a cadeia de suprimento (seja de materiais ou de serviços), envolvida na execução de um empreendimento e dele fazem parte atividades de planejamento, organização, direção e controle, que podem se passar tanto antes do início da execução em si, quanto ao longo dela.

Esta interpretação é consonante com o trabalho de Colas *et al*. (1997) *apud* Silva (2000), que divide a logística na construção civil em seis atividades particulares e complementares, relacionadas com a preparação do canteiro e com a execução dos serviços em si, as quais são:

- definição da gestão das informações;
- elaboração do planejamento e programação da produção;
- previsão dos suprimentos necessários;
- gestão dos fluxos físicos;
- controle do cronograma físico, conformidade e atualização do planejamento, e;
- gestão dos estoques e suprimentos;

Segundo Vieira (2002), a logística na construção civil significa o tratamento integrado dado às diversas atividades que constituem uma cadeia de suprimentos, coordenando-as entre si. Numa cadeia de suprimentos ocorre uma sucessão de manuseios, movimentações e armazenagens pelas quais o produto passa desde a matéria-prima até o produto acabado entregue ao cliente final. Depreende-se disso que esta cadeia de suprimentos quando administrada através da logística, desde a fase de elaboração do projeto, assume um caráter sistêmico, dado à característica integradora e coordenadora da mesma.

Seguindo este mesmo setor, Cardoso (1996) apresenta uma subdivisão para a logística aplicável às empresas construtoras classificando-a quanto a sua função em **logística de suprimentos (externa) e logística de canteiro (interna).**

A logística de suprimentos é aquela relacionada com o transporte e suprimentos dos recursos de todos os tipos susceptíveis de serem deslocados (mão-de-obra, materiais, equipamentos, entre outros). Ela se preocupa com a gestão de suprimentos de materiais, componentes e outros recursos necessários à produção dos edifícios. As tarefas mais importantes dessa função, para o caso de materiais, compreendem:

- especificação e planejamento de necessidades de recursos materiais;
- emissão e transmissão de pedidos de compra;
- transporte dos recursos até a obra;
- recebimento e inspeção dos materiais;
- manutenção do suprimento de recursos previstos no planejamento.

A Logística de canteiro trata da gestão dos fluxos físicos e dos fluxos de informações associados à execução de atividades no canteiro de obras. As principais tarefas relacionadas à logística de canteiro são:

- gestão dos fluxos físicos ligados à execução, ou seja, o conhecimento das datas de início término dos serviços, o detalhamento dos fluxos que serão realizados na execução de cada serviço (normalmente detalhado nos projetos para produção) e a definição do ritmo e seqüência dos serviços e seus mecanismos de controle;
- gestão da interface entre agentes que interagem no processo de produção de uma edificação, ou seja, fornecer as informações necessárias para que exerçam suas atividades dentro de padrões preestabelecidos e promover a resolução de interferências entre os serviços;

- gestão física da praça de trabalho, incluindo a definição e implantação dos elementos de canteiro, tais como os sistemas de transporte, as zonas de estoque, as zonas de pré-fabricação e os equipamentos coletivos de segurança.

Tanto a logística de suprimentos quanto à de canteiro dependem, para sua boa conceituação e implementação, da correta representação e análise da rede que se inicia na gestão dos materiais estendendo-se até a cadeia de suprimentos.

2.3 GESTÃO DE MATERIAIS

Stukhart (1995) refere-se à gestão de materiais como um sistema de gestão integrada para controlar, planejar e redirecionar esforços com o intuito de executar as seguintes funções:

- quantificação de materiais;
- elaboração de especificações;
- preparação de requisições com documentos de suporte que definam os materiais do projeto;
- qualificação e seleção de fornecedores;
- solicitação de cotações;
- avaliação e aprovação de cotações, negociação, formulação de pedidos ou de contratos;
- entrega aos fornecedores da informação necessária (especificações, plantas, planejamento, datas de entrega, entre outros) para assegurar a entrega segundo cronograma;
- controle de qualidade para assegurar atendimento às especificações;
- recebimento, inspeção, armazenagem e distribuição de materiais no canteiro; e
- pagamento.

De acordo com Zegarra (2000), a gestão de materiais envolve participantes externos e internos à empresa construtora. Dentro da empresa, as principais áreas e departamentos envolvidos são os seguintes: obras, orçamentos, suprimentos, planejamento, contas a pagar,

etc. Já os agentes externos à empresa que participam neste processo são principalmente os fornecedores de materiais, mas também os projetistas, ao definirem as especificações dos materiais.

Nascimento *et al*. (2000) afirmam que o suprimento de materiais é um processo repetitivo e de suporte à construção de edificações, pois é desempenhada durante todo o macro processo de construção, desde as fundações até os serviços de acabamento.

Portanto, o bom andamento deste processo depende fortemente do compartilhamento e da troca de informações entre estes agentes, sejam externos ou internos à empresa construtora. Sendo assim, tanto a integração entre departamentos quanto a integração entre empresa construtora e fornecedores torna-se um requisito indispensável para a boa gestão de materiais.

Atualmente, a tecnologia da informação apresenta-se como um caminho para atingir esta integração, já que dia a dia ela se faz mais acessível às empresas em geral. A aparição de sistemas informatizados facilita o compartilhamento das informações comuns entre os diversos departamentos que suportam a logística e entre a construtora e seus fornecedores.

Em resumo, sendo o objetivo essencial da gestão de materiais o de dar respaldo à produção para que ela não pare por falta de material, e levando em conta que este recurso é determinado inicialmente no projeto e posteriormente fornecido por agentes externos à construtora, existem três fatores principais que condicionam o sucesso desta gestão: o primeiro se dá na etapa de projeto, na qual se definem as características do empreendimento e, portanto, se estabelecem as especificações técnicas e de desempenho dos materiais. Esta etapa envolve tanto participantes externos (projetistas) quanto internos à empresa.

O segundo fator é interno à empresa e diz respeito à forma como ela administra sua produção. O terceiro indicado como condicionante é a cadeia de suprimentos na qual envolvem tanto os participantes externos (fornecedores) quanto internos sendo estes essenciais para se conseguir uma boa gestão de materiais.

2.4 CADEIA DE SUPRIMENTOS

Cooper e Slagmulder (1999) afirmam que a coordenação na cadeia de suprimentos implica na aceitação por parte dos membros de um conjunto regras de conduta formais e informais (denominadas protocolos). Tais protocolos retratam a forma de coordenação exercida e sua

implementação e forma dependem em grande parte da forma como o poder é distribuído. Neste aspecto a seguinte classificação é adotada conforme o grau de centralização do poder sendo estes:

- Reino: Onde uma empresa tem domínio sobre as demais, fazendo com que suas condições prevaleçam sobre os outros membros da cadeia exercendo uma coordenação central sobre o sistema. A Figura 2.2 abaixo ilustra este pensamento.

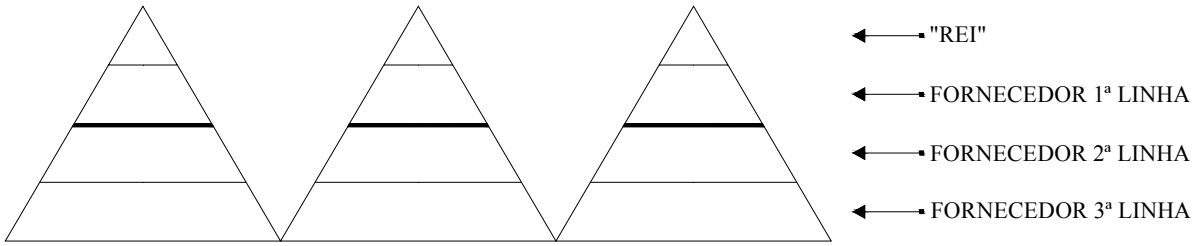


Figura 2. 2– República (COOPER; SLAGMULDER, 1999)

Baronato: Onde um grupo de empresas detém igual poder, sendo necessária uma negociação conjunta entre o grupo, de forma a estabelecer critérios e regras comuns que possibilitem a coordenação da cadeia. A Figura 2.3 demonstra esta idéia.

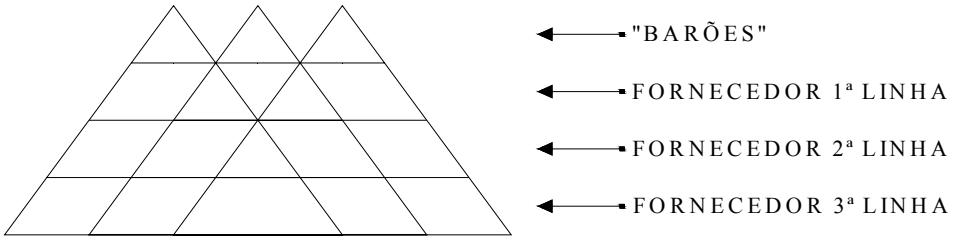


Figura 2. 3– Baronato (COOPER; SLAGMULDER, 1999)

- República: Onde a configuração adquire características de rede, com os diversos membros detendo semelhante poder e pouca ou nenhuma ascendência sobre os demais, como esboça a Figura 2.4.

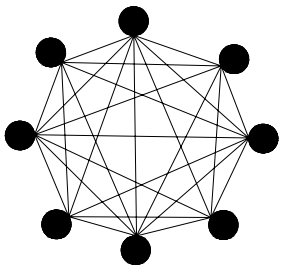


Figura 2. 4 – República (COOPER; SLAGMULDER, 1999)

Para Denning e Medina-Mora (1995), a questão da coordenação da cadeia de suprimentos deve ser abordada segundo três tipos distintos de fluxo: os fluxos de materiais, os fluxos de informação e os fluxos de coordenação humana. Dentre estes, o fluxo de informação tem papel fundamental, uma vez que o trabalho é iniciado e terminado no fluxo de coordenação humana, sendo os fluxos de informação e de materiais conseqüência do trabalho. O fluxo de coordenação deve constituir um ciclo *(loop)* que conecta o cliente e o fornecedor sendo composto por quatro estágios como mostra a Figura 2.5.

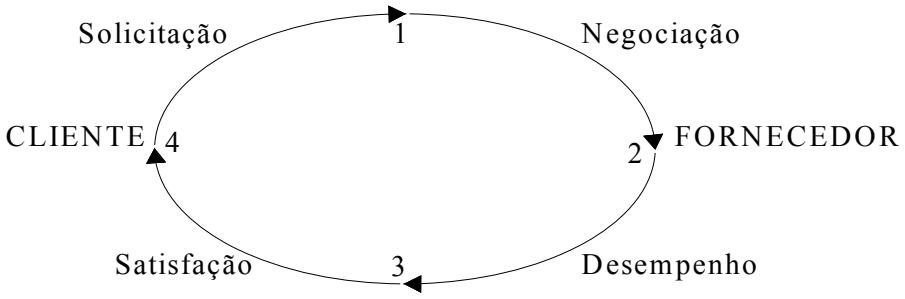


Figura 2. 5– Ciclo do fluxo de coordenação (DENNING; MEDINA-MORA, 1995)

Já dentro de um setor específico, sendo este o da construção civil, na visão de Silva (2000), a gestão da cadeia de suprimentos trata de uma série de atividades que são cíclicas e ocorrem diversas vezes ao longo do processo de produção, sendo estas basicamente (Figura 2.6):

- especificação de recursos e planejamento de suprimentos;
- emissão e transmissão de pedidos de aquisição;
- transporte de recursos até a obra e seu recebimento;
- manutenção dos suprimentos previstos no planejamento (controle e reprogramação).

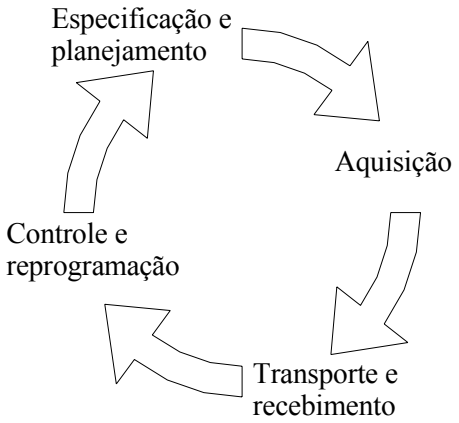


Figura 2. 6 - O ciclo de atividades da logística de suprimentos (SILVA, 2000)

Enfim, na visão de Isatto e Formoso (2002), no que se refere à construção civil, o contexto que se apresenta é diametralmente oposto aquele que pode ser considerado como paradigma da Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS). Por um lado as obras de construção constituem-se em geral em produtos únicos e não seriados, produzidos a partir de uma significativa quantidade de insumos, o que torna extremamente complexa a coordenação entre as empresas, não apenas pela quantidade de fornecedores e intervenientes envolvidos, mas também pelo caráter temporário que caracteriza grande parcela das relações. Adicionalmente, via de regra não existe uma ascendência da empresa construtora sobre seus fornecedores ou clientes, mas sim uma pulverização do poder de barganha dentre os vários membros participante, implicando na necessidade de descentralização da coordenação no âmbito da cadeia.

Diante das filosofias de gerenciamento apresentadas para planejamento da GCS, as empresas principalmente de construção têm agenciado a integração entre fornecedores de materiais e serviços, redução de estoques e diminuição das falhas ocorrentes na produção em função das constantes paradas e atrasos no suprimento de materiais. Esta realidade promove a estruturação *Lean* do fluxo de suprimentos do ponto de vista da logística externa (entre fornecedores) e da logística interna (realizada em canteiro) que será mais bem exemplificado no item a seguir.

2.5 FLUXO DE SUPRIMENTOS *LEAN*

Baseado *Toyota Production System (TPS*), para a implementação *Lean* no fluxo de suprimentos da construção civil, foram analisados vários princípios que definem uma nova abordagem de cooperação entre os agentes do fluxo de suprimentos de empresas de diversos

setores, e estabeleceu-se uma abordagem resumida em treze pilares que sustentam este fluxo de suprimentos conforme ilustra a Figura 2.7.

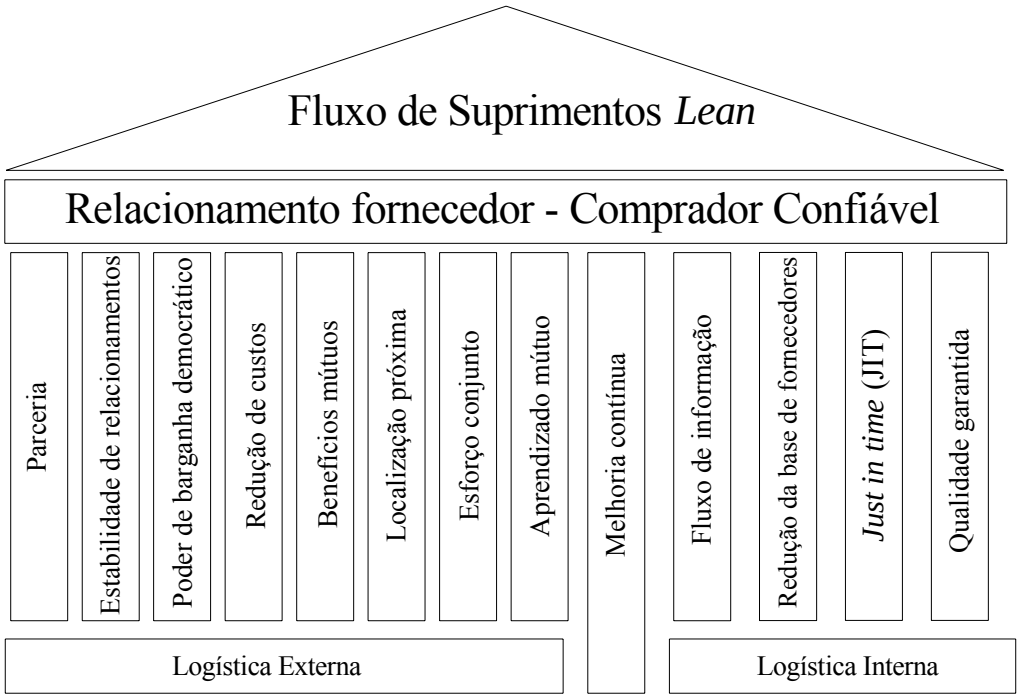


Figura 2. 7- Treze pilares para garantir um fluxo de suprimentos *Lean* (FONTANINI, PICCHI, 2006)

No relacionamento de fornecedores e compradores *Lean* são buscadas relações estáveis e de longo prazo com os fornecedores; um grande investimento é feito na busca de ganhos mútuos, transparência e construção de confiança entre as partes (FONTANINI e PICCHI, 2006).

Amaral (2006) redefine os objetivos do pensamento enxuto como a maneira de coordenar a ação produtiva, sendo necessário mais que uma mudança nos procedimentos, uma mudança também no modo de pensar e construir. Desta forma, deve-se reconhecer que o pensamento enxuto propõe que seus conceitos sejam aplicados na empresa toda, considerando os seus principais fluxos: do pedido ao recebimento; da concepção ao lançamento e da matéria-prima à entrega ao consumidor.

A logística de suprimentos na obra desempenha um papel estratégico na construção civil porque atua na interface entre os agentes fornecedores e impacta diretamente nos custos totais da obra, uma vez que a falta de planejamento no fluxo de suprimentos é muitas vezes apontada como a principal causadora de atrasos e paradas no processo de produção. A falta de material impede 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 devido a quebras ou necessidade de ajustes (PICCHI, 1993).

Percebe-se que o desperdício é freqüente nos fluxos de suprimentos da construção civil, e que muitos dos desperdícios freqüentemente são originados por falta de planejamento e problemas no fluxo de informações nas interfaces entre processos e no relacionamento entre disciplinas e organizações. Portanto, segundo Fontanini e Picchi (2006) a **melhoria contínua** é o pilar de sustentação que interliga a logística externa da logística interna, uma vez que os fornecedores e compradores devem ter a capacidade de aperfeiçoamento de técnicas e propagação dos efeitos de melhoria dentro de todo o fluxo de suprimentos. Desta forma as metas de qualidade, prazo e custos devem ser revistas periodicamente de forma a estimular e buscar o Defeito Zero.

Para minimizar os problemas enfatizados anteriormente nas empresas construtoras com relação à cadeia de suprimentos o Movimento pela Qualidade no setor da construção civil tem envolvido dezenas de empresas, dos diferentes estados. Ele se manifesta basicamente na difusão e na busca pela implementação dos Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ).

Um dos grandes motivadores de tal movimento foi a criação do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat, PBQP-H, criado em 1998 para promover ações direcionadas para a cadeia da construção civil. O Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC) do PBQP-H tem como objetivo avaliar a conformidade do sistema de gestão da qualidade em níveis adequados às características específicas das empresas do setor, constituído com base na norma ISO 9001.

A Norma NBR ISO 9001 (ABNT, 2008), relacionada aos Sistemas de Gestão da Qualidade, trata as questões relacionadas à logística de suprimentos no item sobre Aquisição, abordando a necessidade de retroalimentação das informações, que são vitais para a tomada de decisões e operacionalização dos diversos fluxos físicos de canteiro.

Sobre o programa de qualidade na aquisição, os seguintes requisitos podem ser relacionados: especificações e ordens de compra; seleção de fornecedores qualificados; acordo sobre garantia da qualidade; acordos sobre métodos de verificação; disposição para solução das divergências quanto à qualidade; planos de inspeção de recebimento; controles de recebimento e registros da qualidade relativos ao recebimento.

2.6 DIAGRAMAS DE FLUXO

Na visão de Koskela (1992) os princípios da *Lean Construction* é baseado nos princípios do *Lean Production* e tem como fundamento considerar simultaneamente os seguintes aspectos da produção:

1) **Conversão:** caracterizado pelo processamento de insumos com objetivo de se alcançar o produto final esperado;
2) **Fluxos:** definidos pela logística de insumos e informações durante a execução do empreendimento; e
3) **Valor agregado:** caracterizado pelo esforço sistemático em agregar valor ao produto entregue, sem que isso implique o aumento do respectivo custo de produção.

Nesse modelo, a produção é entendida como uma série de processos e fluxos voltados para a conversão de materiais e de mão-de-obra em produtos acabados. Cada processo principal é subdividido em processos menores, os quais são também caracterizados por conversões e fluxos.

Analisando o modelo tradicional através dessa nova abordagem, percebe-se que o mesmo ignora o fluxo dos insumos e informações para que as atividades a serem executadas tenham seu ritmo e desempenho ocorrendo conforme o planejado. Se levarmos em consideração o fato de que as atividades características de fluxos de insumos (movimentar, esperar, inspecionar) geralmente não agregam valor ao produto final, e sim agregam custos, uma eventual análise a respeito da redução das perdas no processo e as maneiras para que a mesma possa ser viabilizada fica incompleta neste modelo.

De acordo com Alves (2000), a cadeia de valor consiste num processo pelo qual o produto passa, desde a concepção do mesmo passando pelo fluxo de produção da matéria-prima ao produto acabado, contemplando as especificações detalhadas de projeto e os prazos estabelecidos e finalizando com a entrega do produto ao cliente final. Durante cada uma dessas etapas, irão existir atividades agregadoras e não agregadoras de valor ao produto. Por esse motivo todos os envolvidos no processo de produção devem buscar um entendimento destes conceitos visando à eliminação de passos desnecessários em cada atividade e entre as mesmas, ajustando assim toda a cadeia em torno de um objetivo comum.

Já no modelo de Francischini (1998), o registro analítico dos fluxos do processo mostra a seqüência das tarefas realizadas em determinado processo, buscando-se a otimização em termos de transporte de materiais entre uma atividade e outra, ou dos tempos de cada uma delas. Uma das simbologias utilizadas para facilitar sua visualização e análise é apresentada na Figura 2.9.

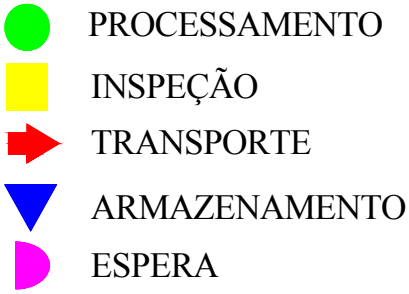


Figura 2. 8 – Simbologia para registro analítico dos fluxos do processo (FRANCISCHINI, 1998)

O diagrama de processo representa a seqüência das diferentes atividades que compõem um processo. O mapofluxograma ou diagrama de fluxo, além de indicar as diferentes atividades desempenhadas, registram o local onde as mesmas se desenvolveram, pois os símbolos utilizados para a representação das atividades são posicionados em uma planta, indicando a sua localização (ISHIWATA,1991).

Para Tuji Júnior e Bastos (2003), o mapofluxograma é uma ferramenta que mostra, de forma gráfica, como o material está se movendo no canteiro de obras. Pode-se, desta forma, analisar como está a interface entre o fluxo de materiais e o layout do canteiro de obras. Seu objetivo é dar suporte na busca das origens dos pontos de deficiências identificados na aplicação da carta de processo.

Shingo (1996) define que cinco elementos distintos de processo podem ser identificados no fluxo da transformação de matérias-primas em produtos (Figura 2.10):

Elemento	Simbologia	Significado
Processamento		Uma mudança física no material ou na sua qualidade (montagem ou desmontagem).
Inspeção		Comparação com um padrão estabelecido.
Transporte		Movimentação de materiais ou produtos, mudanças nas suas posições
Espera do processo		Um lote inteiro permanece esperando enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado
Espera do lote		Durante as operações de um lote, enquanto uma peça é processada, outras se encontram esperando. As peças esperam para serem processadas ou pelo restante do lote ser fabricado. Este fenômeno também ocorre na inspeção e no transporte.

Figura 2. 9- Simbologia para registro analítico dos fluxos do processo (SHINGO, 1996)

Estes processos especificados no parágrafo anterior, ainda segundo Shingo (1996), podem ser melhorados de duas maneiras. A primeira consiste em melhorar o produto em si através da Engenharia de Valor. A segunda consiste em melhorar os métodos de fabricação (processos) do ponto de vista da Engenharia de Produção.

Segundo Vieira (2002), estes processos quando recebem um tratamento logístico que venha a ser dado num sistema produtivo de um edifício, por exemplo, pode minimizar problemas bastante sérios do setor que são:

- Espaços destinados a estoques de materiais, excessivamente grandes - sabe-se que hoje a maioria dos canteiros de obras são localizados nos centros urbanos densamente habitados e com sérios problemas de espaços físicos.
- Descontinuidade da produção por falta de mão-de-obra ou material - deve-se conhecer o índice de produtividade das equipes de serviços para fazer um planejamento eficiente e não sofrer solução de continuidade das tarefas intervenientes. Para isso, é necessário dar o dimensionamento adequado para as mesmas. Com relação aos materiais, estes devem estar sempre posicionados no local onde serão utilizados, na quantidade necessária e na hora de sua utilização pela mão-de-obra responsável.
- Redução das perdas e desperdícios - estes problemas podem ser minimizados através de um planejamento físico adequado do canteiro, prevendo a estocagem dos materiais em consonância com sua posterior utilização,

reduzindo o manuseio e movimentações excessivas; planejando equipamentos de movimentação compatíveis com os materiais utilizados.

- O registro analítico do processo mostra a seqüência das tarefas realizadas em determinado processo, buscando-se a otimização das equipes e do transporte de materiais entre uma atividade e outra, ou dos tempos de cada uma delas que será detalhado no item a seguir.

2.7 ESTUDO DE TEMPOS

2.7.1 Breve histórico

Para Francischini (1998) o estudo de movimentos e de tempos é definido como o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com o objetivo de projetar o melhor método de trabalho, geralmente o de menor custo, padronizar este método de trabalho e determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em um ritmo normal, para executar uma operação específica.

Barnes (1977) define o estudo de movimentos e de tempos como o estudo sistemático dos sistemas de trabalho como os seguintes objetivos: (1) desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo; (2) padronizar esse sistema e método; (3) determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; e (4) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

Francischini (1998) e Barnes (1977) descrevem que as primeiras aplicações do estudo de tempos datam do final do século passado, com as contribuições de Frederick Taylor na *Midvale Steel Company* para a determinação do tempo necessário ao desempenho dos vários tipos de trabalho e a maneira correta de realizá-los. Anos mais tarde, Taylor condensava seu trabalho em um livro denominado Princípios de Administração Científica onde argumenta, através dos seus três princípios, a racionalização dos trabalhos realizados em uma unidade industrial.

O primeiro princípio básico da Administração Científica segundo Francischini (1998) mostrava que o desconhecimento por parte da administração do processo produtivo é a raiz dos problemas de controle. Sua proposta é fazer uma análise científica do trabalho através do

estudo dos movimentos elementares de cada operário, identificando os úteis e eliminando os inúteis para aumentar a produtividade. Além disso, eliminava a iniciativa dos operários na escolha do melhor método, e os administradores passavam a definir e impor o método com o respectivo tempo padrão.

O segundo princípio mostrava que se o trabalho for estudado, analisado e simplificado, ou seja, dominado pela administração, o operário adequado pode ser escolhido mais facilmente. Não haveria necessidade de homens excepcionais, apenas requerendo treinamento e habilidades específicas.

No terceiro princípio, Taylor mostrava que o planejamento e o controle do trabalho executado são funções da gerência e não mais do contramestre. A gerência deve, por sua vez, apoiar-se em especialistas, organizar departamentos específicos para esse fim, utilizando, como elemento central da programação da produção, as Ordens de Produção (OP) ou Ordens de Fabricação (OF).

Francischini (1998) e Barnes (1977) atribuem a Henry Ford a concepção e a implantação das linhas de montagem onde, em última instância, aprofunda a proposta taylorista reduzindo ao mínimo os movimentos necessários e promovendo a economia das tarefas mentais por parte dos operadores. Surge então a discussão sobre a dicotomia entre o tempo alocado, obtido através da análise da tarefa e estipulado um tempo adequado à sua realização, e tempo imposto pelo ritmo da linha de montagem, que poderia ser dissociado da capacidade de trabalho do operário. O que o fordismo buscava era obter vantagens econômicas no aproveitamento da mão-de-obra.

2.7.2 Estrutura do estudo de tempos

O estudo de tempos obedece a uma estrutura, iniciando-se do geral para o detalhado. Para Francischini (1998) analisa-se, em primeiro lugar, o processo produtivo como um todo, procurando-se localizar as prioridades para a elaboração do detalhamento. Graficamente, esta visão geral pode ser vista na Figura 2.11, a seguir:

Figura 2. 10 – Processo produtivo geral (FRANCISCHINI, 1998)

A partir do esquema da Figura 2.11, divide-se em atividades ou operações, que serão objeto de estudo para maximizar o aproveitamento da máquina ou da mão-de-obra empregada. Graficamente está representado na Figura 2.12:

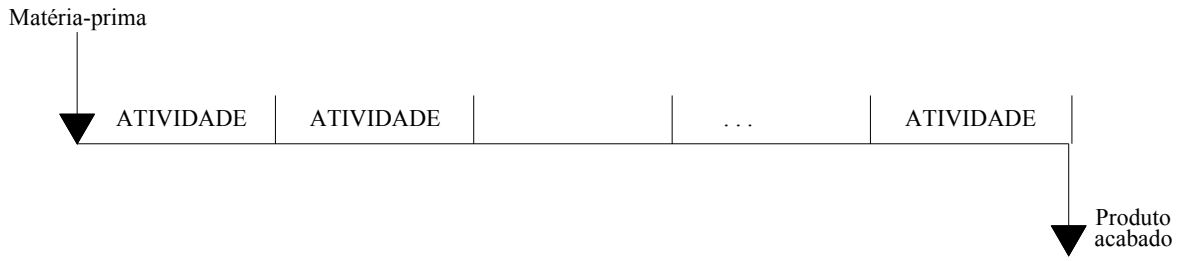


Figura 2. 11 – Processo produtivo dividido em atividades ou operações (FRANCISCHINI, 1998)

O passo seguinte é dividir cada atividade em elementos, visando principalmente àqueles que são os movimentos dos operários (Figura 2.13).

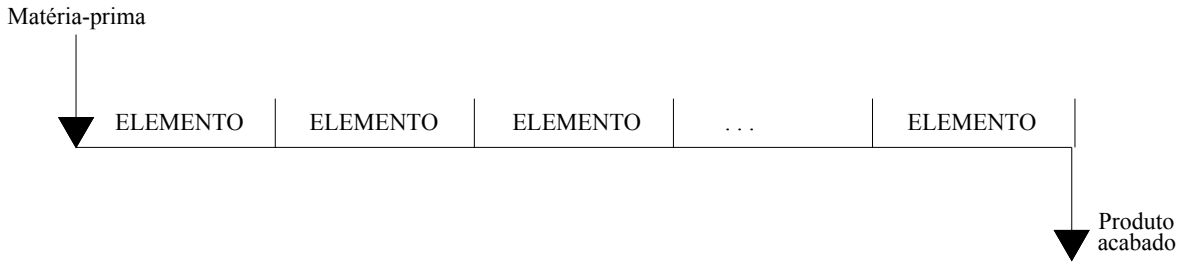


Figura 2. 12 – Divisão das atividades em elementos (FRANCISCHINI, 1998)

Diante das estruturas apresentadas Francischini (1998) apresenta duas classificações para o tempo sendo estas:

- tempo normal: tempo necessário para que uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em um ritmo normal, realize uma tarefa específica; e

- tempo padrão: é o tempo normal acrescido das tolerâncias pertinentes à aquela tarefa específica.

A estrutura do estudo de tempos pode ser um dos fatores condicionantes para criação de indicadores que objetivam medir um determinado processo.

Para Francischini (1998) esta estrutura do estudo de tempos, mais especificamente o tempo normal aliado a medição da produção é uma ferramenta de aplicação ampla dos princípios da Engenharia de Produção na construção civil. A união destes dois fatores implica na criação de indicadores de produtividade, sendo estes mais bem exemplificado nos itens a seguir.

2.8 INDICADORES – MEDIÇÕES DE DESEMPENHO

Lantelme *et al*. (2001) descrevem que os modelos para desenvolvimento de sistema de medição de desempenho em geral apresentam como um dos seus princípios básicos o foco em aspectos críticos dos processos. Estes aspectos críticos devem ser identificados a partir da definição estratégica da empresa e dos seus fatores críticos de sucesso. Ou seja, o desenvolvimento de um sistema de avaliação de desempenho pressupõe a prévia identificação daquilo que é importante para o processo a ser avaliado.

Muitos estudos tentam definir quais são os critérios, ou meio de julgamento, mais adequados para avaliar o desempenho. Lantelme *et al*. (2001), Ohashi e Melhado (2004) alegam que esta tarefa é bastante complexa uma vez que estes critérios variam ao longo do tempo, de setor para setor, de empresa para empresa, sendo muito difícil sua generalização. Toda a tentativa de defini-los deve considerar as características específicas de competição do setor e da empresa.

É importante dizer que existe sempre um componente estratégico na definição de sistemas de indicadores de desempenho. Para Lantelme *et al*. (2001), o esforço empregado na medição deve sempre ser proporcional aos objetivos a serem atingidos. Quanto menor o horizonte de tempo na busca de uma melhoria, menor o esforço a ser despendido. No entanto, muitos dos

objetivos de melhoria das empresas não podem ser atingidos em curto prazo, justificando-se o investimento na medição e avaliação de indicadores.

Esta idéia permeia muitas abordagens sobre indicadores. O princípio ou idéia central segundo Lantelme *et al*. (2001), é que o esforço empregado na seleção e implantação de sistemas de medição de desempenho não seja em vão, mas que leve a empresa a atingir um nível maior de competitividade.

Isto não impede que empresas que não tenham explicitado seus objetivos estratégicos não possam desenvolver e obter resultados a partir do uso de indicadores. No entanto, mesmo que os indicadores sejam desenvolvidos buscando avaliação de processos específicos a fim de realizar melhorias incrementais, estes devem ser derivados da visão estratégica da empresa que para Sink; Tuttle (1990) baseiam-se em pontos fortes: projetar, reprojetar, desenvolver e implementar sistemas de avaliação e medição.

Desta forma, considerando a situação específica a que for aplicado, pode-se apontar uma série de requisitos básicos para a seleção de um indicador (BERLINER; BRIMSON, 1988; TIRONI *et al*., 1992; NEELY *et al*., 1996 *apud* LANTELME *et al*, 2001):

a) **Seletividade**: os indicadores devem estar relacionados fatores essenciais ou críticos do processo a ser avaliado. Estes fatores devem ser identificados a partir de uma perspectiva estratégica, que considera os fatores críticos de sucesso da empresa dentro do seu mercado de atuação;

b) **Representatividade**: o indicador deve ser escolhido ou formulado de forma que possa representar satisfatoriamente o processo ou produto a que se refere. Deve-se considerar que qualquer medida representa uma abstração da realidade. Desta forma, cada indicador possui uma certa imprecisão que deverá ser considerada em sua análise;

c) **Simplicidade**: devem ser de fácil compreensão e aplicação principalmente para aquelas pessoas diretamente envolvidas com a coleta, processamento e avaliação dos dados, requerendo o mínimo de esforço adicional para sua implantação;

d) **Baixo custo**: devem ser gerados a custo baixo. O custo para coleta, processamento e avaliação não deve ser superior ao benefício trazido pela

medida. O investimento em pessoas, tempo e informatização deve ser proporcional aos benefícios a serem alcançados.

e) **Estabilidade**: devem ser coletados com base em procedimentos rotinizados incorporados às atividades da empresa e que permitam sua comparação ou a análise de tendências ao longo do tempo.

f) **Abordagem experimental**: é recomendável desenvolver, inicialmente, os indicadores considerados como necessários e testá-los. Caso não se mostrem realmente importantes ao longo do tempo, devem ser alterados ou excluídos.

g) **Comparação externa**: alguns indicadores devem ser desenvolvidos para permitir a comparação do desempenho da empresa com outras empresas do setor ou empresas de outros setores. Assim, podem ser utilizados em algumas situações para avaliar o grau de competitividade da empresa dentro do seu setor de atuação.

h) **Melhoria contínua**: os indicadores devem ser periodicamente avaliados e, quando necessário, devem ser modificados ou ajustados para atender as mudanças no ambiente organizacional e não perderem seu propósito e validade.

A implementação das medições deve considerar o planejamento das etapas de coleta processamento e avaliação das medidas conforme exemplificação a seguir:

- **Coleta**: o planejamento da coleta de dados deve ser realizado buscando-se a sua simplificação e a redução de custos;

- **Processamento**: compreende também as atividades de armazenamento, representação e divulgação dos dados. Deve-se representar a informação de forma a torná-la acessível e de fácil compreensão e análise para as várias pessoas interessadas.

- **Avaliação**: nesta etapa discute-se as possíveis causas dos resultados obtidos e os planos para resolução de problemas e melhoria de desempenho. Envolve a identificação de parâmetros para comparação dos resultados, assim como a tomada de decisão ou resolução de problemas.

Lantelme *et al*. (2001) coloca um ponto fundamental a discutir no projeto de sistema de medição sendo este a questão da representatividade das medidas. Por exemplo, medidas mais agregadas e baseadas em custos podem ser mais representativas para hierarquias mais altas na organização, enquanto medidas operacionais podem ser melhores utilizadas nas melhorias de processos pelos gerentes e trabalhadores em um nível mais operacional.

Um sistema de medição de desempenho é constituído por uma série de medidas (ou indicadores) utilizadas para quantificar a eficiência ou eficácia de um processo. A eficácia se refere ao atendimento dos requisitos do cliente, enquanto que a eficiência é uma medida do uso econômico dos recursos para atingir um determinado grau de satisfação do cliente (NEELY *et al*., 1996 *apud* LANTELME *et al*, 2001). Os indicadores são representações quantificáveis da eficácia (também chamados de indicadores de qualidade) e da eficiência (chamados indicadores de produtividade) de um processo ou produto.

Para Lantelme *et al*. (2001), Ohashi e Melhado (2004), os indicadores também podem ser estabelecidos para avaliar o desempenho do produto ou do próprio processo, distinguindo-se então indicadores de produto e indicadores de processo. Um indicador de produto avalia se as características do produto atendem aos requisitos do cliente previamente estabelecidos. Por sua vez, um indicador de processo avalia se as características do processo atendem às necessidades do cliente. Por exemplo, o índice de produtividade da mão-de-obra para um determinado serviço permite avaliar a eficiência deste.

Desta forma, Lantelme; Najmi; Kehoe (2001) afirmam que a medição do desempenho de uma empresa é fundamental para a gestão da qualidade. As medições fornecem aos gerentes as informações necessárias à tomada de decisões e ao desenvolvimento de ações de melhoria da qualidade e produtividade da empresa. Além disto, os indicadores são imprescindíveis para avaliar o desempenho atual e acompanhar o progresso alcançado por empresas envolvidas na implantação de Programas de Melhoria da Qualidade. A existência de indicadores setoriais permite que cada empresa compare seu desempenho com outras empresas do setor e avalie seu nível de competitividade, estabelecendo suas metas para melhoria contínua.

2.9 PRODUTIVIDADE

A produtividade do canteiro de obras é um dos principais problemas do gerenciamento da construção, contudo, a análise da produtividade pode ser de natureza complexa devido ao

processo de produção diferente do processo industrial, onde o ambiente de produção é mais estável. O processo de conversão dos recursos em produção num canteiro de obras é dinâmico.

Por isso, as variabilidades encontradas na produtividade são como que o reflexo da complexidade do dia-dia do canteiro. Questões como baixa intensidade na alocação da mão-de-obra, descontinuidades no trabalho, espalhamento das atividades por vários pavimentos simultaneamente, falta de ordem na execução têm sido deixadas de lado pela literatura estando presente nas melhores obras.

A aplicação ampla dos princípios e práticas da Engenharia de Produção na construção civil segundo Kehl (1998) é, talvez, a maior contribuição que pode ser feita à redução dos seus custos financeiros e sociais. O desenvolvimento tecnológico na construção civil, que se vem manifestando no nosso país com intensidade crescente, embora ainda restrito a obras de maior responsabilidade, já responde por um significativo aumento da produtividade, mas ainda não atinge a construção, por métodos tradicionais, de miríades de obras menores e médias.

Os princípios básicos da engenharia de produção que são aplicáveis à engenharia civil, incluindo considerações sobre três aspectos principais da atividade, cuja integração é essencial para aumento de produtividade são:

a) estrutura projetual do desenho técnico (o projeto);

b) a análise dos processos de construção (o processo);

c) os arranjos físicos do canteiro (o canteiro).

2.9.1 O projeto

Para Kehl (1998), grande parte dos problemas que ocorrem na construção civil tradicional é proveniente de deficiências estruturais da informação técnica contida nos projetos. Essas deficiências envolvem todos os aspectos da organização da obra, estendendo-se da especificação e quantificação de materiais até a fixação de importantes detalhes e seqüências construtivas, e prejudicam até mesmo o arranjo físico correto do canteiro. Sanders *et al.* (1991), realizaram um estudo a respeito dos principais fatores que relacionados com os projetos, afetavam significativamente a produtividade da alvenaria e constataram que o tipo de trabalho, os elementos de construção, os métodos construtivos e os requisitos de estrutura

projetual do desenho técnico são os fatores preponderantes de um maior ou menor índice de produtividade deste processo.

Os problemas apresentados a seguir atingem a maioria dos casos da construção civil tradicional, executada artesanalmente, embora já estejam parcialmente superados em obras que envolvem pré-fabricação de componentes ou utilizam processos de industrialização no canteiro:

a) método implícito: o projeto mostra o que se pretende construir, mas não como construir;

b) tolerância dimensional: os projetistas não especificam tolerâncias dimensionais, o que impede que muitos subconjuntos sejam pré-montados e ajustados corretamente em suas posições definitivas;

c) necessidade de retrabalho: devido à imprecisão dimensional, cada profissional deixa imperfeições no seu trabalho, que têm que ser corrigidas nas operações seguintes, até o acabamento final; e

d) imprecisão quantitativa: os projetos não são estruturados de forma a dividir o sistema da obra nos seus subsistemas lógicos, e os desenhos não apresentam as listas dos materiais necessários para compor cada subsistema, como no caso de um produto manufaturado; assim, é difícil prever com acerto as necessidades efetivas, ajustar os prazos das compras com a cronologia da obra e controlar as quantidades de materiais consumidos em cada subsistema; e, mais difícil ainda, recalcular as quantidades quando é efetuada a modificação de um projeto já pronto, especialmente no decurso da obra.

2.9.2 O processo

Maia e Souza (2003) definem o arranjo físico do canteiro como a distribuição física dos recursos de transformação (homens, materiais e equipamentos) e de apoio a produção de forma integrada, permitindo otimizar a execução da produção.

Do ponto de vista de Kehl (1998), o arranjo físico dos canteiros de obras civis pode ser classificado segundo três tipos principais, condicionados pelas características próprias do empreendimento sendo estes:

- obra convencional (com modelagem predominante): caracteriza-se pela modelagem local a partir de matérias-primas (pedra, areia, entre outras.), materiais básicos (cimento, aço, tábuas, dentre outros.) e componentes manufaturados (portas e esquadrias, louça e metais sanitários, tubos e conduítes, azulejos, telhas, dentre outros);

- obra pré-fabricada (com montagem predominante): essa classe inclui obras de características formais uniformes e repetitivas, que são construídas pela combinação e justaposição de componentes padronizados. Prestam-se a edificações de uso universal, que aceitam variações limitadas na modulação e nas configurações finais, e;

- obra industrializada (com pré-montagem predominante): presta-se à construção de uma quantidade significativa de edificações padronizadas, de preferência próximas, como grandes conjuntos habitacionais; ou ainda edificações grandes, com módulos repetitivos idênticos. O sistema pode ser comparado a uma linha de montagem às avessas: o produto final fica parado e os equipamentos e entregas de materiais vão sendo deslocados pelo canteiro segundo a seqüência prefixada para a construção das unidades.

2.9.3 O canteiro

Ainda segundo Kehl (1998), os problemas enfrentados na organização dos canteiros de obras decorrem de uma série de fatores inerentes à própria atividade da construção civil, dentre os quais pode-se citar:

a) problemas decorrentes do tipo de edificação que se pretende construir, cujas características podem variar segundo uma ilimitada gama de opções;

b) problemas resultantes das condições de implantação das edificações nos terrenos disponíveis, como a sua configuração plani-altimétrica, dimensões, acessos, taxa de ocupação, natureza do solo, legislação, tipo de vizinhança;

c) problemas decorrentes da diversidade das exigências que caracterizam as sucessivas fases da obra, que evoluem das atividades de preparo das fundações até o acabamento final;

d) problemas resultantes da precariedade das informações técnicas sobre a obra em si, e sobre a relativa imprevisibilidade quanto aos prazos de execução das etapas da construção e do recebimento dos materiais necessários; e

e) problemas resultantes de alterações no ritmo da obra, ou de mudanças nas especificações técnicas do projeto, determinadas por motivos imprevistos.

Desta forma, somente o aperfeiçoamento da informação técnica permitirá o planejamento, a execução e o controle corretos da obra, cujas bases têm que se apoiar, necessariamente, sobre os seguintes suportes operacionais:

- a quantificação e a qualificação de profissionais indicados para cada especialidade;
- o abastecimento dos materiais na qualidade, preço e prazo adequados;
- a disponibilidade oportuna dos equipamentos de apoio à obra, e;
- a contratação adequada dos serviços de terceiros, quando necessário.

Entretanto, tal como na fabricação de um produto, o sucesso da racionalização e aumento da produtividade depende do desempenho global de um complexo sistema de elementos interdependentes, no qual se inserem a concepção e a forma de apresentação do projeto, os recursos disponíveis, o nível profissional do pessoal empregado, o ritmo da construção, o arranjo físico do canteiro e, especialmente, a eficiência do planejamento, da execução e do controle físico-financeiro da obra.

2.9.4 Medições de produtividade e a Razão Unitária de Produção

Thomas *et al*. (1989) detectaram a existência de duas maneiras básicas de se estudar a eficiência da mão-de-obra: a medição da produtividade e os estudos do trabalho.

Thomas *et al*. (1989) estabelecem que a principal diferença entre estas duas formas de análise é que a medição de produtividade considera a relação entre as entradas e as saídas, enquanto os estudos do trabalho consideram apenas as entradas. Assim sendo, a medição da produtividade obriga à coleta dos dados relativos aos insumos utilizados no processo (entradas) e dos dados relativos ao resultado deste processo (saídas), permitindo uma grande compreensão sobre a eficiência da utilização dos recursos empregados.

Os estudos do trabalho, muitas vezes chamados de estudos de tempos e movimentos, para Thomas *et al*. (1989) consistem no estudo metódico dos sistemas de produção como os propósitos de: encontrar e padronizar o método mais econômico de se produzir, determinar os tempos padrões para as tarefas analisadas, e auxiliar no treinamento do método escolhido. Estes estudos consistem em duas partes fundamentais: um estudo dos métodos e as medições do trabalho.

Considerando-se os dois modelos de medição e análise da produtividade, procedentes das peculiaridades da construção civil, é proposto um modelo de medição e análise da produtividade da mão-de-obra especificamente para a ICC, sendo este o Modelo dos Fatores.

Entre suas características básicas estão: foco na produtividade da mão-de-obra da equipe, possibilidade de consideração dos efeitos da aprendizagem e possibilidade de inclusão de vários fatores que podem ser mensurados.

Segundo Thomas e Yiakoumis (1987), a teoria que fundamenta o modelo dos fatores assume que o trabalho de uma equipe é afetado por uma certa quantidade de fatores que podem influenciar seu desempenho aleatório ou sistematicamente. O efeito cumulativo dos distúrbios causados por estes fatores gera uma curva real de produtividade, cuja forma pode ser muito irregular, tornando sua interpretação difícil. Entretanto, se os efeitos destes fatores puderem ser matematicamente extraídos da curva real, obter-se-á uma curva que representará a produtividade de referência para o serviço em questão. Esta curva conterá o desempenho básico do serviço, realizado dentro de certas condições de referência, somado a uma componente resultante das eventuais melhorias oriundas das operações repetitivas (efeito

aprendizagem). O modelo abrange variáveis sistemáticas (ex.: características do projeto), aleatórias (ex.: anormalidades, tais como chuva torrencial paralisando o serviço ou falta de material) e temporais (ex.: pavimento onde se está trabalhando). A Figura 2.13 mostra melhor a idéia contida no Modelo dos Fatores.

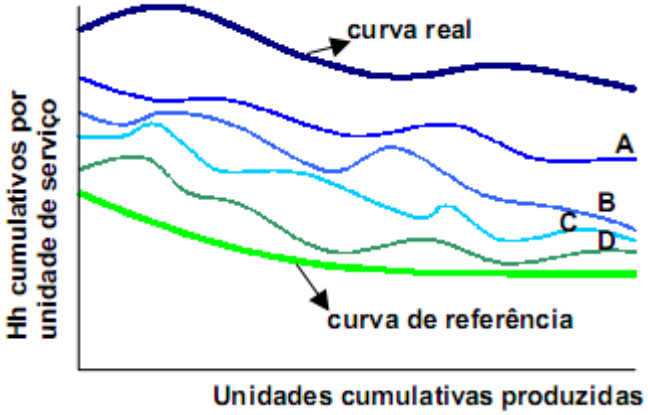


Figura 2. 13 – Modelo dos Fatores para produtividade na construção (THOMAS; YIAKOMIS, 1987)

Para melhor compreensão da Figura 2.13 têm-se:

- **Curva real:** representa um resultado hipotético de uma medição efetuada em campo;
- **Curva A:** mostra a produtividade real debitada dos efeitos das anormalidades eventualmente presentes;
- **Curvas B, C e D:** são obtidas a partir da curva "A" à medida que se subtraem matematicamente os efeitos dos fatores normais influenciadores, levantados durante a coleta de dados;
- **Curva de referência:** mostra a produtividade obtenível caso não houvesse influência de fatores que diferem da condição de referência.

O fato de a coleta de dados ser diária, aliado ao pouco tempo demandado para se obter as informações necessárias, constituem-se na base principal de uma das características mais interessantes embutidas na operacionalização do Modelo dos Fatores: a possibilidade de controlar o consumo da mão-de-obra com os serviços ainda em andamento. Com isto, a utilização dos fundamentos do Modelo dos Fatores pode-se tornar uma ferramenta poderosa de gestão dos recursos durante a execução de um determinado empreendimento. A análise

diária da produtividade possibilita um meio real de se obter informações que subsidiem tomadas de decisão no nível do canteiro.

Esta análise pode ser feita através de um índice parcial denominado **RUP – Razão Unitária de Produção** (SOUZA, 1996) e representa a razão entre os homens-hora utilizados e a quantidade de serviço realizado, tratando-se, portanto, de um índice fundamentado em um modelo que relaciona entradas e saídas de um determinado processo. Este índice pode ser medido em duas configurações diferentes: uma diária e uma cumulativa. O índice diário – RUP diária – relaciona os homens-hora gastos em um dia de trabalho com a quantidade de serviço produzida pelos mesmos neste dia. Este índice é o que permite o acompanhamento cotidiano da produtividade da equipe; através dele, é possível monitorar dias cuja produtividade foi muito ruim e identificar seus motivos, possibilitando uma intervenção imediata no processo. O índice cumulativo – RUP cumulativa – relaciona a quantidade acumulada de homens-hora desde o início da coleta até o presente momento com a quantidade produzida no mesmo período. Este índice traduz o desempenho acumulado do serviço ao longo do período de coleta, fornecendo informações sobre o valor de produtividade efetivamente obtido pela obra e sobre as tendências sistemáticas de melhoria ou de piora da mesma.

É importante ressaltar que para esta forma de medição das RUP's (homens-hora/quantidade produzida), quanto maior for o valor numérico da produtividade, pior ela será, pois significa afirmar que se está gastando mais mão-de-obra para se executar uma mesma unidade do serviço em estudo.

2.9.5 Fatores que influenciam a produtividade

Para Araújo e Souza (2000), quando se estuda a transformação de entradas em saídas, a detecção de quais fatores têm influência significativa sobre a eficiência deste processo e a posterior análise destes fatores, apresentam-se como ponto de extrema importância no estudo. Estes potenciais fatores influenciadores da produtividade podem ser relacionados tanto ao conteúdo quanto ao contexto do trabalho em execução. Na fase de identificação estes se dividem em cinco categorias distintas sendo estas: características do produto, materiais e componentes, equipamentos e ferramentas, mão-de-obra e organização da produção. Sob o ponto de vista de outros pesquisadores estas cinco categorias são apresentadas a seguir.

Em um estudo realizado por Wang *et al.* (2008), problemas como demasiado tempo para formação profissional, falta de recursos financeiros e a falta de trabalhadores interessados em entrar em algum programa de treinamento formal tem sido um fator considerável para baixa produtividade na construção civil.

Koehn *et al.* (1985), atribui fatores como complexidade da tarefa, habilidade, concentração mental, idade, motivação e condições climáticas adversas como fundamentais para estabelecer taxas de produtividade.

Para Goodrum *et al.* (2009), a produtividade na construção tem uma relação direta com a empregabilidade da tecnologia dos materiais utilizados sendo este um fator preponderante para o aumento ou diminuição da mesma na execução dos processos.

Dai *et al.* (2009) apontaram como fatores latentes para ganhos de produtividade na construção a utilização de novos equipamentos, o gerenciamento de projetos e a qualificação dos trabalhadores.

Krüger e Heineck (1999) destacam que a padronização pode possibilitar uma melhoria na produtividade, uma vez que a redução da variabilidade proporciona as atividades constância e uniformidade. É benéfico para o processo e para o próprio treinamento dos operários envolvidos que as operações sempre se repitam da mesma maneira, aniquilando a atuação empírica de tentativas e erros. O final do trabalho é previsível, sendo os insumos sempre processados do mesmo modo. Outro fato importante no qual esses autores salientam é a participação dos trabalhadores no processo de padronização, incorporando suas idéias. O fato de ter opinado e de ter a sua opinião respeitada e levada em conta é fundamental na aceitação, na participação e no apoio do trabalhador ao processo.

A opinião dos autores descreve como alguns fatores têm influência significativa na eficiência dos processos, proporcionando aos mesmos maiores ou menores índices de produtividade, porém, há que se considerar, no entanto, as peculiaridades e a realidade das empresas e dos canteiros de obras da construção civil.

CAPÍTULO 3

METODOGIA

3.1 INTRODUÇÃO

Para Silva e Menezes (2005), a pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se têm informações para solucioná-lo.

Existem várias formas de classificar as pesquisas, porém o presente trabalho é qualificado conforme os seguintes critérios:

- **Do ponto de vista de seus objetivos:**

  Pesquisa Descritiva: visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de levantamento.

- **Do ponto de vista dos procedimentos técnicos:**

  Estudo de caso: quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

Segundo Yin (2001) no estudo de caso devem ser considerados os seguintes pontos:

- Estruturar a coleta de dados e a definição das principais questões, definindo-se por um ou múltiplos casos;
- Especificar os instrumentos de coleta de dados (análise e documentos, entrevista estruturada, observação, entre outros);
- Preparar um protocolo relacionando as atividades que serão realizadas e os procedimentos adotados;

- Desenvolver a análise por analogias a teorias, modelos e/ou outros casos.

Os itens a seguir compõem a estrutura do protocolo do estudo de caso. O protocolo contém uma visão geral do estudo de caso, procedimentos e o instrumento de coleta de dados.

3.2 INSTRUMENTAÇÃO DA COLETA E ANÁLISE DE DADOS

3.2.1 A escolha do estudo de caso

Para a realização do estudo de caso, a empresa selecionada é uma construtora que atua a 22 anos no mercado goiano tendo um significativo número de obras entregues e em fase de construção, e com Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001: 2008 implantado.

Foi escolhido apenas um dos diversos canteiros de obra desta empresa na região metropolitana de Goiânia. A Figura 3.1 ilustra dois desses vários canteiros em execução.

Figura 3. 1– Canteiros de obra em fases distintas de execução (DATA: MARÇO 2009)

Para caracterização da empresa e de fatores relacionados às suas atividades logísticas foi elaborado um questionário estruturado no modelo adotado da dissertação de Silva (2000), conforme apresentado no Apêndice A, dividido em duas partes: a primeira com objetivo de traçar o perfil da empresa, seu porte, ramo de atuação e a segunda de delinear a forma de racionalização da produção e a estratégia competitiva genérica adotada.

Pelo fato das atividades logísticas terem uma amplitude maior em função dos materiais envolvidos pelos processos escolhidos esta será mais bem exemplificada no item a seguir.

3.2.2 Caracterização das atividades logísticas

Um novo questionário, presente no Apêndice B deste trabalho, também adaptado da dissertação de Silva (2000) e elaborado visando compreender os fluxos de informações e os fluxos físicos gerados pela circulação de materiais em obra foi preenchido pelo engenheiro do canteiro de obra escolhido. Os materiais definidos de acordo com os processos de alvenaria externa, contrapiso, alvenaria interna e revestimento interno em argamassa estudados são: areia, bloco cerâmico, cal e cimento.

Neste questionário apenas uma empresa participa do estudo de caso, sendo que do seu número total de obras executadas apenas uma fará parte do estudo, sendo esboçado pela letra **A** e os materiais escolhidos, enumerados de 1 a 4 e comuns para todas as obras. Uma série de perguntas com vários itens propostos são relacionados à obra e ao material referente.

As perguntas colocadas nesta entrevista estruturada procuram verificar em relação aos **fluxos de informaçõe**s no canteiro: as características do processo decisório e quem participa da decisão; os documentos gerados por estas decisões e quem os manipula; como é transmitida a informação ao longo do processo de circulação dos materiais, passando pela definição das características dos mesmos, compra, programação da entrega, recebimento, estocagem e processamento, requisição interna e reprogramação. Em relação aos **fluxos físicos** são identificadas: a origem dos materiais; as condições de embalagem; transporte; descarga; estocagem; processamento de produtos; as características da movimentação interna de materiais; as perdas e entulho gerados.

3.2.3 Instrumentação e coleta de dados

Segundo Shingo (1996), para realizar melhorias significativas no processo de produção, deve-se distinguir o fluxo de produto (processo) do fluxo de trabalho (operações) e analisá-los separadamente.

Na presente pesquisa essas duas atividades (processo e operações) por estarem inter-relacionadas não serão distinguidas já que o trabalho tem como foco mapear os processos de

alvenaria interna e externa, contrapiso e revestimento em argamassa com os materiais pertinentes a estes. A Figura 3.2 faz uma demonstração dessas relações.

Legenda	
areia	1
bloco cerâmico	2
cal	3
cimento	4

Processos	Materiais
alvenaria externa	1 2 3 4
contrapiso	1 4
alvenaria interna	1 2 3 4
revestimento em argamassa	1 3 4

Figura 3. 2 - Relação entre materiais e processos

A Figura 3.3 ilustra os quatro processos que foram analisados dentro de um dos canteiros de obra da empresa escolhida, sendo estes: alvenaria externa, contrapiso, alvenaria interna e revestimento em argamassa.

Figura 3. 3– Processos de alvenaria externa e interna, contrapiso e revestimento em argamassa

Cada um destes processos e seus respectivos materiais foram caracterizados mediante o uso de duas ferramentas: diagrama de fluxo e indicadores de produtividade. Costa *et al*. (2005) descrevem que para avaliar o desempenho atual dos processos na obra e acompanhar o progresso alcançado após as implantações de melhorias é imprescindível que haja contabilização e registro de informações e dados concretos referentes aos processos de produção.

O diagrama de fluxo visa identificar em quais dos seis elementos: processamento, inspeção, transporte, armazenamento, esperas do processo e esperas do lote estes podem ser melhorados (Figura 3.4).

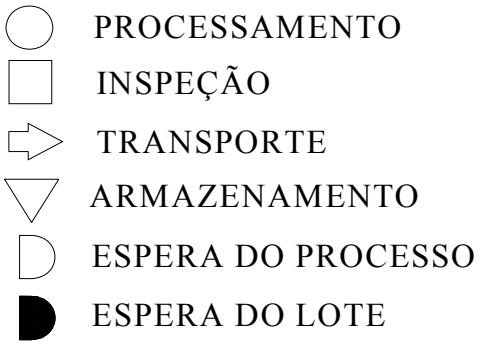


Figura 3. 4 – Simbologia para o registro analítico dos fluxos do processo (Adaptado de FRANCISCHINI (1998) e SHINGO (1996)

Após o término do mapeamento de todos os processos especificados, inicia-se a coleta dos índices de produtividade dos mesmos. Estes índices estabelecem um quociente entre a quantidade total de horas trabalhadas e o total produzido pelas equipes num mesmo período. É importante ressaltar que este índice é análogo a todos os processos. A Tabela 3.1 mostra como os dados foram coletados e representados.

Tabela 3. 1 – Planilha diária de produtividade

Pavimento	Data	Dias	(Hh)		Produção (m²)		RUP (Hh/m²)			Observações
			diária	cum	diária	cum	diária	cum	pot	

Na coluna pavimentos e data, foram designados em quais andares os funcionários escolhidos trabalharam e o início e término do ciclo de cada processo. A coluna dias relaciona o período em que os processos foram executados a uma seqüência de dias para a realização dos mesmos. Para indicação do que está sendo produzido diariamente, a coluna RUPdiária estabelece os homens-hora gastos em um dia de trabalho com a quantidade de serviço produzida pelos mesmos neste dia, lembrando que este índice é estabelecido em Hh/m². O índice cumulativo (RUP cumulativa) relaciona a quantidade acumulada de homens-hora gastos desde o início da coleta com a quantidade produzida no mesmo período. A RUP potencial é calculada pela mediana das RUP's diárias que apresentam valores menores que o valor da RUP cumulativa no final do período estudado.

Da planilha diária constam as anotações sobre os homens-hora gastos diariamente para execução do serviço considerando-se apenas os pedreiros diretamente envolvidos nos serviços e os serventes que os auxiliam de maneira exclusiva, estes podem ser chamados também de equipe direta. Esta planilha forneceu informações sobre a quantidade de horas trabalhadas lembrando que se deve considerar as horas trabalháveis pelos operários, ou seja, o tempo em que o funcionário esteve na obra disponível para o trabalho. É importante ressaltar que horas disponíveis não são necessariamente horas pagas e as horas-prêmio não são contadas.

Cabe ressaltar que os dados referentes às entradas e as saídas compõem-se de dois tipos de informações, os homens-hora como descrito anteriormente e a quantidade de serviço produzido que será exemplificado nos itens a seguir de acordo com os processos discriminados: alvenaria externa, contrapiso, alvenaria interna e revestimento interno em argamassa.

3.2.3.1 Alvenaria externa

Inicialmente as paredes foram enumeradas em planta, conforme a Figura 3.5, sendo representadas pelas letras P e M ao longo de uma estrutura dividida em lados A, B e M (Região Central). Uma legenda faz a descrição de quais dimensões de blocos são utilizadas para cada parede.

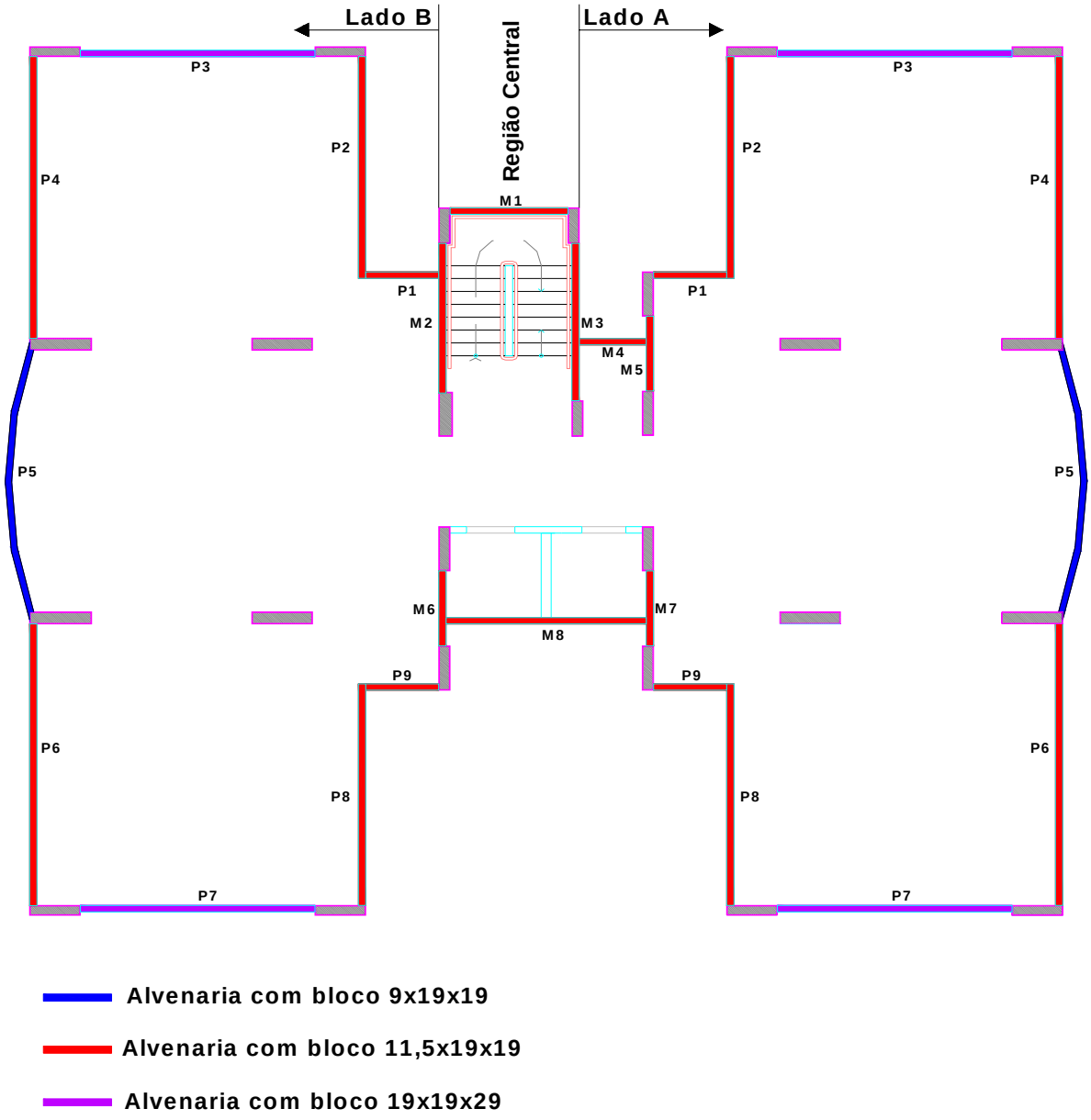


Figura 3. 5 – Layout da alvenaria de vedação externa

A quantificação de área líquida obtida na alvenaria externa é demonstrada na Figura 3.6. É importante ressaltar que a área líquida total obtida da alvenaria externa é descrita pelas siglas A1 e A2 e vem com o desconto da área de marcação da alvenaria e área de esquadria. Foi considerado somente a etapa de elevação, uma vez que a marcação era executada em uma etapa anterior por uma equipe diferente. A Figura 3.6 demonstra como esses termos são representados numa parede em vista frontal.

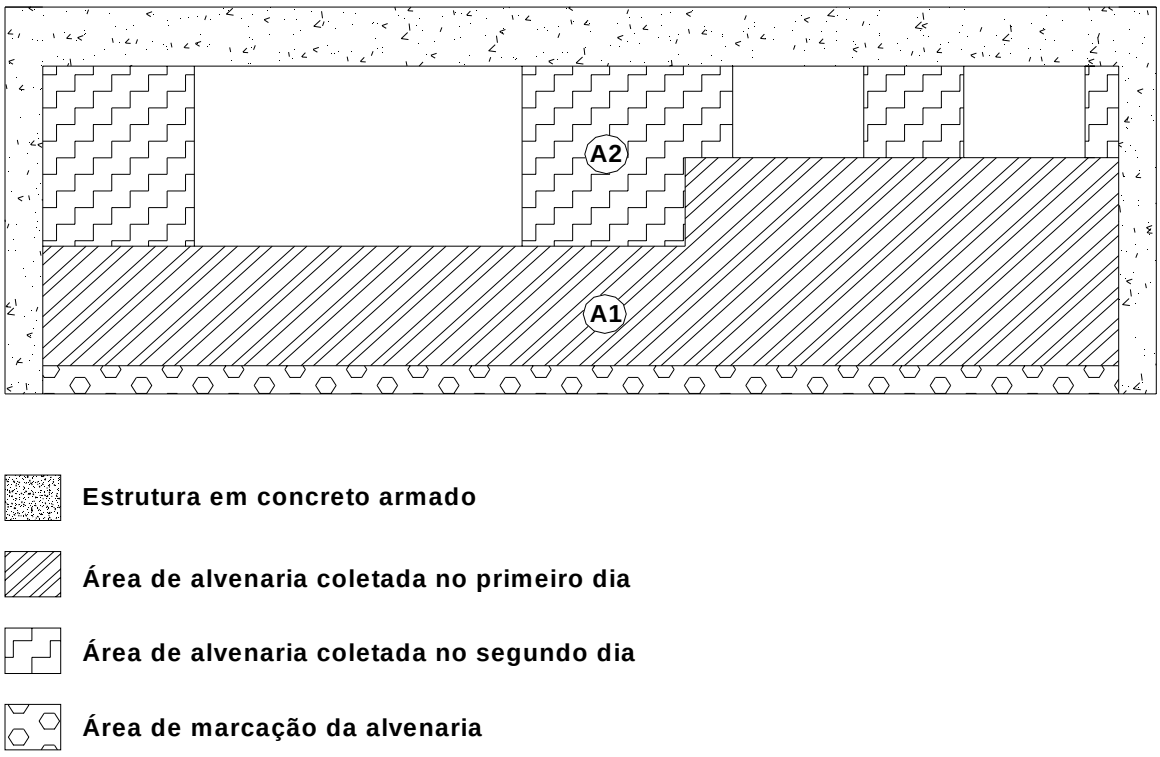


Figura 3. 6 – Quantificação da área líquida de alvenaria externa

3.2.3.2 Contrapiso

As áreas de contrapiso executadas foram representadas em planta conforme a Figura 3.7, sendo enumeradas de 1 a 4 em todo o pavimento.

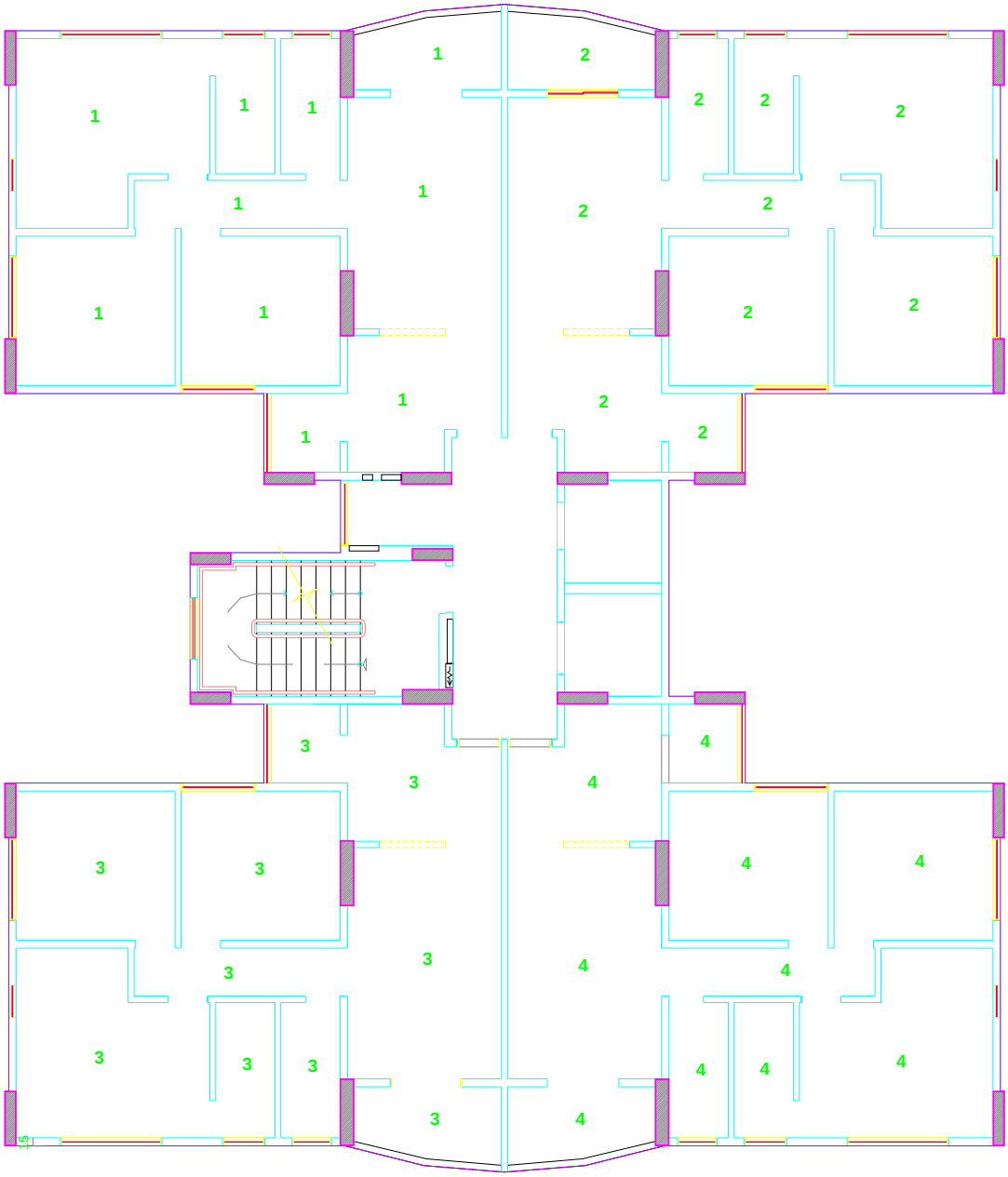


Figura 3. 7– Layout e quantificação do processo de contrapiso

As áreas de contrapiso delimitadas por 1 correspondem ao somatório de áreas executada no primeiro dia, em 2 ao segundo dia e assim sucessivamente.

3.2.3.3 Alvenaria Interna

As paredes foram enumeradas em planta conforme a Figura 3.8 a seguir, sendo representadas pelas letras P e PE ao longo de uma estrutura dividida em lados: A e B. Uma legenda faz a descrição de quais dimensões de blocos são utilizadas para cada parede.

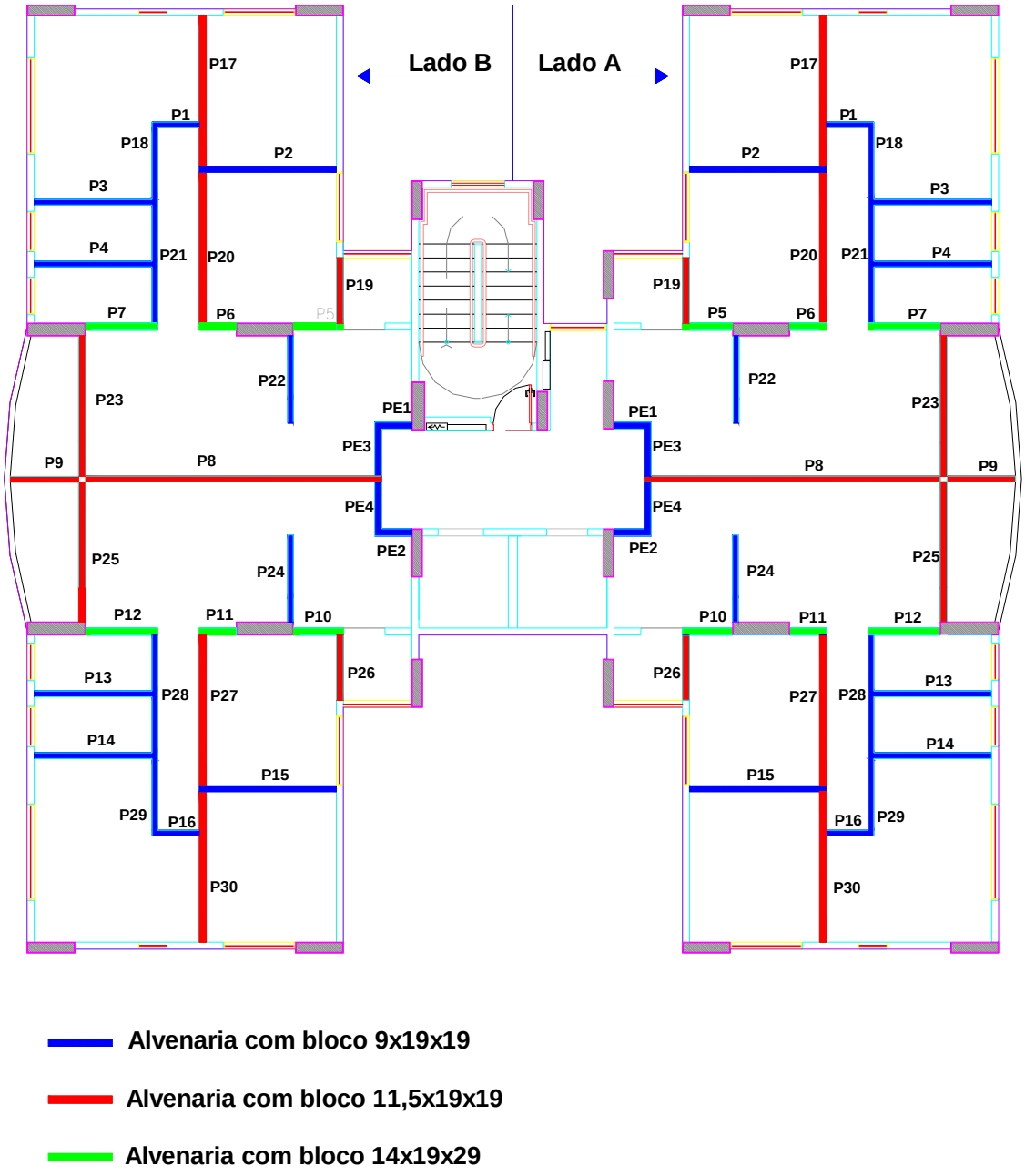


Figura 3. 8– Layout da alvenaria de vedação interna

A quantificação de área líquida obtida na alvenaria interna e os termos representados nela é demonstrada na Figura 3.9 sendo esta uma parede em vista frontal. É importante ressaltar que a área líquida total obtida vem com o desconto da marcação da alvenaria e área de esquadrias, sendo descrita sempre pelas siglas A1 e A2.

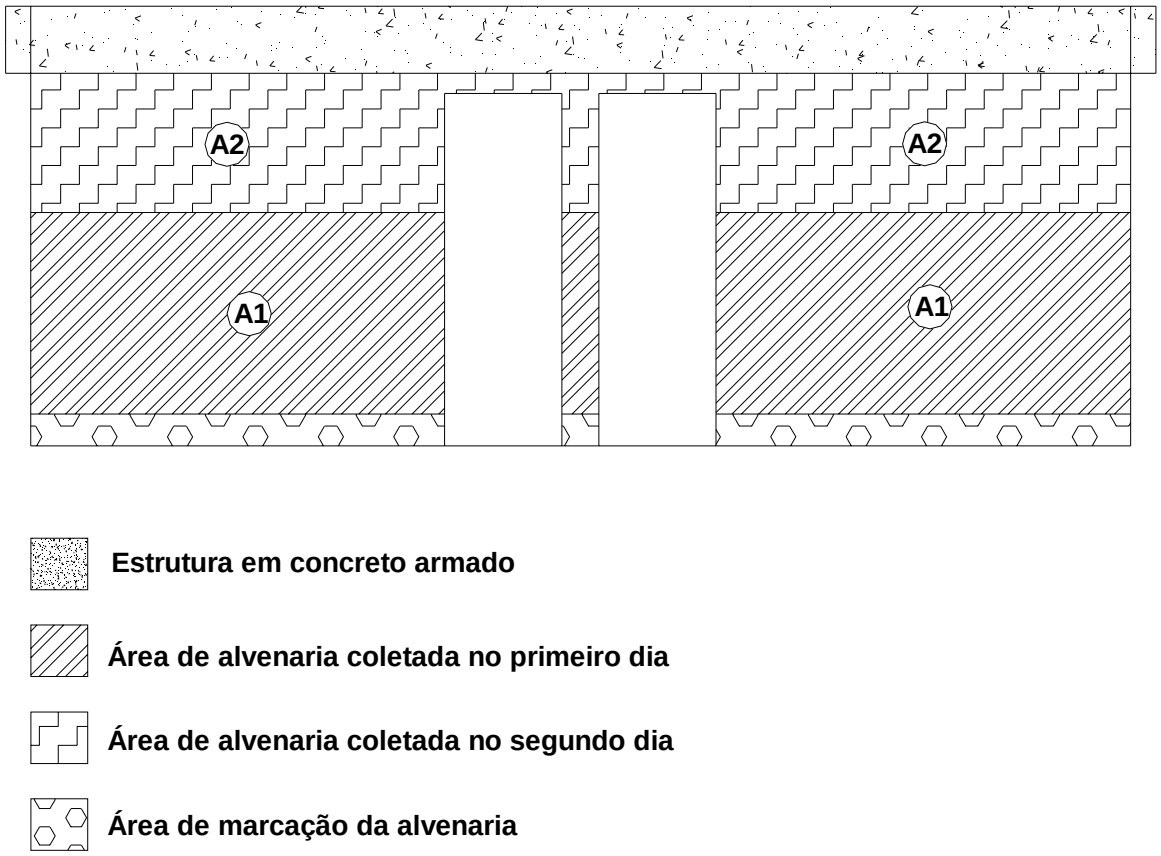


Figura 3. 9– Quantificação da área líquida de alvenaria interna

3.2.3.4 Revestimento interno em argamassa

As áreas de revestimento interno executadas foram representadas em planta conforme a Figura 3.10 a seguir, sendo enumeradas de 1 a 6 em cada apartamento medido.

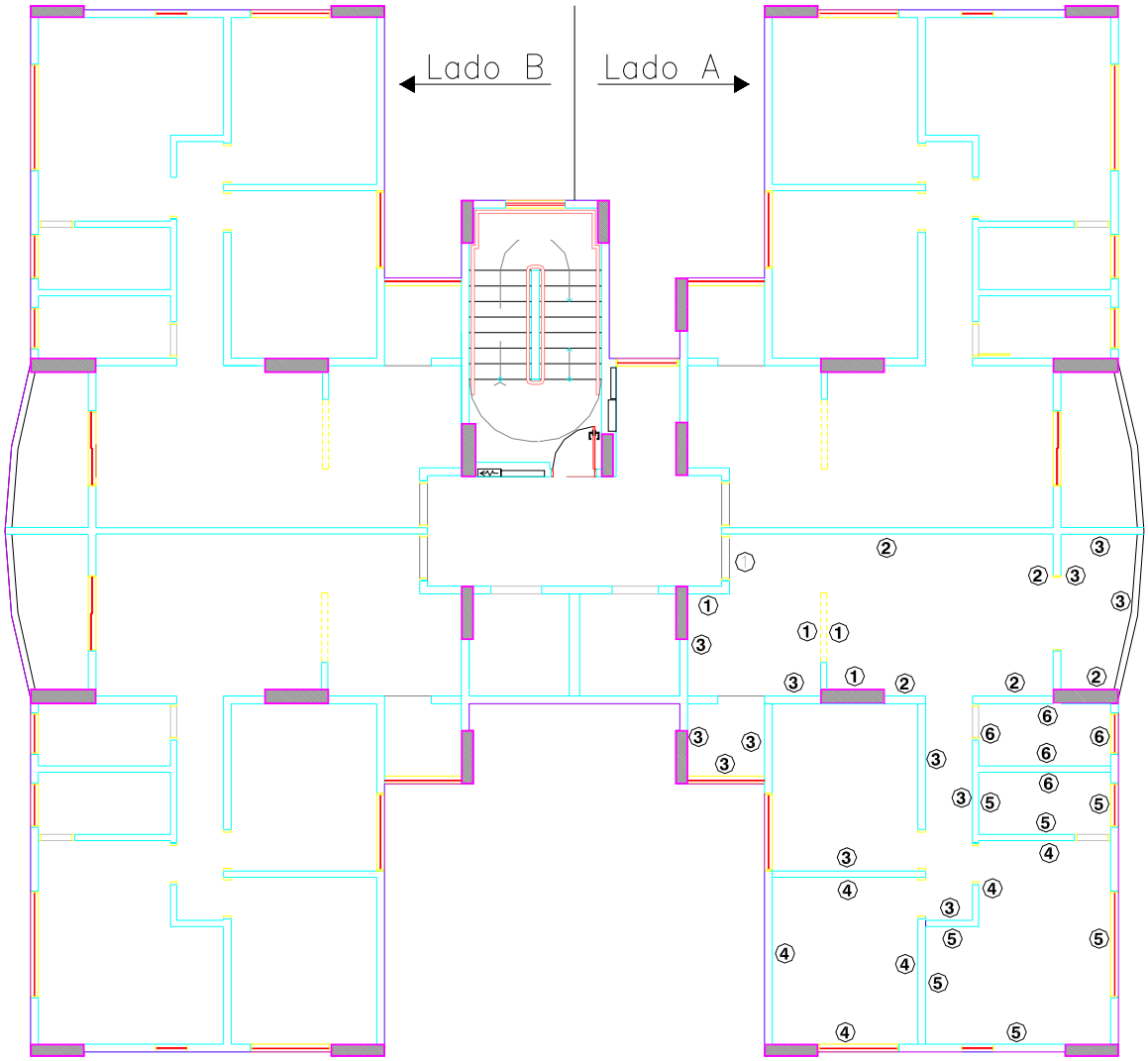


Figura 3. 10– Layout do processo de revestimento interno em argamassa

As áreas de revestimento interno delimitadas por 1 correspondem ao somatório de áreas executada no primeiro dia, em 2 ao segundo dia e assim sucessivamente.

A quantificação de área líquida obtida no revestimento interno e os termos representados nela é demonstrada na Figura 3.11, sendo esta uma parede em vista frontal. É importante ressaltar que a área líquida total obtida vem com o desconto da área de esquadrias, sendo descrita sempre pelas sigla A1.

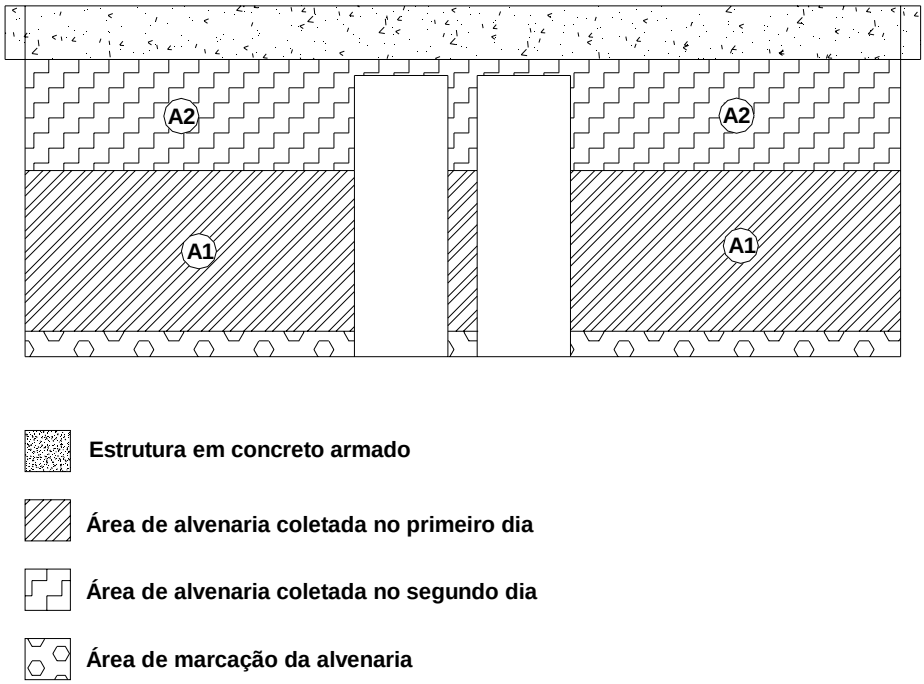


Figura 3. 11– Quantificação da área líquida de revestimento interno em argamassa

3.2.4 Análise dos dados

3.2.4.1 Análise dos diagramas de fluxos dos materiais

A partir da especificação do grupo de materiais relacionados anteriormente, as atividades referidas ao processamento destes foram representadas através de diagramas de fluxo, onde foi possível estudar o processo, encontrar os pontos onde as perdas estão ocorrendo, considerar a possibilidade de redefinir o processo com uma seqüência mais eficiente e analisar se as atividades desenvolvidas são realmente necessárias descartando as atividades dispensáveis.

3.2.4.2 Análise da produtividade

Estes índices permitiram avaliar a eficiência com que são realizados os serviços descritos no canteiro de obra, considerando as particularidades de cada um dos processos construtivos. O cálculo das RUP's de cada um dos processos foi feito com base diária, analisando a variação da produtividade no dia-a-dia da obra; cumulativa, analisando o desempenho acumulado ao longo do período de coleta e indicando tendências de melhora ou de piora da produtividade e potencial, que se formula a partir do cálculo das duas RUP's anteriores estabelecendo um outro parâmetro de produtividade para o canteiro de obra.

Todas as RUP's apresentadas podem fornecer informações valiosas para a empresa sobre o consumo de mão-de-obra, tanto em suas próprias obras como comparativamente com obras de outras empresas.

3.2.4.3 Análise dos fatores que influenciam a produtividade

Para obtenção dos índices de produtividade foi necessário levar em consideração algumas variáveis envolvidas nos processos escolhidos. Estas variáveis se estendem a fatores relacionados ao empreendimento em estudo entre os quais podem ser destacados:

- Tipo de obra: os processos escolhidos no canteiro foram executados de uma maneira mais artesanal ou industrializados;
- Características gerenciais da empresa: existe uma disponibilidade de recursos financeiros para investimento em novas tecnologias de materiais e equipamentos. A relação com os fornecedores de insumos e serviços atende as necessidades do canteiro;
- Características da mão-de-obra envolvida: existe uma política dentro da empresa propondo evitar a rotatividade dos funcionários e a valorização dos mesmos;
- Característica de logística e métodos de trabalho: o canteiro se localiza em uma região de fácil acesso com zona geográfica e topografia privilegiadas.

Porém, diante destas hipóteses levantadas foi feita uma proposta de diretrizes a partir da análise dos dois estudos: diagramas de fluxos e índices de produtividade visando à melhoria da eficiência de ambos.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DOS DADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa escolhida atua a mais de vinte anos no mercado goiano e tem mais de cinqüenta obras entregues. Possui atualmente um número total de funcionários estimados acima de cem, sendo que este número se repete para os funcionários alocados em obra, e os empregados em escritório estão entre vinte e um e cinqüenta funcionários.

Com relação aos subempreiteiros, estes são utilizados com freqüência, estão relacionados a um quadro que vai de cento e um a quinhentos funcionários e são contratados mediante cada tipo de serviço que executam, como por exemplo: revestimento em argamassa, gesso corrido, pintura etc.

A empresa possui certificação ISO 9001, com procedimentos e registros para todos os processos executados em suas obras, treinamento da mão-de-obra, armazenamento de materiais, manutenção de equipamentos, qualificação de fornecedores. Mensalmente são realizadas reuniões que visam discutir a saúde e segurança no ambiente de trabalho, sendo estes fatores que fazem parte da política de qualidade da empresa e semestralmente passa por uma auditoria interna em todas as suas obras.

A empresa visando melhorar sua competitividade aplica seus recursos com ênfase nos seguintes setores: aquisição de novos equipamentos, estabelecimento de parcerias com clientes, fornecedores e projetistas, informática, projetos, tecnologia de produção, organização, gerência, administração, execução além de participação em feiras e seminários. Porém, tem como alvo também outros setores como: consultoria, contratação de novos profissionais, parcerias com empresas construtoras e subempreiteiros, planejamento da produção e investimento em recursos humanos (RH). Esta faz uso de seus recursos de forma moderada.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS

As atividades logísticas relacionadas aos materiais areia, bloco cerâmico, cal e cimento e ao contexto geral da obra se caracterizam por não serem de responsabilidade das empresas subcontratadas. Todos são difíceis de armazenar no canteiro em função de seus pesos e volumes. Apresentam níveis críticos em termos de custos, sendo que em caso de atraso na entrega de um destes no canteiro a empresa não consegue apropriar seus custos nos atrasos.

Em relação às atividades existentes dentro do canteiro e ao planejamento deste, pode-se dizer que um *layout* é elaborado pelo coordenador técnico, engenheiro executor e o diretor técnico antes do início da obra, sendo este projeto contemplado em várias fases e realocado de acordo com a execução das atividades e o cronograma físico da obra. São feitas reuniões uma vez por mês com os agentes de produção (engenheiros de obra, de projeto, de planejamento, mestres e subempreiteiros), visando definir o plano de ataque da obra através do cronograma físico-financeiro e do Planejamento da Qualidade da Obra (PQO).

O dimensionamento de equipamentos críticos é realizado numa determinada obra com base em experiências anteriores (de outras obras com mesma tipologia construtiva) e as alternativas de transporte a serem utilizadas são analisadas através de custo de investimentos, processo construtivo a ser executado e quem define sua viabilidade é o coordenador juntamente com o diretor técnico.

A retirada de entulho é feita por empresas de reciclagem, sendo que uma previsão do volume destes é feita antes do início da obra.

As Figuras 4.1 e 4.2, a seguir, ilustram uma vista aérea de parte do canteiro de obra, dando uma noção do espaço físico do mesmo, como se dá o armazenamento do entulho gerado neste ambiente e um equipamento utilizado para melhorar o fluxo físico e a produtividade de alguns processos.

Figura 4. 1 – Vista aérea do canteiro de obra

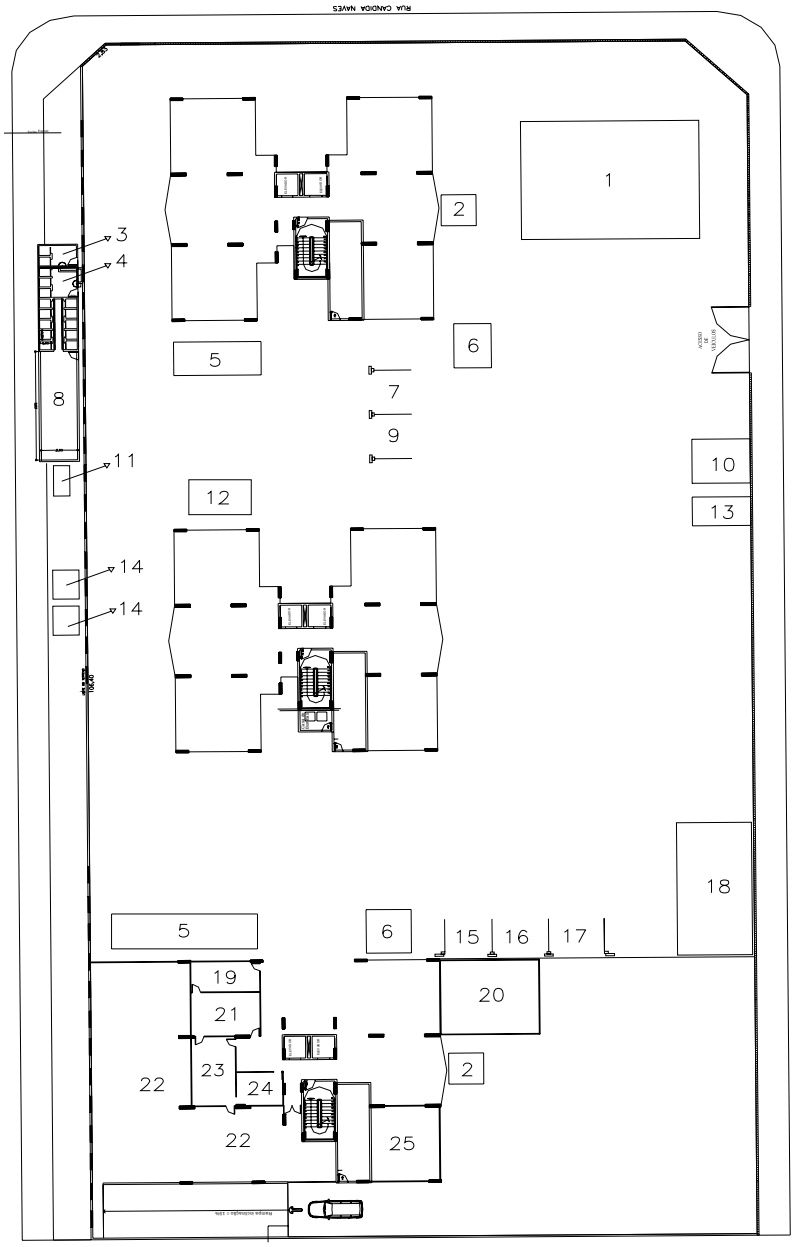
Figura 4. 2 – Máquina de peneirar areia

4.3 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

O canteiro escolhido para o desenvolvimento da pesquisa possui um amplo espaço físico para o armazenamento de materiais e equipamentos, estrutura para acomodação dos funcionários com banheiro masculino e feminino separados, um vestiário com armários individuais para cada um dos funcionários guardarem seus pertences, além de duchas para que esses possam tomar banho ao final do expediente. As salas de engenharia, segurança do trabalho,

administração e ferramentaria também são separadas e bem equipadas com computadores para auxílio nos trabalhos.

As Figuras 4.3 e 4.4 a seguir esboçam o *layout* da obra com a distribuição dos ambientes descritos anteriormente, materiais, equipamentos e a etapa que o canteiro se encontrava no início da coleta de dados.



Legenda	
1 - Armazenamento de aço	14 - Caçamba de entulho
2 - Elevador de carga	15 - Armazenamento de areia fina
3 - Banheiro feminino	16 - Armazenamento de areia média
4 - Banheiro masculino	17 - Armazenamento de brita 1
5 - Armazenamento de bloco cerâmico	18 - Depósito de equipamentos
6 - Betoneira	19 - Sala / Técnico em segurança do trabalho
7 - Areia fina	20 - Depósito de mangueiras
8 - Vestiário	21 - Sala da engenharia
9 - Areia média	22 - Almoxarifado
10 - Serralheria	23 - Administração
11 - Reservatório	24 - Ferramentaria
12 - Armazenamento de tijolo de cimento	25 - Depósito de cal e cimento
13 - Armazenamento de canaletas de concreto	

Figura 4. 3– Layout do canteiro de obra

Figura 4. 4– Visão geral do canteiro de obra (DATA: MARÇO 2009)

4.4 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

Os processos de alvenaria externa, contrapiso, alvenaria interna e revestimento interno em argamassa são realizados nesta sequência devido aos seguintes fatores:

- ✓ A NR18 afirma que a plataforma (bandeja) de proteção secundária deve ser instalada acima da plataforma principal, a cada três lajes, tendo 1,40 m de balanço e um complemento de 0,80 m de extensão, a partir da borda livre do balanço, com inclinação de 45º sendo que a retirada desta deve ser feita somente quando a vedação da periferia, até a plataforma imediatamente superior, esteja concluída;

- ✓ O contrapiso é executado antes da alvenaria interna para que o deslocamento dos materiais realizados em ambos os processos seja facilitado; e

- ✓ O reboco interno só pode ser realizado após execução dos processos anteriores.

A descrição de cada processo individualmente é proporcionada pela apresentação de materiais e equipamentos, mão-de-obra, método executivo, fluxo físico do processo e cálculo da produtividade.

4.5O PROCESSO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO EXTERNA

4.5.1 Materiais e Equipamentos

As ferramentas, equipamentos e materiais envolvidos na execução do processo de alvenaria de vedação externa são:

- Pá, enxada, vassourão, carrinho-de-mão, masseira, banco, balde, tábua, prumo de face, trena, esquadro, linha de nylon, mangueira de nível, régua de alumínio, escantilhão;

- Capacete, calçado de segurança, luva nitrílica ou de borracha, cinto tipo pára-quedista;

- Argamassa para assentamento, blocos cerâmicos, tijolos de cimento e canaletas.

4.5.2 Mão-de-Obra

A mão-de-obra é dividida em equipe direta e indireta sendo composta por:

- Equipe direta - dois pedreiros e dois ajudantes (mão-de-obra própria);
- Equipe indireta - um operador de guincho, um operador de betoneira e um ajudante.

4.5.3.1 Método Executivo

Antes do início da execução do processo de alvenaria de vedação externa o local deve estar de acordo com os seguintes itens estabelecidos como pré-requisito.

Pré-Requisito

- Local limpo e desimpedido;
- Nos pavimentos em contato com o solo, impermeabilização com argamassa sob as vigas baldrame concluída;
- Estrutura em contato com a alvenaria desenformada e chapiscada;
- Telas metálicas de ligação entre estruturas e alvenaria fixadas de acordo com características da obra.

4.5.3.2 Execução

A execução do processo de alvenaria de vedação externa se baseia na sequência das seguintes atividades:

- Marcar o nível de acordo com a laje ou viga baldrame;
- Locar as paredes através do projeto de marcação;
- Assentar os tijolos, aprumando e alinhando cada fiada, tendo como referência o escantilhão;
- Onde não for possível a utilização do escantilhão (ponto delimitado pela estrutura), este deve ser substituído por marcações feitas na estrutura de concreto armado ou na própria alvenaria;
- Executar as contravergas em duas fiadas de tijolo comum, intermediadas por duas fiadas de ferro 4,2 mm, assentadas com massa forte ou uma fiada de canaletas de concreto, intermediadas por duas fiadas de ferro 4,2 mm com enchimento em concreto. Essas duas barras de ferro devem ser fixadas na estrutura de concreto armado com adesivo estrutural a base de resinas epóxi fluído bicomponente;
- Deixar folga para o encunhamento de mais ou menos 2 cm;
- Executar marcação, estruturação e encunhamento com o traço definido pela tabela de traços;
- Todas as paredes externas devem ser executadas com os blocos da alvenaria assentados com juntas em argamassa na horizontal e vertical.
- Fazer a limpeza do local, ao final de cada dia e após o término total do serviço.

4.5.4 Fluxo Físico do Processo

A Figura 4.5 a seguir demonstra o fluxo físico deste processo e como as atividades estão distribuídas e seqüenciadas neste.

Figura 4. 5- Fluxo físico dos materiais envolvidos no processo de alvenaria externa

Durante o período de acompanhamento deste processo foi observado que a atividade de transporte é a que proporcionou uma maior perda na produtividade. A espera do lote de todos os materiais envolvidos neste processo acontecia freqüentemente já que o mecanismo de transporte era realizado apenas pelo elevador de carga, que exercia esta mesma função para outras atividades existentes dentro do canteiro. Visualmente, notou-se um grande índice de desperdício de materiais, principalmente dos blocos cerâmicos que eram freqüentemente quebrados para complementação do fechamento de um determinado vão, o que gerava uma grande quantidade de entulho.

Em algumas das visitas realizadas foram observadas falhas na logística de suprimentos do canteiro. Falta de materiais, principalmente de blocos cerâmicos ocasionavam um tempo não produtivo dos funcionários envolvidos neste processo especificamente.

4.5.5 Cálculo da Produtividade

A Tabela 4.1 e o gráfico da Figura 4.6 demonstram o cálculo das RUP's diária, cumulativa e potencial da equipe direta deste processo formada por dois pedreiros e dois ajudantes. A diferença de vinte dias na coleta de dados da segunda medição (15º pavimento tipo) para a última medição (16º pavimento tipo) se deu em função da bandeja de proteção ter sido montada neste pavimento. Com a bandeja presente no 16º pavimento ficou impossibilitado de se executar a alvenaria no mesmo até o término da concretagem da laje da cobertura.

Tabela 4. 1 – Cálculo das RUP's da alvenaria externa

Pavimento	Data	Dias	(Hh)		Produção (m²)		RUP (Hh/m²)			Observações
			diária	cum	diária	cum	diária	cum	pot	
14º Pavto	14/10/2009	1	36	36	91,07	91,07	0,40	0,40	0,40	TN
	15/10/2009	2	36	72	66,53	157,60	0,54	0,46	0,40	TN
15º Pavto	19/10/2009	3	34	106	75,14	232,74	0,45	0,46	0,40	1
	20/10/2009	4	28	134	36,54	269,28	0,77	0,50	0,40	2
	21/10/2009	5	26	160	46,14	315,42	0,56	0,51	0,40	3
16º Pavto	10/11/2009	6	36	196	91,49	406,91	0,39	0,48	0,40	TN
	11/11/2009	7	28	224	42,41	449,32	0,66	0,50	0,40	4
	12/11/2009	8	30	254	46,14	495,46	0,65	0,51	0,40	5

Obs: 1 – Trabalharam até às 16:30 horas, mas não requisitaram mais argamassa de assentamento no tempo restante, por não haver viabilidade, dada a proximidade do encerramento do expediente;

Obs: 2 – Apenas uma equipe trabalhou o expediente completo, a outra só retornou às 12:00 horas porque foi deslocada para a concretagem da laje;

Obs: 3 – Trabalharam até às 14:30 horas, tempo em que alvenaria do pavimento foi finalizada;

Obs: 4 – Apenas uma equipe trabalhou o período completo. A outra equipe foi enviada para a atividade de concretagem da estrutura e só retomou o serviço as 12:00 horas. Neste dia faltou blocos cerâmicos no canteiro;

Obs: 5 – A falta de blocos cerâmicos do dia anterior proporcionou uma demora no transporte dos mesmos para o pavimento, além da demora na chegada da argamassa de assentamento.

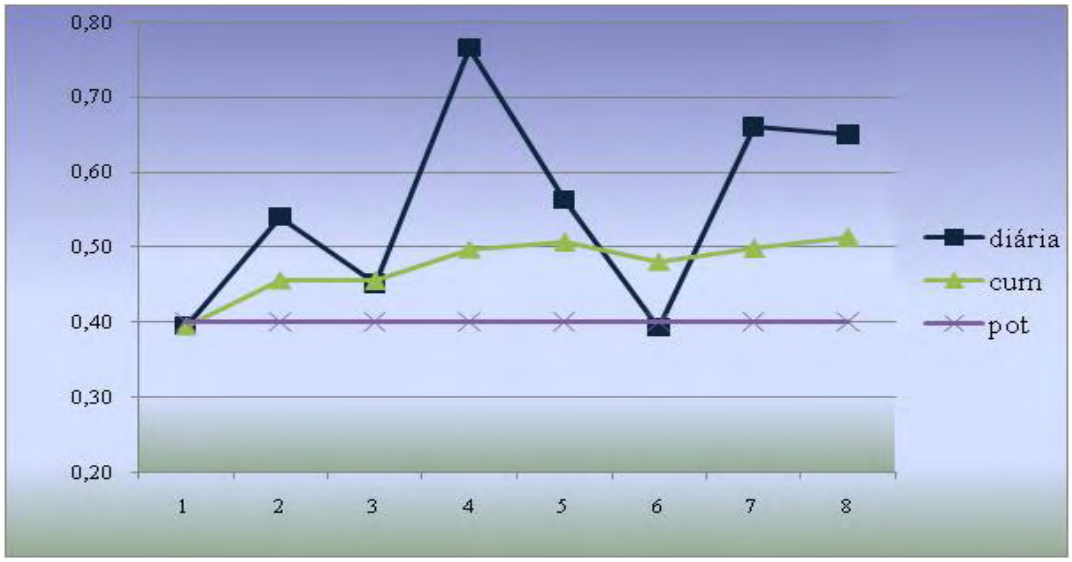


Figura 4. 6– Gráfico das RUP's diária, cumulativa e potencial da alvenaria externa

Observando o gráfico percebe-se o quanto a falta de material e principalmente o deslocamento de uma das equipes ocasionavam o distanciamento da RUP diária em relação a RUP cumulativa e conseqüentemente proporcionavam uma diminuição da produtividade. É importante enfatizar que neste processo os melhores índices de RUP diária são demonstrados no início da execução de cada pavimento tipo, logo depois, no término de cada pavimento estas RUP's diárias apresentam seus piores índices. Isto acontece porque o primeiro dia de serviço em cada pavimento os funcionários assentam tijolos até a altura de contraverga e no(s) dia(s) posteriores eles fecham os vãos de paredes até o fundo das vigas, tarefa esta, ergonomicamente mais complicada e que afeta diretamente a produtividade das equipes.

4.6 O PROCESSO DO CONTRAPISO

4.6.1 Materiais e Equipamentos

As ferramentas, equipamentos e materiais envolvidos na execução do processo de contrapiso são:

- Colher de pedreiro, régua de alumínio, desempenadeira de madeira, brocha, espuma, carrinho-de-mão, pá, enxada, balde, vassourão, nível alemão, trena, corda de nylon e soquete de madeira;

- Capacete, calçado de segurança, luva nitrílica ou de borracha;

- Argamassa de contrapiso.

4.6.2 Mão-de-Obra

A mão-de-obra é dividida em equipe direta e indireta sendo composta por:

- Equipe direta - um pedreiro e um ajudante (mão-de-obra própria);
- Equipe indireta - um operador de guincho, um operador de betoneira e dois ajudantes.

4.6.3 Método Executivo

Antes do início da execução do processo de contrapiso o local deve estar de acordo com os seguintes itens estabelecidos como pré-requisito.

4.6.3.1 Pré-Requisito

- Local limpo e desimpedido;
- Marcação da alvenaria concluída;
- Lavação local do contrapiso com máquina de alta pressão;
- Níveis definidos;
- Tubulação embutida no piso já executada.

4.6.3.2 Execução

A execução do processo de contrapiso se baseia na sequência das seguintes atividades:

- Limpar e umedecer o local antes da aplicação da argamassa;
- Taliscar obedecendo os níveis pré-definidos no projeto de arquitetura;
- Usar no taliscamento o mesmo traço do contrapiso e pedaços de tijolo ou cerâmica;
- Aplicar argamassa seguindo as taliscas. Esta argamassa pode ser tipo farofa ou mais fluída, dependendo das características de cada obra;
- Compactar, sarrafear e desempenar;
- Curar o contrapiso, molhando-o no dia seguinte;
- Fazer a limpeza do local, ao final de cada dia e após o término total do serviço.

4.6.4 Fluxo Físico do Processo

A Figura 4.7 a seguir demonstra o fluxo físico deste processo e como as atividades estão distribuídas e seqüenciadas neste.

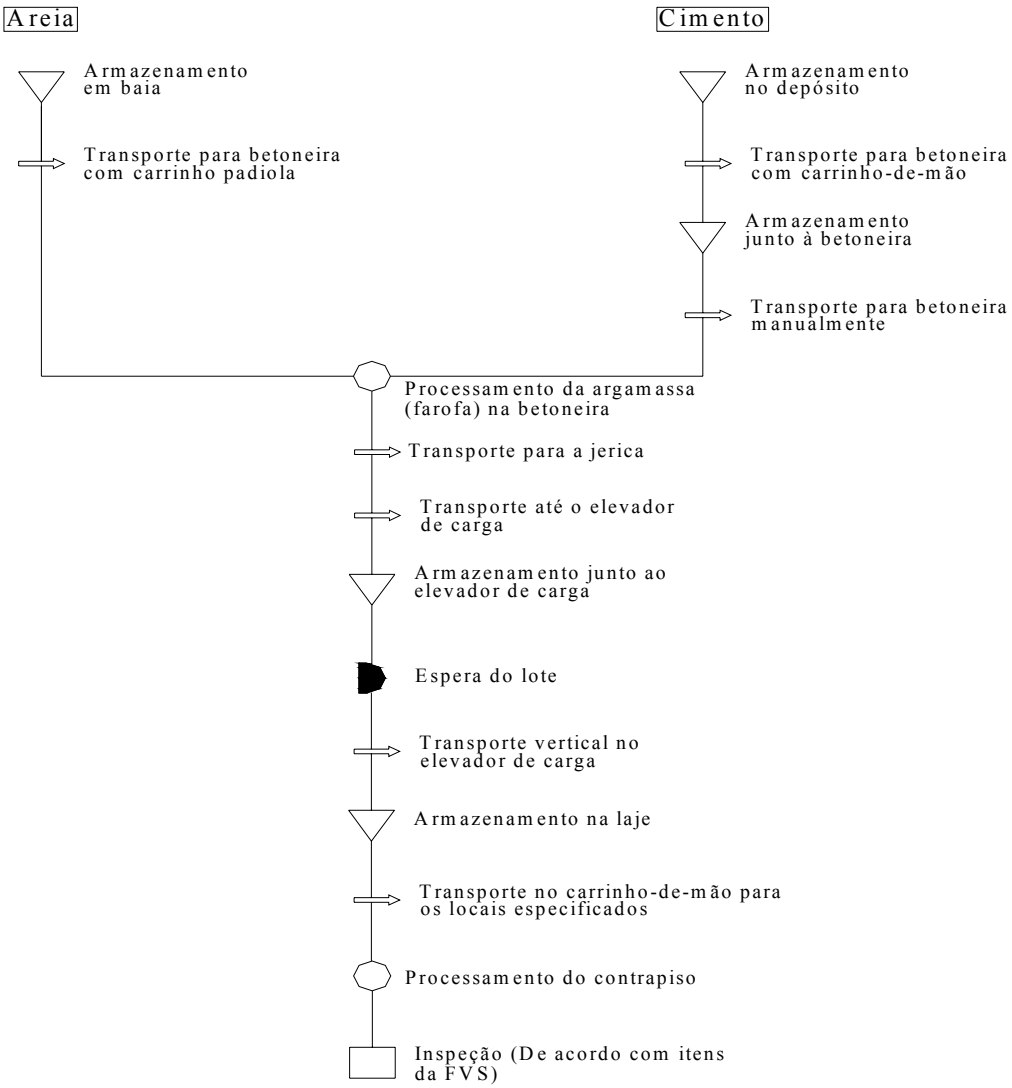


Figura 4. 7– Fluxo físico dos materiais envolvidos no processo de contrapiso

Neste processo não foram observadas perdas em quaisquer das atividades envolvidas que gerasse um grande índice de desperdício na produtividade da equipe envolvida, ao contrário da alvenaria. A espera do lote só acontecia antes de se iniciar o processo em função da quantidade de materiais envolvidos serem menores.

4.6.5 Cálculo da Produtividade

A Tabela 4.2 e o gráfico da Figura 4.8 a seguir demonstram o cálculo das RUP's diária, cumulativa e potencial da equipe direta deste processo formada por um pedreiro e um ajudante. Em todos os pavimentos as atividades iniciaram na sexta-feira, porém no 9º e 10º pavimentos só foram retomadas na terça-feira posterior, em função do final de semana não se

exercerem atividades no canteiro e na segunda-feira os funcionários serem deslocados para outras atividades.

Tabela 4. 2 – Cálculo das RUP's do contrapiso

Pavimento	Data	Dias	(Hh)		Produção (m²)		RUP (Hh/m²)			Observações
			diária	cum	diária	cum	diária	cum	pot	
9º Pavto	30/10/2009	1	16	16	67,02	67,02	0,24	0,24	0,21	TN
	3/11/2009	2	18	34	67,02	134,04	0,27	0,25		1
	4/11/2009	3	17,5	51,5	67,02	201,06	0,26	0,26		TN
	5/11/2009	4	17	68,5	67,02	268,08	0,25	0,26		TN
10º Pavto	6/11/2009	5	17	85,5	67,02	335,10	0,25	0,26		TN
	10/11/2009	6	17	102,5	67,02	402,12	0,25	0,25		TN
	11/11/2009	7	10	112,5	40,35	442,47	0,25	0,25		2
	12/11/2009	8	18	130,5	94,03	536,50	0,19	0,24		TN
11º Pavto	13/11/2009	9	17	147,5	67,02	603,52	0,25	0,24		TN
	16/11/2009	10	17	164,5	67,02	670,54	0,25	0,25		TN
	17/11/2009	11	17	181,5	67,02	737,56	0,25	0,25		TN
	18/11/2009	12	17	198,5	67,02	804,58	0,25	0,25		TN

Obs: 1 – Começou um novo ajudante na equipe direta. O ajudante anterior foi demitido;

Obs: 2 – A equipe foi deslocada para o serviço de concretagem.

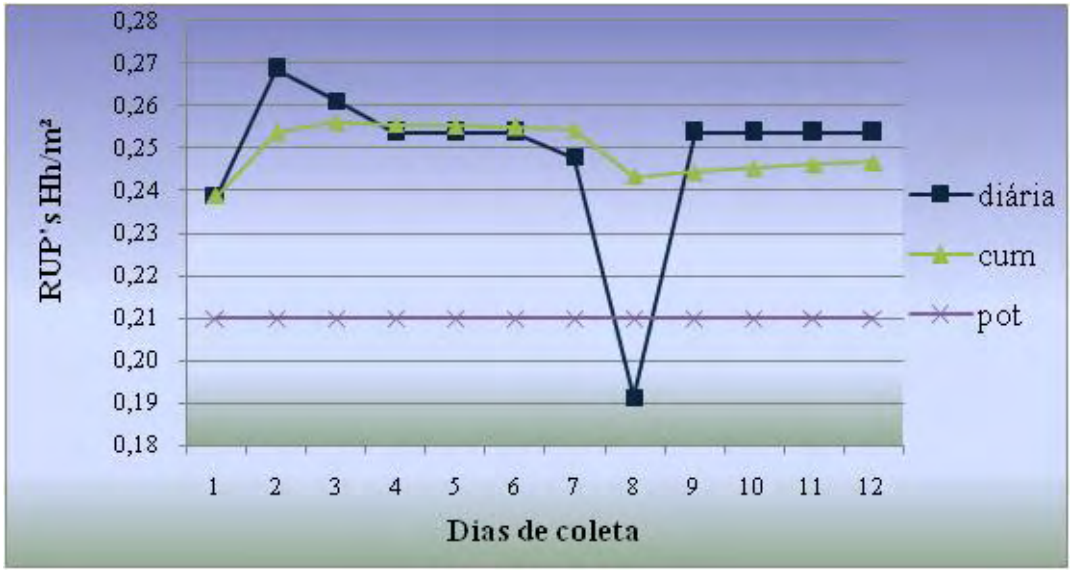


Figura 4. 8- Gráfico das RUP's diária, cumulativa e potencial do contrapiso

Observando o gráfico nota-se o quanto a capacidade de produção da equipe é maior do que o que ela realmente executa. Observou-se que a meta da equipe direta era executar um pavimento tipo a cada quatro dias. Quando esta equipe foi deslocada para execução de outras atividades e a meta ficou comprometida, houve um aumento considerável na produtividade a

fim de cumprir o objetivo final. Este fato é perceptível quando a RUP diária passa de 0,25 Hh/m² para 0,19 Hh/m² e depois retorna para o mesmo valor de 0,25 Hh/m².

4.7 O PROCESSO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO INTERNA

4.7.1 Materiais e Equipamentos

As ferramentas, equipamentos e materiais envolvidos na execução do processo de alvenaria de vedação interna são:

- Pá, enxada, vassourão, carrinho-de-mão, masseira, banco, balde, tábua, prumo de face, trena, esquadro, linha de nylon, mangueira de nível, régua de alumínio, escantilhão;

- Capacete, calçado de segurança, luva nitrílica ou de borracha, cinto tipo pára-quedista;

- Argamassa para assentamento, tijolos furados e tijolos de cimento.

4.7.2 Mão-de-Obra

A mão-de-obra é dividida em equipe direta e indireta sendo composta por:

- Equipe direta - dois pedreiros e dois ajudantes (mão-de-obra própria);
- Equipe indireta - um operador de guincho, um operador de betoneira e um ajudante.

4.7.3 Método Executivo

Antes do início da execução do processo de alvenaria de vedação interna o local deve estar de acordo com os seguintes itens estabelecidos como pré-requisito.

4.7.3.1 Pré-Requisito

- Local limpo e desimpedido;
- Nos pavimentos em contato com o solo, impermeabilização com argamassa sob as vigas baldrame concluída;
- Estrutura em contato com a alvenaria desenformada e chapiscada;
- Telas metálicas de ligação entre estruturas e alvenaria fixadas de acordo com características da obra.

4.7.3.2 Execução

A execução do processo de alvenaria de vedação interna se baseia na sequência das seguintes atividades:

- Marcar o nível de acordo com a laje ou viga baldrame;
- Locar as paredes através do projeto de marcação;
- Definir a espessura da massa de assentamento horizontal utilizando o escantilhão;
- Assentar os tijolos, aprumando e alinhando cada fiada, tendo como referência o escantilhão;
- Onde não for possível a utilização do escantilhão (ponto delimitado pela estrutura), este deve ser substituído por marcações feitas na estrutura de concreto armado ou na própria alvenaria;
- As contravergas serão executadas em duas fiadas de tijolo comum, intermediadas por duas fiadas de ferro 4,2 mm, assentadas com massa forte. Essas duas barras de ferro devem ser fixadas na estrutura de concreto armado com adesivo estrutural a base de resinas epóxi fluido bicomponente. As vergas não serão executadas pois toma-se como referência para exercer esta função a face inferior das vigas existentes;
- Deixar folga para o encunhamento de mais ou menos 2 cm;

- Executar marcação, estruturação e encunhamento com o traço definido na Tabela de Traços;

- Fazer a limpeza do local, ao final de cada dia e após o término total do serviço.

OBS: As paredes internas terão suas juntas verticais preenchidas de acordo com a característica da obra. A definição das paredes que terão suas juntas verticais preenchidas deverá constar no projeto de execução da alvenaria.

4.7.4 Fluxo Físico do Processo

A Figura 4.9 demonstra o fluxo físico no processo de alvenaria interna e como as atividades estão distribuídas e seqüenciadas neste.

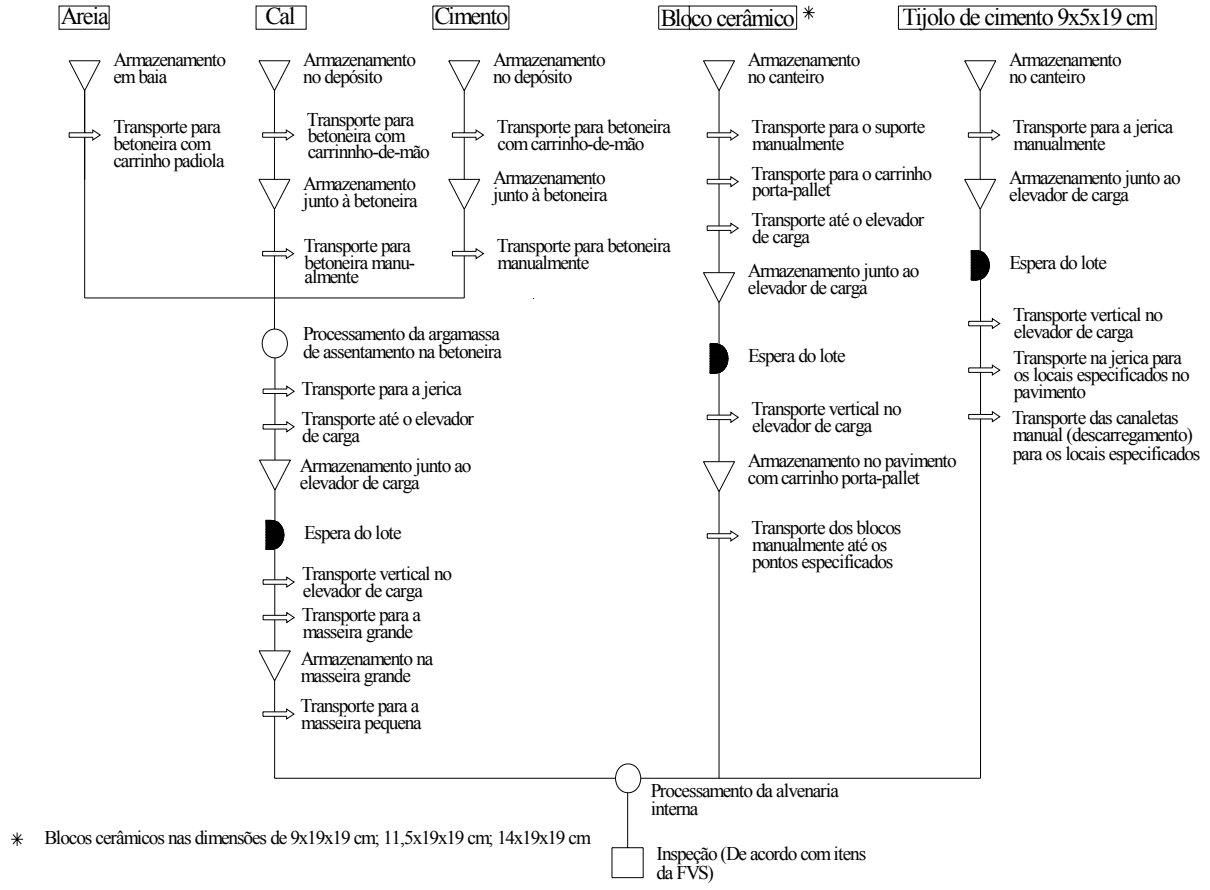


Figura 4. 9– Fluxo físico dos materiais envolvidos no processo de alvenaria interna

Assim como na alvenaria externa a atividade de transporte é a que proporcionou uma maior perda na produtividade. A espera do lote de todos os materiais envolvidos neste processo acontecia freqüentemente já que o mecanismo de transporte era realizado apenas pelo

elevador de carga, que exercia esta mesma função para outras atividades existentes dentro do canteiro. Visualmente, notou-se um grande índice de desperdício de materiais, principalmente dos blocos cerâmicos que eram repetidamente quebrados para complementação do fechamento de um determinado vão, o que gerava uma grande quantidade de entulho. Foi elaborado um projeto de paginação de alvenaria pelo engenheiro gestor da obra, porém este apenas especificava a marcação da alvenaria e as dimensões de blocos a serem utilizadas em cada vão, sem nenhuma modulação e detalhamento.

Assim como na alvenaria externa, em algumas das visitas realizadas foram observadas falhas graves na logística de suprimentos do canteiro, falta de materiais principalmente de blocos cerâmicos o que acarretava num tempo não produtivo dos funcionários envolvidos neste processo especificamente.

4.7.5 Cálculo da Produtividade

A Tabela 4.3 e o gráfico da Figura 4.10 a seguir demonstram o cálculo das RUP's diária, cumulativa e potencial da equipe direta deste processo formada por dois pedreiros e dois ajudantes.

Tabela 4. 3 – Cálculo das RUP's da alvenaria interna

Pavimento	Data	Dias	(Hh)		Produção (m²)		RUP (Hh/m²)			Observações
			diária	cum	diária	cum	diária	cum	pot	
4º Pavto	6/10/2009	1	36	36	89,90	89,90	0,40	0,40		TN
	7/10/2009	2	36	72	65,59	155,49	0,55	0,46		1
	8/10/2009	3	28	100	81,06	236,55	0,35	0,42		2
	9/10/2009	4	10	110	28,80	265,35	0,35	0,41		TN
5º Pavto	9/10/2009	5	14	124	67,13	332,48	0,21	0,37		3
	13/10/2009	6	38	162	109,89	442,37	0,35	0,37	0,35	4
	14/10/2009	7	28	190	76,74	519,11	0,36	0,37		5
6º Pavto	15/10/2009	8	14	204	28,71	547,82	0,49	0,37		6
	19/10/2009	9	36	240	91,51	639,33	0,39	0,38		TN
	20/10/2009	10	36	276	101,18	740,51	0,36	0,37		TN
	21/11/2009	11	36	312	103,75	844,26	0,35	0,37		TN

Obs:1 – Os integrantes da equipe direta alegaram demora na chegada dos materiais. Observou-se falhas de comunicação entre os integrantes da equipe direta com a equipe indireta;

Obs: 2 – Apenas uma dupla trabalhou o expediente completo. A outra dupla só retornou às 12:00 horas porque foi deslocada para atividades relacionadas a concretagem da laje;

Obs: 3 – Trabalhou apenas uma dupla no pavimento das 12:00 às 16:00 horas. A outra dupla foi deslocada para a concretagem da laje.

Obs: 4 – Ultrapassaram meia-hora do expediente normal;

Obs: 5 – Trabalharam até às 15:00 horas. Não iniciaram outro pavimento neste dia porque foram deslocados para atividades relacionadas a concretagem da laje.

Obs: 6 – Iniciaram as atividades no pavimento às 07:00 horas e encerraram às 10:30 horas. Foram identificadas falhas como falta de material nesta data, principalmente de blocos cerâmicos

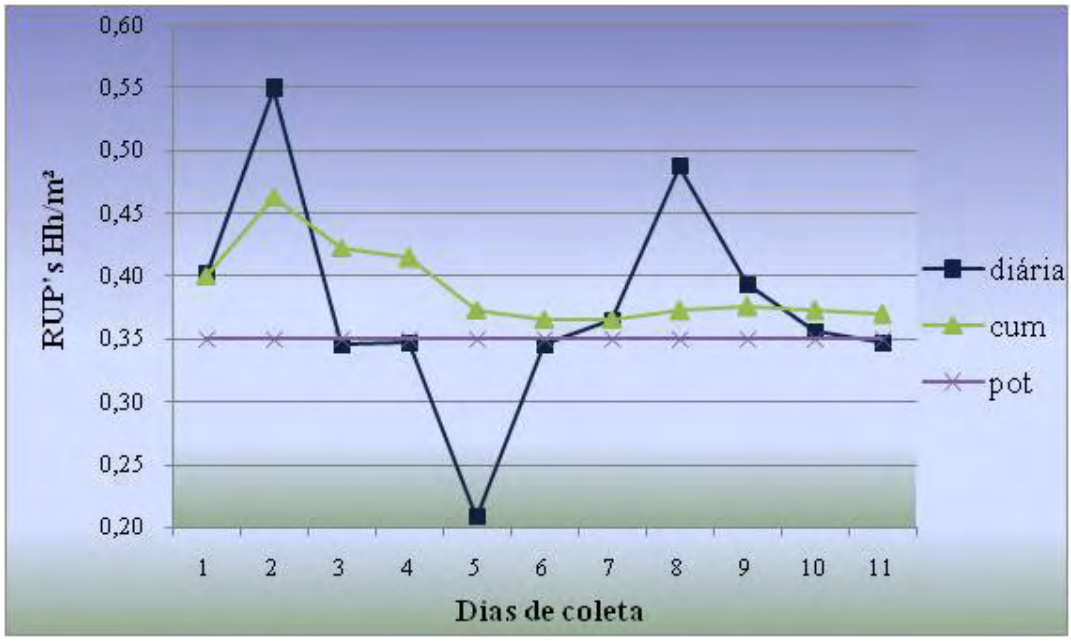


Figura 4. 10 – Gráfico das RUP's diária, cumulativa e potencial do processo de alvenaria interna

A falta de materiais e o deslocamento de uma das equipes diretas para outras atividades continuam proporcionando o comprometimento da produtividade. Este fato é notado nos pontos de RUP diária de 0,55 Hh/m² e 0,49 Hh/m², porém, observou-se falha na comunicação entre os integrantes da equipe direta com a equipe indireta, sendo este, um fator preponderante também para a baixa produtividade nestes pontos. A RUP diária alcançou o seu melhor índice sendo este igual a 0,21 Hh/m² quando as equipes diretas executaram um novo pavimento tipo, iniciando das paredes com maiores áreas, sendo estas as mais fáceis de serem executadas, o que proporcionou uma grande produção em um curto intervalo de tempo.

4.8 PROCESSO DE REVESTIMENTO INTERNO EM ARGAMASSA

4.8.1 Materiais e Equipamentos

As ferramentas, equipamentos e materiais envolvidos na execução do processo de revestimento interno em argamassa são:

- Pá, enxada, balde, banca, grampo de fixação de régua, talhadeira e marreta de 2 Kg, masseira, carrinho-de-mão, colher de pedreiro, régua de alumínio, desempenadeira de madeira, espuma, brocha, mangueira de nível, prumo de face, linha, tela galvanizada malha hexagonal de 12,5 mm (“viveiro”).

- Capacete, calçado de segurança, luva nitrílica ou de borracha, óculos de proteção;

- Argamassa de revestimento.

4.8.2 Mão-de-Obra

A mão-de-obra é dividida em equipe direta e indireta sendo composta por:

- Equipe direta - um pedreiro e um ajudante (mão-de-obra) própria;
- Equipe indireta - um operador de guincho, um operador de betoneira e um ajudante.

4.8.3 Método Executivo

Antes do início da execução do processo de revestimento interno em argamassa o local deve estar de acordo com os seguintes itens estabelecidos como pré-requisito.

4.8.3.1 Pré-Requisito

- Local limpo e desimpedido;
- Contrapiso concluído;
- Chapisco rolado em estrutura concluída;
- Alvenaria concluída;

- Taliscamento executado;
- Portal e contramarco chumbados (Caso se trate de esquadrias prontas, assentadas com espuma de poliuretano, o reboco paulista é executado primeiro);
- Tubulação e caixas elétricas, embutidas na alvenaria, executadas e chumbadas;
- Tubulação hidro-sanitária, embutidas na alvenaria, executadas e chumbadas;
- Acunhamento executado;
- Tela de fibra de vidro, entre alvenaria e concreto, colocada nos dois primeiros e nos dois últimos pavimentos; e
- Tela de ligação, galvanizada malha hexagonal de 12,5 mm ("viveiro"), entre alvenaria e concreto, colocada no terceiro, quarto e antepenúltimo pavimentos.

4.8.3.2 Execução

A execução do processo de revestimento interno em argamassa se baseia na sequência das seguintes atividades:

- Espalhar e comprimir a argamassa obedecendo à espessura definida na talisca;
- Retirar o excesso de argamassa do piso;
- Sarrafear e desempenar;
- Dar acabamento com desempenadeira de madeira; e
- Fazer a limpeza do local ao final de cada dia e após o término total do serviço.

4.8.4 Fluxo Físico do Processo

A Figura 4.11 a seguir demonstra o fluxo físico da execução do processo de revestimento interno em argamassa e como as atividades estão distribuídas e seqüenciadas neste.

Figura 4. 11 – Fluxo físico dos materiais envolvidos no processo de revestimento interno em argamassa

Foi observado neste processo que a atividade de transporte proporcionava uma perda na produtividade menor do que a perda pela espera do lote. Houve ocasiões em que a equipe direta esperou até duas horas por uma jerica com argamassa para iniciar ou dar continuidade ao processo e quando necessitava de mais material percebeu-se falhas na comunicação entre esta equipe e um dos integrantes da equipe indireta (operador de betoneira).

Notou-se também que a quantidade de material que chegava para este pedreiro era insuficiente mediante a sua capacidade de produção.

4.8.5 Cálculo da Produtividade

A Tabela 4.4 e o gráfico da Figura 4.12 demonstram o cálculo das RUP's diária, cumulativa e potencial da equipe direta deste processo formada por um pedreiro e um ajudante. Os pavimentos se repetem na primeira coluna porque foram realizadas medições em dois apartamentos deste mesmo pavimento.

Nas datas de 08/12/09, 15/12/09 e 22/01/10 nota-se uma baixa produtividade diária em função de um longo período de tempo trabalhado. Este fato ocorreu nestes períodos porque a equipe tinha um critério próprio para início e término do serviço de revestimento interno em argamassa em cada apartamento, deixando sempre as áreas das paredes internas dos banheiros e o fundo das vigas a serem rebocados por último. Os banheiros eram ambientes de pequenas dimensões, ergonomicamente mais complicados que tornavam as atividades de espalhamento, sarrafeamento e desempeno da argamassa mais difíceis de serem executadas. Já o revestimento do fundo das vigas exigia o travamento de duas réguas de alumínio nas suas faces laterais e a área para aplicação da argamassa era pequena e alta o que tornava o processo do ponto de vista ergonômico bem mais complexo.

Tabela 4. 4 – Cálculo das RUP's do revestimento interno em argamassa

Pavimento	Data	Dias	(Hh)		Produção (m²)		RUP (Hh/m²)			Observações
			diária	cum	diária	cum	diária	cum	pot	
13º Pavto	25/11/2009	1	9	9	10,02	10,02	0,90	0,90	0,36	1
	26/11/2009	2	11	20	30,57	40,59	0,36	0,49		2
	2/12/2009	3	18	38	50,51	91,10	0,36	0,42		TN
	3/12/2009	4	18	56	59,22	150,32	0,30	0,37		TN
	4/12/2009	5	16	72	36,44	186,76	0,44	0,39		3
	8/12/2009	6	18	90	23,36	210,12	0,77	0,43		4
13º Pavto	9/12/2009	7	18	108	45,01	255,13	0,40	0,42		TN
	10/12/2009	8	18	126	54,47	309,60	0,33	0,41		TN
	11/12/2009	9	16	142	48,5	358,10	0,33	0,40		TN
	14/12/2009	10	16	158	47,17	405,27	0,34	0,39		5
	15/12/2009	11	13	171	23,36	428,63	0,56	0,40		6
9º Pavto	16/12/2009	12	18	189	56,29	484,92	0,32	0,39		TN
	17/12/2009	13	18	207	32,20	517,12	0,56	0,40		7
	20/1/2010	14	18	225	53,37	570,49	0,34	0,39		8
	21/1/2010	15	18	243	49,50	619,99	0,36	0,39		TN
	22/1/2010	16	16	259	16,95	636,94	0,94	0,41		9

Obs: 1 - Só iniciaram a execução do serviço às 12:30 horas. A equipe foi deslocada para outras atividades no canteiro e quando retomou este processo estavam desmotivados, já que ocorreu uma grande demora na chegada da argamassa e a quantidade enviada foi insuficiente;

Obs: 2 - Trabalharam das 07:00 às 11:00 horas, período em que a prancha apresentou problemas e acabou estragando. Reiniciaram o serviço às 12:00 horas e foram até as 13:30. O pedreiro da equipe direta foi resolver assuntos particulares;

Obs: 3 – Trabalharam normalmente das 07:00 às 16:00 horas mas durante este período tanto a prancha quanto a betoneira apresentaram problemas. Esta deficiência nos equipamentos foi um fator preponderante para diminuição na produtividade da equipe;

Obs: 4 – Banheiros e requadrações das vigas (face inferior);

Obs: 5 – Trabalharam apenas até às 16:00 horas, porém nesta data o período estendia-se até as 17:00 horas. A equipe reclamou de demora na chegada da argamassa. Alegaram que caso pedissem mais material (argamassa) nesta uma hora em que ficaram ociosos, este não chegaria a tempo de ser processado;

Obs: 6 – Banheiros e requadrações das vigas (face inferior);

Obs: 7 – Nesta data a areia acabou, conseqüentemente faltou argamassa. Na data posterior, dia 18/12/09 os funcionários só tiveram uma reunião para aviso do período de recesso e a data de retomada das atividades;

Obs: 8 - Primeiro dia de trabalho após retorno de férias. A equipe reclamou que houve uma perda de tempo para juntar novamente as ferramentas já que estas haviam sido dispersadas no canteiro para outras equipes; e

Obs: 9 – Banheiros e requadrações das vigas (face inferior).

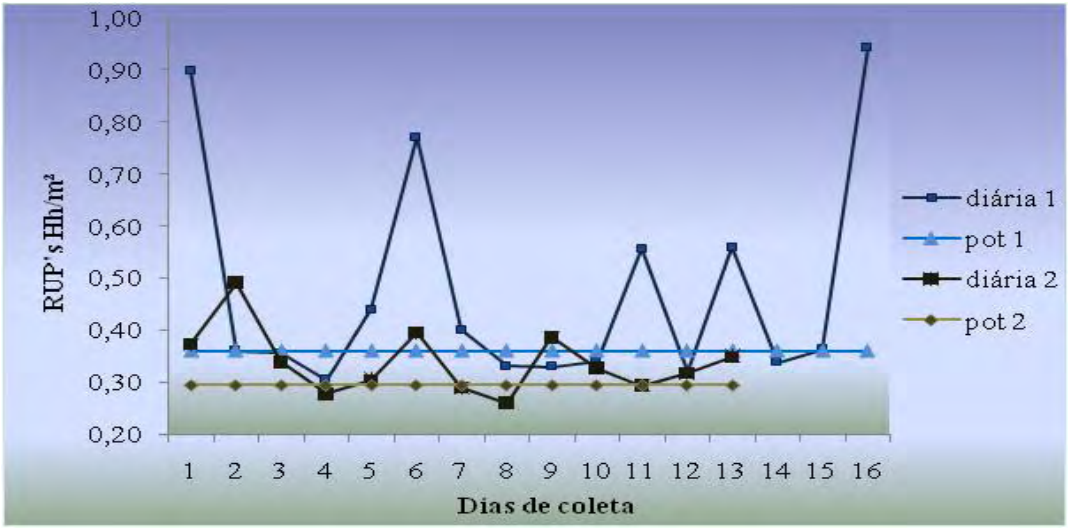


Figura 4. 12 – Gráfico das RUP's diária, cumulativa e potencial do processo de revestimento interno em argamassa

Observa-se no gráfico que as RUP's diárias iguais a 0,77 Hh/m² e 0,56 Hh/m² se distanciam da média por serem etapas em que a execução do processo de revestimento em argamassa se tornava uma tarefa mais complexa em função de fatores ergonômicos e de pouco espaço físico para o espalhamento e sarrafeamento do material. O plano de trabalho da equipe direta visava deixar o revestimento em argamassa de banheiros e requadrações de fundo de vigas para a última etapa em cada apartamento.

O último ponto com RUP diária de 0,94 Hh/m², além deste problema descrito anteriormente teve como agravamento falta de material (argamassa). Este fator também contribuiu para uma diminuição da produtividade nos pontos que apresentaram RUP's diárias iguais a 0,90 Hh/m² e 0,56 Hh/m². Ressalva-se que esta falta de material acontecia em função dos seguintes fatores:

- Falha na comunicação entre os integrantes da equipe direta e indireta; e
- A incapacidade de se produzir no canteiro o material (argamassa) para atender a demanda o que demonstra uma falha no planejamento dos serviços.

4.9 ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE AS RUP'S E OS DIAGRAMAS DE FLUXO DOS PROCESSOS

Estabelecendo uma relação entre as RUP's diárias calculadas de todos os processos e seus respectivos diagramas de fluxo, nota-se que o aumento das RUP's dos funcionários está

diretamente ligado ao fato de ocorrerem falhas na logística externa (de suprimentos) e principalmente na logística interna (de canteiro).

As perdas que ocorreram na produtividade de todos os processos aconteceram em função dos funcionários ligados à equipe direta não requisitarem mais material à equipe indireta para dar continuidade nos trabalhos, pressupondo que estes materiais só chegariam aos locais especificados mediante um grande intervalo de tempo. Um bom exemplo de material a ser esboçado que apresentou estes problemas descritos anteriormente foi a argamassa, tanto de revestimento quanto de assentamento de blocos. Isso acontecia em função da falha existente na atividade de transporte dos materiais, começando com a carência na quantidade enviada para a demandada pelos funcionários, estendendo-se à deficiência dos equipamentos utilizados com essa finalidade, além das dificuldades de comunicação entre os agentes participantes das equipes diretas e indiretas.

A comunicação entre estes agentes era realizada através do deslocamento, onde um dos funcionários ligados à equipe direta descia do pavimento em que estava trabalhando e ia até o operador de betoneira (equipe indireta) solicitar mais material. Ao término dessa solicitação o material ainda ia ser fabricado (no caso da argamassa), transportado para então ser processado o que demandava uma grande quantidade de tempo em todo o ciclo.

Outros fatores que devem ser considerados em relação a uma baixa produtividade nos processos juntamente com uma ampla espera do lote nos mesmos seriam:

- Falta de material para continuidade dos trabalhos. Em algumas das visitas realizadas no canteiro o material acabou, certas ocasiões pelo fato do fabricante não conseguir suprir as necessidades da obra, outras do material ser pedido num intervalo de tempo muito curto (falha na logística de suprimentos, pedido e entrega);

- Mudança das equipes diretas e indiretas para realização de outros serviços. Freqüentemente os funcionários eram deslocados para processos totalmente distintos, como por exemplo, montagem de armadura e principalmente concretagem. Esta mudança de equipes atribuía um tempo ocioso considerável aos funcionários que eram deslocados para outras atividades, e dependendo do horário em que acabavam de concretizar as tarefas, não retomavam as atividades ligadas ao processo do qual iniciaram.

Já em relação às hipóteses estabelecidas no item 3.2.4.3 deste trabalho que intervém na produtividade dos processos estudados pode-se estabelecer:

- A execução dos processos de alvenaria, contrapiso e revestimento interno em argamassa se dava de forma artesanal, ou seja, não se utilizavam tecnologias industrializadas para diminuir o fluxo dos insumos e aumentar a produtividade. Por exemplo, a produção da argamassa presente em todos os processos descritos ocorria a partir da mistura do cimento, areia e cal. Não se utilizava uma argamassa industrializada o que poderia proporcionar um aumento de produtividade;

- As características geográficas e topográficas não interferiram no fluxo de suprimentos de insumos já que o canteiro estudado localizava-se numa região de fácil acesso na cidade em termos de transporte de materiais;

- A empresa mantinha uma política de remanejamento dos funcionários nos canteiros, evitando a demissão dos mesmos por carência de frentes de trabalho. Acredita-se que esta política de diminuição da rotatividade na empresa contribui indiretamente para uma melhoria na produtividade.

Diante de todos estes fatores intervenientes e com o objetivo de melhorar a eficiência logística dos processos e materiais pesquisados no canteiro de obra, o próximo capítulo propõe diretrizes estratégicas visando minimizar atividades que tornam os processos construtivos desorganizados e com altas taxas de desperdício agregadas tanto aos materiais quanto à mão-de-obra empregada.

CAPÍTULO 5

DIRETRIZES PROPOSTAS

A análise realizada a partir dos resultados obtidos das duas ferramentas utilizadas (diagrama de fluxos e indicador de produtividade) deixa claro que na obra escolhida para o estudo de caso, muito se tem que fazer para melhorar a produtividade, o fluxo físico dos materiais dos processos estudados e ao mesmo tempo diminuir o índice de desperdício dos mesmos.

Apesar da empresa apresentar uma boa organização em seu planejamento, com obras entregues no prazo a seus clientes satisfeitos em relação à qualidade dos produtos entregues, observou-se a carência da empresa em realizar estudos que proporcione consideráveis melhorias a partir de simples mudanças na forma de gerenciar os seus processos construtivos.

Diante desse contexto, o objetivo deste capítulo é apresentar algumas diretrizes que possam melhorar a eficiência logística deste canteiro escolhido para o estudo de caso com objetivo de minimizar as perdas existentes em algumas atividades dos processos estudados.

5.1 DIRETRIZES PROPOSTAS PARA MELHORIA DO PROCESSO DE ALVENARIA

Antes de esclarecer as vantagens da utilização de um projeto de alvenaria racionalizada é importante ressaltar que a empresa já fez uso do mesmo em um de seus canteiros, porém, não visualizaram a extensa margem de benefícios que esta concepção traz em termos da relação custo/benefício. Para o presente canteiro objeto de estudo, foram copiadas algumas idéias de um projeto de alvenaria desenvolvido para outra obra, o que implica em afirmar que não houve racionalização no processo, já que cada obra é distinta uma da outra e possui especificidades próprias. O resultado destes fatos observados é demonstrado nas Figuras 5.1 e 5.2 a seguir e justificam a utilização do projeto para o canteiro pesquisado.

Figura 5. 1– Resíduos de blocos no pavimento

Figura 5. 2– Resíduos de blocos a serem transportados para a caçamba

Segundo Silva (2003), o desenvolvimento de projetos para produção exige, necessariamente, o contato do projetista com os meios de produção, seus materiais e técnicas construtivas, ferramentas e equipamentos e, sobretudo a aproximação entre projetistas e executores possibilitando a percepção da capacidade e limitações da mão-de-obra e apontando diretrizes para o seu aperfeiçoamento e formação profissionais plenos. Diante das circunstâncias

expostas acredita-se que para a presente obra analisada estas devem ser inseridas da seguinte maneira:

Treinamento da mão-de-obra. Uma nova estruturação dessa atividade começando do topo da cadeia hierárquica nesta empresa e descendo para os demais conforme ilustra a Figura 5.3.

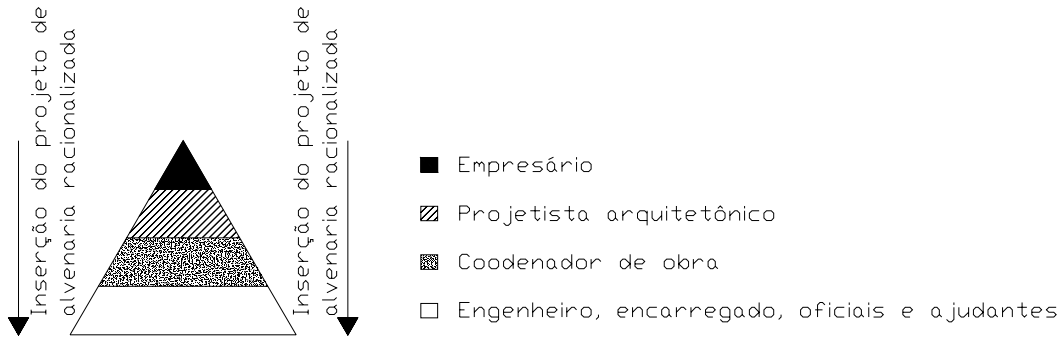


Figura 5. 3– Inserção do projeto de alvenaria racionalizada no canteiro

Foi verificado que o projeto arquitetônico tanto desta obra quanto as demais executadas nesta empresa, foi realizado por uma mesma pessoa. Este fato possibilitaria o projetista primeiramente obter mais informações a respeito da alvenaria racionalizada, através de um curso, por exemplo, e posteriormente adaptar as dimensões de seus projetos com as especificidades evidenciadas dos blocos existentes na empresa que os fornecia, já que existe uma relação de parceria da construtora com a empresa fornecedora destes blocos.

Através dessas visitas realizadas nos canteiros de obras da empresa construtora seria possível conhecer e registrar as práticas construtivas empregadas para, progressivamente incorporar aos projetos para produção procedimentos e soluções inovadoras àquela realidade. É importante destacar que esta relação poderia num intervalo de curto a médio prazo se estender aos demais projetistas (instalações e estrutura) de empreendimentos futuros nesta empresa, criando assim uma maior integração dessa equipe, uma compatibilidade entre os projetos para cada subsistema, seus componentes, atendendo às necessidades particulares de cada um e globais do edifício. Para cada anteprojeto de produção criado em cada subsistema propõe-se o levantamento das seguintes informações:

- anteprojeto de arquitetura:
  - espessuras e localização das paredes;
  - layout das áreas molhadas;
  - tipo e espessuras de revestimentos de paredes e pisos;

- pé-direito previsto, altura de peitoris, bancadas e forros;
- localizações e dimensões de esquadrias;
- desníveis entre ambientes.

● anteprojeto de estrutura:

- disposição e dimensões de pilares e vigas;
- espessuras das lajes;
- características dos vãos estruturais;
- localização das juntas estruturais (de movimentação);
- características de deformabilidade da estrutura e do vínculo entre as paredes e a estrutura;

● anteprojeto de instalações:

- posicionamento, diâmetro e concentração das tubulações: prumadas, ramais e sub-ramais;
- pontos de alimentação e esgotamento de aparelhos hidráulico-santitários;
- previsão de "shafts", paredes hidráulicas, paredes duplas com câmaras centrais ou outras soluções;
- localização de quadros de distribuição de luz, equipamentos de condicionamento de ar, aquecedores, incêndio, caixas e medidores de gás e outros, especificações e recomendações técnicas de instalação de equipamentos;
- localização dos pontos de luz, interruptores, tomadas, interfones, RTV e outras nas paredes e tetos;
- sistemas de distribuição previstos para as redes de água fria, água quente, elétrica, telefônica, de circuitos internos, cabos, gás, etc.

Após a conclusão do projeto de alvenaria, esse deverá passar por uma análise crítica a ser realizada por um profissional externo ao seu processo de desenvolvimento, com reconhecida experiência em gerenciamento de canteiros (preferencialmente o coordenador de obras da empresa), a fim de que possa verificar a suficiência de informações necessárias à correta execução das alvenarias; analisar a compatibilidade das alternativas propostas à realidade construtiva da empresa construtora e ao grau de racionalização esperado.

Saindo da etapa do projeto e partindo para a implementação do mesmo é importante ressaltar que todo novo processo e tecnologia a ser inserido, principalmente dentro de um canteiro de obras leva tempo para ser assimilado pela mão-de-obra em virtude de fatores como:

- Desconhecimento dos benefícios gerados pelo processo por todos os integrantes da empresa desde o empreendedor (empresário) até o ajudante;
- Dificuldade de aceitação para substituir um processo já existente tanto pelos funcionários envolvidos diretamente a ele (ex: encarregado, oficiais, ajudantes) quanto pelos funcionários envolvidos indiretamente (ex: coordenador de obra, engenheiro).

Diante dessas circunstâncias apresentadas propõe-se um modelo a ser inserido na presente obra dividido nas seguintes fases:

- **Fase 1:** Palestras no próprio canteiro estabelecendo um paralelo visando exibir o método já existente e padronizado no canteiro e o método do qual se quer implementar. Estas palestras devem ser realizadas num local adequado no canteiro com recurso de fácil visualização (ex: data show) levando sempre em consideração as limitações tanto dos operários como da tecnologia utilizada na execução do processo;
- **Fase 2:** Levar os funcionários diretamente ligados ao processo a outras obras para que visualizem o mesmo a ser realizado na prática por profissionais já treinados em outras empresas que já assimilaram esta tecnologia;
- **Fase 3:** Iniciar a execução do processo de forma gradativa, primeiramente em um único pavimento devidamente escolhido no canteiro com o objetivo de comparar com os demais executados da maneira convencional e posteriormente pelos outros pavimentos, registrando as imagens e implementando nas palestras;
- **Fase 4:** Criar um sistema de avaliação que vise verificar o resultado desses cursos para os funcionários (suas opiniões) e posteriormente para a empresa além de um programa de gratificação para os funcionários que mais se empenharem e participarem na implementação deste novo processo, assim seria possível identificar o grau de apropriação do projeto pela mão-de-obra com os benefícios auferidos à sua qualificação.

Após esta etapa de treinamento e implementação do projeto inicia-se a interface desse com a produção. Esta etapa tem como finalidade adiantar e coordenar as atividades desenvolvidas no canteiro de obra objetivando, além do atendimento integral às

especificações contidas no projeto, a **gestão dos recursos físicos envolvidos no processo de produção** das paredes de alvenaria no sentido de otimizá-los, reduzindo o desperdício dos materiais, mão-de-obra e energia além da ociosidade de equipamentos, aumentando a produtividade e também nas atividades que lhe dão apoio tais como: o recebimento, a estocagem de insumos básicos, o transporte e contribuindo para redução de impactos ambientais através da diminuição de entulho gerado pelos materiais envolvidos no processo.

Para a obra escolhida propõe-se essa gestão dos recursos físicos aplicando as especificações existentes no projeto de alvenaria racionalizada juntamente com uma planta de distribuição dos pallets. Nos itens a seguir será exemplificada a proposição de um modelo.

Todo projeto de alvenaria racionalizada é composto pelas plantas de marcação de 1ª e 2ª fiadas que traz incorporada a compatibilização dos projetos de arquitetura, estrutura, instalações, impermeabilização, esquadrias, entre outros, já associada a uma distribuição horizontal dos blocos, sendo um instrumento básico de utilização na produção como mostra a Figura 5.4 a seguir:

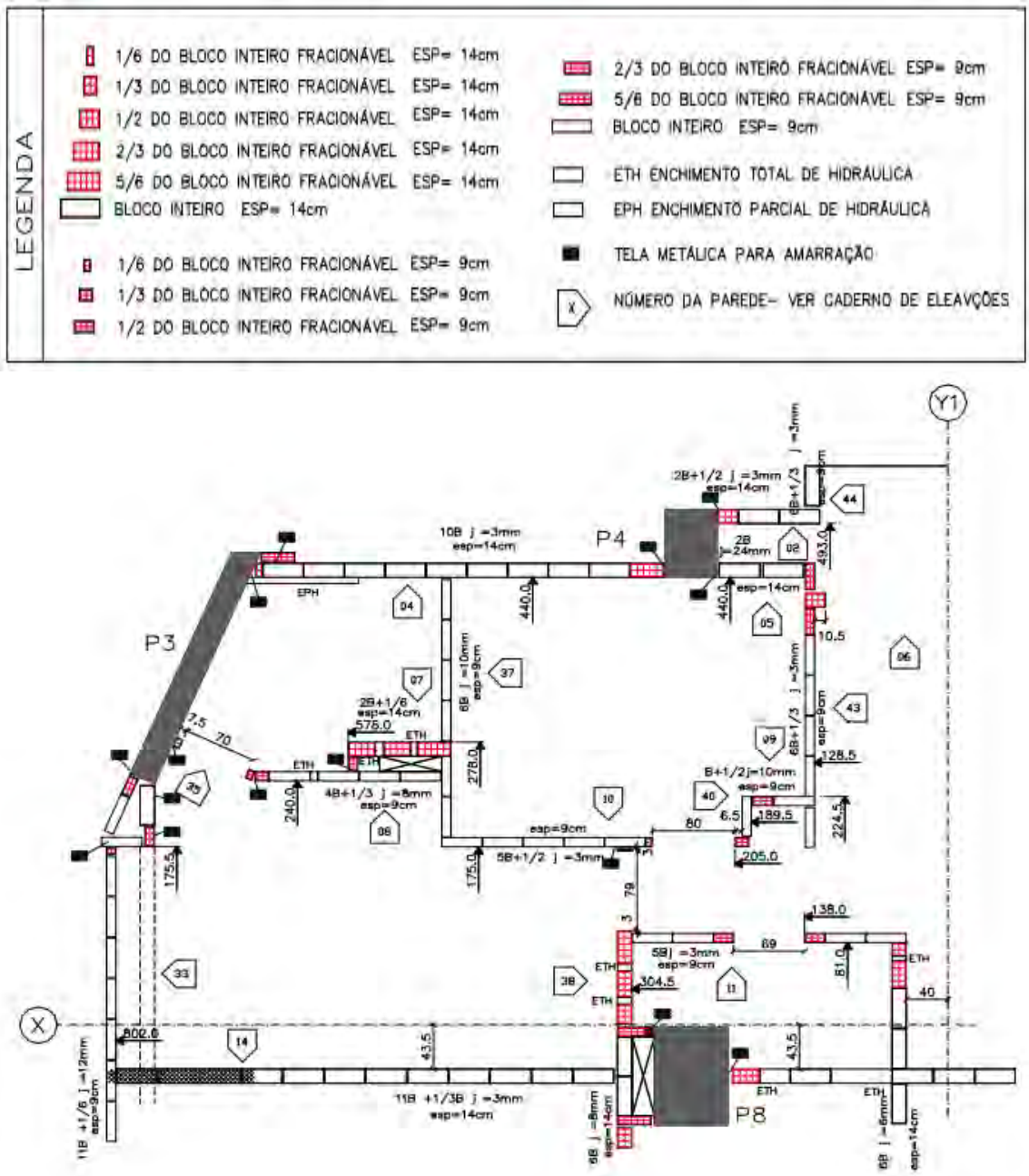


Figura 5. 4– Exemplo genérico de uma planta de marcação da 1ª fiada (PEÑA, 2003)

Além da planta de marcação, cada parede exemplificada nesta é numerada conforme a legenda citada e de acordo com a especificidade de cada projeto. Todas as paredes são representadas num caderno de detalhes que contém todas as informações necessárias à elevação destas, tais como: detalhe da modulação vertical em relação à estrutura, detalhe da modulação vertical em relação aos peitoris, detalhe de vergas e contra vergas, detalhe de amarração, detalhe de posições de caixas elétricas e pontos de hidráulica, entre outros. Porém a informação mais importante presente nesse caderno de detalhes, pelo menos no que se refere à melhoria da eficiência logística, é uma planilha que contém informações

sobre a quantidade de blocos, suas especificações e dimensões em cada parede. A Figura 5.5 representa a elevação de uma determinada parede com sua respectiva planilha de informações na Tabela 5.1.

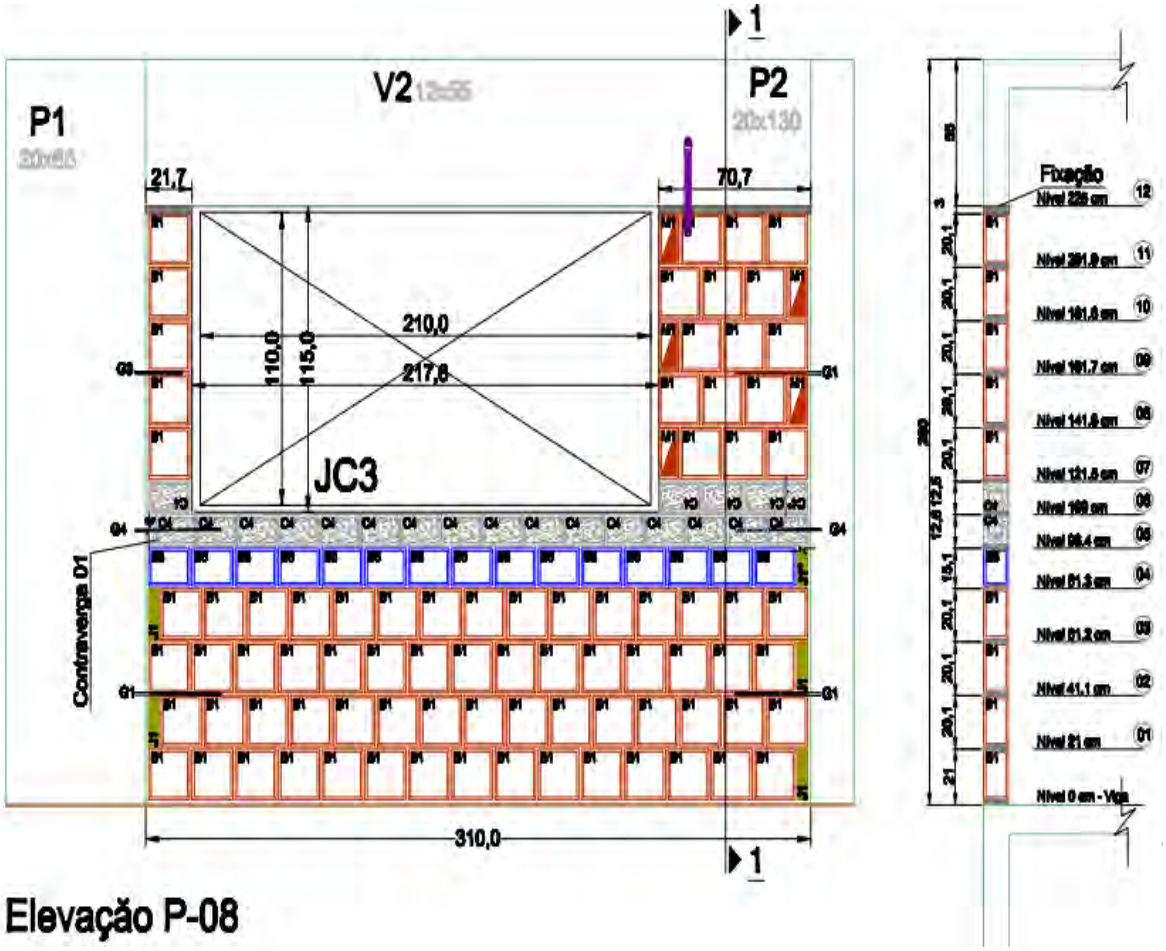


Figura 5. 5– Elevação de uma parede genérica em um projeto de alvenaria racionalizada

Tabela Tabela 5. 1– Exemplo de planilha de especificações dos materiais da parede P-08 da figura 5.5

Observações da P-008			
Qtd.	**Bloco**	**Especificação**	**Dimensões (cm)**
80	B1	Bloco cerâmico furado	11,5 x 19 x 19
-	T1	Bloco cerâmico furado	11,5 x 19 x 14
5	M1	Bloco cerâmico furado	11,5 x 19 x 9
-	B2	Bloco cerâmico furado	9 x 19 x 19
-	T2	Bloco cerâmico furado	9 x 19 x 14
-	M2	Bloco cerâmico furado	9 x 19 x 9
-	B3	Bloco celular auto-clavado	12,5 x 30 x 60
-	B4	Bloco cerâmico furado	14 x 19 x 19
-	T4	Bloco cerâmico furado	14 x 19 x 14
-	M4	Bloco cerâmico furado	14 x 19 x 9
-	B5	Bloco cerâmico furado	6 x 19 x 19
-	T5	Bloco cerâmico furado	6 x 19 x 14
-	M5	Bloco cerâmico furado	6 x 19 x 9
15	B6	Bloco cerâmico furado	11,5 x 14 x 19
-	T6	Bloco cerâmico furado	11,5 x 14 x 14
-	M6	Bloco cerâmico furado	11,5 x 14 x 9
-	B7	Bloco cerâmico furado	14 x 14 x 19
-	T7	Bloco cerâmico furado	14 x 14 x 14
-	M7	Bloco cerâmico furado	14 x 14 x 9
-	B8	Bloco cerâmico furado	9 x 14 x 19
-	T8	Bloco cerâmico furado	9 x 14 x 14
-	M8	Bloco cerâmico furado	9 x 14 x 9
-	B9	Bloco cerâmico furado	6 x 14 x 19
-	T9	Bloco cerâmico furado	6 x 14 x 14
-	M9	Bloco cerâmico furado	6 x 14 x 9
-	J0	Tijolo cerâmico maciço	9 x 4,5 x 19
5	J1	Tijolo cerâmico maciço	11,5 x 4,5 x 19
-	C1	Canaleta de concreto	9 x 9 x 19
-	C2	Canaleta de concreto	11,5 x 9 x 19
-	C3	Canaleta de concreto	11,5 x 15 x 39
21	C4	Canaleta de concreto	11,5 x 12 x 19
-	C5	Canaleta de concreto	11,5 x 19 x 39
3	G1	Grampo de aço	40 x 9
-	G2	Grampo de aço	30 x 9
1	G3	Grampo de aço	22 x 9
2	G4	Grampo de aço	40
-	G5	Grampo de aço	40 x 7

Com essas informações a equipe de produção seria capaz de dimensionar as áreas necessárias para o armazenamento e utilização de todos os materiais relacionados à alvenaria especificamente. Os blocos armazenados no canteiro seriam separados e paletizados de acordo com a particularidade de cada parede e depois transportados e distribuídos ao longo do pavimento com uma identificação de fácil visualização que vincule o pálete com os blocos contidos neste à parede que vai ser executada. Todas essas funções ficariam atribuídas a um encarregado de alvenaria que seria responsável também pelo gerenciamento do pedido dos

materiais e inspeção de todo o fluxo do processo. A inserção deste novo profissional no canteiro facilitaria a logística de todas as atividades contidas no processo de alvenaria racionalizada. A Figura 5.6 esquematiza como o encarregado atuaria ao longo do ciclo de produção da alvenaria racionalizada.

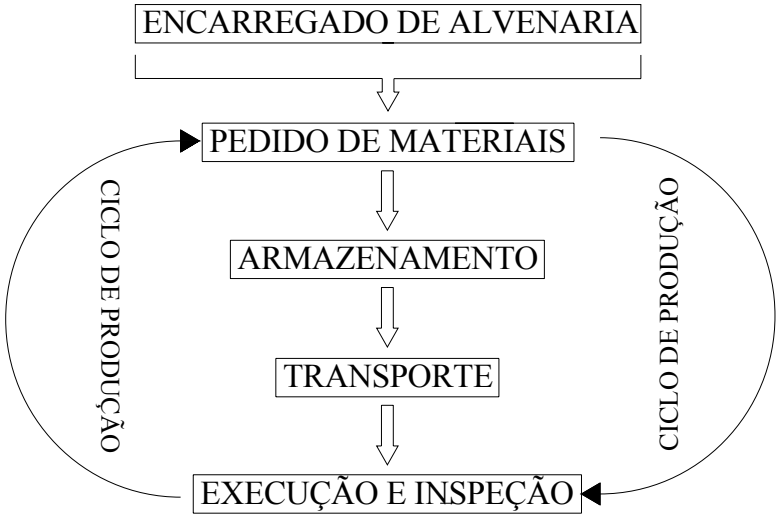


Figura 5. 6– Ciclo de produção da alvenaria racionalizada

Acredita-se que esta diretriz ao ser introduzida neste canteiro diminuiria a espera por materiais e o desperdício destes consideravelmente. Notou-se que o desperdício de materiais, principalmente de blocos cerâmicos e tijolos de cimento, se davam tanto no armazenamento quanto no processamento da alvenaria conforme ilustra a Figura 5.7.

Figura 5. 7– Armazenamento de blocos no canteiro e no pavimento

Portanto, para o problema da espera e conseqüente falta de materiais, o projeto de alvenaria racionalizada permitiria um melhor ciclo em toda logística externa e interna envolvida no processo de execução da alvenaria. A quantidade de blocos especificados no projeto é modulada e exata, estando de acordo com a especificação de cada parede, o que permite pedir o material com uma maior precisão, além de melhor armazená-lo e transportá-lo no canteiro. As atividades de transporte e distribuição dos blocos podem então ser dimensionadas de acordo com os índices de produtividade levantados das equipes diretas participantes deste processo.

Para o elevado índice de desperdício de materiais observado no canteiro, o projeto de alvenaria poderia aproximar estes índices a taxas zero, pelo menos na atividade de processamento dos blocos, onde constatou-se uma maior quantidade de material desperdiçado, uma vez que os blocos eram quebrados para complementação do vão de uma determinada parede.

Já com relação à interação com outros subsistemas, o projeto de alvenaria implicaria numa diminuição da espessura das taliscas, onde constatou-se durante algumas inspeções para este canteiro em particular, paredes prontas para receber o revestimento em argamassa com taliscas de até 4,5 cm de espessura.

Segundo Lordsleem Júnior e Neves (2009), as paredes de alvenaria são os elementos frequentemente mais empregados no processo construtivo tradicional brasileiro, sendo muitas vezes responsáveis por parcela expressiva do desperdício verificado nas obras de construção de edifícios (as perdas de tijolos/blocos estão comumente entre 15% a 20%). Pela racionalização das alvenarias de vedação é possível a redução de custos, o aumento da produtividade e a própria diminuição de patologias no conjunto das esquadrias, das instalações hidro-sanitárias e nos revestimentos, os quais, juntos, certamente influenciam de 20% a 40% do custo total dos edifícios.

5.2 DIRETRIZES PROPOSTAS PARA MELHORIA DO PROCESSO DE CONTRAPISO

Foi observado que no processo de contrapiso deste canteiro de obra objeto de estudo, o indicador utilizado para demonstrar as perdas no fluxo do material envolvido não apresentou um grande desperdício em suas atividades, porém, o indicador de produtividade apontou algumas falhas. Estas falhas estão relacionadas ao deslocamento da equipe direta para a atividade de concretagem da laje e foram verificadas em várias ocasiões mesmo que tenham sido registradas apenas uma única vez como esboçado na planilha de medição de produtividade presente no capítulo quatro deste trabalho. Esse desvio de tarefas para a atividade de concretagem estendeu-se também aos processos de alvenaria interna e externa.

Diante dessa realidade presente neste canteiro, propõe-se utilizar o Concreto Auto-Adensável (CAA) no processo de concretagem da estrutura. As vantagens desta tecnologia empregada serão exemplificadas nos itens a seguir, estabelecendo um paralelo com o Concreto Convencional (CC). Com índices apresentados para tempo de concretagem, mão-de-obra empregada, espessura de contrapiso e durabilidade de fôrmas baseados em um estudo realizado num outro canteiro de obra, aqui denominado ‘A”, na cidade de Goiânia e executado por uma outra empresa que também atua neste segmento da construção civil, será exemplificado as vantagens da utilização do CAA como diretriz a ser implementada para minimizar as falhas descritas no canteiro de obra do parágrafo supracitado.

- Tempo de concretagem e mão-de-obra empregada:

Para Manuel (2005), a velocidade de lançamento é um aspecto fundamental, pois o CAA tende a encher as fôrmas com uma velocidade muitíssimo maior, quando comparado ao concreto comum.

Belohuby e Alencar (2007) *apud* Alencar (2008) afirmam que a implantação do CAA permite diminuir sub-etapas de produção na fase concreta, tais como: vibração, espalhamento do concreto com enxada, além de minimizar o procedimento de desempeno. A Figura 5.8 faz uma representação da eliminação das duas sub-etapas descritas anteriormente.

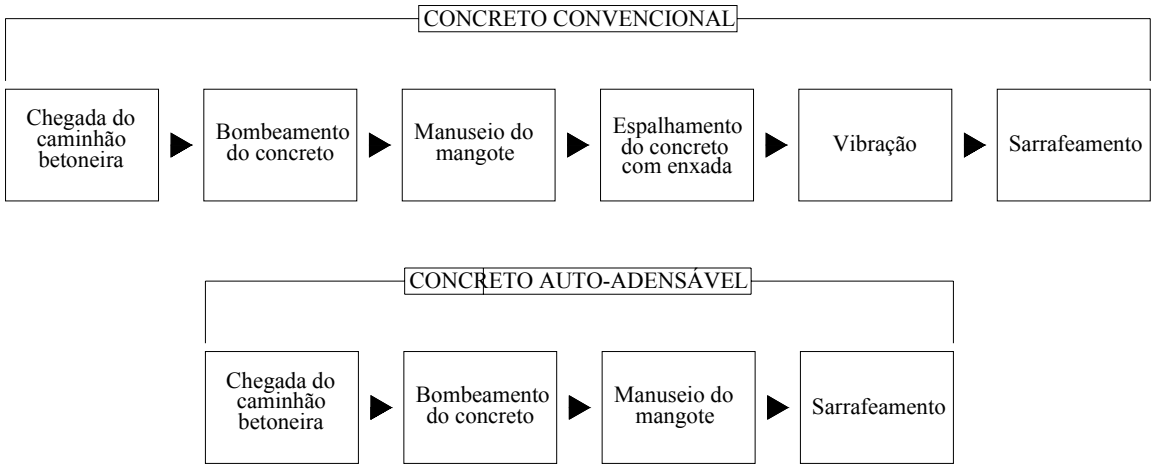


Figura 5. 8– Sub-etapas do concreto convencional e do concreto auto-adensável

Dados obtidos pela ABESC (2010) descrevem que a grande vantagem na utilização do CAA é a maior velocidade de aplicação e a redução de mão-de-obra em torno de 50% até 70%. O tempo de aplicação também é reduzido, de uma média de 5 min/m³ do CC para até 1,5 min/m³ do CAA.

Se a tecnologia do CAA fosse empregada no canteiro analisado, o tempo de concretagem da laje poderia ser reduzido de quatro horas como observado *in loco,* para duas horas, tomando como referência o índice levantado pela ABESC.

Em uma observação realizada em um dia de concretagem de uma laje no canteiro pesquisado, constatou-se que dezesseis funcionários entre oficiais e ajudantes trabalharam neste processo. Contabilizando que seis destes funcionários eram oficiais e dez ajudantes, o custo da mão-de-obra empregada era algo estipulado em R$ 171,00, considerando quatro horas para o tempo total de concretagem da laje e o valor da hora do ajudante igual à R$ 2,36 e do oficial R$ 3,20. Estes valores são os pagos atualmente no mercado goianiense. Utilizando-se dos mesmos índices de redução da mão-de-obra e do tempo de concretagem do canteiro de obra 'A', sendo estes respectivamente 53% e 50%, que empregava o CAA como alternativa, o custo para concretagem de cada laje no canteiro estudado, passaria dos R$ 171,00 utilizando o CC para R$ 40,23 com CAA , levando-se em consideração apenas a mão-de-obra empregada.

A Figura 5.9, representa o canteiro de obra 'A', com 420 m² de laje e volume de concreto estimado em 90 m³ para execução do serviço de concretagem. Cada caminhão betoneira, carregado com CC tinha um tempo médio de descarregamento entre quarenta e sessenta

minutos. Este tempo foi reduzido para vinte minutos em função da atividade de vibração do concreto ser extingüida da obra e o CAA ser bombeado com maior velocidade que o CC.

Figura 5. 9– Concretagem da laje do canteiro 'A' com CAA e descarregamento dos caminhões betoneira (FONTE: TOCTAO ENGENHARIA)

Segundo o engenheiro do canteiro 'A', a redução de mão-de-obra para execução do serviço de concretagem foi de aproximadamente 53%. Na Tabela 5.2 pode ser verificada a redução do número de funcionários antes e após a implantação do CAA.

Tabela 5. 2 – Número de funcionários atuando no processo de concretagem, antes (esquerda) e depois (direita) da implantação do CAA.

Mão-de-obra Função	**CC**	**CAA**
Encarregado	1	1
Pedreiro	4	2
Carpinteiro	1	1
Eletricista	1	1
Encanador	1	1
Ajudante	7	2
Total	15	8

As Figuras 5.10 e 5.11 nos dá uma idéia meramente ilustrativa, da redução da mão-de-obra no processo de concretagem em duas obras. A primeira trata-se do canteiro escolhida para objeto de estudo que possui área de concretagem estimada em 301 m² e volume de concreto de aproximadamente 49 m³. A segunda de um canteiro com área de concretagem estimada em 475 m² e volume de concreto de aproximadamente 54 m³. O concreto armado das lajes em

ambos os canteiros possuem o sistema fôrmas e ferragens equivalente e volume de concreto próximos.

Figura 5. 10 - Concretagem da laje do canteiro objeto de estudo

Figura 5. 11 – Concretagem da laje de outro canteiro de obra (FONTE: REALMIX)

Portanto, apesar do CAA ser empregado para a execução do processo de concretagem, o processo de contrapiso seria indiretamente otimizado a partir da utilização desta tecnologia, uma vez que a solicitação da equipe direta ligada ao processo de contrapiso não seria mais requisitada.

● Espessura do contrapiso:

Ainda considerando os índices obtidos pelo canteiro 'A', demonstrado na Figura 5.9 que usava o CAA no processo de concretagem, observou-se que houve uma redução na espessura do contrapiso na ordem de 75%, passando de 3,5 cm em média para 2,0 cm. Supondo que o mesmo índice de redução fosse atingido para o canteiro em estudo, este teria uma economia de aproximadamente 5,19 m³ de argamassa (farofa) por laje, isto, considerando a área de concretagem da laje igual a 346,14 m² (medição realizada no projeto) e a espessura do contrapiso de 3,5 cm em média (verificada *in loco*).

● Outros aspectos a serem ressaltados em relação ao benefício da utilização do CAA:

Índice de aproveitamento de fôrmas 40% maior utilizando o CAA no lugar do CC.

Os funcionários ao final de cada etapa do procedimento de concretagem se encontrarem mais descansados e dispostos dentro do canteiro de obra, já que atividades existentes dentro deste processo que requerem um grande esforço físico, como por exemplo, sarrafeamento do concreto, passam a exigir o mínimo de empenho e o tempo de exposição ao sol reduz consideravelmente.

Em entrevista concedida a uma revista, Tutikian e Molin (2008) afirmam que o CAA traz uma série de benefícios não mensuráveis, como a diminuição do risco de queda de trabalhadores em uma laje sendo este um dos aspectos mais que suficientes para utilização do CAA no lugar do CC. A justificativa econômica não pode mais ser usada como motivo para não utilização do CAA, sendo que a estimativa de custo do metro cúbico do CAA é cerca de 10% maior do que o CC. Por isso, acredita-se que a grande resistência de projetistas e construtores ainda esteja no desconhecimento desta tecnologia.

Para o presente canteiro constatou-se uma diferença de R$1.130,50 do CC para o CAA. O custo para concretagem de uma laje com 59,5m^3 de concreto era de R$12.971,00 com CC e R$14.101,50 caso fosse utilizado o CAA. Esta diferença de 8% é insignificante mediante os aspectos benéficos relacionados à utilização do CAA.

5.3 DIRETRIZES PROPOSTAS PARA MELHORIA DO PROCESSO DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSA

Foi observado no capítulo 4 que no processo de revestimento interno em argamassa, as atividades que mais proporcionaram perdas na produtividade foram: transporte do material e espera do lote. Notou-se que o maior problema na espera por material (argamassa), não era resultado de falha existente na comunicação entre a equipe direta e indireta, defeito nos equipamentos utilizados na fabricação da argamassa ou até mesmo insuficiência na velocidade do equipamento empregado no transporte vertical. Todos os fatores citados eram conseqüência da baixa capacidade de produção do equipamento utilizado para fabricação da argamassa em relação à quantidade demandada pelos funcionários, tanto no processo de revestimento interno em argamassa quanto em outros como, por exemplo, alvenaria. A Figura 5.12 demonstra o equipamento utilizado na fabricação, com capacidade de produzir 400 l de argamassa por traço. A Figura 5.13 ilustra como era realizado o transporte horizontal e o transporte vertical da argamassa de revestimento interno neste canteiro de obra.

Figura 5. 12– Equipamento utilizado para fabricação da argamassa

Figura 5. 13 – Equipamentos utilizados no transporte horizontal e vertical da argamassa

Diante dessa impossibilidade de produzir argamassa que atendesse quantitativamente todos os funcionários e processos que estavam sendo executados no canteiro, foi proposto para o este canteiro a compra dessa argamassa em uma concreteira. Inicialmente ficou firmado um acordo com a empresa fornecedora de que esta argamassa chegaria ao canteiro com o volume máximo comportado pelo caminhão betoneira para viabilizar o seu custo para a concreteira já que a areia e a cal presentes na fabricação eram misturadas na cidade de Anápolis e o cimento e aditivo retardador de pega adicionados em Goiânia. É importante ressaltar que as duas cidades estão distanciadas cinqüenta quilômetros uma da outra. Caso o novo sistema proposto funcionasse tanto para a construtora quanto para a concreteira, esta, passaria a fabricá-la em Goiânia e comercializá-la da mesma forma que o concreto, de acordo com os volumes requisitados. As Figuras 5.14, 5.15 e 5.16 ilustram todo o novo processo de chegada, armazenamento e transporte da argamassa no canteiro de obra.

Figura 5. 14– Chegada da argamassa no canteiro de obras

Figura 5. 15– Transporte da argamassa no canteiro

Figura 5. 16– Armazenamento da argamassa no canteiro

Após a introdução do novo modelo observou-se que houve um ganho de produtividade em todo o processo. As atividades que não agregam valor ao processo como espera do lote, transporte do material tiveram seus fluxos mais bem organizados, contribuindo para a melhoria da eficiência logística em outras atividades existentes no canteiro de obra, como por exemplo, o armazenamento de areia e cal que foram reduzidos consideravelmente. O gráfico da Figura 5.17 e a Tabela 5.3 estabelecem alguns valores de produtividade obtidos antes (1) e após a implementação desta diretriz (2).

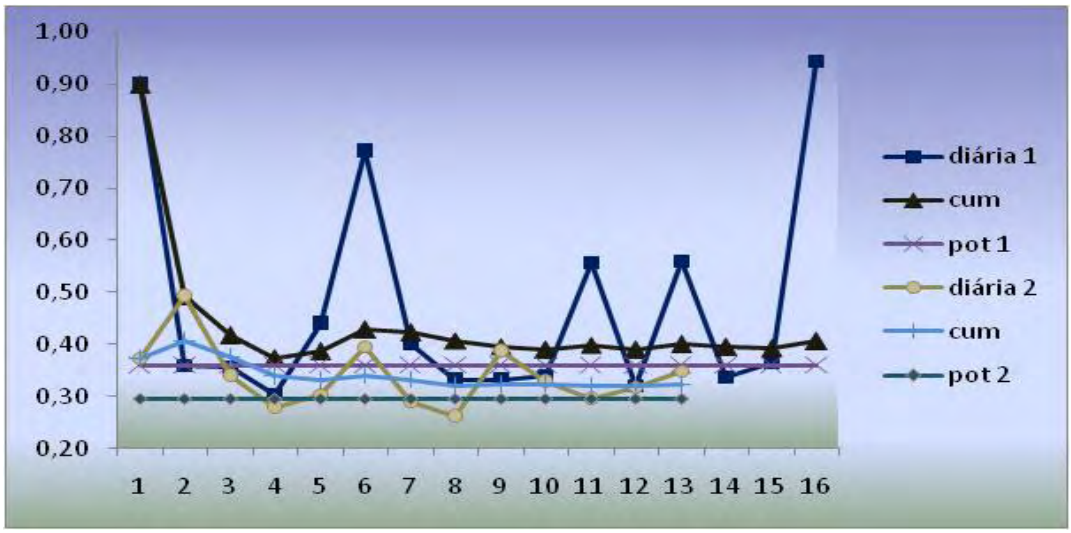


Figura 5. 17– RUP's diárias do processo de revestimento interno antes e após implementação da diretriz

Analisando o gráfico anterior se observa que a produtividade do processo de revestimento interno em argamassa melhora em vários aspectos após a implementação da diretriz proposta. Primeiramente, o tempo que se gastava para a execução do serviço em três apartamentos diminui de dezesseis para treze dias, depois, a oscilação dos valores das RUP's diárias em "2" são bem menores que em "1" o que significa afirmar que os problemas levantados na primeira etapa como deslocamento da equipe direta, falta de material, principalmente argamassa e deficiência de equipamentos foram minimizados. É importante ressaltar que o pior índice de produtividade diária obtido em "2" foi referente ao valor de 0,49 Hh/m² enquanto que em "1" este valor quase dobrou atingindo 0,94 Hh/m².

Constatou-se também que a maior variância da RUP diária em relação à RUP potencial foi de 161,11% no primeiro instante e 63,33% no segundo instante, sendo que neste último o pedreiro integrante da equipe direta teve problemas particulares e trabalhou apenas no período matutino.

Nota-se também que houve uma maior uniformidade diária da execução dos serviços em "2" do que em "1". As diferenças percentuais entre as RUP's diárias e cumulativas e as RUP's diárias e potenciais são demonstradas na Tabela 5.3.

Tabela 5. 3 – Diferenças percentuais das RUP's no gráfico da Figura 5.15

RUP's diárias e cumulativas		RUP's diárias e potencial	
Em "2"	Em "1"	Em "2"	Em "1"
0%	0%	23,33%	150%
19,51%	36,11%	63,33%	0%
11,76%	16,66%	13,33%	0%
21,42%	23,33%	7,14%	20%
10%	12,82%	0%	22,22%
17,64%	79,06%	33,33%	113,88%
13,79%	5%	3,44%	11,11%
23,07%	24,24%	15,38%	9,09%
21,87%	21,21%	30%	9,09%
3,12%	14,70%	10%	5,88%
10,34%	40%	3,44%	55,55%
0%	21,87%	6,66%	12,50%
9,37%	40%	16,66%	55,55%
u	14,70%	u	5,88%
u	8,33%	u	0%
u	129,26%	u	161,11%

Pode-se afirmar também ao analisar o gráfico que as duas RUP's potenciais são próximas uma da outra nos dois momentos "1" e "2", portanto, se a equipe direta que participou desta avaliação mantiver seus índices de produtividade diários em taxas entre 0.30 Hh/m² e 0.36 Hh/m² estará trabalhando em bons níveis de produtividade, tomando como referência sua capacidade máxima, que é a própria RUP potencial. Este fato nos permite afirmar que esta equipe direta trabalhou no segundo momento o mais próximo possível de sua capacidade máxima de produtividade.

Vale ressaltar que os valores de produtividade no gráfico da Figura 5.15 foram obtidos fazendo o acompanhamento diário de apenas um funcionário. Propõe-se para este canteiro utilizando-se da mesma metodologia fazer um estudo da produtividade dos outros funcionários, inclusive empreiteiros, ligados a este processo a fim de se obter um banco de dados que viabilize dimensionar a quantidade de material para cada funcionário de acordo com a sua capacidade de produção. Assim, poderia ser utilizada uma planilha como o exemplo da Tabela 5.4, que indicasse o nome do funcionário e a quantidade de carrinhos de argamassa a ser transportada para ele.

Tabela 5. 4 – Planilha de produtividade do processo de revestimento interno em argamassa

PROCESSO: REVESTIMENTO INTERNO EM ARGAMASSA	
FUNCIONÁRIOS	**NÚMERO DE CARRINHOS**
V	3
X	4
Y	5
W	6
Z	7

Com esta nova medida adotada a argamassa poderia ser armazenada no canteiro uma hora antes do término do expediente e distribuída para os pavimentos onde estivesse sendo executado o processo para ser utilizada no outro dia, evitando que os funcionários esperassem pela chegada da argamassa para iniciar suas atividades. Vale ressaltar que o caminhão betoneira chegava na obra entre 08:00 e 08:30 horas, proporcionando uma perda de produtividade muito grande. Outro fator que deve ser salientado é que para implementação deste novo processo a argamassa deve passar por uma rigorosa série de estudos para não perder suas propriedades: trabalhabilidade, aderência, permeabilidade a água, resistência mecânica entre outras, visto que o teor de aditivo retardador de pega adicionado à argamassa será modificado.

Saindo do contexto da logística e da produtividade, outros benefícios que esta nova filosofia de trabalho neste processo trouxe para o canteiro foram:

- Elogios à argamassa por parte do pedreiro da equipe avaliada e também de empreiteiros em relação à sua trabalhabilidade, aderência e qualidade dos materiais;

- Os pintores, também terceirizados, ressaltaram que a quantidade de massa PVA utilizada nas paredes diminuiram consideravelmente, o que proporcionou uma rapidez maior na execução deste serviço e conseqüentemente aumento na produtividade.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta a finalização do trabalho, suas conclusões, considerações sobre a pesquisa e algumas sugestões que poderão ser aplicadas no desenvolvimento de trabalhos e pesquisas futuras relacionadas com o tema desta dissertação.

6.1 CONCLUSÕES

A partir da análise conjunta dos diagramas de fluxo e dos indicadores de produtividade foi possível entender o comportamento do fluxo físico e a variabilidade na produtividade dos processos de alvenaria e revestimento em argamassa para o canteiro de obra analisado.

6.1.1 Alvenaria

Ao analisar o processo de alvenaria, que nesta pesquisa foi dividida em alvenaria externa e alvenaria interna em função das etapas de execução deste processo no canteiro de obra, observou-se a importância e necessidade da adoção de um projeto de alvenaria racionalizada.

O projeto de alvenaria racionalizada proporcionaria para esta obra, uma maior integração dos projetistas com os processos executivos existentes dentro deste canteiro, além de uma maior interação do subsistema de alvenaria com os demais: estrutura e instalações, o que proporcionaria à otimização dos processos e uma maior garantia de qualidade no produto final, sendo este o canteiro de obra como um todo.

A racionalização da alvenaria diminuiria consideravelmente problemas freqüentemente constatados como deslocamento de equipes diretas para realização de outras tarefas, falta e elevado índice de desperdício de materiais, além de mão-de-obra ociosa que implicam diretamente em maiores ou menores índices de produtividade como ficou constatado.

Outro aspecto de fundamental importância que o projeto de alvenaria racionalizada proporcionaria ao canteiro de obra estudado seria uma melhoria no fluxo físico dos materiais envolvidos dentro do processo, pois todas as atividades contidas dentro deste processo seriam

otimizadas. Na atividade de pedido de materiais o número de insumos seria reduzido, no armazenamento o número de materiais diminuiria o que implicaria num mais rápido transporte e processamento destes materiais no canteiro de obra.

Acredita-se também que o índice de perdas de blocos em cada canteiro informados pelo coordenador técnico de obras da empresa, não condiz com a realidade. Foi relatado por ele um índice de quebra de blocos cerâmicos de 2 %, baseado em um levantamento de unidades de bloco especificados em nota fiscal e a quantidade de alvenaria executada em cada obra.

6.1.2 Contrapiso

No processo de contrapiso, não se verificou grandes perdas no fluxo dos materiais envolvidos e nos índices de produtividade. Porém, acredita-se que a implementação da tecnologia do CCA neste canteiro de obra, proporcionaria uma melhoria direta na produtividade e na execução do processo de contrapiso e de outros processos.

A aplicação do CAA no canteiro de obra pesquisado poderia reduzir a espessura do contrapiso em até 75% o que resultaria numa redução do consumo de argamassa (farofa) de até 5,19 m³ por laje.

Caracterizou-se também em várias observações realizadas no local, o deslocamento da equipe direta ligada ao processo de contrapiso para a atividade de concretagem da estrutura, fator implicante em perdas na produtividade da equipe direta ligada ao processo de contrapiso. Para solução deste problema, acredita-se que à utilização do CAA para concretagem da estrutura resultaria numa redução de até 70% da mão-de-obra empregada na execução deste processo, não havendo necessidade de se deslocar a equipe direta ligada ao processo de contrapiso para auxiliar nesta atividade.

Além desta melhoria na produtividade da equipe direta ligada ao processo de contrapiso o emprego do CAA proporcionaria a otimização de outros processos como: a montagem de fôrmas com aumento de até 40% em sua utilização e grande diminuição da mão-de-obra empregada na execução do processo de concretagem estrutural como já descrito.

6.1.3 Revestimento Interno em argamassa

No fluxo físico deste processo, observou-se que a atividade de espera do lote (argamassa), foi a que teve a maior representatividade em relação aos baixos índices de produtividade

levantados. Este fato ocasionava-se freqüentemente já que as betoneiras não tinham capacidade para atender pela produção de toda argamassa de todas as equipes responsáveis pela execução deste e outros processos no canteiro de obra.

Diante destes problemas, foi proposto e implantado na obra comprar uma argamassa usinada e armazená-la no canteiro de forma a suprir as necessidades deste material na obra. Com esta diretriz implementada no canteiro obteve-se um melhor índice de produtividade da equipe direta ligada ao processo. A melhoria da produtividade ficou constatada a partir do estudo comparativo das RUP's diárias e potenciais nos dois momentos: antes e após a aplicação da compra da argamassa usinada para o canteiro de obra analisado.

Enfatiza-se na presente pesquisa a importância da racionalização dos processos estudados, principalmente o de alvenaria. Gehbauer *et al.* (2008), evidencia a racionalização como um processo contínuo de otimização dos recursos e processos disponíveis para a execução de um empreendimento, seja ele a execução de uma parede ou de um edifício.

6.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA

No início dos trabalhos realizados, todos os funcionários envolvidos nos vários processos executados dentro do canteiro ficaram desconfiados, supondo que estavam passando por uma avaliação por parte da empresa em relação à qualidade de seus serviços.

Do ponto de vista da obtenção dos índices de produtividade, a maior dificuldade foi à obtenção do índice da alvenaria (interna e externa). Era o único processo dentre todos os estudados, que tinha mais de uma equipe direta. Este fato dificultava o levantamento da quantidade de alvenaria produzida e a marcação do tempo durante um dia de trabalho.

Em relação à colaboração do engenheiro gestor da obra escolhida para o estudo de caso e o coordenador técnico de obras da empresa, estes ajudaram em todos os aspectos para realização da pesquisa entre os quais pode-se citar: preenchimento e fornecimento de documentação, separação das equipes e interação com elas, além de uma receptividade excelente no início do trabalho.

6.3 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Como recomendações para trabalhos futuros e compreensão de aspectos que envolvem a logística e a produtividade dos processos estudados, propõem-se:

- Estudar os índices de produtividade e desperdício no processo de alvenaria convencional e alvenaria racionalizada, estabelecendo um paralelo das vantagens e desvantagens entre os dois processos;
- Identificar as possíveis vantagens do CAA em relação ao CC diante dos aspectos supracitados: durabilidade das fôrmas, tempo de concretagem, mão-de-obra empregada e espessura do contrapiso;
- Estabelecer um paralelo entre a argamassa produzida em concreteira e a argamassa produzida no canteiro abrangendo aspectos relacionados à produtividade da mão-de-obra, custo, desempenho, patologias entre outros;
- Calcular novos índices de produtividade de outras equipes diretas dos mesmos processos estudados neste trabalho, dentro da mesma empresa a fim de estabelecer um índice comum e mais confiável para futuros orçamentos;
- Estudar os índices de produtividade dos mesmos processos pesquisados neste trabalho em outras empresas construtoras com objetivo de se estabelecer um valor que possa ser utilizado como parâmetro por qualquer empresa que atue na região metropolitana de Goiânia.

REFERÊNCIAS

ABESC. Salto produtivo. **Revista téchne**, edição 157, PINI, 2010.

ABIKO, A.K.; GONÇALVES, O.M.; CARDOSO, L.R.A. O futuro da construção civil no Brasil. Resultados de um estudo de prospecção tecnológica da cadeia produtiva da construção habitacional, São Paulo, 132 p, dez. 2003.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001: Sistema de gestão da qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2008, 28 p.

AKKARI, A.M.P.; SILVA, S.A.R.; SOUZA, U.E.L. A aplicação dos conceitos da teoria das restrições para orientar no processo de nivelamento de recursos no processo de gerenciamento da construção civil. In: ENTAC, 2006, Florianópolis, SC, 11º, 10 p.

ALENCAR, R.S.A. **Dosagem do concreto auto-adensável: produção de pré-fabricados.** 2008. 179 p. Dissertação (Departamento de Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

ALVES, T.C.L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras proposta baseada em estudos de caso.** 2000. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

ALVES, T.C.L.; MARCHESAN, P.R.C.; FORMOSO, C.T. A análise de restrições e o planejamento e controle da produção na construção de uma biblioteca. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2001, Fortaleza, CE, 2º, 12 p.

AMARAL, T.G. Aplicabilidade dos princípios da construção enxuta a situações de qualificação profissional em canteiro de obras. In: ENTAC, 2006, Florianópolis, SC, 11º, 11 p.

ANSOFF, H; MACDONELL, E.J. Implantando a administração estratégica. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1993.

ARAÚJO, H.N.; JUNGLES, A.E. O uso da teoria da firma no setor para análise da competitividade da indústria da construção civil: sub-setor de edificações. In: I CLACS e X ENTAC, 2004, São Paulo, SP, 15 p.

ARAÚJO, L.O.C; SOUZA, U.E.L.de. Fatores que influenciam a produtividade da alvenaria: detecção e quantificação. In: ENTAC, 2000, Salvador, BA, v.1, 8º, p. 477-484.

BALLARD, G.; PICCHI, F.; SACKS, R. Production System Design. IGLC.

BARNES, R.M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho.** 6ª edição, São Paulo, Edgard Blücher Ltda, 2001.

BULHÕES, I.R.; FORMOSO, C.T.; AVELLAN, T.V. Gestão dos fluxos físicos e sua integração com o planejamento e controle da produção: caso de uma empresa de Salvador-

BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2003, São Carlos, SC... São Carlos, SP, 3, 10 p.

CARDOSO, F.F. Importância dos estudos de preparação e da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios: alguns aprendizados a partir da experiência francesa. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL LEAN CONSTRUCTION, 1996, São Paulo, SP, 1ª, p 01-24.

COOPER, R.; SLAGMULDER, R. **Supply Chain Development for the Lean Enterprise: Interorganizational cost management.** Portlland, OR: Productivity inc., 1999.

COSTA, A.C.F.; SANTOS, R.B.; LIMA, F.B.; JUNGLES, A.E.; HEINECK, L.F.M. Gestão dos fluxos físicos nos processos construtivos de canteiros de obras-edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO BRASIL, 2005, Porto Alegre, RS, 4º, 10 p.

COSTA, F.N.; BONIN, L.C.; FORMOSO, C.T.; MASUERO, A.B. Indicadores de qualidade no processo de execução de revestimento externo em argamassas: estudo de casos. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de argamassas, 2005, Florianópolis, SC, 5º, 12 p.

COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT (CLM) **Definição da logística**. Disponível na Internet http://www.clm1.org/Mission/Logistics.asp, acessado em maio de 2009.

CRUZ, A.L.G. **Método para o estudo do comportamento do fluxo material em processos construtivos, em obras de edificações, na indústria da construção civil**. Uma abordagem logística. 2002. 248 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

DAI, J.; GOODRUM, P.M.; MOLONEY, W.F.; SRINIVASAN, C. "Latent Structures of the Factors Affecting Construction Labor Producitivity". J. Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, 135, 397 (2009).

DENNING, P.J; MEDINA-MORA, R. "Completing the loops". **Interfaces**, 25 (3), May-June 1995.

DETONI, M.M.M.L. **A evolução da indústria de prestação de serviços logísticos no Brasil: uma análise de mercado**. 2003. 192 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ESTUPIÑÁN, F.A.A.B. **Análise do processo estratégico de logística nas grandes e médias empresas de produtos de cerâmica de revestimento de Santa Catarina**. 2004. 98 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

FONTANINI, P.S.P.; PICCHI, F.A. Uma análise logística do fluxo de suprimentos da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO, 2006, Florianópolis, SC, 11, 11 p.

FRANCISCHINI, P.G. **Estudo de tempos**. In: Gestão de operações a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. 2ª edição, São Paulo, Edgard Blücher Ltda, 1998.

GEHBAUER, F.; GUTIERREZ, A.; AGUIAR, C.; AZUMA, F.; BEBER, M.; BERTELE, N. Racionalização do transporte de materiais em edificações. **Revista téchne**, edição 139, PINI, 2008.

GEORGES, M.R.R; SEYDELL, M.R.R. Panorama de educação formal em logística e do mercado de trabalho na região metropolitana de campinas. In: CD ROOM. V SIBRAGEC - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO BRASIL, 2007, Campinas, SP.

GOODRUM, P.M.; ZHAI, D.; MOHAMMED, F.Y. "Relationship between Changes in Material Technology and Construction Productivity". J. Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, 135, 278 (2009).

HEINECK, L.F.M.; BRANDÃO, D.Q. A área de gerenciamento na construção civil: importância, caracterização e perspectivas para a pesquisa e o ensino de pós-graduação na UFSC. In: CONGRESSO TÉCNICO-CIENTÍFICO DE ENGENHARIA CIVIL BRASIL, 1996, Florianópolis, SC, 1996, p 24-35.

HENRICH, G.; SANTOS, S.; KOSKELA, L. Teoria e métodos para gestão da produção na construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO, 2006, Florianópolis, SC, 11º, 7 p.

INTERNATIONAL GROUP OF LEAN CONSTRUCTION. Disponível em: < http://www.iglc.net/Themes/Production>. Acesso em 10 de março de 2010.

ISATTO, E.L.; FORMOSO, C.T. Fatores relevantes na concepção de sistemas de informação voltados à gestão da cadeia de suprimentos na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO, 2002, Foz do Iguaçu, PR, 9º, 10 p.

ISHIWATA, J. **IE for the shop floor, Productivity through process analysis**, Portland, Oregon, Productivity Press, inc., 1991. 182 p.

JOURNET, M. Evolution de la logistique dês entreprises industrielles et commerciales, **Revue Française de Gestion Industrielle**, vol.18, n.1, 1998.

JÚNIOR, A.T.; BASTOS, L.C. Análise da gestão do fluxo de materiais no ambiente de produção da indústria da construção civil: um estudo de caso aplicado ao processo estrutural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO EM DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2003, Gramado, RS, 4, 11 p.

KEHL, S.P. Produtividade na construção civil. In: **Gestão de operações a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 2ª edição, São Paulo, Edgard Blücher Ltda, 1998.

KOEHN, E.; BROWN,G . "Climatic Effects on Construction". J. Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, 111, 129 (1985).

KOSKELA, L. Aplication of the new production philosophy to construction. Stanford, EUA: CIFE, 1992. 75 p. (Technical Report 72.)

KRÜGER, J.A.; HEINECK, L.F.M.; A elaboração de manuais de procedimentos padronizados para a melhoria da qualidade e produtividade: ação de uma empresa de construção civil num ambiente de competitividade e globalização. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, 1999, Recife, PE, 1º, 11 p.

LA LONDE, B. Evolution of the integrated logistics concept. **The Logistics Handbook**, New York, J.F. Robenson & William C. Copacino, p. 3-12, 1994.

LANTELME, E.M.V.; TZORZOPOULOS, P.; FORMOSO, C.T. **Indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. 2, Porto Alegre, [de] Denise Pithan, 2001. 98 p.

LORDSLEEM JÚNIOR, A.C.; NEVES, M.L.R. Racionalização de alvenaria: avaliação quantitativa. **Revista téchne**, edição 149, PINI, 2009.

MAIA, A.C.; SOUZA, U.E.L. **Método para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras de edifício: fase criativa.** Brasil – São Paulo, SP. 2003. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil,. BT / PCC / 338 31 p.

MANUEL, P.J.M. **Estudo da influência do teor de argamassa no desempenho de concretos auto-adensáveis.** 2005. 170 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

NASCIMENTO, V.M.; CRUZ, A.L.G.; ABREU, A.F. O sistema de comunicação e a gestão dos fluxos logísticos na construção civil: estudo aplicado ao gerenciamento de processos empresariais. In: ENTAC 8º, 2000, Salvador, BA, v.1, p 580-587.

NOVAES, A.G.; ALVARENGA, A.C. **Logística aplicada**: suprimento e distribuição física. 2 ed., São Paulo, Pioneira, 1994, 268 p.

PEÑA, M.D.; **Método para elaboração projetos para produção de vedações verticais em alvenaria.** 2003. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

PICCHI, F.A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. 1993. 436 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), EPUSP, São Paulo, 1993.

SANDERS, S.; THOMAS, H.R. "Factors Affecting Masonry-Labor Productivity". J. Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, 117, 626 (1991).

SANTOS, C.A.B.; FILHO, J.R.F. Construção civil: um sistema de gestão baseado na logística e na produção enxuta. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO BRASIL, 1998, Niterói, 8p.

Segurança e Medicina do Trabalho. NR-1 a 33. CLT-ARTS 154 a 201. Portaria Nº 3214, de 8-6-1978. Legislação Complementar. Índices Remissivos. 2010, São Paulo, SP, 65ª, Atlas S.A.

SERRA, S.M.B. **Diretrizes para gestão dos subempreiteiros**. 2001. 360 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SHINGO, S. **O sistema toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2ª edição, Porto Alegre, Bookman, 1996. 291 p.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis, 2005. 138 p.

SILVA, F.B. **Conceitos e diretrizes para gestão da logística no processo de produção de edifícios**. 2000. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SILVA, M.M.A.; **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação.** 2003. 274 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOUZA, U.E.L.de. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado**. São Paulo, 1996. 280 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

STUKHART, G. Construction materials management.USA, Marcel Dekker INC., 1995.

THOMAS, H.R.; SMITH, G.R.; SANDERS, S.R.; MANNERING, F.L. **An exploratory study of productivity forecasting using the factor model for masonry.** Pennsylvania, Pennsylvania Transportationa Institute, 1989. (Final Report. PENNSTATE. 9019).

THOMAS, H.R.; YIAKOUMIS, I. Factor modelo f construction productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.113, n.4, Dec. 1987.

TUTIKIAN, B.F.; MOLIN, D.C.D. Vantagens concretas. **Revista téchne**, edição 140, PINI, 2008.

VIEIRA, H.F. Tecnologia logística no desenvolvimento do produto na construção civil. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2002, Porto Alegre, RS, 2, 6 p.

WANG, Y.; GOODRUM, P.M.; HAAS,C.T.; GLOVER, R.W. “Craft Training Issues in American Industrial and Commercial Construction”. J. Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, 134, 795 (2008).

YIN, N. M. **Uma contribuição ao estudo da logística no sub-setor de edificações: estudos de caso em canteiros de obra de Vitória-ES**. 2003. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**, 2ª. Edição, Bookman, Porto Alegre, 2001, 204p.

ZEGARRA, S.L.V. **Diretrizes para elaboração de um modelo de gestão dos fluxos de informações como suporte à logística em empresas construtoras de edifícios**. 2000. 214 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

APÊNDICE A - CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Entrevistado/Cargo: **D'awilla Bo Vieira / Coordenador de Obras**

1. Tempo de fundação da empresa

☐ 0 a 5 anos

☐ 6 a 10 anos

☐ 11 a 20 anos

■ Mais de 20 anos

2. Número de obras entregues

☐ 0 a 5 obras

☐ 6 a 20 obras

☐ 21 a 50 anos

■ Mais de 50 obras

3. Número de obras em andamento

☐ 1 a 3 obras

■ 4 a 10 obras

☐ Mais de 20 obras

4. Com relação ao número de empregados gerados por sua empresa, marque uma alternativa em cada coluna

Total geral	Total de empregados em obras	Total de empregados no escritório
☐ 1 a 50 funcionários	☐ 1 a 50 funcionários	☐ 1 a 5 funcionários
☐ 51 a 100 funcionários	☐ 51 a 100 funcionários	☐ 6 a 10 funcionários
■ 101 a 500 funcionários	■ 101 a 500 funcionários	☐ 11 a 20 funcionários
☐ 501 a 1000 funcionários	☐ 501 a 1000 funcionários	■ 21 a 50 funcionários
☐ Mais de 1000 funcionários	☐ Mais de 1000 funcionários	☐ Mais de 50 funcionários

Dos funcionários alocados em obra:

Total de funcionários próprios	Total de funcionários subempreiteiros	Envolvidos diretamente na produção
☐ 1 a 50 funcionários	☐ 1 a 50 funcionários	☐ 1 a 50 funcionários
☐ 51 a 100 funcionários	☐ 51 a 100 funcionários	☐ 51 a 100 funcionários
■ 101 a 500 funcionários	■ 101 a 500 funcionários	■ 101 a 500 funcionários
☐ 501 a 1000 funcionários	☐ 501 a 1000 funcionários	☐ 501 a 1000 funcionários
☐ Mais de 1000 funcionários	☐ Mais de 1000 funcionários	☐ Mais de 1000 funcionários

Funções administrativas e de apoio

☐ 1 a 5 funcionários

☐ 6 a 10 funcionários

☐ 11 a 20 funcionários

■ 21 a 50 funcionários

☐ Mais de 50 funcionários

5. Com relação ao uso de mão-de-obra subcontratada

☐ Nunca utiliza

☐ Utiliza às vezes

■ Utiliza com frequência

☐ Sempre utiliza

☐ Utiliza apenas em determinados serviços

6. Que tipo de contrato sua empresa utiliza com maior frequência

☐ Subempreitada global de mão-de-obra

☐ Subempreitada global de mão-de-obra e material

☐ 1 contrato para mão-de-obra e outros para demais serviços

■ 1 contrato para cada serviço (estrutura, alvenaria, revestimentos,...)

☐ Depende do tipo de obra

7. Indique com qual intensidade sua empresa tem conduzido as ações abaixo, visando melhorar a sua competitividade.

	Não adota	Moderada	Intensa
Aquisição de novos equipamentos	○	○	■
Contratação de consultores	○	■	○
Contratação de novos profissionais	○	■	○
Estabelecimento de parcerias com clientes	○	○	■
Estabelecimento de parcerias com fornecedores	○	○	■
Estabelecimento de parcerias com projetistas	○	○	■
Estabelecimento de parcerias com outras construtoras	○	■	○
Estabelecimento de parcerias com subempreiteiros	○	■	○
Investimento em informática	○	○	■
Investimento em planejamento da produção	○	■	○
Investimento em projeto	○	○	○
Investimento em RH	○	■	○
Investimento em tecnologia de produção	○	○	■
Mudanças organizacionais e gerenciais	○	○	■
Padronização dos procedimentos administrativos	○	○	■
Padronização dos procedimentos de execução	○	○	■
Participação em feiras	○	○	■
Participação em seminários	○	○	■

PARTE 2 – QUESTÕES

<u>MATERIAIS</u>: Areia, bloco cerâmico, cal e cimento.

1. Quais materiais são de responsabilidade de empresas subcontratadas? Porque isto acontece?

   Nenhum.

2. Quais são os materiais críticos em termos de dificuldades de transporte e armazenagem no canteiro (em função do peso e do volume) ? Apontar os 4 em ordem decrescente.

   Areia, bloco cerâmico, cimento e cal.

3. Quais materiais são críticos em termos de custos?

   Todos.

4. Quais são os atrasos de materiais mais críticos?

   Bloco cerâmico em primeiro lugar seguido do cimento.

5. A empresa consegue apropriar o custo destes atrasos?

   Não.

6. Qual a influência, na sua opinião, da gestão dos suprimentos, equipamentos e as atividades de transportes tem sobre o custo total do empreendimento?

   Não sei.

7. Qual o custo da instalação do canteiro?

   Mais ou menos R$ 15.000,00.

8. Quando é feito o planejamento do lay-out do canteiro?

   Antes do início da obra.

9. Quais pessoas são responsáveis pela elaboração do lay-out do canteiro? Como ele é elaborado?

   Coodenador, engenheiro da obra e diretor técnico.

10. Quantas fases de projeto o lay-out prevê?

    Um projeto contempla várias fases.

11. São realizados projetos para produção? Para quais serviços? Estes projetos trazem definição dos principais fluxos físicos a serem realizados nos serviços?

    Sim. Marcação de alvenaria e instalações.

12. Existem reuniões periódicas entre os agentes do processo de produção (engenheiros de obra, de projeto, de planejamento, mestres, subempreiteiros) para definir andamento dos serviços?

    Sim, uma vez por mês. Reunião técnica.

13. Como é definido o "plano de ataque" da obra? Em função de quais parâmetros?

    Cronograma físico-financeiro.

14. Como é feita a reprogramação do plano de ataque em função dos atrasos/avanços nos serviços?

    Mensalmente através do Planejamento da Qualidade da Obra.

15. Se existe uma previsão de entulho a ser retirado da obra, quando é feita?

Sim, no início da obra.

16. Como é removido o entulho da obra?

    Por caçambas e empresas de reciclagem.

17. Como é feito o dimensionamento dos equipamentos críticos?

    Através de experiências anteriores.

18. É feito uma análise econômica das alternativas de transporte a serem utilizadas? Como é feita? Por quem é feita?

    Sim. Através de custos de investimentos/processos construtivos. Realizada pelo coordenador e diretor técnico.

APÊNDICE B – CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS

CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS	EMPRESA			
	areia	bloco cerâmico	cal	cimento
CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS	A			
1. Quem participa da decisão sobre as características destes materiais? (podem ser assinaladas mais de uma alternativa)				
Diretor Técnico				
Engenheiro da obra	■	■		
Mestre de obra	■	■		
Setor de projeto/ planejamento				
Setor de compras/suprimentos			■	■
Subempreiteiro				
Projetista contratado				■
Consultor				
Outros_____				
2. Em que fase do processo de produção são determinadas as características destes materiais?				
Planejamento do empreendimento				
Projeto				
Início da obra				
Ao longo da obra	■	■	■	■
Outros_____				
3. Onde são registradas as características destes materiais?				
Em detalhes nas plantas do projeto				
Caderno de especificações				
Em terminal de microcomputador	■	■	■	■
Requisição de material	■	■	■	■
Projetos específicos				
Composições de preços				
Não é registrada				
Outros_____				
COMPRAS				
4. A partir de qual documento são definidas as quantidades de suprimentos?				
Quantitativo de projeto		■		
Orçamento preliminar				
Planejamento físico-financeiro				
Requisição de material	■	■	■	■
Outros_____				
5. Quem faz o pedido de compra destes materiais?				
Engenheiro da obra	■	■	■	■
Mestre de obra				
Almoxarife	■	■	■	■

Setor de suprimentos da empresa				
Encarregado				
Subempreiteiro				
Outros_____				
6. Quais pessoas participam do processo de aprovação da compra?				
Diretor técnico				
Coordenador de obras				
Chefe do setor de suprimento				
Engenheiro da obra				
Outros_____				
7. Em que fase do processo de produção são feitos os pedidos destes materiais?				
Planejamento do empreendimento				
Projeto				
Início da obra				
Ao longo da obra				
Seis meses antes do início do serviço				
Outros				
8. Qual o tempo de aprovação de uma compra?				
Imediato				
1 dia				
2 a 3 dias				
1 semana				
Outros_____				
9. Qual é o critério principal para a definição da compra destes materiais? (Priorize uma resposta somente)				
Preço				
Qualidade				
Prazo				
10. Existe procedimento padrão para seleção de fornecedores? (anexar documentos, se possível)				
Sim				
Não				
11. A empresa trabalha em parceria com os fornecedores destes materiais?				
Sim				
Não				
PROGAMAÇÃO DA ENTREGA				
12. Quem programa a entrega destes materiais (datas e horários)?				
Engenheiro da obra				
Mestre de obra				
Almoxarife				
Subempreiteiro				
Outros_____				
13. Com qual freqüência é realizada a programação de entrega de materiais?				
Uma programação para cada entrega				
Uma programação para várias entregas com datas pré-fixadas				
Uma programação a cada semana				
Uma programação mensal				

Outra_____				
14. Como é feita a programação da entrega?				
Por telefone, sem documento escrito				
Por telefone, depois confirmação por escrito				
Por fax				
Por formulário/pedido (anexar documentos, se possível)				
Através de terminal de microcomputador				
Outros_____				
15. Como é feita a divisão do lote para fins de entrega?				
Entrega em um único lote				
Várias entregas em datas pré-fixadas				
O suficiente para um dia de trabalho				
O suficiente para uma semana de trabalho				
O suficiente para um período mais significativo de trabalho				
16. Quando há entrega dos materiais em uma única vez, quais razões levam a isto?				
Ritmo de consumo dos materiais não previsível				
Ritmo rápido de consumo				
Espaço de estocagem disponível				
Pouco risco de degradação ou roubo				
Oportunidade de compra (preço)				
Frete				
Outros_____				
17. Quando há entrega fracionada dos materiais, quais razões levam a isto?				
Ritmo de consumo dos materiais previsível				
Espaço de estocagem reduzidos				
Risco de degradação ou roubo				
Retardar desembolsos				
Outros_____				
18. Qual a tolerância normal de atraso na entrega?				
Até um dia				
Até dois dias				
Até uma semana				
Até um mês				
Outros_____				
19. Quem transporta o material até a obra?				
Um transportador contratado pelo fornecedor				
Um transportador contratado pela construtora				
Um transportador contratado pelo subempreiteiro				
A construtora				
Outros_____				
RECEBIMENTO				
20. Quem recebe e verifica a conformidade dos materiais em obra?				
Engenheiro da obra				
Mestre de obra				
Almoxarife				
Encarregado de serviço				
Pessoal do setor de qualidade				
Subempreiteiro				
Outros_____				

21. Quais documentos acompanham a entrega?				
Nota Fiscal				
Pedido				
Ficha de especificação e verificação (anexar documentos, se possível)				
Outros_____				
22. Como se procede quando há uma não conformidade do produto entregue?				
Devolução integral ao fornecedor				
Devolução parcial ao fornecedor				
Registro no documento que acompanha a entrega				
Contato verbal com o fornecedor				
Outros_____				
23. Quais pessoas são informadas quando ocorre uma não conformidade do produto entregue? (podem ser assinaladas mais de uma alternativa)				
O responsável pela compra				
O responsável pela entrega				
O responsável pelo pagamento				
O subempreiteiro				
Outros_____				
ESTOCAGEM E PROCESSAMENTO				
24. Quais pessoas participam do processo de decisão dos locais de estocagem e processamento dos materiais? (podem ser assinaladas mais de uma alternativa)				
Engenheiro da obra				
Mestre de obra				
Almoxarife				
Encarregado de serviço				
Pessoal do setor de qualidade				
Subempreiteiro				
Outros_____				
25. Quando é tomada a decisão em relação aos locais de estocagem e processamento dos materiais?				
Na fase de projeto/planejamento				
Implantação do canteiro				
Durante a fase de execução, um mês antes				
Menos de uma semana antes da entrega				
No dia da descarga				
Outros_____				
26. Em quais documentos estão determinados os locais de estocagem e processamento?				
Não há documento específico				
Projeto de Implantação				
Lay-out do canteiro				
Outros_____				
PAGAMENTO				
27. Quem aprova (em última instância) o pagamento das mercadorias?				
Coordenador de obras				
Diretor técnico				
Chefe do setor de suprimento				

Engenheiro da obra				
Financeiro				
Outros_____				
28. Qual é o prazo normal de pagamento?				
28 dias				
Menos de 30 dias				
30 dias				
60 dias				
Outros_____				
REQUISIÇÃO INTERNA				
29. Para o caso de materiais que ficam estocados em obra, quem faz a requisição para a sua utilização?				
O subempreiteiro				
O mestre de obras				
O encarregado do serviço				
Qualquer operário				
Não é feita				
Outros_____				
30. Como é feita a requisição interna de materiais?				
Não há documento para requisição formal				
Através de formulário próprio				
Através de terminal de microcomputador				
Outros_____				
31. Como é feita a requisição interna de equipamentos/ferramentas?				
Não há documento para requisição formal				
Através de formulário próprio				
Através de terminal de microcomputador				
Outros_____				
CONTROLE				
32. Quem é responsável pelo controle dos estoques destes materiais em obra?				
O mestre de obras				
O setor de suprimentos da empresa				
O almoxarife				
O subempreiteiro				
O encarregado do serviço				
Outros_____				
33. Como é feito o controle de estoque dos materiais?				
Não há documentos para o controle do estoque em obra				
Planilhas especificas (anexar documento, se possível)				
Através de um programa de computador				
Outros_____				
34. Como é feito o controle da utilização dos equipamentos?				
Não há documentos para o controle dos equipamentos em obra				
Planilhas especificas (anexar documento, se possível)				
Através de um programa de computador				
Outros_____				
REPROGRAMAÇÃO				
35. Quem participa do processo de reprogramação das compras em função de atrasos ou antecipações ocorridas na obra?				
O diretor técnico da empresa				

O engenheiro da obra				
O mestre de obra				
O setor de planejamento				
O subempreiteiro				
O setor de suprimentos da empresa				
Outros_____				
FLUXOS FÍSICOS				
36. Os materiais entregues são provenientes de onde?				
Do fabricante/produtor				
De um intermediário				
De um depósito da empresa				
Outros_____				
37. Qual é a distância que o produto percorre até chegar no canteiro?				
Menos de 20 Km				
De 20a 100 Km				
Mais de 100 Km				
Outro caso particular				
EMBALAGEM, TRANSPORTE E DESCARGA				
38. Como é o acondicionamento do material?				
Não há acondicionamento específico				
Pallets				
Caixas				
Condicionamento especial para transporte em grua				
Embalagem unitária				
Kits ou conjuntos pré-montados				
39. Qual o meio de transporte utilizado até a obra?				
Furgão				
Caminhonete				
Caminhão leve				
Caminhão pesado				
Carreta				
Usuais (caminhões betoneira, basculante, silo, etc.)				
40. Como é feita a descarga na obra? (podem ser assinaladas mais de uma alternativa)				
Manualmente				
Carrinhos de mão ou jericas				
Grua				
Transportadores de pallets				
Caminhão com caçamba basculante				
Caminhão Munck ou guindaste				
Outros_____				
41. Quem é responsável pela descarga na obra?				
A construtora				
O fornecedor				
O transportador				
O subempreiteiro				
Não há um responsável				
Outros_____				
42. Para onde é levado o material descarregado?				
Para a calçada				
Para um local intermediário				

Para o local de estocagem				
Para o local de uso				
43. Como é feito o transporte do local de descarga até o primeiro local de estoque?				
Manualmente				
Carrinho de mão				
Jerica				
Grua				
Transportadores de pallets				
Elevadores				
Guinchos				
Outros				
44. Qual é a freqüência de descarga ?				
Diária				
A cada 2 dias				
Semanal				
Mensal				
Outros				
ESTOCAGEM				
45. Onde está localizada a área de estocagem?				
Não há área de estocagem				
No terreno				
Na infra-estrutura				
Na superestrutura				
Em zona reservada para estocagem de diversos materiais				
Outros_____				
46. Qual a natureza da área de estocagem?				
Área externa à praça de trabalho				
Local abrigado no corpo do edifício				
Local abrigado externo ao corpo do edifício				
Almoxarifado próprio				
Local aberto externo ao edifício				
Outros_____				
47. A área de estocagem está próxima:				
Ao local de utilização do material				
Ao equipamento de transporte vertical				
Ao local de descarga				
Outro local_____				
48. O local de estocagem mudou quantas vezes durante a obra?				
1 vez				
2 vezes				
3 vezes				
4 vezes				
Mais de 4 vezes				
49. Por que foi feita a escolha deste local?				
Por facilidade na movimentação				
Por estar sob o alcance da grua				
Pela distância da área de construção e das áreas de tráfego				
O espaço estava livre no momento da descarga				
Proteção contra roubo				
Outros_____				
50. Qual é a duração média do estoque?				

1 dia				
Até 2 dias				
Até uma semana				
Até um mês				
Mais de um mês				
Outros_____				
ZONAS DE PROCESSAMENTO				
51. Onde está localizada a área de processamento destes materiais?				
Não há processamento na obra				
No terreno				
Na infra-estrutura				
Na superestrutura				
Zona reservada para estocagem de diversos materiais				
Outros_____				
52. Qual a natureza da área de processamento?				
Área externa à praça de trabalho				
Local abrigado no corpo do edifício				
Local abrigado externo ao corpo do edifício				
Almoxarifado próprio				
Local aberto externo ao edifício				
Outros_____				
53. A área de processamento está próxima:				
Ao local de utilização do subproduto				
Ao equipamento de transporte vertical				
Ao local de descarga				
Outros local_____				
54. Por que foi feita a escolha deste local?				
Por facilidade na movimentação				
Por estar sob o alcance da grua				
Pela distância da área de construção e das áreas de tráfego				
O espaço estava livre no momento da descarga				
Proteção contra roubo				
Outros_____				
55. O local de processamento mudou quantas vezes durante a obra?				
Nenhuma vez				
1 vez				
2 vezes				
3 vezes				
4 vezes				
Mais de 4 vezes				
MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS				
56. Quem participa do processo de decisão dos equipamentos que serão utilizados para transportar estes materiais?				
Engenheiro da obra				
Mestre de obra				
Setor de projeto/ planejamento				
Setor de compras/suprimentos				
Subempreiteiro				
Outros_____				
57. Quem faz a movimentação do material na obra?				

A construtora				
A subempreiteira				
Um prestador de serviço				
Outros_____				
58. Quais são os meios de movimentação do material do estoque até o local de processamento? Indique também quais equipamentos são próprios ou alugados. (podem ser assinaladas várias alternativas)				
Manual				
Caixas de madeira				
Carrinho de mão				
Jerica				
Caçamba				
Grua por conta da construtora				
Grua por conta do subempreiteiro				
Transportadores de pallets manuais				
Transportadores de pallets motorizados				
Bobcats				
Elevadores				
Guinchos				
Outros_____				
59. Quais são os meios de movimentação do material do estoque até o local de uso? Indique também quais equipamentos são próprios ou alugados. (podem ser assinaladas várias alternativas)				
Manual				
Carrinho de mão				
Jerica				
Caçamba				
Grua por conta da construtora				
Grua por conta do subempreiteiro				
Transportadores de pallets manuais				
Transportadores de pallets motorizados				
Bobcats				
Elevadores				
Guinchos				
Dumper				
Outros_____				
60. Quais são as principais barreiras à mecanização do transporte deste material no canteiro? (até duas respostas)				
Custo elevado dos equipamentos existentes				
Inexistência de equipamentos adequados				
Inexistência de equipamentos para aluguel				
O transporte deste material não é tão problemático ao ponto de exigir mecanização				
Não amortização a curto prazo do investimento a ser feito				
Desconhecimento dos benefícios econômicos que tal escolha poderia propiciar				
Desconhecimento dos benefícios técnicos que tal escolha poderia propiciar				
Outros_____				
PERDAS E ENTULHOS				

61. Qual é o coeficiente de perda direta do material?				
Orçado:_____				
Observado:_____				
62. Quais as principais razões das perdas destes materiais em função do mau planejamento e gestão logística?				
Desperdícios na movimentação				
Degradação em função de intempéries				
Roubo ou vandalismo				
Degradação em função de choques ou falta de cuidados na movimentaçao				
Vencimento do prazo de validade				
Mal uso na execução				
Falta de especificação conforme a logística				
Outros_____				
63. Se existe uma previsão da quantidade de entulho que serão gerados, quando ela é feita?				
Fase de planejamento				
Início da obra				
Início do serviço				
Não há entulho				
Outros_____				
64. Quais equipamentos são utilizados para remover o entulho gerado por estes materiais na obra?				
Coleta Manual				
Tubos coletores de lixo				
Carrinhos de mão				
Jericas				
Caçambas				
Bobcats				
Elevadores				
Guinchos				
Outros_____				
65. Onde é colocado tal entulho dentro da obra após a limpeza?				
Próximo do local de trabalho				
Em área específica para colocação de entulhos				
No local que estiver desocupado no momento				
Diretamente em caçambas				
Na calçada				
Outros_____				
66. Este local é previsto antes do início da obra?				
Sim				
Não				
67. Qual a frequência de retirada do entulho gerado por estes materiais?				
Duas vezes por dia				
Uma vez por dia				
De dois em dois dias				
De três em três dias				
Uma vez por semana				
Menos de uma vez por semana				