

LÚCIO SOIBELMAN

AS PERDAS DE MATERIAIS
NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES:
SUA INCIDÊNCIA E SEU CONTROLE

Dissertação apresentada à Escola
de Engenharia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul para a obtenção
do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração:
Construção

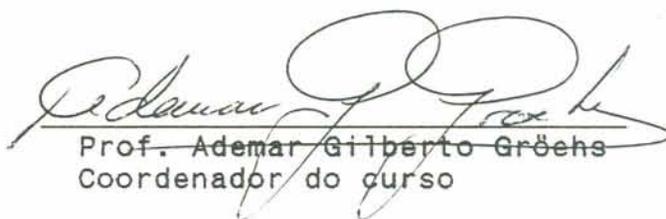
Orientador:
Carlos Torres Formoso

PORTO ALEGRE
1993

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



Prof. Carlos Torres Formoso
Orientador



Prof. Ademar Gilberto Gröhs
Coordenador do curso

BANCA EXAMINADORA

Carlos Torres Formoso (orientador)
Ph.D. pela University of Salford.

Luiz Fernando Mählmann Heineck
Ph.D. pela University of Leeds.

Flávio Augusto Picchi
Dr. pela Escola Politécnica da USP.

À minha esposa Tânia e minha filha Lívia,
molas propulsoras de todas as minhas
lutas, dedico esta dissertação de
mestrado.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Carlos Torres Formoso pela orientação segura dada a este trabalho.

À professora Claudia De Cesare pela amizade e pela importante participação em todas as fases desta pesquisa.

Ao professor Luiz F. Heineck pela contribuição na fase inicial desta pesquisa.

Ao engenheiro Paulo Von Reisswitz e aos demais representantes do SINDUSCON-RS pela colaboração na fase inicial da montagem da metodologia para o levantamento de perdas.

Ao SEBRAE-RS e ao SINDUSCON-RS por terem apoiado a realização da pesquisa.

Aos auxiliares de pesquisa que com muito esforço e dedicação levantaram os dados nas obras para a realização desta pesquisa.

A todos os colegas do NORIE que através de debates sobre o tema, sugestões e bibliografias transmitidas, muito contribuíram com este trabalho.

As cinco empresas que gentilmente cederam suas obras para o levantamento de dados.

Aos órgãos financiadores, CAPES e CNPq, cujos recursos possibilitaram os estudos neste curso de Pós-Graduação.

Agradeço também à Elisa Henkin pelo trabalho de revisão, à bibliotecária Juliana Zart Bonilha pela colaboração na organização das referências bibliográficas, ao meu sócio Marcelo B. Benites por ter assumido meus compromissos viabilizando assim minha dedicação a esta pesquisa, à minha mãe Cecília com quem aprendi a valorizar os estudos e a pesquisa e ao meu pai Jayme e meu tio Isaac, com os quais tive a honra de trabalhar por muito tempo, por terem ensinado tudo o que sei da prática de engenharia.

RESUMO

O presente trabalho consiste em uma análise das perdas de materiais na construção de edificações.

Inicialmente, são classificados os diferentes tipos de perdas de materiais e apresentados os resultados de pesquisas já realizadas sobre o assunto. São discutidos, também, alguns princípios do gerenciamento dos materiais e apresentados conceitos relativos a sistemas de controle.

É apresentada a metodologia e os resultados de um estudo realizado em cinco canteiros de obras, situados na cidade de Porto Alegre, no qual foram levantados índices e causas de incidências de perdas de materiais.

A pesquisa realizada demonstrou que há consideráveis variações em relação à incidência de perdas para diferentes insumos e de um mesmo insumo para diferentes canteiros. Estes índices são bastante elevados em comparação com os valores apontados pela bibliografia. Este estudo demonstrou, também, que existem oportunidades de redução das perdas de materiais através de melhorias no manuseio e estocagem de materiais e, principalmente, através de aplicação de métodos que possibilitem a identificação e o controle das perdas durante o processo construtivo.

Por fim, é apresentado um conjunto de diretrizes para a implementação de um sistema de controle de perdas de materiais para a construção de edificações

ABSTRACT

This study consists of an investigation on the incidence of material waste in the building industry.

Initially, a classification of different kinds of building waste is presented and the results of some previous studies are discussed. Also, some principles of materials management are analysed, and a number of concepts related to control systems are presented.

Then, the methodology adopted in the research is described and the results of a study carried out in five different building sites situated in the city of Porto Alegre are analysed, in which the amount of building waste was monitored and its causes identified.

The research indicated that there are considerable variations in the incidence of waste for different materials and in different sites. These indices tend to be much higher than the values mentioned in the bibliography. The study also demonstrated that there are opportunities for reducing waste through improvements in the storage and handling of materials and, especially, by employing managerial methods which allow the identification and control of waste during the construction process.

Finally, a number of guidelines for implementing material waste control systems are proposed.

SUMARIO

1- INTRODUÇÃO.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	1
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	4
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	5
2- AS PERDAS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES.....	6
2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS PERDAS.....	6
2.1.1 As perdas segundo o seu controle.....	6
2.1.2 As perdas segundo sua natureza.....	7
2.1.3 As perdas segundo o momento de incidência.....	8
2.1.4 As perdas e os principais intervenientes no processo construtivo.....	9
2.1.4.1 O fabricante de materiais.....	9
2.1.4.2 O fornecedor de materiais.....	10
2.1.4.3 O projetista.....	10
2.1.4.4 A direção da empresa.....	11
2.1.4.5 O setor de orçamentação.....	11
2.1.4.6 O setor de compras.....	12
2.1.4.7 A setor produtivo.....	12
2.2 RESULTADOS DE PESQUISAS REALIZADAS.....	14
2.2.1 Pesquisa realizada por SKOYLES (1976).....	14
2.2.2 Pesquisa realizada por PINTO (1989).....	17
2.2.3 Pesquisa realizada por PICCHI (1993).....	18
3- AS PERDAS E O GERENCIAMENTO DE MATERIAIS.....	20
3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	20
3.2 PRINCÍPIOS PARA A OBTENÇÃO DE UM MELHOR GERENCIAMENTO DE MATERIAIS.....	21
3.3 O GERENCIAMENTO DE MATERIAIS E O "LAYOUT" DO CANTEIRO.....	22
3.4 O GERENCIAMENTO DE MATERIAIS E A SEGURANÇA DO CANTEIRO.....	23
4- SISTEMAS DE CONTROLE E A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO.....	25
4.1 A IMPORTÂNCIA DA TEORIA SISTÊMICA NA CONSTRUÇÃO.....	25
4.2 DEFINIÇÕES E CONCEITOS.....	26
4.2.1 Sistema.....	26

4.2.1.1	Objetivo do sistema.....	27
4.2.1.2	Meio.....	28
4.2.1.3	Retroalimentação.....	28
4.2.2	Controle.....	28
4.2.3	Sistemas de controle.....	31
4.3	PRINCÍPIOS DO SISTEMA DE CONTROLE.....	33
5	METODOLOGIA UTILIZADA NA ANÁLISE DAS PERDAS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES.....	36
5.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	36
5.2	ÂMBITO DA PESQUISA.....	36
5.3	OS MATERIAIS LEVANTADOS.....	38
5.4	OBRAS PESQUISADAS.....	40
5.4.1	Obra A.....	40
5.4.2	Obra B.....	40
5.4.3	Obra C.....	40
5.4.4	Obra D.....	41
5.4.5	Obra E.....	41
5.5	METODOLOGIA PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS.....	41
5.5.1	vistorias inicial e final.....	41
5.5.2	Planilhas utilizadas para o levantamento de dados.....	42
5.5.3	Metodologia para o cálculo dos resultados.....	45
5.5.3.1	Cálculo da incidência de perdas de materiais.....	45
5.5.3.2	Estudo das causas que contribuíram para a ocorrência de perdas.....	47
6	RESULTADOS DA ANÁLISE.....	48
6.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	48
6.2	AS INCIDÊNCIAS DE PERDAS NAS DIFERENTES OBRAS.....	48
6.2.1	Obra A.....	48
6.2.2	Obra B.....	50
6.2.3	Obra C.....	52
6.2.4	Obra D.....	53
6.2.5	Obra E.....	54
6.3	RESUMO DOS RESULTADOS DA PESQUISA E COMPARATIVO COM PESQUISAS PRÉVIAS.....	57
6.4	ESTUDO DAS PERDAS SEGUNDO O MOMENTO DE OCORRÊNCIA.....	60

6.4.1	Recebimento.....	60
6.4.1.1	Cimento.....	60
6.4.1.2	Areia média.....	61
6.4.1.3	Concreto usinado.....	62
6.4.1.4	Argamassa regular.....	64
6.4.1.5	Tijolos furados.....	65
6.4.1.6	Tijolos Maciços.....	68
6.4.2	Estocagem.....	70
6.4.2.1	Aço.....	70
6.4.2.2	Areia média.....	71
6.4.2.3	Argamassa regular.....	72
6.4.2.4	Cimento.....	73
6.4.2.5	Tijolos.....	74
6.4.3	Transporte interno.....	76
6.4.3.1	Areia média.....	76
6.4.3.2	Concreto.....	77
6.4.3.3	Argamassa regular.....	77
6.4.3.4	Tijolos furados.....	78
6.4.3.5	Tijolos maciços.....	80
6.4.4	Produção.....	81
6.4.4.1	Concreto usinado.....	81
6.4.4.2	Argamassa regular.....	82
6.4.4.3	Tijolos furados.....	89
6.4.4.4	Tijolos maciços.....	92
6.4.4.5	Cimento.....	93
6.4.4.6	Areia média.....	96
6.5	AS PERDAS DOS MATERIAIS PESQUISADOS	
	DISTRIBUÍDAS EM SUAS PRINCIPAIS CAUSAS.....	96
6.5.1	Aço.....	96
6.5.2	Cimento.....	97
6.5.3	Concreto usinado.....	99
6.5.4	Areia média.....	101
6.5.5	Argamassa regular.....	102
6.5.6	Tijolos Furados.....	103
6.5.7	Tijolos Maciços.....	105
6.6	AS PERDAS E A PRODUTIVIDADE DE MÃO-DE-OBRA.....	106
6.7	O CUSTO DAS PERDAS DOS MATERIAIS PESQUISADOS.....	107

7 - DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE PERDAS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES.....	110
7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	110
7.2 A IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTROLE DE PERDAS DE MATERIAIS.....	111
7.3 RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE CONTROLE DE PERDAS DE MATERIAIS.....	112
7.4 PROPOSTA DE UMA DOCUMENTAÇÃO BÁSICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE PERDAS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO.....	113
8 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	118
8.1. CONCLUSÕES.....	118
8.2 SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES.....	121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 - RESULTADOS DE PERDAS DIRETAS EM 114 CANTEIROS LEVANTADAS POR SKOYLES(1976).....	16
QUADRO 2.2 - RESULTADO DAS PERDAS LEVANTADAS POR PINTO (1989).....	18
QUADRO 2.3 - RESULTADOS DAS PERDAS LEVANTADAS POR PICCHI (1993).....	19
QUADRO 6.1 - PERDAS DA OBRA A.....	49
QUADRO 6.2 - PERDAS DA OBRA B.....	51
QUADRO 6.3 - PERDAS DA OBRA C.....	52
QUADRO 6.4 - PERDAS DA OBRA D.....	53
QUADRO 6.5 - PERDAS DA OBRA E.....	55
QUADRO 6.6 - ANÁLISE COMPARATIVA DOS ÍNDICES DE PERDA DE MATERIAIS (%).....	59
QUADRO 6.7 - CARACTERÍSTICAS DO RECEBIMENTO DE CIMENTO.....	60
QUADRO 6.8 - CARACTERÍSTICAS DO RECEBIMENTO DE AREIA MÉDIA.....	61
QUADRO 6.9 - CARACTERÍSTICAS DE RECEBIMENTO DO CONCRETO USINADO.....	62
QUADRO 6.10 - QUANT. DE CONCRETO PERDIDA EM COMPARAÇÃO COM A QUANT. RECEBIDA.....	64
QUADRO 6.11 - CARACTERÍSTICAS DO RECEBIMENTO DA ARGAMASSA REGULAR.....	65
QUADRO 6.12 - CARACTERÍSTICAS DO RECEBIMENTO DE TIJOLOS FURADOS.....	66
QUADRO 6.13 - DIMENSÕES DOS TIJOLOS FURADOS.....	66
QUADRO 6.14 - PERDAS DE TIJOLOS FURADOS NO RECEBIMENTO E ENTREGAS DE 1/2 TIJOLO.....	67
QUADRO 6.15 - CARACTERÍSTICAS DO RECEBIMENTO DE TIJOLOS MACIÇOS.....	69

QUADRO 6.16 - DIMENSÕES DOS TIJOLOS MACIÇOS.....	70
QUADRO 6.17 - CARACTERÍSTICAS DO ESTOQUE DE CIMENTO.....	73
QUADRO 6.18 - ALTURA DAS PILHAS DE CIMENTO.....	74
QUADRO 6.19 - ALTURA DOS ESTOQUES DE TIJOLOS.....	75
QUADRO 6.20 - DISTÂNCIAS DO GUINCHO AOS ESTOQUES DE TIJOLOS FURADOS.....	78
QUADRO 6.21 - PERDAS DE CONCRETO NAS LAJES.....	81
QUADRO 6.22 - PERDAS DE CONCRETO NOS PILARES.....	81
QUADRO 6.23 - ESPESSURAS DE REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS EM PAREDES INTERNAS.....	84
QUADRO 6.24 - ESPESSURAS DE REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS EM FORROS.....	85
QUADRO 6.25 - ESPESSURAS DE REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS EM PAREDES EXTERNAS.....	85
QUADRO 6.26 - ÁREA MÉDIA DA SEÇÃO DOS RASGOS REALIZADOS COM MAQUINA E COM MARRETA.....	87
QUADRO 6.27 - RESULTADOS OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DOS RASGOS - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS.....	88
QUADRO 6.28 - RESULTADOS OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DOS RASGOS - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	88
QUADRO 6.29 - PERDA DE ARGAMASSA NO EMBUTIMENTO DE INSTALAÇÕES.....	89
QUADRO 6.30 - TIJOLOS FURADOS PERDIDOS POR QUEBRA, REJEIÇÃO E CORTE.....	90
QUADRO 6.31 - TIJOLOS MACIÇOS PERDIDOS POR QUEBRA, REJEIÇÃO E CORTE.....	93
QUADRO 6.32 - JUNTAS HORIZONTAIS E VERTICAIS EM ALVENARIAS DE TIJOLOS FURADOS.....	95
QUADRO 6.33 - JUNTAS HORIZONTAIS E VERTICAIS EM ALVENARIAS DE TIJOLOS MACIÇOS.....	95
QUADRO 6.34 - ANÁLISE DAS PERDAS DE AÇO.....	97

QUADRO 6.35 - ANÁLISE DAS PERDAS DE CIMENTO.....	98
QUADRO 6.36 - ANÁLISE DAS PERDAS DE CONCRETO USINADO.....	100
QUADRO 6.37 - ANÁLISE DAS PERDAS DE AREIA MÉDIA.....	101
QUADRO 6.38 - ANÁLISE DAS PERDAS DE ARGAMASSA REGULAR.....	103
QUADRO 6.39 - ANÁLISE DAS PERDAS DE TIJOLOS FURADOS.....	104
QUADRO 6.40 - ANÁLISE DAS PERDAS DE TIJOLOS MACIÇOS.....	105
QUADRO 6.41 - ESTIMATIVA DE CUSTO DAS PERDAS DOS MATERIAIS AVALIADOS DE FORMA ESPECÍFICA, CONSIDERANDO OS DEMAIS CUSTOS CONSTANTES.....	108

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 OCORRÊNCIA DE PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	9
FIGURA 4.1 SISTEMA DE CONTROLE.....	32
FIGURA 4.2 CICLO PDCA DE CONTROLE DE PROCESSOS (CAMPOS, 1990).....	33
FIGURA 4.3 CUSTO X VALOR DA INFORMAÇÃO.....	34
FIGURA 6.1. REVESTIMENTO ARGAMASSADO EM FORRO QUE RECEBERÁ REBAIXAMENTO (OBRA A).....	50
FIGURA 6.2 GRANDE QUANTIDADE DE CALIÇA DEMONSTRANDO FALTA DE PREOCUPAÇÃO COM O GERENCIAMENTO DE MATERIAIS (OBRA E).....	56
FIGURA 6.3 FALTA DE COORDENAÇÃO DOS PROJETOS ARQUITETÔNICO, ESTRUTURAL E ELÉTRICO (OBRA E).....	56
FIGURA 6.4 PAREDE PROJETADA COM 20 CM E EXECUTADA COM ESPESSURA DE 32 CM SEM CONSIDERAR OS REVESTIMENTOS (OBRA E).....	57
FIGURA 6.5 AREIA ARMAZENADA EM CONTATO DIRETO COM O SOLO E SEM CONTENÇÃO LATERAL MISTURANDO-SE COM OUTROS MATERIAIS (OBRA A).....	71
FIGURA 6.6 AREIA ARMAZENADA EM RAMPA E SEM CONTENÇÃO LATERAL (OBRA E).....	72
FIGURA 6.7 ESTOQUE DE TIJOLOS COM ALTURA EXCESSIVA DIFICULTANDO O MANUSEIO (OBRA B).....	76
FIGURA 6.8 CARRINHOS DE MÃO INAPROPRIADOS PARA O TRANSPORTE DE TIJOLOS (OBRA D).....	79
FIGURA 6.9 NOVOS CARRINHOS PARA TRANSPORTE DE TIJOLOS (OBRA NÃO PESQUISADA).....	80
FIGURA 6.10 REVESTIMENTOS ESPessos DEVIDO A FALTA DE COORDENAÇÃO ENTRE AS DIMENSÕES DOS TIJOLOS E AS DIMENSÕES DOS MARCOS (OBRA A).....	83
FIGURA 6.11 PAREDE EXECUTADA COM GRANDE QUANTIDADE DE CORTE DE TIJOLOS (OBRA E).....	91
FIGURA 6.12. JUNTAS EM ALVENARIAS MAIORES DO QUE A NECESSÁRIA (OBRA A).....	94

FIGURA 6.13 RELAÇÃO ENTRE NÚMERO DE PEÇAS COLOCADAS POR HORA (PC/HR) E A ESPESSURA DAS ALVENARIAS - TIJOLOS FURADOS.....	106
FIGURA 6.14 RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE PEÇAS COLOCADAS POR HORA (PC/HR) E A ESPESSURA DAS ALVENARIAS - TIJOLOS MACIÇOS.....	107
FIGURA 7.1 PLANILHA DE REGISTRO DE ENTRADAS E SAÍDAS DE MATERIAIS.....	114
FIGURA 7.2 PLANILHA DE RESUMO DE MATERIAIS RECEBIDOS.....	114
FIGURA 7.3 PLANILHA REGISTRO DE SAÍDAS. (SÁNCHEZ, 1983).....	115
FIGURA 7.4 PLANILHA DE CONTROLE DE CONSUMO. (SÁNCHEZ, 1983).....	116
FIGURA 7.5 PLANILHA DE CONTROLE DA PRODUÇÃO. (SÁNCHEZ, 1983).....	117

1 — INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

É reconhecido que uma quantidade muito grande de materiais, entregue por fornecedores nos canteiros das obras, não é utilizada para os fins que motivaram sua aquisição e que, em função disso, os construtores normalmente gastam mais materiais em relação ao que foi previamente estimado. Estas discrepâncias, até hoje muito pouco estudadas no Brasil, são definidas como perdas.

No Brasil, conforme PINTO (1989), os materiais representam, atualmente, cerca de 70% do custo da construção. Devido a este fato, as perdas de materiais são bastante significativas em relação ao custo total do empreendimento, representando um dispêndio de recursos que poderiam, de outra maneira, estar disponíveis à indústria da construção. Este setor tem uma grande importância para o desenvolvimento do país, sendo muito carente de investimentos, o que pode ser comprovado pelo grande déficit habitacional brasileiro, estimado em 1988 como sendo de 10 milhões de unidades. (ABIKO 1991).

A falta de informações confiáveis no país sobre as perdas de materiais de construção faz com que o setor tenha que conviver com as mais disparatadas estimativas, que variam desde valores de 5% a 10%, considerados nas composições de custo normalmente utilizadas, passando por cerca de 15% a 30%, levantados por PINTO (1989) e por PICCHI (1993), até valores de ordem de 50%, citados por MELIGHENDLER (1978).

Segundo VARGAS (1981), a precária organização da produção possui uma incipiente base técnica, que se reflete nos desencontros das equipes de trabalho e no desperdício de

materiais. No método tradicional da construção, cada etapa da obra interfere em várias outras subseqüentes. Por exemplo, erros de concretagem ou deformações provocadas nas formas de madeira podem prejudicar os alinhamentos das alvenarias, causando perdas de argamassa de revestimento. Já as alvenarias executadas sem levar em conta os serviços de instalações podem levar a demolição de parte das paredes elevadas. O resultado final é a perda de parte do trabalho executado e um enorme volume de entulho.

Diversas pesquisas realizadas na Inglaterra, por SKOYLES & SKOYLES (1987), em 249 canteiros indicam que a perda de materiais não é um problema exclusivo da indústria da construção brasileira. Para aqueles autores, o fato de que muitos dos canteiros observados não adotavam procedimentos básicos para a prevenção de desperdícios indica que existe uma falta de preocupação com o gerenciamento de materiais mesmo em países desenvolvidos. Skoyles e Skoyles propõem a implementação de sistemas de controle que monitorem as perdas durante a execução dos serviços para que medidas saneadoras possam ser tomadas a tempo.

As empresas construtoras necessitam desenvolver e implementar sistemas de controle de materiais que auxiliem no seu gerenciamento efetivo. Além de criar condições para que o resultado econômico da obra controlada seja compatível com o planejado, o sistema deve também fornecer informações para obras futuras. Pesquisas já realizadas por SKOYLES & SKOYLES (1987) na Inglaterra, e por PINTO (1989) e PICCHI (1993) no Brasil comprovaram ser a quantidade de material desperdiçada maior do que a assumida pelas empresas de construção em seus orçamentos. A falta de conhecimento sobre os índices reais de perdas gera incertezas quanto ao consumo real dos materiais, trazendo dificuldades para a estimativa de custos. Os orçamentos, ao invés de refletir o real desempenho da empresa, via de regra, são elaborados com índices de perdas obtidos em publicações técnicas.

Estudos desenvolvidos por WHITT (1974) na Inglaterra e por TOMAS & SANVIDO (1989) nos Estados Unidos da América do Norte comprovaram existir uma correlação entre a qualidade do

gerenciamento de materiais e o nível de produtividade no canteiro.

WYATT (1978) justifica a redução dos desperdícios de materiais a um mínimo possível sob o ponto de vista ecológico e social, pois desperdícios elevados tanto reduzem a disponibilidade futura de materiais e energia como criam demandas desnecessárias no sistema de transportes.

Segundo PINTO (1989), a redução do volume de resíduos gerados em obra é fundamental também para evitar transtornos nas grandes cidades. Na cidade de São Paulo, por exemplo, produz-se diariamente cerca de 2.000 toneladas de entulhos, causando graves problemas ao município.

A grande incidência de perdas de materiais tem sido apontada como uma das causas dos elevados preços das edificações, uma vez que seus custos são, geralmente, repassados aos clientes. Estas perdas podem representar a redução do lucro das construtoras ou a perda de competitividade das empresas que considerarem as perdas reais em seus orçamentos.

DEMING (1986) correlaciona perdas com a qualidade ao considerar o desperdício de recursos como um dos índices para medição da qualidade. Os desperdícios são considerados como consequência de um processo de baixa qualidade, resultando em produtos finais de qualidade deficiente.

As perdas causadas pelo desperdício de materiais podem, portanto, ser visualizadas de diversas maneiras: redução dos lucros, aumento de custos para o cliente e para a comunidade, podendo causar problemas como perda de qualidade, desempenho e produtividade.

Todos estes questionamentos despertaram o interesse de pesquisadores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para estudar com maior profundidade as perdas de materiais.

Através de um convênio com o Sindicato da Indústria da Construção do Estado do Rio Grande do Sul (SINDUSCON-RS), Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC) e Serviço de Apoio à Micro e Pequenas Empresas no Estado no Rio Grande do Sul

(SEBRAE-RS), viabilizou-se uma pesquisa da qual o autor participou e cujos resultados, apresentados por FORMOSO et al. (1993), serviram de base para o desenvolvimento desta dissertação de mestrado.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente trabalho tem como objetivo geral ampliar o conhecimento sobre a incidência de perdas de materiais na construção civil, de forma a possibilitar o aumento do desempenho da construção civil em termos de qualidade e produtividade.

Os objetivos específicos do estudo são os seguintes: levantar a incidência de perdas de materiais na construção de edificações; analisar as principais causas destas ocorrências; e, baseado nestas informações, propor diretrizes para a implementação de sistemas de controle de desperdícios em empresas de construção.

Cabe salientar que esta pesquisa não visa a propor o desenvolvimento de um sistema único de controle de desperdícios de materiais que possa ser utilizado por qualquer empresa construtora, em função da diversidade de procedimentos, estruturas e formas de organização encontradas na indústria da construção.

Como hipótese principal da pesquisa, deseja-se demonstrar que as perdas de materiais na construção de edificações são maiores do que as estimadas pelos construtores em seus orçamentos. Foram também estabelecidas as seguintes hipóteses secundárias:

a) Existe uma falta de preocupação nos canteiros de obras com as perdas de materiais, sendo tomadas poucas providências para evitá-las;

b) Existe grande variabilidade nos índices de perdas de materiais em diferentes obras;

c) Existe correlação entre as perdas de materiais e a produtividade da mão-de-obra.

Em função da reduzida bibliografia sobre o assunto e de não existirem procedimentos padronizados para o levantamento de perdas de materiais, ao longo do trabalho houve a preocupação de apresentar detalhadamente a metodologia utilizada para o levantamento de dados.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho está dividido em oito capítulos. O primeiro consiste em uma introdução à dissertação na qual são apresentadas a sua justificativa, objetivos e organização.

No Capítulo 2, são definidos perdas e desperdícios e é apresentada uma classificação dos tipos de perdas de materiais. Discute-se, também, os resultados de pesquisas já realizadas sobre o assunto.

No Capítulo 3, são apresentados aspectos relativos ao gerenciamento de materiais.

No Capítulo 4, são apresentadas definições relativas a sistema e controle, descrevendo-se alguns princípios de sistemas de controle.

Estes capítulos iniciais têm o propósito de apresentar a revisão bibliográfica, fornecendo assim os subsídios necessários ao desenvolvimento dos capítulos subseqüentes.

No Capítulo 5, é apresentada a metodologia utilizada na pesquisa realizada para o levantamento dos índices de perdas de materiais e para a identificação das causas destas ocorrências.

No Capítulo 6, são apresentados e analisados os resultados da pesquisa.

No Capítulo 7, com base nos resultados apresentados, são propostas diretrizes para a implementação de sistemas de controle de desperdícios de materiais em empresas de construção de edificações.

O Capítulo 8 é dedicado às conclusões e recomendações destinadas a colaborar com o prosseguimento de pesquisas nesta área.

2- AS PERDAS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES

2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS PERDAS

2.1.1 As perdas segundo o seu controle

SKOYLES & SKOYLES (1987) comprovaram que os construtores, normalmente, não controlam as perdas de materiais pois acreditam ser sua ocorrência pequena e inevitável. Os profissionais da construção civil, via de regra, estão familiarizados com as mesmas e não se preocupam em descobrir suas causas, aceitando suas conseqüências como uma característica normal da obra.

De fato, pode-se admitir que existe um nível aceitável de perdas, pois, para reduzi-las além deste nível são necessários investimentos superiores que o valor do material economizado. Este nível de perda, denominado como perda natural, varia de empresa para empresa e até, em uma mesma empresa, pode variar de obra para obra, dependendo das características específicas de cada canteiro.

Cada empresa deve conhecer seu índice de perda natural porque é este o valor que deve ser considerado nas suas constantes orçamentárias.

WYATT (1978) apresenta uma classificação na qual as perdas de materiais são divididas em inevitáveis e evitáveis.

A perda inevitável é sinônimo de perda natural e a perda evitável é decorrência do emprego inadequado dos materiais e dos componentes, roubos, vandalismo, etc.

Tendo em vista os aspectos discutidos neste item, é importante diferenciar o significado das palavras perda e desperdício, pois é comum a utilização equivocada destes dois conceitos.

A definição de desperdício apresentada por FERREIRA (1975) no Pequeno Dicionário da Língua Portuguesa é:

"Ato ou efeito de gastar sem proveito; de esbanjar; desbaratar ou desaproveitar."

O mesmo autor define perda como:

"Ato de perder; desaparecimento; extravio; desgraça; destruição; danos; prejuízos sofridos pelo credor, em virtude de concreta diminuição de seu patrimônio e também por causa dos lucros que razoavelmente deixou de perceber."

Perda é, portanto, um conceito mais amplo que engloba tanto as ocorrências evitáveis quanto as inevitáveis, enquanto desperdício corresponde somente às ocorrências evitáveis.

2.1.2 As perdas segundo sua natureza

Sempre que ocorre perda física de material, à quantidade perdida de insumo está associada um custo. Porém, existem casos nos quais as perdas são de ordem essencialmente monetárias. Tais perdas ocorrem quando os materiais são utilizados para outros propósitos que não aqueles para os quais foram especificados, ou em quantidades superiores àquelas requeridas para satisfazer às exigências de projeto.

Isto equivale a dizer que existem perdas de natureza aparente, que se caracterizam pela geração de entulho e perdas de natureza oculta, onde os materiais ficam incorporados à construção.

SKOYLES (1976) classifica as perdas aparentes em diretas e as ocultas em indiretas. Este autor define como perda direta a perda do material que é danificado, não podendo ser recuperado e utilizado, ou que é perdido durante o processo de construção. Geralmente é de fácil caracterização, sendo seu custo a soma do custo do material desperdiçado mais o custo de sua remoção.

A perda direta pode ser conseqüência de vandalismo, de roubo ou de problemas no gerenciamento, no transporte, no descarregamento, na estocagem do insumo ou na produção.

Skoyles define a perda indireta como a perda econômica por utilização do material em excesso ou de forma diferente da prevista. No desperdício indireto, os materiais não são perdidos fisicamente, sendo a perda a diferença entre o custo do material que deveria ser utilizado e o custo do material efetivamente utilizado.

A perda indireta pode ser assim subdividida:

a) perda por substituição: é a perda causada pela utilização de um material de valor superior ao especificado. Um exemplo deste tipo de perda é a utilização de tijolos para paredes à vista em paredes rebocadas.

b) perda por negligência: é a perda causada pela utilização excessiva de um material sem que o construtor tenha o ressarcimento do custo adicional. Por exemplo, é comum o consumo excessivo de argamassas em rebocos mais espessos devido a problemas ocorridos na geometria das estruturas.

c) perda por produção: é a perda devido a ocorrência de situações imprevistas e, portanto, não orçadas. Um exemplo deste tipo de perda é o consumo adicional de concreto em fundações devido a ocorrência de características não esperadas no subsolo.

2.1.3 As perdas segundo o momento de incidência

Em diferentes etapas do processo construtivo podem ocorrer perdas de materiais, desde o transporte até o canteiro, no descarregamento, na armazenagem, no transporte interno, na produção e até mesmo após a sua aplicação. A Figura 2.1. apresenta graficamente uma classificação das perdas segundo o momento de incidência.

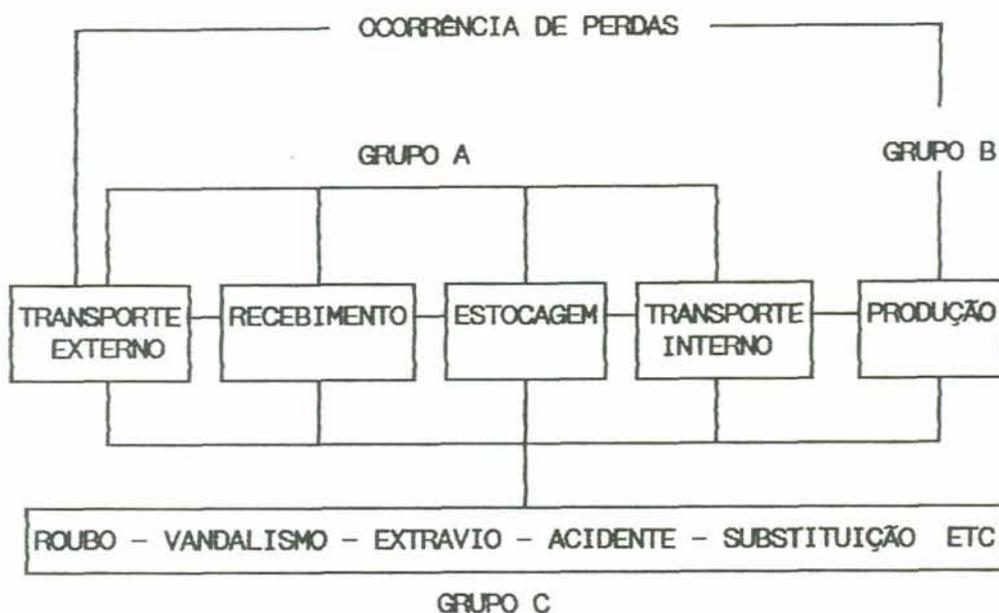


FIGURA 2.1 OCORRÊNCIA DE PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

As etapas do processo produtivo consideradas no Grupo A - transporte externo, recebimento, estocagem e transporte interno - estão diretamente relacionadas com a administração dos materiais no canteiro de obras. O Grupo B inclui perdas incidentes na produção propriamente dita. Os itens considerados no Grupo C - roubo, vandalismo, extravio, etc - podem ocorrer em quaisquer das etapas do processo produtivo, inclusive após a realização dos serviços.

2.1.4 As perdas e os principais intervenientes no processo construtivo

As perdas de materiais têm diversas origens, visto que vários intervenientes do processo construtivo contribuem para a sua ocorrência. A seguir, é discutida a participação dos principais intervenientes na geração de perdas

2.1.4.1 O fabricante de materiais

Perdas ocorrem devido à ausência de padronização dos materiais que, por falta de dimensões modulares, não são, normalmente, ajustáveis à modulação dos projetos. Ocorrem, também, devido à problemas de desempenho dos materiais e devido a falta de empacotamento e de proteção dos mesmos.

Para evitar perdas, os fabricantes deveriam projetar materiais duráveis, de fácil manuseio e padronizados, fornecendo-os bem empacotados e protegidos.

2.1.4.2 O fornecedor de materiais

No fornecimento de materiais as perdas ocorrem devido a entregas em volume inferior ao especificado nas notas fiscais e devido à utilização de veículos inapropriados para a entrega dos produtos.

Para SKOYLES & SKOYLES (1987), o fornecedor deve garantir que a entrega seja efetuada em momentos pré-determinados, permitindo que o construtor planeje a liberação dos operários e equipamentos para a descarga e armazenagem dos materiais no estoque já previamente preparado.

2.1.4.3 O projetista

A construção civil é caracterizada pela pouca integração entre as etapas de projeto e a produção, principalmente devido a inadequação do sistema de informação entre projetistas e construtores. Os métodos construtivos e a construtibilidade não são, via de regra, suficientemente levados em consideração durante a execução do projeto.

Para evitar perdas, os materiais devem ser claramente especificados, assim como as suas possíveis alternativas, levando em consideração as dimensões padrões dos mesmos. Os projetistas devem apresentar projetos o mais detalhado possível, viabilizando a programação e o planejamento e, conseqüentemente, permitindo que os materiais estejam disponíveis na obra na quantidade necessária e na hora certa.

Segundo WHITT (1974), o projetista deve reconhecer e explorar aspectos relativos à concepção e detalhamento do projeto que facilitem a etapa de produção. O mesmo autor sugere uma lista de orientação para que os projetistas possam contribuir para a prevenção das perdas de materiais, apresentada a seguir:

- a) Usar sempre que possível detalhes e especificações padronizadas;
- b) Reduzir a variedade de componentes;
- c) Concluir o projeto detalhado antes do início da obra;
- d) Padronizar a disseminação de informações;
- e) Melhorar o detalhamento do projeto através do estudo das operações produtivas;
- f) Obter retro-alimentação de dados do canteiro;
- g) Obter retro-alimentação de resultados de pesquisas sobre o uso de materiais;
- h) Considerar a seqüência de trabalho;
- i) Estudar as conseqüências da mecanização do canteiro; e
- j) Procurar compreender as implicações do projeto no "layout" do canteiro e nos aspectos de gerenciamento de materiais.

2.1.4.4 A direção da empresa

Segundo SKOYLES & SKOYLES (1987), para que ocorra a diminuição dos índices de perdas de materiais é fundamental que a diretoria influencie na mudança de atitude de todos ligados à empresa, visando à implementação de uma política efetiva de gerenciamento de materiais. A direção da empresa deve definir claramente as responsabilidades e as políticas de manuseio, administração, armazenagem, proteção e compra de materiais.

2.1.4.5 O setor de orçamentação

A observação dos diferentes critérios de medição adotados nas composições unitárias; a adoção de coeficientes unitários eficientes, que espelhem os procedimentos utilizados na execução dos projetos; e a consideração de índices adicionais nos consumos estabelecidos para os materiais nas composições unitárias, a fim de absorver as perdas dos insumos,

são aspectos pertinentes à adequada orçamentação dos projetos, que constitui a base para a programação de compras dos materiais. Falhas na programação de compras podem determinar a aquisição de quantidade excessiva, ou reduzida, de materiais, acarretando perdas por substituição e, até mesmo, a perda de materiais perecíveis.

2.1.4.6 O setor de compras

O setor de compras deve evitar a aquisição de materiais simplesmente pelo menor preço, sem considerar a forma de empacotamento, as características de descarregamento, a qualidade do produto e a capacidade do fornecedor de atender no tempo correto.

2.1.4.7 A setor produtivo

Em sua pesquisa, SKOYLES & SKOYLES (1987) observaram que 95% do tempo do gerente de canteiro é absorvido com tópicos relativos à produção propriamente dita e que muito pouco tempo é gasto para o gerenciamento de materiais.

Para diminuir a incidência de perdas oriundas no canteiro da obra é recomendável que o gerente do canteiro integre e coordene as compras, o planejamento e o controle desde o orçamento inicial até a conclusão da obra e, por fim, informe ao setor de orçamentação o desempenho da empresa no canteiro.

SKOYLES & SKOYLES (1987) recomendam as seguintes atribuições básicas ao gerente de canteiro:

a) Fornecer e zelar pelos procedimentos apropriados e eficientes para inspeção, documentação e checagem das quantidades dos materiais, delegando responsabilidades;

b) Planejar as áreas de estocagem e o "layout" do canteiro;

c) Garantir que todos compreendam os procedimentos relativos ao gerenciamento de materiais;

d) Fornecer equipamentos apropriados para o manuseio dos materiais;

e) Reportar e trocar os materiais com deficiências de qualidade e/ou quantidade; e

f) Garantir que o manuseio de materiais seja o mais eficiente possível.

Além destas atribuições, o gerente de canteiro, na tentativa de diminuir a incidência de perdas de materiais, deve:

a) Fornecer instruções escritas de manuseio, transporte interno e uso dos materiais;

b) Garantir que, no recebimento dos materiais, estejam disponíveis equipamentos e mão-de-obra para o descarregamento e preparadas as áreas de estocagem;

c) Fornecer informações sobre o canteiro ao projetista, orçamentista e comprador;

d) Garantir o treinamento de almoxarifes e apontadores, capacitando-os a executar os registros básicos do controle de materiais e a quantificar a necessidade de materiais nas operações em progresso; e

e) Garantir a segurança do canteiro em relação ao vandalismo e ao roubo.

Em relação aos operários, é comum que os mesmos não se preocupem com o mau uso do material, já que não percebem os benefícios da redução das perdas. Por esta razão, é importante a conscientização dos operários de que o excesso de calça (materiais desperdiçados espalhados pelo canteiro) e a falha no manuseio de materiais são causas de muitos acidentes.

As modernas teorias administrativas apontam para a necessidade de buscar o comprometimento da empresa com seus empregados, possibilitando um ambiente adequado para a participação dos mesmos no processo de melhoria contínua. Aos operários devem ser atribuídas responsabilidades, obtidas a partir de seu comprometimento e integração com as políticas e prioridades da empresa, a qual deverá repassar aos mesmos parte dos benefícios obtidos.

2.2 RESULTADOS DE PESQUISAS REALIZADAS

Pouco tem-se realizado, a nível de pesquisas, no sentido de obter dados consistentes sobre as perdas de materiais na construção. São apresentados a seguir os estudos realizados por SKOYLES (1976) na Inglaterra e por PINTO (1989) e PICCHI (1993) no Brasil.

2.2.1 Pesquisas realizadas por SKOYLES (1976)

SKOYLES (1976) desenvolveu uma série de estudos sobre as perdas de materiais na construção sendo a maior parte deles realizados no Building Research Establishment da Inglaterra. O primeiro estudo foi iniciado em 1963, tendo sido alcançado o número de 249 obras estudadas ao final da década de 80. As construções estudadas pelo autor eram, na sua maioria, habitações executadas com o emprego de tecnologias tradicionais.

O estudo utilizou observadores de campo que se mantiveram presentes em alguns canteiros por toda a duração do projeto, enquanto que em outros canteiros foram feitas observações relativas a parte dos trabalhos em andamento e apenas de alguns materiais específicos.

As entregas e as transferências dos materiais foram anotadas juntamente com as quantidades de materiais necessárias para a execução dos serviços. Foram feitas também observações relativas a perdas instantâneas, permitindo a classificação das incidências destas perdas segundo as suas diferentes causas.

No Quadro 2.1 estão transcritos alguns dos resultados obtidos por Skoyles em 114 dos canteiros observados. Estão relacionados os materiais observados, o número de canteiros estudados, a amplitude dos resultados obtidos, a incidência média de perda direta destes materiais e os índices usuais de perdas, assumidos nas tabelas de composição de custos inglesas.

As principais conclusões dos estudos de Skoyles estão resumidas a seguir:

a) Obras similares apresentaram índices de desperdícios muito variáveis, comprovando que muitas das perdas de materiais são evitáveis.

b) A perda direta média para todos os materiais observados foi aproximadamente o dobro dos valores usuais estipulados nas composições de custos.

c) As obras com elevadas perdas de um material apresentaram o mesmo comportamento para todos os materiais, induzindo à conclusão de que a má administração não tende a afetar as perdas de alguns materiais de forma individual, mas tem conseqüências nas diversas atividades de uma empresa.

d) A armazenagem e o manuseio foram responsáveis por três vezes mais perdas do que as demais causas identificadas.

e) O gerenciamento foi considerado como o principal fator de influência nos diferentes níveis de perdas.

f) O nível de perda não é relacionado com o tipo de construção.

g) As perdas não estão relacionadas necessariamente com a empresa construtora mas com o canteiro e as pessoas envolvidas nele.

h) Nenhum controle é, normalmente, executado sobre os materiais.

i) As perdas ocorrem, principalmente, devido a procedimentos de produção inadequados, deficiências nos projetos, controle de materiais com documentação inadequada, e atitudes geradoras de perdas por parte dos envolvidos no processo construtivo.

j) As perdas são provenientes de uma combinação de eventos e não de um evento isolado.

MATERIAL OBSERVADO	Nº DE CANTEIROS	AMPLITUDE DOS RESULTADOS (%)	ÍNDICE DE PERDA	
			REAL (%)	USUAL (%)
Concreto em infra-estrutura	12	3 - 18	8	2,5
em super-estrutura	3	-----	2	2,5
Aço	1	-----	5	2,5
Tijolos de vedação comuns	68	1 - 20	8	4,0
à vista	62	1 - 22	12	5,0
Tij. estruturais vazados	2	-----	5	2,5
maciços	3	9 - 11	10	2,5
Blocos leves de concreto	22	1 - 22	9	5,0
	1	-----	7	5,0
Telhas francesa	1	-----	10	2,5
fibrocimento	1	-----	8	2,5
Madeira tábuas compensados	3	12 - 22	15	5,0
	2	-----	15	5,0
Rev. Argamassados paredes	4	2 - 7	5	5,0
forros	4	1 - 4	3	5,0
Rev. Cerâmicos Azulejos	1	-----	3	2,5
pisos	1	-----	3	2,5
Tubulações cobre	9	-----	7	2,5
PVC	1	-----	3	2,5
Conexões cobre	7	-----	3	---
Vidro chapas	3	-----	9	5,0
janelas pré-envidraçadas	2	-----	16	0

QUADRO 2.1 - RESULTADOS DE PERDAS DIRETAS EM 114 CANTEIROS LEVANTADAS POR SKOYLES(1976).

k) Os terrenos embarrados, particularmente os de topografia acidentada, apresentaram maior índice de perdas que os terrenos com boa drenagem e planos.

2.2.2 Pesquisa realizada por PINTO (1989)

PINTO (1989) pesquisou as perdas de materiais em um "Flat-Hotel" construído na cidade de São Paulo. Esta obra possuía uma área construída de 3.658 m² distribuída em 18 pavimentos. Foi construída pelo processo tradicional com estrutura de concreto armado, vedação executada com blocos de concreto celular autoclavado, com reboco externo de massa única e interno em gesso aplicado diretamente sobre os blocos.

Os resultados da pesquisa não podem ser generalizados visto que a análise foi executada em uma única obra. A pesquisa restringiu-se a estimar as perdas de materiais ocorridas na etapas de estrutura, vedação e revestimentos, através da análise de documentos fiscais da obra, da verificação de projetos e de vistorias à obra para a definição das alterações realizadas na execução e para a aferição de algumas dimensões finais. Deve-se salientar que as observações em obra foram realizadas após a etapa de conclusão do empreendimento.

Para a definição dos índices de perdas dos materiais foram calculadas as quantidades de materiais necessárias para a realização dos serviços executados utilizando-se composições de custo unitárias reduzidas dos índices de perdas normalmente considerados.

Os resultados desta pesquisa estão transcritos no Quadro 2.2, onde são relacionados os materiais observados, a incidência de perda total (direta e indireta) destes materiais, e os índices de perdas que estão usualmente inseridos nas composições de custo brasileiras.

As principais conclusões deste estudo foram:

a) Para a determinação da perda total ocorrida, foram estimados o peso total dos materiais que deveriam estar incorporados e o peso dos materiais adquiridos. A perda total em peso foi de 18,26%, o que significou um acréscimo de aproximadamente 6% na expectativa de custo total.

b) A perda do aço ocorreu devido ao desbitolamento do produto e à falta de planejamento no corte.

c) As argamassas e seus constituintes representaram em torno de 60% do material removido do canteiro, e os componentes de vedação aproximadamente 30%.

d) As perdas de argamassa, devido a rasgos das instalações são insignificantes para o tipo de vedação utilizada.

e) O elevado acréscimo no consumo de argamassas ocorreu na execução dos revestimentos, principalmente nas fachadas, onde apresentaram a espessura média de 64 mm.

MATERIAL OBSERVADO	ÍNDICE DE PERDA (%)	
	REAL	USUAL
Madeiras em geral	47,45	15,00
Concreto usinado	1,34	5,00
Aço	26,19	20,00
Componentes de vedação	12,73	5,00
Cimento	33,11	15,00
Cal Hidratada	101,94	15,00
Areia	39,02	15,00
Argamassa colante	86,68	10,00
Azulejos	9,55	10,00
Cerâmica de Piso	7,32	10,00

QUADRO 2.2 - RESULTADO DAS PERDAS LEVANTADAS POR PINTO (1989)

2.2.3 Pesquisa realizada por PICCHI (1993)

PICCHI (1993) realizou um levantamento de perdas de materiais em três empreendimentos residenciais construídos nos anos de 1986 e 1987. Os prédios foram executados com estrutura convencional e vedação de tijolos cerâmicos furados.

O estudo foi realizado a partir do levantamento do volume de entulho retirado durante a obra, sem considerar os grandes volumes retirados nos primeiros meses, identificados como solo proveniente de escavações.

O estudo, portanto, levantou apenas os desperdícios diretos de materiais que foram retirados das obras, desconsiderando os desperdícios indiretos.

Um resumo dos resultados deste levantamento estão apresentados no Quadro 2.3, que relaciona a área total das construções, a duração do empreendimento, o volume de entulho retirado por m^2 de edificação e a relação entre a massa de entulho retirada e a massa final estimada para as construções consideradas.

OBRA	ÁREA CONSTRUÍDA (m^2)	DURAÇÃO DA OBRA (meses)	ENTULHO TOTAL m^3	MASSA DE ENTULHO (t/m^2)(1)	ENTULHO MASSA PROJETADA (%) (2)
A	7.619	17	606,5	0,095	11,2
B	7.982	15	707,7	0,107	12,6
C	13.581	16	1.645,0	0,145	17,1

(1) adotou-se a massa específica do entulho de $1,2 t/m^3$.

(2) adotou-se a massa final do edifício de $0,85 t/m^2$.

QUADRO 2.3 - RESULTADOS DAS PERDAS LEVANTADAS POR PICCHI (1993)

As principais conclusões deste estudo estão apresentadas a seguir:

a) A massa de entulho variou de $0,095 t/m^2$ a $0,145 t/m^2$, o que representa de 11 a 17% da massa final do edifício.

b) A espessura média de entulho foi estimada entre 8 e 12 cm se fosse acumulado todo o entulho gerado sobre os pisos.

Através da realização de estimativas expeditas, Picchi calculou que o consumo adicional de argamassa corresponde a 82,5 % e que, em termos de custo, o desperdício total é estimado em aproximadamente 30% do custo total das obras.

3- AS PERDAS E O GERENCIAMENTO DE MATERIAIS

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As perdas de materiais estão diretamente relacionadas ao gerenciamento da obra. Os estudos sobre perdas, citados no capítulo anterior indicaram que a diminuição dos desperdícios pode ser obtida através da aplicação de cuidados simples no recebimento, na estocagem, no manuseio, na utilização e na proteção dos materiais.

O mau gerenciamento de materiais, além de causar um elevado índice de perdas de materiais também reduz a produtividade da mão-de-obra. Pode-se citar como exemplos as seguintes situações: o excesso de manuseio devido a má organização de estoques, o tempo extra para a limpeza e retirada de caliças, o tempo de parada da mão-de-obra em função de atrasos na entrega de materiais, a necessidade de remobilização depois de um atraso longo e a diminuição do ritmo de trabalho da equipe como antecipação da falta de material.

Segundo WYATT (1978), a indústria da construção convive com elevados índices de perdas porque, geralmente, relaciona o trabalho simplesmente com a produtividade e não de forma múltipla considerando também a quantidade de material usada e a limpeza necessária. O autor sugere o seguinte procedimento para a obtenção de um gerenciamento de materiais eficiente:

"A entrega de cada material deve ser organizada em "N" caminhões, na quantidade "X", durante um tempo "t", sendo os insumos conferidos no canteiro, protegidos, armazenados e distribuídos em pequenas quantidades à frente de trabalho. A taxa de entrega deve ser compatível com a programação da obra, com a capacidade de armazenamento do canteiro, com a capacidade de entrega do fornecedor e com o fluxo de caixa da empresa."

Portanto, o gerenciamento de materiais está intimamente ligado ao cronograma de materiais preparado para a

compra dos mesmos, ao projeto do "layout" do canteiro e ao sistema de controle de perdas de materiais.

3.2 PRINCÍPIOS PARA A OBTENÇÃO DE UM MELHOR GERENCIAMENTO DE MATERIAIS

Tomando como base as pesquisas de WYATT (1983) e SKOYLES (1974), recomendam-se que sejam respeitados os seguintes princípios e procedimentos para a obtenção de um gerenciamento de materiais mais eficiente:

a) Projetar detalhadamente o "layout" do canteiro com atenção especial às áreas de armazenamento;

b) Utilizar um sistema de controle de materiais o mais simples possível, evitando o excesso de burocratização do canteiro e a coleta de dados desnecessários;

c) Envolver todos os funcionários e diretores da empresa com o controle dos materiais;

d) Escolher os equipamentos de maneira criteriosa, levando em consideração uma perfeita adequação aos materiais utilizados;

e) Preparar um cronograma de entrega de materiais bem elaborado e compatível com o andamento da obra;

f) Utilizar ordens de compra que possibilitem a preparação do canteiro ao recebimento de materiais;

g) Proceder a checagem na recepção de materiais, tanto do ponto de vista de qualidade como de quantidade, garantindo que materiais defeituosos não sejam utilizados e que sejam realizados os procedimentos de reclamação e ressarcimento;

h) Fazer levantamentos periódicos dos estoques, estabelecendo regras e apoiando a investigação contínua de melhorias no manuseio, administração, armazenagem e proteção dos materiais;

i) Garantir que a área de trabalho fique desobstruída de estoques de materiais não necessários ao trabalho imediato, melhorando assim a segurança do canteiro e a motivação dos operários;

j) Treinar os operários para que cada um limpe sua própria área de trabalho, dispondo o lixo de forma adequada e, se possível, separando o material reutilizável e levando-o de volta ao local de armazenamento;

k) Retornar o material que sobrar ao final de cada operação ao almoxarifado ou ao estoque central;

l) Anotar as transferências de materiais;

m) Identificar claramente as funções e responsabilidades das pessoas envolvidas no gerenciamento de materiais;

n) Estudar novas formas de incentivos aos operários considerando o custo do material perdido;

o) Revisar a forma de contrato com sub-empregadores e fornecedores, tendo como objetivo obter uma melhor utilização dos materiais, e, caso necessário, adotar a utilização de multas e retenções pelo mau gerenciamento dos mesmos.

3.3 O GERENCIAMENTO DE MATERIAIS E O "LAYOUT" DO CANTEIRO

Conforme citado no item 3.2, uma das principais ações para a obtenção de um gerenciamento eficiente de materiais é o estudo criterioso do "layout" do canteiro. Através dele, pode-se determinar o melhor arranjo físico de homens, materiais e equipamentos, de maneira a utilizar o espaço físico eficientemente, reduzindo as perdas de material e tempos improdutivos durante o processo de produção.

HEINECK & THOMAZ (199__) relacionam os seguintes princípios gerais a serem levados em consideração no projeto do "layout" do canteiro:

a) O equacionamento do "layout" é um exercício de avaliação de custos e benefícios. É importante considerar a análise da depreciação das instalações, a remuneração do capital e o custo das instalações ao longo de sua vida útil;

b) Os objetivos principais devem ser a minimização do momentum de transporte interno no canteiro e a facilidade de entrada e saída de equipamentos e caminhões de transporte.

Deve-se evitar o manuseio desnecessário - a descarga, o armazenamento e a distribuição devem causar a menor movimentação possível;

c) Os fluxos de trabalho devem ser definidos de forma a evitar o cruzamento para atividades que são executadas simultaneamente;

d) O remanuseio de materiais deve ser evitado;

e) O canteiro da obra deve ser mantido livre e desimpedido;

f) A preocupação com a segurança do canteiro deve visar a dois objetivos. Primeiro, oferecer condições de trabalho ideais e motivação ao trabalhador. Segundo, evitar roubos, entregas viciadas e visitantes não autorizados.

3.4 O GERENCIAMENTO DE MATERIAIS E A SEGURANÇA DO CANTEIRO

No Brasil não existem dados sobre a incidência de perdas de materiais e equipamentos devido a roubos e vandalismo. CHARLETT (1985), em pesquisa realizada na Inglaterra, verificou que 1,6% do valor dos contratos são perdidos devido a tal tipo de ocorrências.

SKOYLES & SKOYLES (1987) apresentam os seguintes princípios para evitar que ocorram perdas devido a atos criminosos:

a) Manter os materiais de maior valor e as ferramentas chaveados no almoxarifado;

b) Possuir um perfeito controle das retiradas do almoxarifado;

c) Controlar o acesso ao canteiro;

d) Manter vigilantes vinte e quatro horas na obra;

e) Manter o canteiro de obra cercado;

f) Os estoques deverão ficar o mais afastado possível das bordas da obra;

g) Possuir um sistema de cobrança pelos equipamentos, ferramentas e materiais perdidos, forçando uma maior atenção por parte dos funcionários;

h) Controlar o recebimento dos materiais, visto que muitos materiais não são roubados, mas simplesmente nunca são entregues;

i) Os materiais que sobrarem ao final das operações e ferramentas devem, logo após sua utilização, voltar ao almoxarifado; e

j) O canteiro da obra deve ser bem iluminado durante a noite.

Cabe salientar que a incidência de perdas de materiais e equipamentos devido a roubos e vandalismo, causados por empregados das construtoras, esta relacionado com a motivação da mão de obra. A partir da aplicação, por parte da empresa, de uma administração mais moderna com participação e comprometimento dos funcionários este tipo de perda, provavelmente, diminuirá.

4- SISTEMAS DE CONTROLE E A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

4.1 A IMPORTÂNCIA DA TEORIA SISTÊMICA NA CONSTRUÇÃO

Como foi visto no Capítulo 2, as perdas de materiais têm diversas origens, visto que vários intervenientes do processo construtivo contribuem para sua ocorrência.

Portanto, o sucesso do processo construtivo depende da maneira como arquitetos, engenheiros, orçamentistas, compradores, construtores, clientes e demais envolvidos se relacionam. A Teoria Sistêmica auxilia a compreensão deste relacionamento.

VON BERTALANFFY (1969) criou a Teoria Sistêmica para a análise de ciências biológicas. O autor, desde o começo, reconheceu sua aplicação genérica compatível com a organização de empresas. A teoria tem sido aplicada com sucesso em problemas organizacionais em diversas indústrias.

Para AGUILAR (1973), a Teoria Sistêmica permite que problemas complexos sejam resolvidos. Problemas como os encontrados na indústria da construção necessitam de uma visão mais racional e sistêmica, pois são constituídos de um grande número de variáveis relacionadas entre si. A Teoria Sistêmica fornece um entendimento claro da situação auxiliando na tomada de decisões.

É comum a defesa da idéia de que somente o tempo, a experiência e a prática podem fornecer conhecimentos e competência ao gerente de empreendimentos na construção, habilitando-o a obter as soluções dos problemas encontrados.

Segundo HANDLER (1970), as soluções dos problemas são encontradas por tentativa e erro, através da auto-aprendizagem. Este autor admite serem a experiência e a prática necessárias, mas que estas não são suficientes. A complexidade dos problemas existentes na atividade de construção não considerada adequadamente, pode induzir a soluções incompletas, não conclusivas e ambíguas. A Teoria Sistêmica procura desenvolver

referenciais, fornecendo uma visão mais abrangente do problema e ajudando na tomada de decisões.

Para WALKER (1984), a teoria tradicional de gerenciamento fracassou na resolução dos problemas encontrados na construção. Para este autor a visão clássica de Taylor, do início do século 20, possuía princípios que eram apresentados como a única maneira de gerenciar as atividades ou processos e não levava em consideração as condições externas. A organização proposta, oriunda dos modelos da igreja e do exército, era extremamente rígida, em forma de pirâmide, com autoridade delegada de cima para baixo e com mão-de-obra dividida em grupos de objetivos específicos.

A teoria tradicional, bem como as teorias das escolas do comportamento que estudam as relações humanas, não resolveu o problema gerencial, mas serve de apoio para a Teoria Sistêmica. Esta última fornece uma visão mais detalhada das interações em organizações, eliminando, assim, uma abordagem rígida que apresente um método único para circunstâncias diversas.

4.2 DEFINIÇÕES E CONCEITOS

4.2.1 Sistema

FERREIRA (1975), no Pequeno Dicionário da Língua Portuguesa, define sistema como um conjunto de partes coordenadas entre si, conjunto de partes familiares e combinação de partes de modo que concorram para um certo resultado.

Para WALKER (1984), sistema é uma maneira de pensar sobre um processo complexo em que o relacionamento das partes e sua influência sobre a efetividade do processo total pode ser melhor analisada, entendida e aprimorada.

HANDLER (1970) define sistema como uma maneira de pensar e encarar problemas como um todo, não se concentrando apenas em uma ou mais partes, com exclusão do resto, mas sim

procurando desenvolver referências para sintetizar resultados da análise.

Para PILCHER (1985), sistema é definido como um grupo de elementos ou componentes que são ligados entre si, que interagem ou são independentes, formando um todo complexo ou unitário.

Pode-se definir sistema, portanto, como qualquer entidade, conceitual ou física, que consiste de partes interdependentes a cada um de seus elementos, conectados e relacionados a todos seus outros elementos, direta ou indiretamente.

A indústria da construção é um sistema aberto que importa do meio idéias, energia, materiais e informações, transformando tudo isto em uma obra que, quando pronta, é exportada novamente ao meio. Ao contrario dos sistemas fechados, os sistemas abertos adaptam-se a eventos e ocorrências de fora do sistema, ou seja, do meio. Há uma fronteira permanente entre o meio e o sistema onde ocorre importação e exportação. É dinâmico, adapta-se ao meio e muda sua estrutura e processos sempre que necessário.

4.2.1.1 Objetivo do sistema

Todo o sistema deve ter um objetivo que, quando quantificável e apresentado em termos específicos, possibilitará medir a efetividade do sistema pela comparação entre o objetivo e o resultado obtido.

Apesar de ser fácil definir o objetivo do sistema, pode ser muito difícil sua articulação. É comum a ocorrência de objetivos conflitantes em empreendimentos de construção, principalmente em função da participação de várias firmas independentes e de profissionais de diferentes áreas.

Em um sistema aberto, como é o caso da indústria da construção, não se deve procurar uma solução rígida, mas sim uma dentro de um conjunto de soluções satisfatórias. Tais soluções podem levar aos objetivos mesmo com diferentes condições iniciais e com uma variedade de caminhos distintos.

O sucesso e a lucratividade de uma empresa construtora é geralmente determinada pela competência em alcançar seus objetivos. Entretanto isto dependerá de que todos ligados ao empreendimento tenham o mesmo objetivo, reconhecendo que o sucesso de cada um dependerá de ações dos outros. Sob este ponto de vista, cada um deverá abrir mão de interesses pessoais, procurando visualizar o processo e seus respectivos problemas como um todo.

4.2.1.2 Meio

O meio consiste em todos os elementos que estão fora do sistema e que podem afetar o seu estado, mas que não estão diretamente sob controle do gerente do sistema. É muito difícil definir a fronteira exata de um sistema específico, pois existe uma área nebulosa de interação entre o sistema e o meio. Apesar disto, é essencial a tentativa de definir esta fronteira, para que possamos ter um entendimento adequado de como o sistema interagirá com o meio.

4.2.1.3 Retroalimentação.

A retroalimentação ou "feedback" é a base da função de controle do sistema. É através dela que o resultado obtido pode ser comparado com o resultado desejado, para que ajustes no comportamento do sistema possam ser implementados.

O papel da retroalimentação é checar se o sistema está se comportando como deveria para alcançar seus objetivos e, caso ocorram discrepâncias, permitir a tomada de ações corretivas pela modificação dos dados de entrada ou o processo.

4.2.2 Controle

O controle é um mecanismo regulador do fluxo de recursos, centrado em torno da comparação entre o resultado real e o esperado.

Segundo AGUILAR (1973), o controle trabalha com métodos e procedimentos necessários para permitir que o sistema

se adapte às mudanças de condições mantendo suas características de desempenho o melhor possível.

Para RUSSEL (198__), o controle inclui planejar e executar cronogramas do trabalho, identificar tarefas-chaves, determinar a distribuição do valor do trabalho, medir progresso físico, anotar valores recebidos e executar ações corretivas, quando necessárias, em relação ao desempenho de tempo, custo e qualidade.

Segundo PILCHER (1985), o controle permite a identificação das causas de variação entre o resultado obtido e o esperado. Sua importância está relacionada ao fornecimento de dados para a revisão do plano inicial, possibilitando assim estabelecer um novo plano para o futuro.

Mais recentemente, passou-se a utilizar em muitas organizações um conceito mais amplo de controle, oriundo das filosofias do controle da qualidade total - TQC ("Total Quality Control"). O TQC é um sistema administrativo que foi aperfeiçoado no Japão a partir de idéias americanas, introduzidas logo após a Segunda Guerra Mundial. É baseado na participação de todos os setores da empresa e de todos os empregados no estudo e na condução do controle da qualidade (CAMPOS, 1990).

Sob este ponto de vista, o controle de perdas de materiais, objeto deste trabalho, pode ser considerado como um caso específico de controle da qualidade, se definirmos a qualidade como uma busca de satisfação do cliente e de aumento da produtividade. No TQC, a produtividade não é definida como a produção por empregado, mas sim como taxa de valor agregado, que é definida como o quociente entre o faturamento e os custos.

Sob este ponto de vista, a produtividade inclui todos os valores internos da empresa (por exemplo: taxa de consumo de materiais, taxa de consumo de energia e taxa de utilização de informações) e inclusive a receptividade do cliente. Se o cliente não comprar o produto, por maior que seja a eficiência da empresa, a produtividade cairá. O desperdício de materiais aumenta o custo do produto final, diminuindo a produtividade.

No TQC o controle confunde-se com o gerenciamento, sendo mais do que uma inspeção, verificação ou supervisão. CAMPOS (1990) divide o controle em duas ações básicas: rotinas e melhorias. A rotina significa permanecer no rumo atual, obedecer as normas, evitar mudanças. Se a rotina estiver bem montada, nada muda na empresa, e ela continuará produzindo os mesmos produtos com as mesmas características de qualidade, custo e quantidade. Variações nestas características podem causar problemas à empresa.

Embora a rotina forneça previsibilidade, ela constitui-se, também, na ameaça da perda da competitividade da empresa uma vez que esta permanece estática. Para evitar esta situação devem ser desenvolvidas melhorias, que significam mudanças.

O primeiro passo do controle é a implementação da rotina para prevenir desvios. Com a obtenção da estabilidade do processo, procura-se alterar seus padrões com a implementação de melhorias. Após a obtenção dos novos padrões do processo, implementam-se novas rotinas para obter novamente a estabilização. Isto leva ao conceito de rompimento que diferencia o TQC das outras teorias gerenciais. Rompimento significa conscientizar-se de que a empresa pode ser continuamente melhorada, aumentando sempre a sua produtividade.

A indústria da construção é considerada uma indústria com características peculiares, que a tornam diferente da indústria em geral. Segundo GARCIA MESEGUER (1991), a indústria da construção possui as seguintes peculiaridades: tem caráter nômade; seus produtos são geralmente complexos e de natureza única; não é possível, via de regra, aplicar a produção em série devido ao fato de que o produto é fixo e os operários móveis, dificultando a organização e o controle; é uma indústria tradicional com grande resistência às alterações; emprega mão-de-obra pouco qualificada, com possibilidades de promoção escassas e com baixa motivação; uma parte significativa trabalho é sujeita às intempéries; o usuário tem pouca experiência na escolha do produto; existem muitos intervenientes com responsabilidades dispersas e pouco definidas; e o grau de precisão das estimativas de custo e prazo é menor que em outras indústrias.

Devido a estas características, é comum que os profissionais ligados à indústria da construção aleguem ser difícil a aplicação das teorias gerenciais oriundas da indústria em geral. Apesar disto, BURATI et al. (1991) nos EUA, ROSENFELD et. al (1992) em Israel, UMEDA (1991) no Japão e PICCHI (1993) no Brasil, apresentaram relatos de aplicações, com sucesso, de filosofias gerenciais baseadas na lógica do TQC na indústria da construção civil; e SMITH (1989), na Inglaterra, relatou o sucesso de aplicação de outros procedimentos da qualidade baseados na série de normas ISO 9000 (ABNT-1990).

Isto confirma o que diz VARGAS (1990), ao alegar que o setor da construção tende a romper o seu isolamento em relação aos demais setores industriais e às transformações operadas em nossa sociedade e no mundo.

É necessário, também, levar em consideração que dentro de empreendimentos não repetitivos existem diversos processos repetitivos, como levantamento de alvenarias, fabricação de concreto, entre outros. A maior parte das empresas de construção não alcançou ainda o primeiro estágio do controle - a obtenção de rotinas com a padronização destes processos repetitivos. A rotinização dos processos facilitaria a determinação dos problemas existentes e a suas possíveis soluções, viabilizando assim a diminuição das perdas de materiais.

4.2.3 Sistemas de controle

A Figura 4.1 apresenta esquematicamente um sistema de controle simples, no qual a ação gerencial é requisitada para viabilizar o ajuste do sistema, caso os objetivos não estejam sendo alcançados.

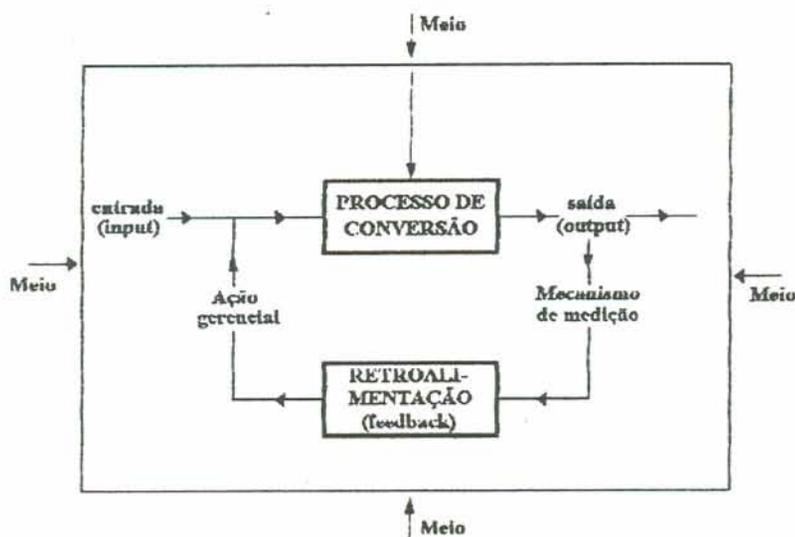
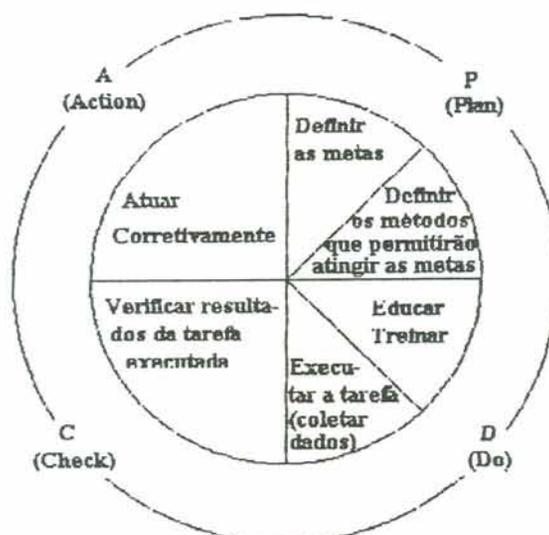


FIGURA 4.1 SISTEMA DE CONTROLE

A construção de uma edificação é um exemplo de sistema de controle: os dados de entrada são os fatores de produção, como terra, mão-de-obra, idéias, materiais de construção, máquinas e equipamentos, informações e energia; os dados de saída são o edifício com seus componentes, detalhes e dimensões; os processos de conversão são a construção, a preparação do canteiro, a fabricação de componentes e a montagem de equipamentos; e as restrições são os objetivos como as características do edifício, os condicionantes do processo (tecnologia construtiva, organização industrial, limitações de custo, política econômica, clima, etc.) e os requisitos de desempenho (comportamento técnico dos componentes, efetividade de custos, etc.)

Uma outra maneira de visualizar o sistema de controle é através do ciclo PDCA ("Plan", "Do", "Check", "Action") do TQC, apresentado na figura 4.2. Este ciclo visa a estabelecer e melhorar continuamente um sistema de padrões, atuando na causa fundamental de problemas detectados pela observação de itens de controle previamente selecionados. No TQC o ciclo PDCA é um padrão gerencial utilizado por todos na empresa viabilizando que o controle do processo seja realizado de forma sistemática e padronizada.



onde:

- | | |
|-----------------------------|--|
| Plan - Planejar (P) | - Significa estabelecer um plano |
| Do - Execução (D) | - é a execução de tarefas exatamente como previsto no plano, acrescida de coleta de dados para a verificação do processo. |
| Check - Checar (C) | - A partir dos dados coletados na execução, compara-se a meta realizada com a planejada. |
| Action - Ação corretiva (A) | - Etapa onde o gerente, após ter detectado os desvios, atua no sentido de fazer as correções definitivas de tal modo que o problema nunca volte a ocorrer. |

FIGURA 4.2 CICLO PDCA DE CONTROLE DE PROCESSOS (CAMPOS, 1990)

4.3 PRINCÍPIOS DO SISTEMA DE CONTROLE

Baseado em PILCHER (1985), SANCHEZ (1983) e WALKER (1984), os seguintes princípios são definidos como básicos dos sistemas de controle:

a) Assegurar a obtenção dos objetivos pela identificação de variações em relação ao plano original suficientemente cedo para permitir ações corretivas. Deve-se, portanto, acompanhar de perto os resultados, estabelecendo períodos de controle suficientemente curtos, dentro de limites praticáveis.

b) Garantir a flexibilidade dos procedimentos adaptando-os às necessidades e situações específicas de cada obra dentro das normas de caráter geral da organização. É

improvável que um sistema de controle único possa ser projetado de uma maneira a satisfazer as necessidades de todas as empresas e todos os tipos de obras.

c) Propiciar que o custo de implementação de um sistema de controle seja menor do que as economias obtidas com sua implementação. Como pode ser observado na figura 4.3 existe um ponto ótimo acima do qual o custo de implementação do controle e conseqüentemente das informações fornecidas pelo mesmo é superior ao valor da informação obtida.

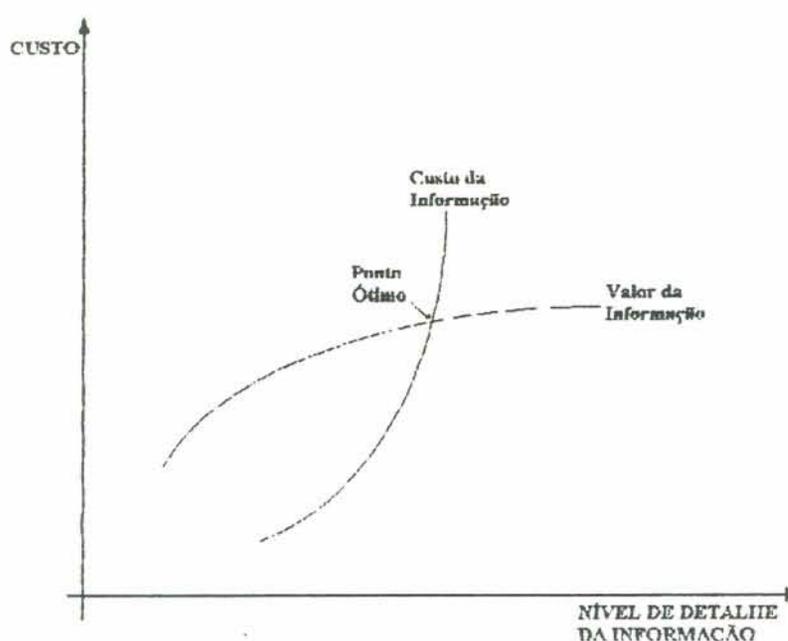


FIGURA 4.3 CUSTO X VALOR DA INFORMAÇÃO.

Esta curva tem um caráter predominantemente conceitual uma vez que é de difícil determinação. O custo de implementação do sistema e da informação obtida pode ser estabelecido com relativa facilidade. Já o valor da informação obtida é bem mais difícil de ser determinado, principalmente com relação aos benefícios advindos da boa comunicação e da motivação da mão-de-obra.

d) Fornecer aos gerentes, dentro de suas áreas de responsabilidades, autoridade suficiente para implementar seus planos, propiciando assim o alcance do seus objetivos.

e) Permitir a ação direta na primeira indicação de que alguma atividade está fora do curso de um plano pré-determinado.

f) Empregar um número reduzido de formulários com a coleta da menor quantidade de dados possível. A coleta de dados desnecessários causa dificuldades de análise e encarece a obtenção da informações.

É importante definir aqui a diferença entre dados e informação. Dados são fatos obtidos através de pesquisa, por medição ou observação, e subseqüentemente registrados. São usados como material básico de entrada para serem processados através de raciocínio ou cálculo, ou ambos. Após este processo de conversão, os dados só se transformam em informação se forem úteis à tomada de decisão.

O processo construtivo é de natureza altamente variável, podendo gerar uma grande quantidade de informações que devem ser empregadas seletiva e cuidadosamente.

g) Permitir um processo de comunicação entre os elementos envolvidos no processo (construtor, fornecedor, operário e cliente), tornando viável a divisão de responsabilidades. Isto valoriza o sistema, diminuindo a resistência à sua implementação.

h) Possibilitar o uso da retroalimentação ("feedback") em projetos futuros. É ela que permite o desenvolvimento de padrões.

5 – METODOLOGIA UTILIZADA NA ANÁLISE DAS PERDAS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Através do Programa de Qualidade e Produtividade da Construção Civil do Rio Grande do Sul, foi estabelecido um convênio envolvendo o Sindicato da Indústria da Construção do Estado do Rio Grande do Sul (SINDUSCON-RS), o Serviço de Apoio a Pequena e Média Empresa do Estado do Rio Grande do Sul (SEBRAE-RS), a Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (CIENTEC) e o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (NORIE), para a realização de uma pesquisa para o levantamento das incidências de perdas de materiais na construção de edificações e das causas destas ocorrências.

Na etapa de planejamento deste estudo foi formado um grupo com pesquisadores da UFRGS, entre os quais o autor do presente estudo, e gerentes técnicos da indústria da construção civil, tendo em vista discutir a metodologia a ser utilizada no estudo. Com base na bibliografia existente na área e na análise dos materiais mais representativos em termos de custo de construção e dos materiais potencialmente geradores de perda, foram definidas as diretrizes básicas da metodologia a ser empregada na pesquisa. Face a esta integração entre a universidade e empresas de construção civil, foi possível enriquecer a pesquisa com experiências, rotinas, hipóteses e questionamentos, provenientes da formação prática dos gerentes técnicos.

5.2 ÂMBITO DA PESQUISA

A amplitude do problema da pesquisa é imensa. A indústria da construção é caracterizada por uma grande variedade de materiais, diferentes tipos de construções e de

técnicas construtivas, sendo muito difícil estudar todas estas variáveis no âmbito de uma dissertação de mestrado. Em função disto, optou-se por restringir o estudo a um conjunto limitado de materiais e a um reduzido número de canteiros de obras, principalmente pelo fato de que um dos objetivos do trabalho era estudar com profundidade as causas das perdas.

Foram selecionadas cinco obras para o levantamento dos dados. Utilizou-se como critério de escolha das mesmas o emprego de tecnologias tradicionais (estrutura de concreto armado, paredes com blocos cerâmicos e revestimentos argamassados) e a necessidade de que as mesmas se encontrassem em estágios semelhantes. É óbvio que o reduzido tamanho da amostra impede que os resultados do estudo possam ser generalizados para todo o setor. A pesquisa, portanto, não tem como objetivo esgotar o assunto, mas pretende constituir-se em um primeiro estudo mais aprofundado do problema, procurando também incentivar o desenvolvimento de outras pesquisas que possam contribuir na composição de dados sobre as perdas de materiais.

Além das características específicas das obras pesquisadas, procurou-se escolher empresas construtoras que facilitassem a busca dos dados necessários e que mantivessem o canteiro, o escritório e a contabilidade acessíveis para os pesquisadores.

As empresas selecionadas enquadram-se na classificação de empresas de pequeno porte, sendo portanto, representativas no conjunto total de empresas construtoras. FORMOSO et al. (1992), com dados estatístico de IBGE, identificou que cerca de 96% das empresas de construção civil podem ser caracterizadas como micro e pequenas empresas. Cabe salientar que estas possuem uma receita operacional correspondente a, aproximadamente, 34,5 % do total do sub-setor.

As obras foram selecionadas entre os empreendimentos em andamento na cidade de Porto Alegre destinados à classe média-alta. Este tipo de empreendimento, segundo FRANCHI (1991), tem dominado, nos últimos anos, o mercado da indústria da construção civil da cidade. Esta autora analisou dados sobre o mercado imobiliário relativos aos anos de 1989 e 1990,

fornecidos por pesquisas efetuadas pelo SINDUSCON/RS, verificando que o número de imóveis destinados a classe média e alta representa valores da ordem de 80% da oferta habitacional total no mercado formal.

As principais características das obras analisadas, estão apresentadas nos itens 5.4.1 a 5.4.5.

5.3 OS MATERIAIS LEVANTADOS

Tendo como objetivo identificar os insumos mais representativos em termos de custo na construção, analisou-se a curva ABC dos insumos utilizados nos projetos de padrão normal, de quatro, oito e doze pavimentos da NBR-12721 (ABNT, 1992), a norma brasileira de avaliação de custos unitários e preparo de orçamentos de construção para incorporação de edifícios em condomínio. Foram eliminados os itens referentes a mão-de-obra, bem como os materiais que possuem uma baixa probabilidade de ocorrência de perda, apesar da sua grande representatividade em termos de custo, tais como elevadores, janelas, portas, fechaduras e outros.

HIROTA(1986) desenvolveu um trabalho onde foram reunidos dados oriundos de estudos desenvolvidos por outros pesquisadores, buscando identificar o percentual de representatividade dos serviços no custo da construção.

Excluiu-se, de forma similar à análise dos materiais, os serviços que possuem uma baixa probabilidade de ocorrência de perdas, tais como equipamentos, ferragens, elevador e o item instalações, o qual será examinado a parte. Pode-se afirmar que os serviços de estruturas, revestimentos e pinturas, alvenarias, pisos e rodapés são os mais representativos em termos de custo em uma construção.

Como era esperado, os materiais necessários para a execução dos serviços mencionados estão entre os indicados na curva ABC da NBR-12721 (ABNT, 1992) como os que apresentam alta representatividade no custo das construções. Esta análise serviu como base para a escolha dos insumos a serem examinados de forma específica.

Por intermédio da análise apresentada, foram definidos os insumos a serem observados neste estudo. São eles: madeiras, aços, concreto pré-misturado, cimento, areia, cal ou argamassa, tijolos e cerâmicas.

No transcorrer da pesquisa, no entanto, optou-se por eliminar do grupo as madeiras utilizadas para a execução das formas de concreto armado. Esta decisão baseou-se no fato de que existem diversas categorias de madeiras empregadas em formas, com níveis de reaproveitamento que variam significativamente. Assim, o estudo da incidência das perdas deste material teria que ser estendido por períodos relativamente extensos, ao longo de várias obras.

No transcorrer da pesquisa, verificou-se que as instalações elétricas e hidráulicas, na quase totalidade dos empreendimentos observados, eram executadas por empresas sub-contratadas, as quais se responsabilizavam pelo material e pela mão-de-obra a serem dispendidos na execução dos serviços. Isto dificultou o acompanhamento destes itens, especialmente no que concerne à obtenção dos documentos fiscais e ao controle das transferências, bastante comuns nos serviços de instalações. Desta forma, a análise destes materiais foi abandonada.

Devido ao limitado período destinado às observações de campo e considerando a velocidade de execução dos empreendimentos (ver item 5.4), não foi possível analisar as perdas de revestimentos cerâmicos e tintas, pois apenas um dos empreendimentos da amostra estava iniciando a execução dos pisos cerâmicos quando do encerramento da coleta de dados.

O estudo, portanto, ficou restrito ao cálculo das perdas de tijolos maciços, tijolos furados, concreto, aço, cimento, areia média e argamassa regular ou cal, os quais segundo a NBR-12721 (ABNT, 1992), representam aproximadamente 20% do custo total de obras construídas por processos construtivos tradicionais.

5.4 OBRAS PESQUISADAS

5.4.1 Obra A

A Obra A consiste em um edifício residencial com 2.997,11m², distribuídos em onze pavimentos, sendo dois subsolos para estacionamento, o pavimento térreo, sete pavimentos tipo com dois apartamentos de três dormitórios cada e um pavimento de cobertura. O fato da obra possuir financiamento pode ter influenciado no ritmo acelerado de andamento, observado na execução dos serviços, possibilitando o acompanhamento de concretagens, elevação de alvenarias e execução de revestimentos argamassados internos e externos.

5.4.2 Obra B.

Foi o único edifício comercial da pesquisa, possuindo 6.474,46 m², distribuídos em dez pavimentos, sendo um subsolo para estacionamento, um pavimento térreo com oito lojas e sobrelojas, um pavimento intermediário para estacionamento, seis pavimentos-tipo com onze salas cada e um pavimento de cobertura. A obra foi construída sob regime de condomínio a preço de custo, tendo sido possível acompanhar os serviços de concretagem e da fase inicial da execução das alvenarias.

5.4.3 Obra C

Constitui-se em um edifício residencial com 1.215,69 m², distribuídos em cinco pavimentos, sendo um subsolo para estacionamento, um pavimento térreo, dois pavimentos tipo com dois apartamentos de dois dormitórios cada e um pavimento de cobertura com dois apartamentos de dois dormitórios. Foi também construída sob regime de condomínio a preço de custo, tendo sido possível acompanhar parte da elevação das alvenarias e da execução dos revestimentos argamassados externos e internos.

5.4.4 Obra D

A Obra D pode ser descrita como um edifício residencial com 5.144,72 m², distribuídos em doze pavimentos, sendo um subsolo para estacionamento, um pavimento térreo, nove pavimentos-tipo com um apartamento de quatro dormitórios cada e um pavimento de cobertura. Esta obra foi construída sob regime de condomínio a preço de custo, tendo sido possível o acompanhamento de concretagens, da elevação de alvenarias e da execução dos revestimentos argamassados internos e externos.

5.4.5 Obra E

A Obra E consiste em um edifício residencial com aproximadamente 2.700 m² divididos em oito pavimentos, sendo um térreo para estacionamento, seis pavimentos-tipo com um apartamento de três dormitórios e um de dois dormitórios e um pavimento de cobertura. Esta obra foi construída sob regime de condomínio a preço de custo, tendo apresentado um ritmo muito lento durante o período de levantamento de dados no canteiro. Foi possível somente o acompanhamento de parte da elevação de alvenarias.

5.5 METODOLOGIA PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS

5.5.1 Vistorias inicial e final

Antes de iniciar o levantamento de dados em canteiro, foi realizada uma vistoria em cada obra. Nestas vistorias iniciais, representadas a partir daqui por VI, foram efetuadas medições detalhadas de todos os serviços executados e levantadas as quantidades estocadas dos materiais pesquisados existentes nos canteiros.

Após a realização da VI, foram colocados nas obras como observadores auxiliares de pesquisa, em geral um por turno em cada obra. A tarefa destes observadores era o preenchimento de planilhas nas quais eram coletados dados sobre o canteiro e sobre os materiais estudados desde sua chegada ao canteiro.

passando pela descarga, recebimento, transferências, transporte interno, estocagem e manuseio na frente de trabalho, quantificando perdas e registrando suas causas e respectivas incidências e frequências.

Ao final da fase de levantamento de dados em canteiro realizou-se outra vistoria em cada obra, representada a partir daqui por VF, repetindo-se os procedimentos executados na VI.

5.5.2 Planilhas utilizadas para o levantamento de dados

Foram criadas diversas planilhas para o levantamento de dados no canteiro cujas descrições encontram-se nos itens seguintes. O conjunto completo das planilhas empregadas pode ser encontrado em FORMOSO et al. (1993).

5.5.2.1 Planilha 1 - Identificação do canteiro em análise

Na Planilha 1 foram anotadas algumas características específicas da obra: a empresa construtora; o responsável técnico; a área construída; o prazo de duração; os documentos fornecidos pela construtora, tais como projetos, notas fiscais e memoriais; a relação de serviços sub-empregados; as responsabilidades quanto à especificação, quantificação e compra dos materiais; e o local de armazenamento (obra, almoxarifado central ou fornecedor).

5.5.2.2 Planilha 2 - Avaliação do percentual executado dos serviços

Na Planilha 2, foram avaliadas as quantidades dos serviços executados nas datas da VI e da VF.

5.5.2.3 Planilha 3 - Controle do material adquirido e recebido até a data da VI

Na Planilha 3, com os dados obtidos através da análise das notas fiscais fornecidos pela contabilidade das empresas,

anotaram-se as quantidades de materiais compradas e fornecidas às obras até a data da VI.

5.5.2.4 Planilha 4 - Medição de estoque

Na Planilha 4, foram quantificados os estoques dos materiais analisados nas datas da VI e da VF.

5.5.2.5 Planilha 5 - Controle do material recebido durante o período entre a VI e a VF

A Planilha 5 foi preenchida pelos observadores no canteiro da obra, sendo anotadas a data, as especificações, a quantidade e a finalidade dos materiais entregues e transferidos.

5.5.2.6 Planilha 6 - Transporte externo (descarregamento) e recebimento dos materiais

A Planilha 6 foi dividida em três partes: 6A para concreto, areia média e argamassa regular, 6B para cimento e 6C para tijolos.

Nestas planilhas, foram anotadas a data do recebimento, o tipo de equipamento de transporte externo utilizado, as características do local de descarregamento, a acessibilidade do canteiro, a ocorrência de duplo manuseio, as situações geradoras de perdas, as causas das ocorrências destas perdas, a quantidade perdida, a existência ou não de planejamento do local e da equipe para o recebimento, os tipos de controles quantitativos e qualitativos utilizados, a quantidade adquirida e a quantidade efetivamente recebida. Na Planilha 6C são anotadas também as dimensões de 10 tijolos escolhidos aleatoriamente, o número de peças rejeitadas e o motivo para rejeição e as quantidades de meio-tijolos entregues.

5.5.2.7 Planilha 7 - Transporte interno

Na Planilha 7, foram anotadas as datas das observações, a atividade na qual o material era utilizado, os equipamentos de transporte vertical e horizontal utilizados, as distâncias percorridas, a existência ou não de fluxos definidos, as condições do percurso, situações geradoras de perdas, causas de perdas e quantidades perdidas.

5.5.2.8 Planilha 8 - Verificação qualitativa quanto à estocagem dos materiais

Na Planilha 8, anotaram-se as datas das observações, as características do local do estoque (aberto, fechado, coberto ou descoberto), a forma do estoque, a base de estocagem, a existência ou não de contenções laterais, a altura máxima do estoque, as situações nas quais ocorreram perdas, as causas das perdas e as quantidades perdidas.

5.5.2.9 Planilha 9 - Controle da execução dos serviços

A Planilha 9 foi dividida em: 9A (Controle da execução de alvenarias) e 9B (Controle da execução de revestimentos argamassados).

Na Planilha 9A, foram anotadas a data da observação, o tipo de tijolo utilizado (maciço ou furado), o tempo da observação, a metragem executada, as dimensões dos tijolos, a espessura das juntas, o número de peças quebradas, a causa e a frequência da quebra, o número de peças rejeitadas, a causa e a frequência da rejeição, o número de peças cortadas, o uso da sobra do corte, o traço utilizado nas argamassas, os meios utilizados para cubagem, a espessura da parede e algumas informações gerais como: tipo de contrato realizado com os pedreiros (tarefa ou hora trabalhada), de quantas em quantas fiadas é verificado o alinhamento e o prumo da parede, utilização ou não de régua, reaproveitamento ou não da massa que cai durante a operação e o destino dos tijolos e da massa que sobra ao final da operação.

Na Planilha 9B, foram anotadas a data da observação, o tipo de local a ser revestido (parede, piso ou forro), o tempo observado, a espessura média, o número de observações para a obtenção da média, o local do revestimento (interno ou externo), os traços utilizados, os meios utilizados para a cubagem, preparação ou não das superfícies antes de serem revestidas, as dimensões das régua, o afastamento das taliscas, reaproveitamento ou não da massa que cai e o uso da sobra de massa ao final da operação.

5.5.2.10. Planilha 10 - Verificação dos serviços executados

A Planilha 10 foi dividida em: 10A - verificação do prumo da estrutura; 10B - verificação das dimensões das peças estruturais como pilares e lajes; e 10C - verificação da espessura dos revestimentos à base de argamassa.

5.5.3 Metodologia para o cálculo dos resultados

Com os dados coletados nas planilhas, procurou-se obter três tipos de informações: a incidência de perdas de materiais, as causas que colaboraram para a ocorrência destas perdas e a proporção em que cada causa estudada contribuiu para a composição final do índice de material perdido.

5.5.3.1 Cálculo da incidência de perdas de materiais

O cálculo da incidência das perdas de materiais foi realizado considerando três diferentes momentos.

Primeiro, determinou-se a perda ocorrida até a VI através da análise contábil das notas fiscais dos materiais comprados, conforme os dados fornecidos pela Planilha 3; a medição do estoque na VI, conforme a Planilha 4; e a quantidade de materiais que deveria ter sido utilizada através da medição dos serviços executados até a VI, conforme a Planilha 2.

O índice de perdas de um determinado insumo na VI foi calculado através da seguinte equação:

$$\text{Perda [\%]} = \frac{\text{Mreal} - \text{Est(VI)}}{\text{Mteo}}$$

onde:

Perda [%] = índice total de perda do material, considerando as parcelas de natureza direta e indireta

Mreal = quantidade de material adquirida até a VI

Est(VI) = quantidade de material existente no estoque na VI

Mteo = quantidade de material teoricamente necessária para a execução dos serviços até a VI

EQUAÇÃO 5.1 CALCULO DAS PERDAS ATÉ A VI

Obteve-se, também, a perda ocorrida entre a VI e a VF através da análise dos materiais entregues no canteiro entre a VI e a VF, conforme os dados coletados na Planilha 5; da medição do estoque na VI e na VF, conforme Planilha 4; e da quantidade de materiais que deveria ter sido utilizada através da medição dos serviços executados entre a VI e a VF, conforme a Planilha 2.

A equação que segue foi utilizada para o cálculo do índice de perdas de um determinado insumo entre a VI e a VF:

$$\text{Perda [\%]} = \frac{\text{Mreal} + \text{Est(VI)} - \text{Est(VF)}}{\text{Mteo}}$$

onde:

Perda [%] = índice total de perda do material, considerando as parcelas de natureza direta e indireta

Mreal = quantidade de material adquirida entre a VI e a VF

Est(VI) = quantidade de material existente no estoque na VI

Est(VF) = quantidade de material existente no estoque na VF

Mteo = quantidade de material teoricamente necessária para a execução dos serviços realizados entre a VI e a VF

EQUAÇÃO 5.2 CALCULO DAS PERDAS ENTRE A VI E A VF

Determinou-se, por fim, a perda ocorrida até a VF somando a quantidade total dos materiais entregues no canteiro obtidos nas planilhas 3 e 5; a medição do estoque na VF, conforme a Planilha 4 e a quantidade de materiais teoricamente

necessários para a execução dos serviços executados no período, avaliados através de medição em obra conforme a Planilha 2.

A equação que se segue foi utilizada para o cálculo do índice de perdas de um determinado insumo na VF:

$$\text{Perda [\%]} = \frac{\text{Mreal} - \text{Est(VF)}}{\text{Mteo}}$$

onde:

Perda [%] = índice total de perda do material, considerando as parcelas de natureza direta e indireta

Mreal = quantidade de material adquirida até a VF

Est(VF) = quantidade de material existente no estoque na VF

Mteo = quantidade de material teoricamente necessário para a execução dos serviços até a VF

EQUAÇÃO 5.3 CALCULO DAS PERDAS ATÉ A VF

Cabe salientar que, para o cálculo da quantidade de material que deveria ter sido utilizado, foram realizadas medições das quantidades de serviços nas cinco obras utilizando-se os mesmos critérios de medição, para que os dados obtidos de perdas pudessem ser comparados entre si.

O consumo estimado foi obtido através das composições de custo fornecidas pela PINI (1992) e pela REGIONAL SUL ORÇAMENTOS E CUSTOS (1990), descontadas as perdas embutidas nas mesmas.

5.5.3.2 Estudo das causas que contribuíram para a ocorrência de perdas

A análise das planilhas 6, 7, 8, 9 e 10, apresentadas no item 5.5.2 permitiram estudar a distribuição das perdas em suas principais causas. Os dados coletados nestas planilhas viabilizaram, também, alguns estudos estatísticos cujos resultados são apresentados no próximo capítulo.

6 - RESULTADOS DA ANÁLISE

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Primeiramente, através do critério exposto no item 5.5.3, foram calculados, para todas as obras pesquisadas, os índices de perdas, em termos percentuais, para os materiais observados até a data da VI, entre a data da VI e da VF e do início da obra até a data da VF.

Após, com os dados fornecidos nas planilhas apresentadas no Capítulo 5, foram formados diferentes arquivos de dados buscando transformar as observações de campo em variáveis. Foram utilizadas funções estatísticas básicas como média, desvio padrão, coeficiente de variação, valor mínimo e valor máximo da série, e, em alguns casos, foram avaliadas as frequências das observações registradas.

Através do estudo das variáveis estatísticas foram analisadas as perdas dos materiais observados nos seus diferentes momentos de incidência (recebimento, estocagem, transporte interno e produção).

Por fim, foi feita uma distribuição das perdas dos materiais pesquisados em suas principais causas.

6.2 AS INCIDÊNCIAS DE PERDAS NAS DIFERENTES OBRAS

6.2.1 Obra A

Na Obra A estavam sendo executados os serviços de estrutura e alvenarias na data da VI. Durante a fase de levantamento de dados no canteiro (entre a VI e a VF) foi possível acompanhar a execução dos serviços de estrutura, alvenarias e revestimentos argamassados internos e externos.

O Quadro 6.1 relaciona a quantidade de material consumido durante o período em análise (consumo); a quantidade de material teoricamente necessária para a execução dos

serviços, deduzidas as perdas usuais inseridas nas composições de custo (orçado); a perda bruta dos materiais; e o índice de perda do insumo expresso em termos percentuais.

OBRA A		ATE A VI				ENTRE A VI E A VF				ATE A VF			
MAT. OBSERVADO	UN	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)
AÇO CA-60	Kg	---	---	---	---	---	---	---	---	6.466	5.122	1.324	25,85%
AÇO CA-50	Kg	---	---	---	---	---	---	---	---	60.412	51.157	9.255	18,09%
AÇO TOTAL	Kg	---	---	---	---	---	---	---	---	66.858	56.279	10.579	18,80%
CIMENTO	Kg	37.300	23.379	13.921	59,54%	78.150	41.993	36.157	86,10%	115.450	65.372	50.078	76,60%
CONCRETO	m ³	280,50	244,55	35,95	14,70%	204,50	193,12	11,38	5,89%	485,00	437,67	47,33	10,81%
AREIA MEDIA	m ³	88,00	66,73	21,27	31,87%	170,00	136,45	33,55	24,59%	258,00	203,18	54,82	26,98%
ARGAMASSA REG.	m ³	---	---	---	---	114,50	56,39	58,11	103,05%	114,50	56,39	58,11	103,05%
TIJOLOS FURADOS	un	---	---	---	---	---	---	---	---	155.962	111.482	44.480	39,90%
TIJOLOS MACIÇOS	un	24.131	16.232	7.899	48,66%	46.265	32.232	14.033	43,54%	70.396	48.464	21.932	45,25%

QUADRO 6.1 - PERDAS DA OBRA A.

Como pode ser observado no Quadro 6.1, não foram calculadas para esta obra as perdas de aço até a VI e entre a VI e a VF, devido ao fato de não ter sido possível levantar a quantidade de aço estocada na data da realização da VI.

Até a VI não houve consumo de argamassa regular, pois não havia sido iniciada a execução dos revestimentos argamassados.

Durante a execução dos revestimentos argamassados houve elevadas perdas, o que pode ser comprovado pela significativa perda de argamassa regular e pelo aumento da perda de cimento entre a VI e a VF, se comparada com a perda ocorrida até a VI. As causas da ocorrência destas perdas foram: a execução de revestimentos com maior espessura do que a necessária; um acidente no qual descolaram aproximadamente 445 m² de forro devido à utilização de desmoldante nas formas; e a execução de revestimentos argamassados em tetos sob os quais

seriam utilizados forros rebaixados, conforme ilustra a foto da Figura 6.1.

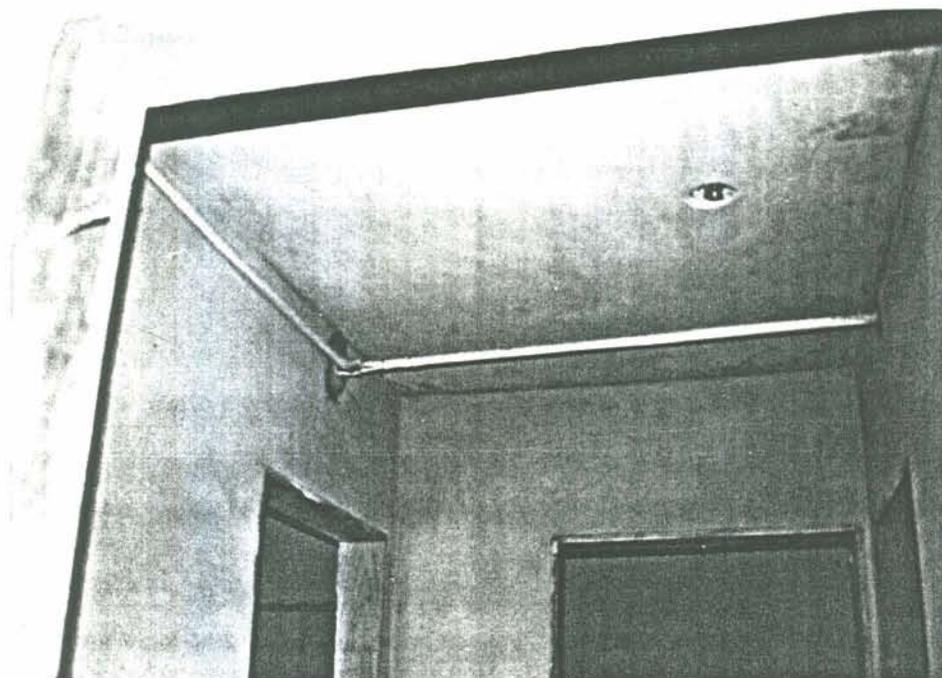


FIGURA 6.1. REVESTIMENTO ARGAMASSADO EM FORRO QUE RECEBERÁ REBAIXAMENTO (OBRA A).

A perda de concreto usinado até a VI foi maior do que a ocorrida entre a VI e a VF, devido ao fato de que até a VI foram concretadas as cortinas de contenção e a estrutura dos dois subsolos e do pavimento térreo que, em função de sua complexidade, devem ter gerado mais perdas do que a concretagem de pavimentos-tipo, com características repetitivas.

Em função de dificuldades de aferição dos estoques de tijolos furados na VI e de problemas com o controle de notas fiscais, não foi possível levantar separadamente os índices das perdas até a VI e entre a VI e a VF. Considerou-se como significativo apenas o índice de perdas até a VF.

6.2.2 Obra B

Na Obra B estava sendo executada somente a estrutura de concreto armado na data da VI. Devido à fase preliminar em

que se encontrava a obra, foi possível acompanhar, entre a VI e a VF, apenas os serviços de estrutura e alvenarias. Os resultados relativos a esta obra podem ser observados no Quadro 6.2.

OBRA B		ATE A VI				ENTRE A VI E A VF				ATE A VF			
MAT. OBSERVADO	UN	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)
AÇO CA-60	Kg	---	---	---	---	---	---	---	---	33.099	33.826	- 727	-2,15%
AÇO CA-50	Kg	---	---	---	---	---	---	---	---	81.199	55.962	25.237	45,10%
AÇO TOTAL	Kg	---	---	---	---	---	---	---	---	114.298	89.788	24.510	27,30%
CIMENTO	Kg	---	---	---	---	16.325	11.243	5.082	45,20%	16.325	11.243	5.082	45,20%
CONCRETO	m ³	801,00	731,00	70,00	9,58%	348,00	297,00	51,00	17,17%	1.149	1.028	121,00	11,77%
AREIA MEDIA	m ³	---	---	---	---	144,00	111,00	33,00	29,73%	144,00	111,00	33,00	29,73%
ARGAMASSA REG.	m ³	---	---	---	---	6,00	3,20	2,80	87,50%	6,00	3,20	2,80	87,50%
TIJOLOS FURADOS	un	---	---	---	---	52.821	48.819	4.002	8,20%	52.821	48.819	4.002	8,20%
TIJOLOS MACIÇOS	un	---	---	---	---	61.716	53.560	8.156	15,23%	61.716	53.560	8.156	15,23%

QUADRO 6.2 - PERDAS DA OBRA B.

Não foram calculadas as perdas de aço até a VI e entre a VI e a VF, devido ao fato de não ter sido levantada a quantidade de aço estocada na data da realização da VI.

Não houve consumo de cimento, de areia média, de argamassa regular e de tijolos até a VI. Até a data da realização desta vistoria, tinha sido executada somente parte da estrutura de concreto armado.

A elevada perda de argamassa regular ocorreu devido ao fato de ter sido este material utilizado em pequeno volume e em reparos executados no prédio vizinho à obra.

Quanto ao pequeno índice de perdas de tijolos cabe salientar que até a VF não haviam sido executados arremates, encunhamentos nem alterações de projeto o que pode ter influenciado os resultados obtidos.

6.2.3 Obra C

Na data da VI, a Obra C tinha, praticamente, toda a sua estrutura de concreto armado concluída e também uma parcela considerável das alvenarias. Entre a VI e a VF foi possível observar a execução de pequena parte das alvenarias e de todos os revestimentos argamassados internos e externos. Os resultados relativos a Obra C podem ser observados no Quadro 6.3.

OBRA C		ATE A VI				ENTRE A VI E A VF				ATE A VF			
MAT. OBSERVADO	UH	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)
AÇO CA-60	Kg	2.880	2.824	56	1,98%	---	---	---	---	2.880	2.824	56	1,98%
AÇO CA-50	Kg	22.862	18.102	4.760	26,30%	---	---	---	---	22.862	18.102	4.760	26,30%
AÇO TOTAL	Kg	25.742	20.926	4.816	23,01%	---	---	---	---	25.742	20.926	4.816	23,01%
CIMENTO	Kg	15.300	11.702	3.598	30,75%	25.750	18.862	6.888	36,52%	41.050	30.564	10.486	34,31%
CONCRETO	m ³	303,00	258,00	45,00	17,44%	---	---	---	---	303,00	258,00	45,00	17,44%
AREIA MEDIA	m ³	---	---	---	---	---	---	---	---	115,00	95,00	20,00	21,05%
ARGAMASSA REG.	m ³	---	---	---	---	73,00	52,00	21,00	40,38%	73,00	52,00	21,00	40,38%
TIJOLOS FURADOS	un	106.659	81.369	25.290	31,08%	13.385	6.924	6.461	93,31%	120.044	88.293	31.751	35,96%
TIJOLOS MACIÇOS	un	19.435	16.193	3.242	20,02%	---	---	---	---	19.435	16.193	3.242	20,02%

QUADRO 6.3 - PERDAS DA OBRA C.

Na data da execução da VI, a estrutura de concreto armado já estava concluída, não existindo, portanto, consumo de aço e de concreto entre a VI e a VF.

Em função de dificuldades de aferição dos estoques de areia regular na VI, não foi possível levantar separadamente os índices das perdas até a VI e entre a VI e a VF.

Até a VI não houve consumo de argamassa regular, pois não havia sido iniciada a execução dos revestimentos argamassados.

A perda de tijolos furados ocorrida entre a VI e a VF foi maior do que a ocorrida até a VI, devido ao fato de que

naquele período foram executados poucos serviços de elevação de alvenarias e muitos arremates. Houve também modificações no projeto arquitetônico, em função das quais diversas divisórias internas de um dos apartamentos foram demolidas e executadas em novas posições, por imposição de clientes. Não houve utilização de tijolos maciços entre a VI e a VF.

6.2.4 Obra D

Na data da VI, a Obra D encontrava-se na fase final da execução da estrutura de concreto armado, tendo sido executada grande parte das alvenarias. Entre a VI e a VF foi possível acompanhar a execução do final da estrutura, de parte das alvenarias e dos revestimentos argamassados internos e externos. Os resultados relativos a Obra D podem ser localizados no Quadro 6.4.

OBRA D		ATE A VI				ENTRE A VI E A VF				ATE A VF			
MAT. OBSERVADO	UN	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)
AÇO TOTAL	Kg	—	—	—	—	—	—	—	—	112.211	103.990	8.221	7,91%
CIMENTO	Kg	52.150	14.686	37.464	255,10%	75.750	36.100	39.650	109,83%	127.900	50.786	77.114	151,84%
CONCRETO	m ³	1163,50	1161,30	2,20	0,19%	51,50	44,07	7,43	16,86%	1215,00	1205,37	9,63	0,80%
AREIA MEDIA	m ³	254,50	136,00	118,50	87,13%	301,50	129,00	172,50	133,72%	556,00	265,00	291,00	109,81%
CAL HIDRATADA.	Kg	—	—	—	—	41.040	16.279	24.761	152,10%	41.040	16.279	24.761	152,10%
TIJOLOS FURADOS	un	169.960	137.593	32.367	23,52%	76.510	57.249	19.261	33,64%	246.470	194.842	51.628	26,50%
TIJOLOS MACIÇOS	un	94.875	79.251	15.624	19,71%	44.200	30.020	14.180	47,23%	139.075	109.271	29.804	27,28%

QUADRO 6.4 - PERDAS DA OBRA D.

A elevada perda de cimento e de areia e a pequena perda de concreto até a VI induzem à conclusão de que, provavelmente, tenha sido produzido concreto no canteiro da obra. Esta informação não foi confirmada pelo construtor, e, como até a VI não possuíamos observadores no canteiro, não foi possível concluir o que realmente ocorreu.

Cabe salientar que, mesmo que todo o cimento perdido tenha sido utilizado para a produção de concreto no canteiro, a Obra D possuiria uma perda de concreto bem inferior a todos os demais empreendimentos pesquisados.

A perda de concreto entre a VI e a VF foi relativamente elevada, sendo, porém, necessário levar em consideração os tipos de peças que foram concretadas neste período, como cortinas de contenção, casa de máquinas e reservatório superior, normalmente geradoras de perdas mais elevadas em função da complexidade do serviço.

A areia, até a VI, também foi utilizada para a execução de um dreno sem que o construtor tivesse condições de fornecer as reais dimensões do mesmo.

Não houve consumo de cal até a VI, pois não havia sido iniciada a execução dos revestimentos argamassados.

A elevada perda de cimento, areia média e de cal entre a VI e a VF, período em que foram executadas grandes quantidades de revestimentos argamassados, comprovou, novamente, ser este um serviço crítico e gerador de perdas elevadas.

6.2.5 Obra E

Na Obra E a estrutura de concreto armado já estava concluída na data da realização da VI. Durante o período de levantamento de dados no canteiro, foi possível observar apenas parte da execução das alvenarias e o início da execução dos revestimentos argamassados internos. Os resultados relativos a Obra E podem ser observados no Quadro 6.5.

Devido ao fato de estar concluída a estrutura de concreto armado na data da realização da VI, não houve consumo de aço e de concreto usinado entre a VI e a VF.

Esta obra apresentou, em geral, índices de perdas maiores se comparada com as demais. A falta de preocupação com o gerenciamento dos materiais e de coordenação dos projetos foram características marcantes, como pode ser observado nas figuras 6.2 e 6.3.

OBRA E		ATE A VI				ENTRE A VI E A VF				ATE A VF			
MAT. OBSERVADO	UN	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)	CONSUMO (1)	ORÇADO (2)	PERDA (1-2)	PERDA-% (1/2)
AÇO CA-60	Kg	15.641	15.370	271	1,76%	—	—	—	—	15.641	15.370	271	1,76%
AÇO CA-50	Kg	32.162	25.034	7.128	28,47%	—	—	—	—	32.162	25.034	7.128	28,46%
AÇO TOTAL	Kg	47.803	40.404	7.399	18,31%	—	—	—	—	47.803	40.404	7.399	18,31%
CIMENTO	Kg	29.500	14.904	14.596	97,93%	22.800	9.685	13.115	135,42%	52.300	24.589	27.711	112,70%
CONCRETO	m ³	572,00	457,00	115,00	25,16%	—	—	—	—	572,00	457,00	115,00	25,16%
AREIA MEDIA	m ³	45,00	32,00	13,00	40,63%	46,00	32,00	14,00	43,75%	91,00	64,00	27,00	42,19%
ARGAMASSA REG.	m ³	86,00	51,00	35,00	68,63%	37,00	20,00	17,00	85,00%	123,00	71,00	52,00	73,24%
TIJOLOS FURADOS	un	—	101.937	—	—	49.428	23.850	25.578	107,25%	—	125.787	—	—
TIJOLOS MACIÇOS	un	—	37.764	—	—	28.886	13.765	15.121	109,85%	—	51.529	—	—

QUADRO 6.5 - PERDAS DA OBRA E.

Ocorreram elevadas perdas de cimento e de argamassa regular até a VI, mesmo não tendo sido iniciada a execução dos revestimentos argamassados. Isto ocorreu provavelmente, devido à execução de paredes com espessura maior do que a especificada, como pode ser observado na figura 6.4. Estas perdas aumentaram entre a VI e a VF, devido ao início da execução dos revestimentos argamassados de paredes internas com espessura maior do que a necessária.

As mesmas causas ocasionaram elevadíssimas perdas de tijolos entre VI e VF. Os índices de perdas de tijolos até a VI e até a VF não foram calculados em função da ocorrência de extravio de diversas notas fiscais.



FIGURA 6.2 GRANDE QUANTIDADE DE CALIÇA DEMONSTRANDO FALTA DE PREOCUPAÇÃO COM O GERENCIAMENTO DE MATERIAIS (OBRA E).

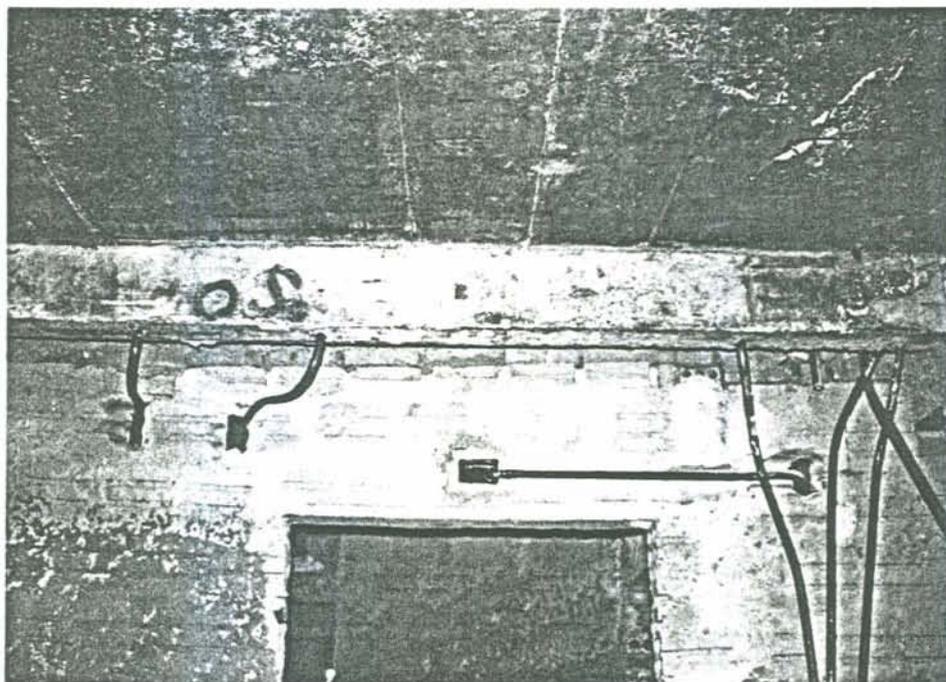


FIGURA 6.3 FALTA DE COORDENAÇÃO DOS PROJETOS ARQUITETÔNICO, ESTRUTURAL E ELÉTRICO (OBRA E).

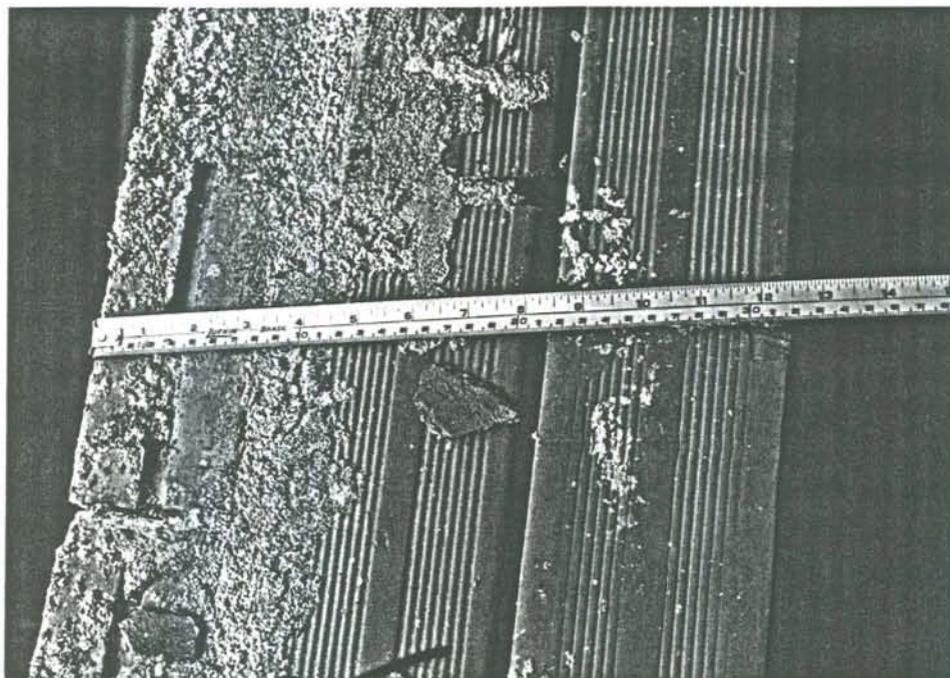


FIGURA 6.4 PAREDE PROJETADA COM 20 cm E EXECUTADA COM ESPESURA DE 32 cm SEM CONSIDERAR OS REVESTIMENTOS (OBRA E).

6.3 RESUMO DOS RESULTADOS DA PESQUISA E COMPARATIVO COM PESQUISAS PRÉVIAS

O Quadro 6.6 apresenta uma síntese dos resultados obtidos nos cinco empreendimentos pesquisados. São também apresentados os resultados de trabalhos congêneres, bem como as perdas comumente adotadas pelas composições de custo (perda usual).

A Obra D apresentou um índice de perda de areia média superior às demais. Foi a única a utilizar em obra a areia e a cal hidratada na produção da argamassa, induzindo à conclusão de que este elevado índice deve-se às perdas ocorridas na execução dos revestimentos argamassados.

Na Obra B, a perda de cimento não foi tão elevada como nas obras A, D e E. Porém, é necessário considerar que, até a data da VF, não havia sido iniciada a execução dos revestimentos argamassados, causa de incidência de perdas elevadas de cimento e de argamassa regular.

Na Obra B, a pequena perda de tijolos em relação às demais obras foi, provavelmente, devido ao fato de que a obra,

até a VF, estava no início do levantamento das alvenarias e não haviam sido executados arremates e encunhamentos.

O pequeno índice de perda de aço e de concreto na Obra D ocorreu, provavelmente, devido a características específicas do projeto estrutural. A obra possuía apenas uma viga de contorno e uma grande laje de 17 cm de espessura para todo o pavimento, acarretando muito poucos cortes nas barras de aço e facilitando a execução das concretagens.

A menor perda de tijolos maciços na Obra C ocorreu pelo fato de ter sido utilizada argamassa com aditivo para a realização de encunhamentos no lugar dos tijolos maciços como nas demais obras.

A análise dos resultados referentes ao consumo de aço nos empreendimentos B, C e E evidencia a existência de substituição de aço CA-60 por CA-50 o que pode ocasionar problemas estruturais. O valor médio de perda de aço (19,07%), apesar de ser inferior ao valor admitido nas composições de custo brasileiras, é muito superior ao valor obtido por SKOYLES (1976) na Inglaterra. Isto demonstra que melhorias significativas podem ainda ser obtidas no gerenciamento do aço.

ETAPA	ATÉ A VI						ENTRE A VI E A VF						ATÉ A VF						PINTO	SKOYLES	PERDA USUAL
OBRA	A	B	C	D	E	MÉDIA	A	B	C	D	E	MÉDIA	A	B	C	D	E	MÉDIA			
Aços																					
CA-60	- 1	- 1	1.98	- 1	1.76	1.87	- 1	- 1	- 0	- 1	- 0	-	25.85	-2.15	1.98	- 2	1.76	6.86	-	-	20.00
CA-50	- 1	- 1	26.30	- 1	28.47	27.39	- 1	- 1	- 0	- 1	- 0	-	18.09	45.10	26.30	- 2	28.46	29.49	-	-	20.00
Soma	- 1	- 1	23.01	- 1	18.31	20.66	- 1	- 1	- 0	- 1	- 0	-	18.80	27.30	23.01	7.91	18.31	19.07	26.19	5.00	20.00
Cimento	59.54	- 0	30.75	255.10	97.93	110.83	86.10	45.20	36.52	109.83	135.42	82.61	76.60	45.20	34.31	151.86	112.70	84.13	33.11	-	15.00
Concreto	14.70	9.58	17.44	0.18	25.16	13.42	5.70	17.17	- 0	15.91	- 0	12.93	10.80	11.77	17.44	0.75	25.16	13.18	1.34	2.00	5.00
Areia	31.87	- 0	- 5	86.76	40.63	47.46	24.59	29.73	- 5	133.33	43.75	44.37	27.09	29.73	21.05	109.81	42.19	45.76	39.02	-	15.00
Argamassa	- 0	- 0	- 0	- 0	68.63	-	103.05	87.50	40.38	152.10	85.00	93.60	103.05	87.50	40.38	152.10	73.24	91.25	101.94	5.00 ⁴	15.00
Tij. Fur.	- 5	- 0	31.06	23.52	- 2	27.30	- 5	8.20	93.31	33.64	107.25	60.60	39.90	8.20	35.96	26.50	- 2	27.64	-	8.00	10.00
Tij. Mac.	48.66	- 0	20.02	19.71	- 2	29.46	43.54	15.23	- 0	47.23	109.85	53.96	45.25	15.23	20.02	27.28	- 2	26.94	12.73 ³	12.00	10.00

QUADRO 6.6 - ANÁLISE COMPARATIVA DOS ÍNDICES DE PERDA DE MATERIAIS (%)

Observações:

- (0) - Materiais não utilizados no período em análise;
- (1) - Resultados não obtidos por que o estoque de aço em (VI) não foi computado;
- (2) - Resultados não obtidos, devido ao extravio de notas fiscais do insumo em análise;
- (3) - Resultados referentes a utilização de blocos ao invés de tijolos cerâmicos;
- (4) - Índice calculado para os revestimentos a base de argamassa e não para os insumos de forma específica.
- (5) - Resultado não considerado

6.4 ESTUDO DAS PERDAS SEGUNDO O MOMENTO DE OCORRÊNCIA

6.4.1 Recebimento

6.4.1.1 Cimento

Todas as obras pesquisadas receberam cimento ensacados. Das observações realizadas em canteiro, obteve-se os dados que são apresentados no Quadro 6.7:

FREQUENCIA DAS OBSERVAÇÕES (%)	EMPREENDIMENTO						
	G	A	B	C	D	E	x
PLANEJAMENTO LOCAL	94,12	77,78	100,00	100,00	100,00	100,00	95,55
EQUIPE	61,76	77,78	42,86	0,00	88,90	100,00	61,91
CONTROLE QUANTITATIVO	94,44	90,91	100,00	100,00	100,00	67,67	91,72
QUALITATIVO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	34	9	7	6	9	3	(5)

QUADRO 6.7 - CARACTERÍSTICAS DO RECEBIMENTO DE CIMENTO

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

Os dados acima apresentados demonstram que é comum a chegada de cimento na obra sem que a mesma esteja preparada com operários disponíveis para realizar o descarregamento. Nenhuma das obras pesquisadas realizou qualquer controle qualitativo do cimento recebido, e, em algumas observações, na Obra A e na Obra E, não foi realizada sequer a contagem do número de sacos para a verificação da quantidade entregue.

As principais ocorrências de perdas foram consequência do manuseio indevido dos sacos, que eram rasgados na retirada do caminhão ou no transporte ao estoque. As quantidades perdidas são de difícil quantificação, porque mesmo os sacos rasgados acabam por ter seus conteúdos utilizados.

6.4.1.2 Areia média

O Quadro 6.8 relaciona os principais dados obtidos nas observações da entrega de areia média.

FREQUÊNCIA DAS OBSERVAÇÕES (%)	EMPREENDIMENTO						
	G	A	B	C	D	E	x
ACESSIBILIDADE BOA	86,67	94,12	66,67	0,00	100,00	100,00	72,16
REGULAR	2,22	0,00	33,37	0,00	0,00	0,00	6,67
RUIM	11,10	5,88	0,00	100,00	0,00	0,00	21,18
OCOR.DE DUPLO MANUSEIO	15,56	0,00	0,00	75,00	6,67	50,00	26,33
PLANEJAMENTO LOCAL	71,11	94,12	100,00	0,00	60,00	66,67	64,16
CONTROLE QUANTITATIVO	37,38	76,47	100,00	0,00	6,67	0,00	36,63
QUALITATIVO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	45	7	3	4	15	6	(5)

QUADRO 6.8 - CARACTERÍSTICAS DO RECEBIMENTO DE AREIA MÉDIA.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

Os dados acima apresentados demonstram que é comum a descarga de areia em um local provisório para ser depois transportada ao estoque definitivo, o que causa duplo manuseio e, conseqüentemente mais perdas. Diversas vezes, observou-se que, no momento da chegada do material, o canteiro não estava preparado para sua recepção e o local não havia sido planejado para o descarregamento. Além disso, não é realizado qualquer controle qualitativo do material entregue e, na maioria das observações, não foi sequer controlada a quantidade entregue.

As principais perdas ocorreram devido ao duplo manuseio, à falta de espaço no canteiro, à inadequação do "layout" do canteiro e a características impróprias do equipamento de transporte externo.

6.4.1.3 Concreto usinado

Todas as obras pesquisadas utilizaram concreto usinado, o que demonstra que este produto tem se confirmado como uma tendência nas obras do município de Porto Alegre.

Durante a pesquisa, observou-se tanto a utilização de concreto bombeado como não bombeado, sendo este último depositado em uma caixa e transportado à frente de trabalho com a utilização de jiricas ou carrinhos de mão. Em concretagens com a utilização de concreto não bombeado, é inevitável a ocorrência de duplo manuseio.

Todas as obras apresentaram boa acessibilidade para o caminhão-betoneira. O Quadro 6.9 relaciona as principais verificações relativas ao descarregamento e ao recebimento de concreto.

FREQUÊNCIA DAS OBSERVAÇÕES (%)	EMPREENDIMENTO						
	G	A	B	C	D	E	X
OCOR.DE DUPLO MANUSEIO	83,33	82,76	66,67	-----	100,00	-----	83,14
PLANEJAMENTO LOCAL EQUIPE	100,00	100,00	100,00	-----	100,00	-----	100,00
	87,23	93,10	50,00	-----	100,00	-----	81,03
CONTROLE QUANTITATIVO QUALITATIVO	12,50	6,90	44,44	-----	0,00	-----	17,11
	100,00	100,00	100,00	-----	100,00	-----	100,00
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	48	29	9	-----	10	-----	(3)

QUADRO 6.9 - CARACTERÍSTICAS DE RECEBIMENTO DO CONCRETO USINADO

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 X = média entre empreendimentos observados

As obras C e E estavam com suas estruturas de concreto armado executadas quando foi iniciada a etapa de investigação em campo, não havendo, portanto, qualquer ocorrência neste item.

Com os dados apresentados no Quadro 6.9 pode-se concluir que existe uma preocupação em planejar o local da

concretagem e que, apesar da necessidade de executar a concretagem no menor tempo possível para evitar o início de pega, ocorreram situações em que o concreto chegou nas obras A e B e a equipe para a concretagem não estava preparada.

Observou-se que sempre é executado o controle qualitativo através da moldagem de corpos de prova. Porém, normalmente, este controle é executado pelo próprio fornecedor. Quanto ao controle quantitativo, existe uma dificuldade para a cubagem da quantidade fornecida pelo caminhão-betoneira e em poucas observações foi realizada a cubagem da estrutura pronta para a verificação da quantidade entregue.

As causas principais de ocorrência de perdas do concreto usinado foram: o duplo manuseio, a negligência da mão-de-obra, a utilização de equipamento de transporte interno inapropriado (como carrinhos de mão), o percurso desfavorável, "layout" de canteiro inadequado e o erro de cubagem acarretando sobra de material no final da concretagem.

Para o levantamento da quantidade perdida de concreto no seu recebimento em obra, analisou-se a relação entre a quantidade recebida e a quantidade adquirida, calculando-se a proporção da quantidade perdida em relação à quantidade recebida.

Na análise da quantidade recebida em relação à adquirida, em uma das observações na Obra A, constatou-se que foi entregue 29,67% a menos de material em relação à quantidade adquirida. Em uma observação na Obra D, observou-se que foi entregue 11,11% a menos de material do que a quantidade adquirida.

O Quadro 6.10 apresenta uma análise da quantidade perdida em relação à recebida.

QUANTIDADE PERDIDA (%) QUANTIDADE RECEBIDA	EMPREENDIMENTO						
	G	A	B	C	D	E	x
MÉDIA	1,29	0,88	1,76	-----	2,92	-----	1,85
DESVIO PADRÃO	4,56	4,29	1,37	-----	6,15	-----	
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	353,43	488,80	77,74	-----	210,39	-----	
VALOR MÁXIMO	22,73	22,73	3,33	-----	16,67	-----	
VALOR MÍNIMO	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	-----	
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	36	27	3	-----	6	-----	(3)

QUADRO 6.10 - QUANT. DE CONCRETO PERDIDA EM COMPARAÇÃO COM A QUANT. RECEBIDA.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

As quantidades perdidas foram estimadas de forma simples por medição de volume aproximado. Em alguns casos, como naqueles em que a perda ocorre por cubagem indevida, foi possível a identificação precisa do volume perdido.

6.4.1.4 Argamassa regular

A Obra D foi a única que utilizou cal hidratada para a produção da argamassa. Todas as demais utilizaram argamassa regular pré-misturada.

O Quadro 6.11 apresenta os dados obtidos na pesquisa em canteiro relativos às características de recebimento de argamassa regular.

Dos dados apresentados no Quadro 6.11 pode-se concluir, mais uma vez, que não é comum a preparação do canteiro para o recebimento de materiais. No caso das argamassas, não foi realizado qualquer controle qualitativo, e muitas vezes não era conferida a quantidade recebida.

As perdas ocorreram devido à incidência de duplo manuseio, à falta de espaço para a estocagem, ao "layout" impróprio e a características inadequadas do equipamento de transporte externo utilizado.

O valor médio da quantidade perdida no recebimento de argamassa regular, se comparada com a quantidade entregue, foi de 1,69%, variando nas observações de 0% a 9,76%.

FREQUÊNCIA DAS OBSERVAÇÕES (%)	EMPREENDIMENTO						
	G	A	B	C	D	E	x
OBRA							
ACESSIBILIDADE BOA	80,00	75,00	0,00	100,00	-----	100,00	68,75
REGULAR	10,00	8,33	100,00	0,00	-----	0,00	27,08
RUIM	10,00	16,67	0,00	0,00	-----	0,00	4,17
OCOR.DE DUPLO MANUSEIO	5,00	8,33	0,00	0,00	-----	0,00	2,08
PLANEJAMENTO LOCAL	40,00	58,33	0,00	33,33	-----	0,00	22,92
CONTROLE QUANTITATIVO	50,00	75,00	100,00	0,00	-----	0,00	43,75
QUALITATIVO	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	0,00
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	20	12	1	3	-----	4	(4)

QUADRO 6.11 - CARACTERÍSTICAS DO RECEBIMENTO DA ARGAMASSA REGULAR.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

6.4.1.5 Tijolos furados

O Quadro 6.12 relaciona as principais observações relativas ao descarregamento e ao recebimento de tijolos furados.

Observou-se serem comuns a falta de planejamento da equipe para descarregar o material, a não realização de controle qualitativo, a ocorrência de duplo manuseio nas obras A, B e C, e a não conferência da quantidade de material entregue nas obras C e E.

O planejamento do local de descarregamento e armazenamento de tijolos furados não foi considerado nas obras A e C, visto que o material era estocado em local externo ao canteiro.

FREQUÊNCIA DAS OBSERVAÇÕES (%)	EMPREENDIMENTO						
	G	A	B	C	D	E	x
OBRA							
ACESSIBILIDADE BOA	60,87	0,00	100,00	0,00	100,00	100,00	60,00
REGULAR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RUIM	39,13	100,00	0,00	100,00	0,00	0,00	40,00
OCOR.DE DUPLO MANUSEIO	47,83	100,00	50,00	100,00	0,00	0,00	50,00
PLANEJAMENTO LOCAL	60,87	0,00	100,00	0,00	100,00	100,00	60,00
EQUIPE	8,69	0,00	0,00	0,00	33,33	0,00	6,67
CONTROLE QUANTITATIVO	69,57	75,00	100,00	0,00	100,00	0,00	55,60
QUALITATIVO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	23	8	4	1	6	4	(5)

QUADRO 6.12 - CARACTERÍSTICAS DO RECEBIMENTO DE TIJOLOS FURADOS.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

Durante o recebimento de tijolos furados, foram observadas as dimensões das peças, as quantidades recebidas a menos do que a adquirida, as quantidades perdidas no recebimento (quebradas) e a quantidade de 1/2 tijolos recebidas. Os resultados destas observações são apresentados nos Quadros 6.13 e 6.14.

DIMENSÕES DOS TIJOLOS FURADOS	COMPRIMENTO (cm)					LARGURA (cm)					ESPESSURA (cm)				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
MÉDIA	18,67	18,97	17,88	18,22	19,50	13,63	14,33	12,56	13,05	15,90	8,67	9,57	8,06	8,33	11,23
DESVIO PADRÃO	0,07	0,26	0,28	0,13	0,39	0,09	0,25	0,46	0,05	0,07	0,11	0,09	0,17	0,09	0,25
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	0,40	1,38	1,56	0,74	2,02	0,69	1,74	3,69	0,38	0,44	1,28	0,99	2,05	1,13	2,22
VALOR MÁXIMO	18,70	19,20	18,00	18,80	20,00	13,70	14,60	13,00	13,10	16,00	8,80	9,70	8,50	8,50	11,40
VALOR MÍNIMO	18,50	18,60	17,00	18,00	18,90	13,50	14,00	12,00	13,00	15,80	8,50	9,60	8,00	8,20	10,80
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	60	30	160	60	40	60	30	160	60	40	60	30	160	60	40

QUADRO 6.13 - DIMENSÕES DOS TIJOLOS FURADOS.

onde: A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E

A importância do conhecimento das dimensões dos tijolos deve-se ao fato de que para o cálculo do índice de perdas foram considerados como dimensão padrão o tijolo de 19 x 13,5 x 9 cm em paredes com juntas horizontais e verticais de 1,50 cm. Assim, em obras que utilizaram peças menores do que a dimensão padrão, o índice de perdas real é menor do que o apresentado pela pesquisa, e em obras que utilizaram peças maiores do que a dimensão padrão, o índice de perdas real é maior do que o apresentado pela pesquisa.

Utilizou-se para o cálculo uma dimensão padrão de tijolos porque as obras pesquisadas apresentaram uma falta de padronização dimensional dos mesmos dificultando a determinação das dimensões realmente utilizadas.

A Obra D é a que apresentou peças com dimensões mais regulares (menores coeficientes de variação) enquanto a Obra E apresentou peças com dimensões mais variáveis. As obras A e D são as que possuem peças com menores dimensões.

A falta de padronização geral dos tijolos furados utilizados na cidade de Porto Alegre pode ser observada pelas variações dimensionais das peças utilizadas nos diferentes empreendimentos observados o que pode ser observado nos elevados valores dos coeficientes de variação (Quadro 6.13).

PERD. RECEB. ENTR. 1/2 TIJ. (%)	RECEBIDO/ADQUIRIDO						PERDIDO/RECEBIDO						1/2 TIJOLO/RECEBIDO					
	G	A	B	D	E	x	G	A	B	D	E	x	G	A	B	D	E	x
MEDIA	97,07	94,25	96,15	99,73	99,62	97,44	0,14	0,12	0,18	0,14	0,17	0,15	3,75	4,67	3,44	3,68	2,77	3,63
DESVIO PADRÃO	4,81	6,38	2,78	0,54	1,92		0,13	0,08	0,04	0,09	0,26		3,09	2,16	2,65	3,89	2,95	
COEF. VARIACÃO	4,96	6,77	2,90	0,54	1,93		93,33	67,45	24,45	62,99	157,3		82,43	46,30	76,95	105,6	106,4	
VALOR MÁXIMO	102,4	100,1	98,58	100,1	102,4		0,62	0,21	0,22	0,32	0,62		9,61	7,99	6,05	9,61	6,97	
VALOR MÍNIMO	80,6	80,6	91,73	98,54	97,37		0,00	0,00	0,10	0,05	0,00		0,00	1,62	0,00	0,00	0,00	
NUMERO DE OBS	22	8	4	6	4	(4)	22	8	4	6	4	(4)	20	6	4	6	4	(4)

QUADRO 6.14 - PERDAS DE TIJOLOS FURADOS NO RECEBIMENTO E ENTREGAS DE 1/2 TIJOLO.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

Não foram relacionados os dados relativos à Obra C devido ao fato de não ter ocorrido nenhuma observação do recebimento deste insumo na referida obra.

Na Obra A ocorreu uma situação onde foi entregue apenas 80% da quantidade adquirida. Este fato foi verificado no período inicial do controle do empreendimento. Após situações desta natureza terem sido detectadas pelo observador da pesquisa, o gerente técnico alterou a sistemática de recebimento dos insumos, através da contratação de um apontador na obra, responsável pela conferência dos materiais entregues nos canteiros.

O número de meios-tijolos entregues nas construções corresponde, em média, a 3,74% do número total de peças recebidas no período. Existem casos em que não foram entregues meios-tijolos, sendo o percentual de unidades entregues bastante variável.

A quantidade média de unidades danificadas no total das observações efetuadas na atividade de descarregamento/recebimento foi desprezível, aproximadamente 0.15 % do material entregue no canteiro de obras.

As principais ocorrências de perdas foram aparentemente consequência de negligência da mão-de-obra e da falta de controle no recebimento de tijolos.

Sobre as perdas devido à negligência de mão-de-obra, cabe discutir se realmente é negligência quebrar tijolos na descarga, visto que os tijolos são descarregados peça por peça. Devem ser pesquisadas formas de empacotamento, de transporte externo e descarga de tijolos. Podem ser utilizados, como em outros países, pacotes plásticos sobre "palets", descarregados e armazenados com ajuda de empilhadeiras, facilitando a contagem, o controle e diminuindo a incidência de perdas.

6.4.1.6 Tijolos Maciços

O Quadro 6.15 relaciona as principais observações relativas ao recebimento de tijolos maciços.

FREQUÊNCIA DAS OBSERVAÇÕES (%)	EMPREENDIMENTO						
	G	A	B	C	D	E	x
OBRA							
ACESSIBILIDADE BOA	71,43	0,00	100,00	-----	100,00	-----	66,67
REGULAR	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	-----	0,00
RUIM	28,57	100,00	0,00	-----	0,00	-----	33,33
OCOR.DE DUPLO MANUSEIO	42,86	100,00	33,33	-----	0,00	-----	44,44
PLANEJAMENTO LOCAL	85,72	100,00	66,67	-----	100,00	-----	88,89
EQUIPE	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	-----	0,00
CONTROLE QUANTITATIVO	100,00	100,00	100,00	-----	100,00	-----	100,00
QUALITATIVO	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	-----	0,00
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	14	4	6	-----	4	-----	(3)

QUADRO 6.15 - CARACTERÍSTICAS DO RECEBIMENTO DE TIJOLOS MACIÇOS.

onde: G = média das observações efetuadas
A = empreendimento A
B = empreendimento B
C = empreendimento C
D = empreendimento D
E = empreendimento E
x = média entre empreendimentos observados

Observou-se ser comum a ocorrência de duplo manuseio, a completa falta de planejamento de equipe e a não realização de controle quantitativo. A única diferença em relação ao observado com os tijolos furados foi o fato de que em todas as entregas de tijolos maciços foi realizado algum tipo de controle da quantidade recebida.

Com relação aos tijolos maciços, foram observadas também as dimensões das peças. Os resultados destas observações estão apresentadas no Quadro 6.16.

Para o cálculo das perdas foi, considerada como dimensão padrão o tijolo de 5 x 10 x 20 cm e juntas horizontais e verticais de 1,50 cm.

No Empreendimento A, a quantidade recebida correspondeu a 98.07% da adquirida, inclusive existiu uma ocorrência onde apenas 92.72% do material adquirido foi entregue. Nos demais casos, as diferenças não foram significativas, de forma que estes resultados não serão apresentados.

A quantidade média de unidades danificadas no total das observações efetuadas na atividade de descarregamento/recebimento foi desprezível, aproximadamente 0.14% do material entregue no canteiro de obras.

As principais causas de ocorrência de perdas foram as mesmas observadas nas perdas ocorridas com os tijolos furados, apresentadas no item 6.4.1.5.

DIMENSÕES DE TIJOLOS MACIÇOS	COMPRIMENTO (cm)				LARGURA (cm)				ESPESSURA (cm)			
	A	B	D	E	A	B	D	E	A	B	D	E
MEDIA	19,33	20,05	20,18	20,83	9,37	9,25	9,73	9,94	4,53	4,72	5,15	4,67
DESVIO PADRÃO	0,09	0,36	0,22	0,33	0,09	0,10	0,43	0,16	0,31	0,09	0,44	0,24
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	0,49	1,79	1,07	1,60	1,01	1,04	4,45	1,58	6,82	1,90	8,52	5,05
VALOR MÁXIMO	19,40	20,50	20,50	21,00	9,50	9,40	10,20	10,00	4,80	4,80	5,90	5,00
VALOR MÍNIMO	19,20	19,50	19,90	20,00	9,30	9,10	9,20	9,50	4,10	4,60	4,80	4,50
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	30	60	40	90	30	60	40	90	30	60	40	90

QUADRO 6.16 - DIMENSÕES DOS TIJOLOS MACIÇOS.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

6.4.2 Estocagem

6.4.2.1 Aço

Segundo SKOYLES & SKOYLES (1987), o aço deve ser armazenado, preferencialmente, sem contato com o solo e em locais sem umidade, evitando assim a contaminação das barras. Recomenda, também, o planejamento, o monitoramento dos cortes e o armazenamento dos diferentes diâmetros em separado para evitar o uso de barras de diâmetro errado.

Durante a pesquisa, observou-se que o aço foi armazenado em locais abertos dentro dos canteiros. Na Obra A e

na Obra E (em 76,67% das observações) foi armazenado em locais descobertos e sujeitos a chuvas e nas obras A e D, o aço foi armazenado diretamente sobre o solo.

6.4.2.2 Areia média

WYATT (1978) recomenda que a areia seja armazenada em local plano com contenção lateral, para evitar que a mesma se espalhe pelo canteiro, e sobre uma base preparada, evitando sua contaminação com o solo.

Em praticamente todas as observações a areia foi estocada em local aberto e descoberto. Nas obras A e C não foi utilizado qualquer base para a estocagem deste insumo. A Obra A não utilizava, também, qualquer tipo de contenção lateral ocorrendo, inevitavelmente, a mistura da areia com outros materiais (Figura 6.5). A Obra C armazenava a areia em contato direto com o solo utilizando, porém, contenção lateral.

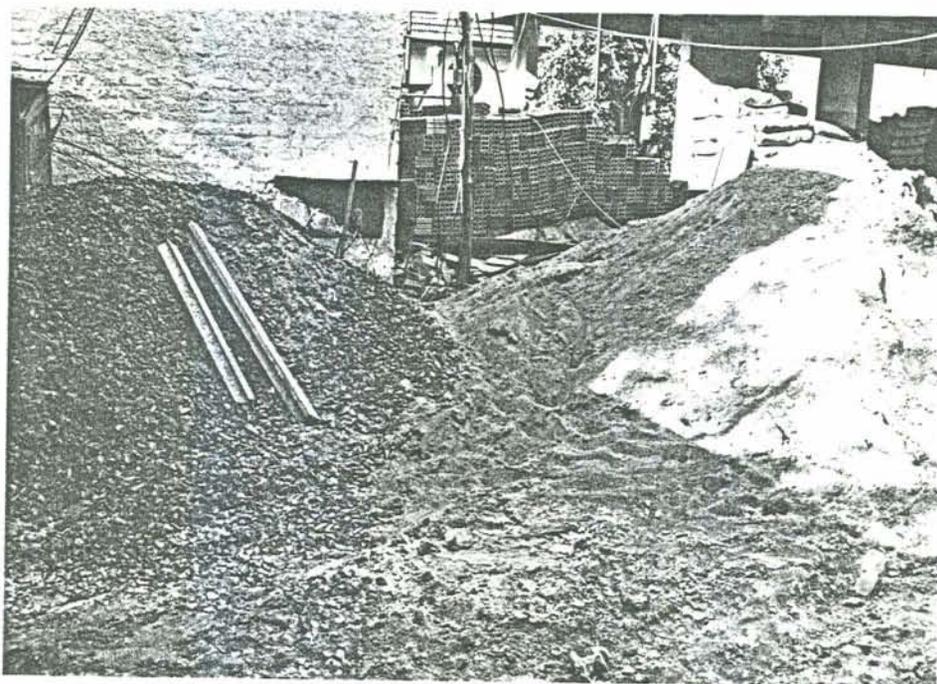


FIGURA 6.5 AREIA ARMAZENADA EM CONTATO DIRETO COM O SOLO E SEM CONTENÇÃO LATERAL MISTURANDO-SE COM OUTROS MATERIAIS (OBRA A).

Na Obra E, foi possível observar o descaso com o armazenamento de materiais, pois a areia foi armazenada em uma

rampa, como pode ser observado na Figura 6.6, e foi utilizado apenas um pouco de calça improvisando contenção lateral. Em dias de chuva, era inevitável a perda de areia que acabava por ser carregada pela água em direção à rede de esgoto pluvial.



FIGURA 6.6 AREIA ARMAZENADA EM RAMPA E SEM CONTENÇÃO LATERAL (OBRA E).

6.4.2.3 Argamassa regular

A argamassa, como os demais materiais entregues no canteiro a granel, necessita de um local plano, de contenção lateral e de uma base preparada. Necessita, também, conforme recomendado por CARNEIRO (1993), de um local coberto para evitar a evaporação e a conseqüentemente perda da água da mistura.

Somente na Obra E a argamassa era armazenada em local coberto, com base de estocagem preparada com chapas de madeira e contenções laterais. As demais obras estocavam diretamente sobre o solo, sem cobertura, sendo que, destas, somente na Obra C utilizou-se contenções laterais.

6.4.2.4 Cimento

BAUER & ALVES (1988) e SILVA (1985) e recomendam evitar qualquer risco de hidratação do cimento em sua armazenagem. Para estes autores, os sacos de papel não garantem a impermeabilização necessária, razão pela qual não se deve armazenar cimento por muito tempo. Os locais para armazenamento devem ser cobertos e bem fechados lateralmente, e o assoalho deve ficar elevado em relação ao nível do solo. Mesmo quando o cimento estiver preservado da umidade, ainda é possível a ocorrência de hidratação se ele for guardado por longo tempo em pilhas altas, devido à pressão que ficam sujeitos os sacos das camadas inferiores, pois desta forma há um contato mais intenso entre as partículas do aglomerante com a umidade existente.

Para Silva, o cimento deve ser armazenado sobre estrados de madeira, afastados 30 cm do piso e das paredes, em pilhas de até 10 sacos, normalmente, e 15 sacos, excepcionalmente.

O Quadro 6.17 apresenta as características dos estoques de cimento observados durante a pesquisa.

FREQUENCIA DAS OBSERVAÇÕES (%)	EMPREENDIMENTO						
	G	A	B	C	D	E	x
ABERTO	86,96	75,00	86,67	100,00	100,00	57,14	83,76
COBERTO	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
BASE DE ESTOCAGEM							
LAJE	2,13					14,29	2,86
COMPENSADO	91,49	100,00	100,00	25,00	100,00	85,71	82,14
ESTRADO	6,38			75,00			15,00
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	47	4	16	4	16	7	(5)

QUADRO 6.17 - CARACTERÍSTICAS DO ESTOQUE DE CIMENTO.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

Os dados do Quadro 6.17 demonstram que, normalmente, o cimento não é armazenado em locais fechados. O estoque fica sempre em locais cobertos mas, apesar de haver uma preocupação em executar uma preparação da base do estoque, na grande maioria das vezes, esta base não é apropriada.

A altura dos estoques em número de sacos foi observada e os resultados estão apresentados no Quadro 6.18.

ALTURA DAS PILHAS (SACOS DE CIMENTO)	EMPREENDIMENTO						
	G	A	B	C	D	E	x
MEDIA	9,83	13,00	8,25	6,25	11,13	10,83	9,89
DESVIO PADRÃO	2,30	0,71	1,89	0,80	0,86	0,90	
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	23,37	5,44	22,91	12,80	7,73	8,31	
VALOR MÁXIMO	14,00	14,00	12,00	7,00	13,00	12,00	
VALOR MÍNIMO	5,00	12,00	6,00	5,00	10,00	10,00	
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	47	4	16	4	16	7	(5)

QUADRO 6.18 - ALTURA DAS PILHAS DE CIMENTO.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

Pelo dados apresentados no Quadro 6.18, pode-se concluir que, quanto à altura das pilhas, o cimento é relativamente bem armazenado. Porém, como pode ser observado nas obras A, D e E existe uma tendência de que a altura fique muito próxima do máximo recomendável.

6.4.2.5 Tijolos

Para SKOYLES & SKOYLES (1987), os tijolos não devem ser empilhados em estoques com alturas superiores a 1,5 m e diretamente sobre o solo. Devem ser armazenados em locais planos, onde não haja trânsito nem de caminhões nem de carrinhos de mão, evitando assim possíveis acidentes.

Para WYATT (1983), os tijolos devem ser empilhados de maneira a evitar a retirada de materiais de diferentes níveis,

o que pode tornar a pilha irregular e causar o seu desmoronamento.

Durante a pesquisa, verificou-se que na Obra A e na Obra C os tijolos furados foram armazenados na calçada. Além de tornar o roubo e o vandalismo inevitáveis, o construtor pode ser multado por ocupar uma via pública e sofrer ações judiciais caso venham a ocorrer acidentes com a população ou com veículos.

Somente nas obras B e E, em algumas observações, foram estocados tijolos em uma base ideal. Na Obra D, tijolos foram estocados diretamente sobre o solo, sendo que os tijolos maciços foram estocados em uma rampa causando instabilidade da pilha.

Em um total de 43 observações realizadas nos estoques de tijolos, observou-se as alturas médias das pilhas. Os resultados destas observações são apresentados no Quadro 6.19.

ALTURA DA PILHA (metros)	EMPREENDIMENTO						
	G	A	B	C	D	E	x
MEDIA	1,90	1,96	1,90	1,79	1,81	2,08	1,91
DESVIO PADRAO	0,67	0,82	0,72	0,62	0,43	0,48	
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	35,34	41,98	38,00	34,73	23,77	22,95	
VALOR MÁXIMO	3,30	3,20	3,30	2,50	2,20	2,70	
VALOR MÍNIMO	0,50	1,00	1,10	0,50	0,90	1,45	
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	43	8	17	7	6	5	(5)

QUADRO 6.19 - ALTURA DOS ESTOQUES DE TIJOLOS.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

Com freqüência, os estoques de tijolos apresentaram alturas superiores às recomendadas, dificultando muito o manuseio dos materiais. Na Obra B, a pilha chegou a medir 3,30 m dificultando muito o manuseio, como pode ser observado na Figura 6.7.

Foi possível quantificar a quantidade de tijolos perdidos na estocagem somente nas obras A e D. Na Obra A foi determinado um índice de 1,58% e na Obra D de 0,56% de perda devido a estocagem.

As perdas de tijolos na estocagem ocorreram, principalmente, devido ao desmoronamento das pilhas; à negligência de mão-de-obra; às más condições de estocagem, tais como base irregular, altura de pilha elevada e falta de estabilidade da pilha; e às colisões com o estoque de tijolos no transporte interno de insumos.



FIGURA 6.7 ESTOQUE DE TIJOLOS COM ALTURA EXCESSIVA DIFICULTANDO O MANUSEIO (OBRA B).

6.4.3 Transporte interno

6.4.3.1 Areia média

Para o transporte da areia média do estoque até a betoneira, a Obra D utilizava caixas; as obras , C e E, carrinho de mão e a Obra A, em 75% das observações caixas, e em 25% pás.

A distância média dos estoques à betoneira foi de 2,34 m, sendo que a máxima foi de 4,00 m e a mínima de 1,5 m.

Todas as obras, com exceção da E, possuíam fluxos de transporte de areia definidos, e as condições de percurso das obras A e D eram boas, da C regular e da E ruim.

A principal causa de ocorrência de perdas no transporte interno de areia foi o duplo manuseio.

6.4.3.2 Concreto

Nos casos em que o concreto não foi bombeado, o equipamento utilizado para o transporte vertical em todas as obras foi o guincho.

A Obra A utilizou para o transporte horizontal jiricas, e as demais carrinhos de mão.

Somente a Obra D não apresentou fluxos definidos para o transporte interno de concreto, sendo que as condições de percurso eram ruins nas obras A e D, regular na B e boa na E.

As principais causas para a ocorrência de perdas no transporte interno de concreto foram as más condições dos percursos, a ocorrência de duplo manuseio e a utilização de equipamentos inapropriados para o transporte interno. Os carrinhos de mão, comumente utilizados, demonstraram ser inadequados para o transporte de concreto pois é muito difícil para o operário evitar o derramamento.

6.4.3.3 Argamassa regular

Em todas as obras, o equipamento utilizado para o transporte vertical foi o guincho. Para o transporte horizontal, foi utilizado carrinho de mão nas obras B, D e E; caixa na C; e caixa, carrinho de mão e jirica na A.

As distâncias do estoque à betoneira variaram muito de obra para obra, sendo que a média foi de 6,59 m. O valor máximo foi de 27 m na Obra B, e o mínimo de 1,00 m na Obra A.

Somente a Obra E não apresentou fluxos de transporte definidos; e as condições de percurso foram boas nas obras A, C e D, regulares na E e ruins na B.

As principais causas para a ocorrência de perdas no transporte interno de argamassa regular foram a negligência de mão-de-obra, as más condições de percurso e o duplo manuseio.

Em geral, não foi possível quantificar o material perdido devido às condições de transporte interno, exceto na Obra C. A quantidade média de material perdido na Obra C é de 0,17%.

6.4.3.4 Tijolos furados

Para o transporte interno de tijolos furados, a Obra C sempre utilizou jiricas, a A na maioria das observações utilizou jiricas, e as demais utilizaram carrinhos de mão.

No Quadro 6.20 são apresentadas as distâncias médias entre o guincho e a área de estocagem.

DISTANCIA DO ESTOQUE DE TIJOLOS AO GUINCHO (metros)	EMPREENDIMENTO						
	G	A	B	C	D	E	x
MEDIA	9,64	6,14	12,25	17,00	9,80	2,67	9,57
DESVIO PADRAO	4,89	2,29	1,66	0,00	1,83	1,11	
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	50,78	37,35	13,58	0,00	18,70	41,46	
VALOR MÁXIMO	17,00	8,00	16,80	17,00	12,00	5,00	
VALOR MÍNIMO	1,00	1,00	10,00	17,00	8,00	2,00	
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	34	7	11	5	5	6	(5)

QUADRO 6.20 - DISTANCIAS DO GUINCHO AOS ESTOQUES DE TIJOLOS FURADOS.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

As obras C e D apresentaram fluxos bem definidos em 100% das observações. Nas obras A, B e E ocorreram observações em que os fluxos não estavam definidos. As características do

percurso eram boas nas obras A e D, regular na C e E e regular em 46,15% e ruins em 53,85% das observações da Obra B.

As principais causas de ocorrência de perdas foram a negligência da mão-de-obra, as condições de percurso inadequadas, a utilização de equipamentos de transporte interno inapropriados e o "layout" impróprio do canteiro de obras, acarretando colisões nos estoques durante o transito dos insumos.

Os carrinhos de mão utilizados normalmente nas obras mostraram-se inapropriados para o transporte de tijolos, como pode ser observado na foto da Figura 6.8. Nesta foto pode-se observar também os tijolos furados estocados diretamente sobre o solo e em pilhas altas e os tijolos maciços estocados diretamente sobre o solo e em uma rampa. A foto apresentada na figura 6.9 mostra um exemplo de equipamento que poderia ser empregado para o transporte de tijolos.

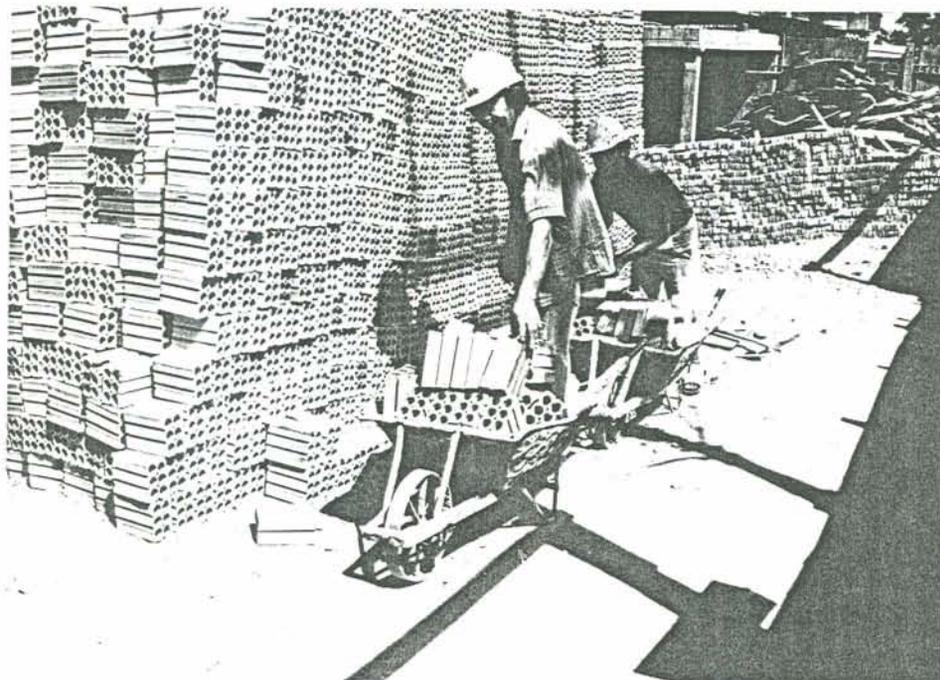


FIGURA 6.8 CARRINHOS DE MÃO INAPROPRIADOS PARA O TRANSPORTE DE TIJOLOS (OBRA D).

As médias das perdas de tijolos furados no transporte interno obtidas em 36 observações correspondem a 4,48%, 1,14%, 5,92%, 0%, 2,40% e 14,22% respectivamente na média das observações, nos empreendimentos A, B, C, D e E.

Curiosamente, o único empreendimento que utilizou jirica para o transporte das unidades não apresentou registros de materiais danificados durante a operação de transporte interno dos insumos.

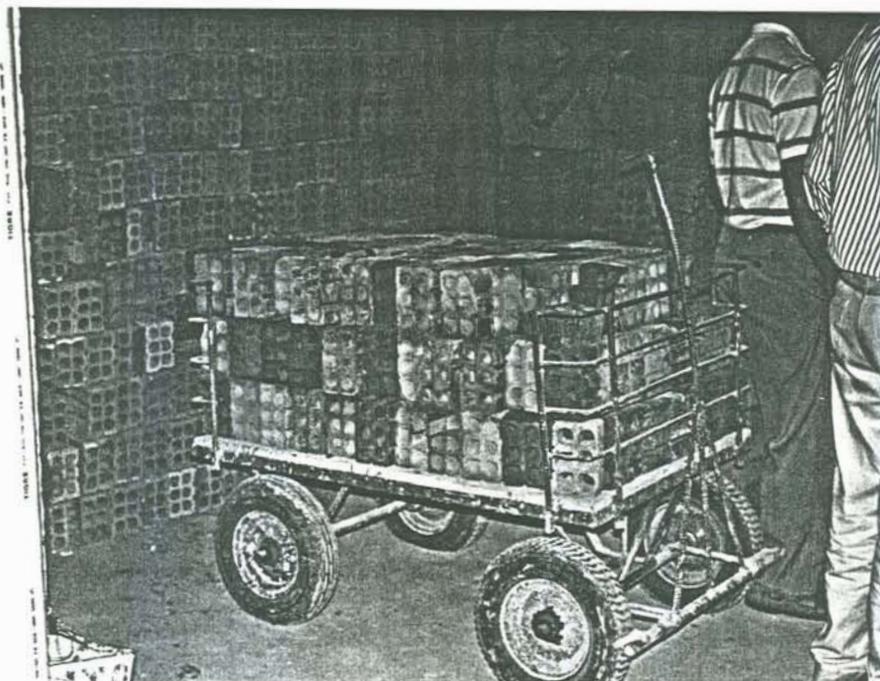


FIGURA 6.9 NOVOS CARRINHOS PARA TRANSPORTE DE TIJOLOS (OBRA NÃO PESQUISADA).

6.4.3.5 Tijolos maciços

Observou-se o transporte interno de tijolos maciços apenas nas obras B e E, e as características apresentadas são muito parecidas com as do transporte interno de tijolos furados.

A média de perdas de tijolos maciços que ocorreu no transporte interno foi de 6,08%, variando de 2,06% na Obra B a 8,28% na Obra E.

6.4.4 Produção

6.4.4.1 Concreto usinado

Para o estudo das perdas de concreto durante a produção, foram medidas as peças prontas de concreto armado, comparando suas dimensões com as dimensões projetadas.

A verificação dimensional foi realizada para lajes e pilares. Os resultados dos volumes observados em relação aos volumes projetados estão apresentados nos Quadros 6.21 e 6.22.

VOLUME OBSERVADO VOLUME PROJETADO (%)	EMPREENDIMENTO						
	G	A	B	C	D	E	x
MEDIA	3,78	2,59	4,55	14,88	-0,94	3,23	4,86
DESVIO PADRÃO	10,71	7,50	9,63	13,81	4,15	11,72	
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	10,32	7,31	9,21	12,02	4,19	11,35	
VALOR MÁXIMO	43,75	12,50	30,00	43,75	5,88	25,00	
VALOR MÍNIMO	-25,00	-20,00	-16,67	0,00	-11,67	-25,00	
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	159	31	20	19	36	49	(5)

QUADRO 6.21 - PERDAS DE CONCRETO NAS LAJES.

VOLUME OBSERVADO VOLUME PROJETADO (%)	EMPREENDIMENTOS						
	G	A	B	C	D	E	x
MEDIA	3,35	2,48	4,50	0,85	2,03	0,81	2,13
DESVIO PADRÃO	3,02	2,42	3,14	1,86	1,31	2,70	
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	2,95	2,37	3,01	1,84	1,21	2,69	
VALOR MÁXIMO	16,57	6,96	16,57	8,01	4,21	26,00	
VALOR MÍNIMO	-9,37	-2,95	0,30	-3,24	0,00	-9,77	
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	88	17	26	10	9	26	(5)

QUADRO 6.22 - PERDAS DE CONCRETO NOS PILARES.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

Pode-se concluir, a partir dos dados acima, que, principalmente na execução de lajes, há uma grande variação nas dimensões das peças executadas, se comparadas com as dimensões projetadas. O volume observado variou de 75% a 144% do volume projetado. O limite inferior é perigoso porque pode acarretar em ruptura da estrutura no caso da laje apresentar resistência menor do que a necessária. Já o limite superior significa perda elevada de um produto de alto custo.

Para diminuir a incidência de perdas de concreto, é muito importante desenvolver estudos de novos tipos de formas para concreto armado. VARGAS (1990) afirma que 52% dos defeitos em peças estruturais devem-se a sua execução. Vargas recomenda que, através da engenharia de processos, se busque a qualidade nas estruturas de concreto, tendo como meta a padronização de variáveis como dimensões de vigas, espessuras de lajes, secção de pilares e pé-direito. Tal padronização contribui para a repetitividade e para o reaproveitamento de materiais.

A busca de qualidade nas estruturas de concreto, além de viabilizar a diminuição nas perdas de concreto causadas por variação nas dimensões das peças, viabiliza, também, uma melhora na geometria das estruturas. Isto tem como consequência a diminuição de espessura dos revestimentos argamassados externos devido a uma menor incidência de irregularidades e de desaprumos nas estruturas.

Durante o levantamento de dados nos canteiros foram, também, identificadas situações de perda de concreto que ocorreram de forma eventual. No Empreendimento A houve duas situações de erro de medição de volume necessário de concreto, ocasionando perdas na ordem de $5,16 \text{ m}^3$. No Empreendimento E, verificou-se o recorte de $0,10 \text{ m}^3$ de concreto devido a falta de prumo da estrutura.

6.4.4.2 Argamassa regular

A argamassa regular foi utilizada para revestimentos argamassados de paredes internas, de paredes externas, de

forros e para enchimento de rasgos executados para embutimento das instalações.

Na pesquisa realizada, a argamassa regular foi o material que apresentou, em média, o maior índice de perdas. Esta perda ocorreu, basicamente, devido à execução de revestimentos com espessuras maiores do que as necessárias. As causas desta perda são: os desaprumos e as irregularidades nas estruturas; a falta de coordenação entre o projeto arquitetônico e estrutural, obrigando a execução de enchimentos para esconder peças estruturais; e, a falta de coordenação entre as dimensões dos tijolos e a largura dos marcos das aberturas (Figura 6.10).

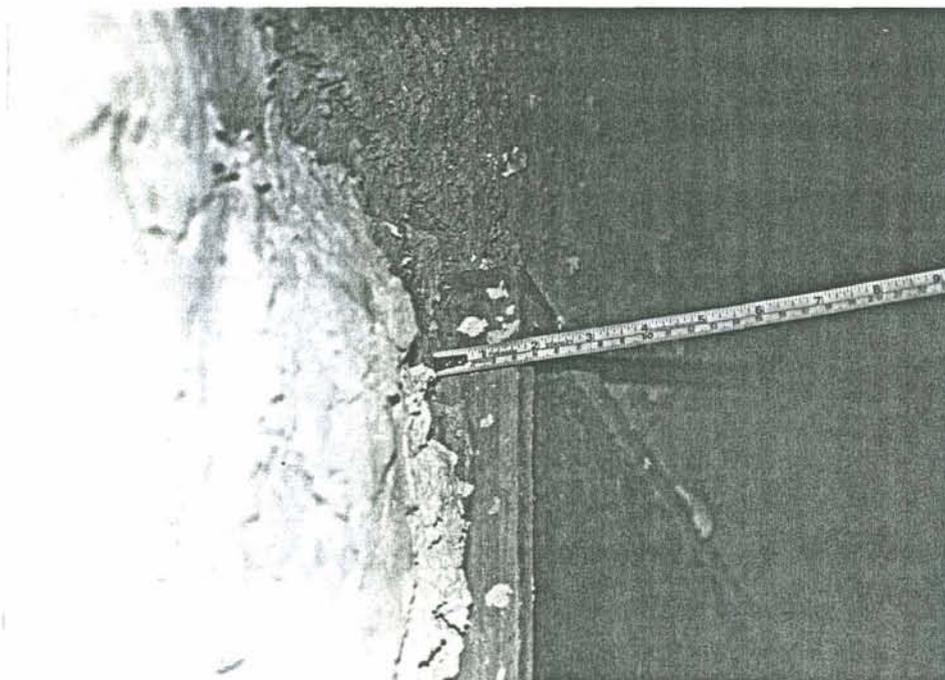


FIGURA 6.10 REVESTIMENTOS ESPESSOS DEVIDO A FALTA DE COORDENAÇÃO ENTRE AS DIMENSÕES DOS TIJOLOS E AS DIMENSÕES DOS MARCOS (OBRA A).

Para o cálculo das perdas, foram consideradas como dimensões padrões as espessuras de 1,5 cm para revestimentos de paredes internas e forros, e de 2,0 cm para revestimentos de paredes externas. Esta é a espessura mínima necessária conforme a NBR-7200 (ABNT, 1983) para a execução destes revestimentos argamassados. Considerou-se, também, que previamente à execução do emboço haveria chapisco com cimento e

areia, no traço 1:3, com exceção da Obra D que chapiscou somente as peças estruturais.

Considerou-se para a execução da argamassa a composição de cimento, cal e areia na proporção 1:2:8 para a Obra D, que confeccionou a argamassa na obra. Nas demais obras considerou-se a composição de cimento e argamassa pronta, no traço 1:5.

Em diversas medições de espessuras de revestimentos argamassados, obteve-se os dados apresentados nos Quadros 6.23, 6.24 e 6.25.

ESPESSURA DOS REVESTIMENTOS PAREDES INTERNAS (cm)	EMPREENDIRIMENTO						x
	G	A	B	C	D	E	
MÉDIA	2,83	3,00	-----	2,31	2,61	-----	2,64
DESVIO PADRÃO	0,92	0,97	-----	0,07	0,08	-----	
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	32,50	32,00	-----	2,82	31,33	-----	
VALOR MÁXIMO	5,00	4,80	-----	2,37	5,00	-----	
VALOR MÍNIMO	0,80	1,40	-----	2,24	0,80	-----	
NÚMERO DE OBSERVAÇÕES	152	66	-----	22	64	-----	(3)

QUADRO 6.23 - ESPESSURAS DE REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS EM PAREDES INTERNAS.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

Nas observações realizadas de revestimentos executados em paredes internas constatou-se que as espessuras finais eram, em média, 88.67% maiores do que o valor tomado como referência. A Obra C não somente apresentou a menor espessura média de revestimento (2.31cm), que equivale a um sobre-consumo de 54% de insumos, como apresentou a maior uniformidade nas verificações realizadas. Isto pode ser observado pelo baixo coeficiente de variação dos dados coletados, inferior a 3%.

As espessuras dos revestimentos das paredes internas nos empreendimentos A e D são, em média, respectivamente superiores em 100% e 74% ao valor tomado como referência (1.5cm). Os coeficientes de variação das amostras avaliadas nestes empreendimentos são semelhantes, em torno de 32%.

Comparativamente ao valor tomado como referência para a execução dos revestimentos de forros (1.5cm), a Obra A apresentou nas medições realizadas em média um sub-consumo de 8.00%, enquanto que a Obra C apresentou um sobre-consumo de 16.67%. Na Obra D foram constatadas as maiores espessuras de revestimentos de forros, atingindo um sobre-consumo médio de 44.67%, apresentando em certos pontos espessuras 150% superiores ao valor de espessura tomado como padrão.

ESPESSURA DOS REVESTIMENTOS FORROS (cm)	EMPREENDIMENTOS						
	MEDIA GERAL	A	B	C	D	E	x
MÉDIA	1,94	1,38	-----	1,75	2,17	-----	1,77
DESVIO PADRÃO	0,65	0,12	-----	0,25	0,68	-----	
COEFICIENTE DE VARIACÃO	33,42	8,94	-----	14,29	31,18	-----	
VALOR MÁXIMO	3,79	1,50	-----	2,00	3,75	-----	
VALOR MÍNIMO	1,22	1,22	-----	1,50	1,40	-----	
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	70	12	-----	10	48	-----	(3)

QUADRO 6.24 - ESPESSURAS DE REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS EM FORROS.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

ESPESSURA DOS REVESTIMENTOS PAREDES EXTERNAS (cm)	EMPREENDIMENTO						
	G	A	B	C	D	E	x
MÉDIA	3,53	4,13	-----	3,34	4,13	-----	3,87
DESVIO PADRÃO	1,24	8,96	-----	1,20	1,13	-----	
COEFICIENTE DE VARIACÃO	35,16	23,28	-----	35,82	27,27	-----	
VALOR MÁXIMO	6,50	6,50	-----	6,40	5,25	-----	
VALOR MÍNIMO	1,79	3,00	-----	1,79	3,00	-----	
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	230	8	-----	220	2	-----	(3)

QUADRO 6.25 - ESPESSURA DE REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS EM PAREDES EXTERNAS.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

A menor espessura média dos revestimentos executados sobre as alvenarias externas foi observado no Empreendimento C. Mesmo neste caso, o valor médio verificado corresponde a um consumo excedente de 67% na quantidade teórica estimada de material. Nos demais empreendimentos - A e D - obteve-se resultados semelhantes, alcançando-se a espessura média de 4.13cm. Isto equivale a um excesso de consumo de material da ordem de 106.50% em relação à quantidade mínima estimada. Cabe alertar para o número reduzido de eventos observados no Empreendimento D.

Durante o levantamento de dados nos canteiros, também foram feitas as constatações a seguir:

a) A produção das argamassas não recebe por parte dos gerentes de canteiro a importância que deveria receber. Salvo na Obra D que apresentou uniformidade na confecção dos traços, as dosagens fornecidas pelos responsáveis técnicos das obras não eram executadas pelos operários. Os meios de cubagem variaram muito; foi observada a utilização de pás, o que confirmou o pouco interesse tanto pela qualidade das argamassas produzidas como pelo consumo e a conseqüente perda dos seus materiais componentes.

b) Não é comum o preparo prévio das superfícies a serem revestidas; somente a Obra C executou normalmente algum tipo de preparação.

c) A fixação de taliscas para a execução das mestras fazia parte integrante dos procedimentos de trabalho utilizados nas obras C e D. Porém, não se constituía em regra nos demais empreendimentos, podendo ser considerado como um critério ocasional.

d) Na Obra A ocorreu um acidente decorrente da não preparação das lajes antes da execução dos revestimentos de forros que, devido ao uso de desmoldante nas formas de concreto armado, teve descolamento de aproximadamente 443 m². Considerando a espessura de 1,38 cm (média das espessuras de forros da Obra A), a perda neste acidente foi de 6,12 m³. A fim de evitar esta situação em outras peças, onde não havia sido executado ainda o emboço, foi efetuada a remoção de mais 74 m² de chapisco.

e) Na Obra D constatou-se o descolamento de aproximadamente 28 m² de chapisco e emboço com espessura média de 4,0 cm devido, provavelmente, ao excesso de espessura da massa ou ao traço impróprio. A perda neste acidente foi calculada como de aproximadamente 2,00 m³ de argamassa.

f) É comum a reutilização da massa que cai durante a operação.

g) É comum a sobra de argamassa ao final da operação, porém foi muito difícil quantificar esta perda.

Foram realizadas medições das larguras e das profundidades dos rasgos executados para embutir as tubulações elétricas de 1/2" em 308 observações. Verificou-se que as dimensões dos rasgos variavam conforme o tipo de equipamento utilizado (marreta e ponteira ou máquina de corte). Com os dados obtidos nas medições, montou-se o Quadro 6.26.

DIÂMETRO = 1/2"	ÁREA MÉDIA DA SEÇÃO DO RASGO (cm ²)	
	MARRETA	MAQUINA
MEDIA	26,72	13,64
DESVIO PADRÃO	17,54	6,57
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	65,64	48,19
VALOR MÁXIMO	125,00	33,00
VALOR MÍNIMO	6,00	5,00
NUMERO DE OBSERVAÇÕES	206	102

QUADRO 6.26 - ÁREA MÉDIA DA SEÇÃO DOS RASGOS REALIZADOS COM MAQUINA E COM MARRETA.

Pode-se concluir que rasgos executados com máquinas foram, em média, 50% menores do que os realizados com marreta e ponteira.

Da análise de 62 observações de rasgos executados para o embutimento de tubulação hidráulica na Obra A, obteve-se os dados apresentados no Quadro 6.27.

TUBULAÇÃO		DIMENSÃO MÉDIA DOS RASGOS		
ϕ [cm]	área [cm ²]	largura-L [cm]	profund.-P [cm]	LxP [cm ²]
2.0	3.10	7.50	3.6	27.10
2.2	3.80	4.60	3.6	16.97
2.5	4.90	7.90	3.8	30.12

QUADRO 6.27 - RESULTADOS OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DOS RASGOS - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

O Quadro 6.27 relaciona o diâmetro da tubulação (ϕ), a área, e as dimensões médias reais dos rasgos executados nas alvenarias, bem como a área aproximada do rasgo, considerando a seção teórica como retangular.

Face aos resultados obtidos, pode-se constatar a inexistência de uma clara correlação entre o diâmetro das tubulações e as dimensões dos rasgos.

Da análise de 308 observações de rasgos executados para o embutimento de tubulação elétrica obteve-se os dados apresentados no Quadro 6.28.

VARIÁVEL	DIÂMETRO	EMPREENHIMENTO					
		G	A	B	C	D	E
largura - L [cm]	1/2"	5.13	3.77	-	4.37	4.35	7.10
	3/4"	5.72	3.17	-	4.21	5.04	7.97
profundidade - P [cm]	1/2"	4.11	3.32	-	3.50	4.60	5.00
	3/4"	4.29	3.60	-	3.02	4.47	4.72
L x P [cm]	1/2"	22.39	12.70	-	15.33	20.11	35.53
	3/4"	25.10	11.40	-	12.72	22.42	37.44
número de observações		308	137	0	15	40	116

QUADRO 6.28 - RESULTADOS OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DOS RASGOS - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

Não existe uma tendência clara e definida nos empreendimentos observados de que os rasgos abertos para tubulações de menor diâmetro sejam, de fato, menores.

Comparativamente aos demais empreendimentos, a Obra A foi a que apresentou dimensões inferiores de abertura dos rasgos nas alvenarias e a Obra E as superiores. A dimensão média dos rasgos abertos para o embutimento das instalações elétricas na Obra E foram 180% superiores à dimensão média verificada no Empreendimento A.

Para a realização do cálculo das perdas de argamassa regular, devido à execução de rasgos maiores do que o necessário para o embutimento das instalações, foram considerados como diâmetro padrão da instalação elétrica a tubulação de 1/2", e da instalação hidráulica a tubulação de 25 mm. Este cálculo está apresentado no Quadro 6.29.

DIÂMETRO	LARG. X PROF REAL MÉDIA DAS OBSERVAÇÕES NAS OBRAS m^2	LARG. X PROF. IDEAL m^2	LARG. X PROF REAL SUBTRAÍDA DA ÁREA DA TUB. EMBUTIDA m^2	LARG. X PROF. IDEAL SUBTRAÍDA DA ÁREA DA TUB. EMBUTIDA m^2	PERDA m^3/m
1/2"	0,00224	0,00058	0,00211	0,00045	0,00166
25 mm	0,00301	0,00135	0,00252	0,00086	0,00166

OBS: LARGURA IDEAL = DIAM. DA TUB. + 2 cm ; PROFUNDIDADE IDEAL = DIAM. DA TUB. + 0,5 cm.

QUADRO 6.29 - PERDA DE ARGAMASSA NO EMBUTIMENTO DE INSTALAÇÕES

Utilizando-se a relação entre o percurso de tubulação e a área da obra de $0,96 m/m^2$, conforme apresentado por PINTO (1989), e considerando-se a Obra C como exemplo para o cálculo da incidência de perdas devido ao embutimento de instalações, obteve-se os seguintes resultados:

- a) Área em m^2 - 1.215,69
- b) Tubulação estimada em m - 1.167,06
- c) Perda de argamassa em m^3 - 8,20
- d) Perda de argamassa comparada com a quantidade orçada em % - 3,73

6.4.4.3 Tijolos furados

As principais perdas de tijolos furados que ocorreram na produção tiveram como causas os cortes por falta de

coordenação modular dos projetos e dimensões inapropriadas dos materiais; rejeição por falta de qualidade; e, abandono no local de trabalho após o término da operação.

Na pesquisa, durante a elevação das alvenarias foi medida a percentagem de tijolos perdidos por quebra, rejeição e corte. Os resultados estão apresentados no Quadro 6.30.

VARIÁVEL	MEDIDA	EMPREENDIMENTO					
		G	A	B	C	D	E
Nº PEÇAS REJEITADAS [%]	média	0.73	0.25	0.49	0.83	0.66	0.90
	desvio padrão	1.76	0.46	1.24	1.40	1.76	2.06
	coef. variação	240.11	184.16	252.62	168.75	267.39	229.95
	valor mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	valor máximo	9.86	1.47	4.76	3.82	6.76	9.86
Nº PEÇAS QUEBRADAS [%]	média	0.26	0.97	0.00	0.10	0.10	0.24
	desvio padrão	1.20	1.81	0.00	0.26	0.49	1.37
	coef. variação	456.48	187.10	-	248.89	469.04	565.76
	valor mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	valor máximo	9.84	6.06	0.00	1.00	2.41	9.84
Nº PEÇAS CORTADAS [%]	média	7.01	2.70	2.15	4.11	3.43	10.92
	desvio padrão	12.62	2.01	3.99	6.14	3.83	16.50
	coef. variação	180.00	74.24	185.61	149.47	111.63	151.02
	valor mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	valor máximo	67.61	6.67	15.24	23.21	12.96	67.61
PERDA TOTAL [%]	média	8.01	3.92	2.64	5.04	4.20	12.06
	desvio padrão	13.27	2.97	5.12	6.68	3.56	17.29
	coef. variação	165.65	75.74	194.02	132.45	84.74	143.36
	valor mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	valor máximo	77.46	10.10	20.00	23.21	12.96	77.46
número de observações		137.00	16.00	14.00	16.00	23.00	68.00

QUADRO 6.30 - TIJOLOS FURADOS PERDIDOS POR QUEBRA, REJEIÇÃO E CORTE.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E

A Obra E apresentou uma perda elevada de tijolos devido a cortes, originada da falta de coordenação entre o projeto arquitetônico e as dimensões dos tijolos. Foi comum, nesta obra, a elevação de alvenarias de 1 tijolo e meio conforme pode ser observado na Figura 6.11.

A elevada perda no corte dos tijolos ocorre devido à dificuldade de execução do mesmo. É inevitável a perda da metade do tijolo cortado e é muito comum a quebra e conseqüente perda das duas metades. Apesar das obras receberem meios tijolos, não é comum a sua entrega à frente de trabalho, sendo

que, muitas vezes, os mesmos ficam na parte inferior dos estoques impossibilitando sua retirada.

O corte das peças foi a principal causa da perda no levantamento de alvenarias de tijolos furados e é responsável por 7 vezes mais perdas do que as demais causas na produção. Retirando o Empreendimento E da análise, visto que o mesmo exerce forte influência nos resultados, pode-se afirmar que o corte de peças provoca 2,5 vezes mais perdas que a soma das demais causas na produção.

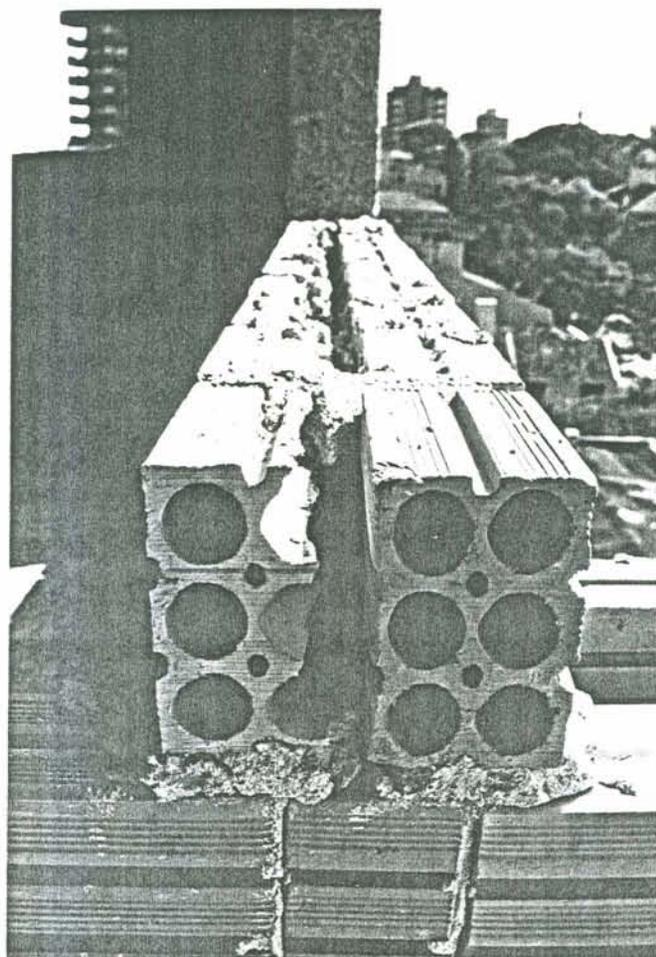


FIGURA 6.11 PAREDE EXECUTADA COM GRANDE QUANTIDADE DE CORTE DE TIJOLOS (OBRA E).

Observou-se que a forma mais utilizada de contrato com o pedreiro é por tarefa. Também foi observado que, durante o levantamento das alvenarias, é executada a raspagem das juntas e a massa resultante desta operação retorna para a caixa e não

é comum a utilização de régua para verificação da distorção da parede. O mais comum é a utilização de linha, e em apenas 50% das observações o pedreiro utilizava o prumo.

Durante o levantamento de dados nos canteiros, foram, também, identificadas situações de perdas de tijolos que ocorreram de forma eventual. Na Obra A foram encontrados, sem uma causa aparente, 900 tijolos danificados e foram destruídas, aproximadamente, 8,5 m² de alvenaria devido à falta de prumo ocasionando perda de 1148 unidades de tijolos. Na Obra B constatou-se a destruição de 2,4 m² de alvenaria devido a falta de coordenação entre os projetos arquitetônico e estrutural ocasionando a perda de 160 unidades de tijolos. Na Obra C constatou-se a destruição de 42,02 m² de alvenaria de 25 cm de espessura e de 11,25 m² de alvenaria de 15 cm de espessura devido, basicamente, a modificações de projeto, correspondendo a uma perda de aproximadamente 2.682 tijolos. Na Obra D, a demolição de paredes ocorreu devido a desaprumos e a abertura de grandes rasgos, gerando uma perda de 1.200 peças de tijolos. Nesta obra, as perdas devido a modificações de projeto não foram quantificadas. Por final, na Obra E foram destruídos 16 m² de alvenaria de 25 cm de espessura devido a falta de esquadro e de prumo ocasionando uma perda aproximada de 800 tijolos.

6.4.4.4 Tijolos maciços

Para tijolos maciços, foram levantados os mesmos dados dos tijolos furados. Estes dados são apresentados no Quadro 6.31.

Também para a execução de alvenarias de tijolos maciços, a forma geral de contratação foi a tarefa. Sempre foi realizada a raspagem das juntas com a devolução do material para a caixa, não sendo comum a utilização de régua, e utilizando-se menos a linha e o prumo do que na execução de paredes de tijolos furados.

VARIÁVEL	MEDIDA	EMPREENDIMENTO		
		G	B	E
Nº PEÇAS REJEITADAS [%]	média	0.73	0.00	2.41
	desvio padrão	3.07	0.00	5.18
	coef. variação	418.34	0.00	215.19
	valor mínimo	0.00	0.00	0.00
	valor máximo	15.00	0.00	15.00
Nº PEÇAS QUEBRADAS [%]	média	1.37	0.33	3.10
	desvio padrão	2.50	0.61	3.57
	coef. variação	183.05	185.48	115.17
	valor mínimo	0.00	0.00	0.00
	valor máximo	10.42	2.14	10.42
Nº PEÇAS CORTADAS [%]	média	13.06	8.15	25.45
	desvio padrão	19.87	4.99	31.86
	coef. variação	152.14	61.23	125.16
	valor mínimo	0.00	0.00	0.00
	valor máximo	100.00	22.73	100.00
PERDA TOTAL [%]	média	15.16	8.48	30.96
	desvio padrão	19.76	5.13	29.42
	coef. variação	130.32	60.55	95.01
	valor mínimo	0.00	0.00	7.41
	valor máximo	100.00	22.73	100.00
número de observações		23.00	15.00	7.00

QUADRO 6.31 - TIJOLOS MACIÇOS PERDIDOS POR QUEBRA, REJEIÇÃO E CORTE.

onde: G = média das observações efetuadas
 B = empreendimento B
 E = empreendimento E

6.4.4.5 Cimento

O cimento foi utilizado na produção da massa para a execução dos revestimentos argamassados, para o enchimento de rasgos (para embutimento das instalações) e para o assentamento de alvenarias.

As perdas de cimento na execução de revestimentos argamassados e no enchimento de rasgos tiveram o mesmo comportamento que as perdas de argamassa regular já apresentado no item 6.4.4.2.

No assentamento de alvenarias, ocorreram perdas de cimento devido a erros de dosagens, com traços realizados nas obras diferentes dos especificados pelos construtores, e devido a juntas maiores do que as necessárias, como pode ser observado na Figura 6.12.

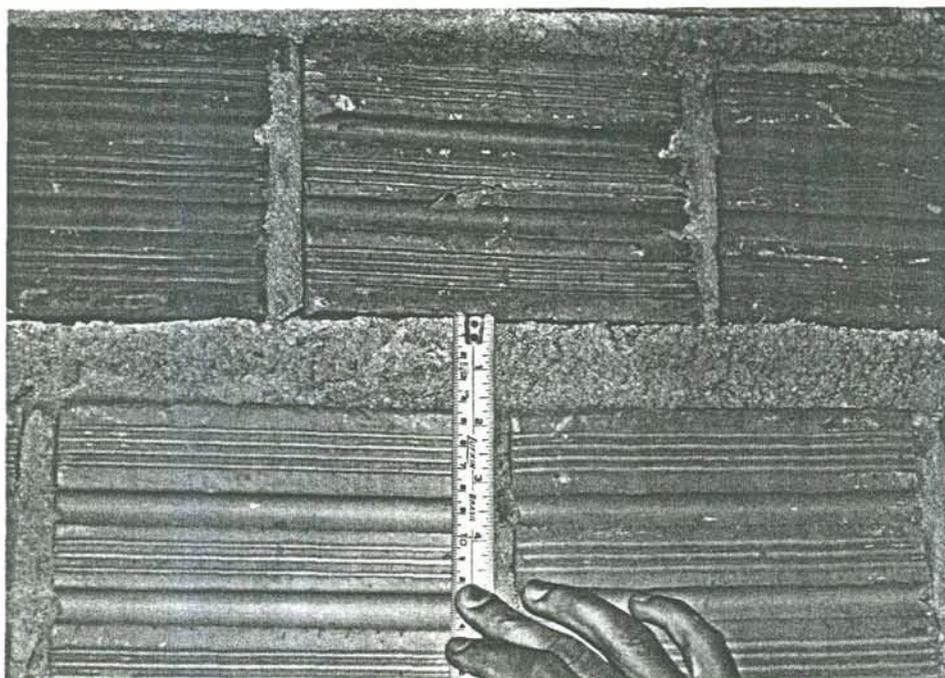


FIGURA 6.12. JUNTAS EM ALVENARIAS MAIORES DO QUE A NECESSÁRIA (OBRA A).

O Quadro 6.32 apresenta as espessuras médias das juntas horizontais e verticais em alvenarias de tijolos furados.

De uma forma geral, as juntas verticais são mais irregulares do que as juntas horizontais, conforme indicam os coeficientes de variação encontrados. Salvo no Empreendimento A, existe uma tendência de que as juntas horizontais sejam mais espessas do que as verticais.

As juntas verticais avaliadas na execução das alvenarias dos empreendimentos C e D possuem valores médios próximos do tomado como referência no cálculo dos insumos teoricamente necessários. Por outro lado, as juntas horizontais das alvenarias foram avaliadas em 46% mais espessas do que a medida padrão nos empreendimentos B e D.

O Quadro 6.33 apresenta as espessuras médias das juntas horizontais e verticais em alvenarias de tijolos maciços.

ESPESSURA DAS JUNTAS TIJOLOS FURADOS (cm)		EMPREENDIMENTO					
		G	A	B	C	D	E
JUNTA VERTICAL (cm)	MEDIA	1,72	2,50	1,78	1,52	1,42	1,71
	DESVIO PADRÃO	0,68	0,97	1,08	0,30	0,36	0,52
	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	39,78	38,78	60,38	19,92	25,31	31,16
	VALOR MÁXIMO	4,10	3,80	4,10	2,00	2,70	3,10
	VALOR MÍNIMO	0,60	1,30	0,60	0,70	0,90	0,75
JUNTA HORIZONTAL (cm)	MEDIA	2,09	1,85	2,19	1,94	2,02	2,17
	DESVIO PADRÃO	0,42	0,46	0,40	0,15	0,08	0,50
	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	20,32	24,65	18,45	7,93	3,77	22,88
	VALOR MÁXIMO	4,00	2,50	3,20	2,00	2,30	4,00
	VALOR MÍNIMO	1,00	1,00	1,80	1,40	1,90	1,00
NUMERO DE OBSERVAÇÕES		134	16	14	16	23	68

QUADRO 6.32 - JUNTAS HORIZONTAIS E VERTICAIS EM ALVENARIAS DE TIJOLOS FURADOS.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E

ESPESSURA DAS JUNTAS TIJOLOS MACIÇOS (cm)		EMPREENDIMENTO					
		G	A	B	C	D	E
JUNTA VERTICAL (cm)	MEDIA	1,75	---	1,89	---	---	1,54
	DESVIO PADRÃO	0,53	---	0,52	---	---	0,43
	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	30,28	---	27,39	---	---	27,90
	VALOR MÁXIMO	3,30	---	3,30	---	---	2,10
	VALOR MÍNIMO	0,90	---	2,50	---	---	0,95
JUNTA HORIZONTAL (cm)	MEDIA	2,09	---	2,10	---	---	2,09
	DESVIO PADRÃO	0,42	---	0,44	---	---	0,40
	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	20,00	---	20,82	---	---	19,25
	VALOR MÁXIMO	3,30	---	3,30	---	---	2,50
	VALOR MÍNIMO	1,20	---	1,60	---	---	1,20
NUMERO DE OBSERVAÇÕES		24	0	16	0	0	7

QUADRO 6.33 - JUNTAS HORIZONTAIS E VERTICAIS EM ALVENARIAS DE TIJOLOS MACIÇOS.

onde: G = média das observações efetuadas
 A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E

Em geral, as juntas horizontais nas alvenarias de tijolos maciços apresentaram espessuras superiores do que as

juntas verticais. Os coeficientes de variação dos resultados obtidos situam-se entre 19 e 21%, existindo maior variabilidade nas espessuras das juntas verticais. As juntas horizontais foram, em média, 40% superiores ao valor tomado como referência na presente pesquisa, que correspondeu a 1.5cm.

Das situações de perdas eventuais, já apresentadas nos itens 6.4.4.2 e 6.4.4.3 como descolamentos de revestimentos argamassados e demolições de alvenarias, calculou-se perdas de cimento devido a estas ocorrências como sendo de aproximadamente 3.010 Kg na Obra A, 10 Kg na Obra B, 200 Kg na Obra C, 490 Kg na Obra D e 160 Kg na Obra E.

6.4.4.6. Areia média

A areia foi utilizada na produção de massa para o assentamento de alvenarias e suas perdas tiveram o mesmo comportamento que as perdas do cimento utilizado nesta atividade, já apresentado no item 6.4.4.5.

Das situações de perdas eventuais já apresentadas no item 6.4.4.3, como demolições de alvenarias, calculou-se perdas de areia devido a estas ocorrências como sendo de aproximadamente 4,5 m³ na Obra A, 0,10 m³ na Obra B, 2,30 m³ na Obra C, 1 m³ na Obra D e 0,6 m³ na Obra E.

6.5 AS PERDAS DOS MATERIAIS PESQUISADOS DISTRIBUÍDAS EM SUAS PRINCIPAIS CAUSAS

6.5.1 Aço

Como a maior parte das obras observadas possuía praticamente toda a sua estrutura concluída, não foram desenvolvidas análises específicas nos canteiros sobre a execução das armaduras, a fim de avaliar as causas dos resultados obtidos.

Cabe salientar que apesar do fato de ser apontado pela bibliografia existente que as perdas do aço estão principalmente associadas à questão dos cortes das barras e ao

grau de desbitolamento do produto, em nenhuma das obras pesquisadas havia procedimentos para monitorar os cortes na produção e para avaliar o grau de desbitolamento das barras no recebimento.

São transcritos no Quadro 6.34 os resultados relativos à incidência de perda de aço até a VF.

AÇO (%)	EMPREENDIMENTO					
	A	B	C	D	E	x
aço CA-50	25.85	-2.15	1.98		1.76	6.86
aço CA-60	18.09	45.10	26.30		28.46	29.49
soma	18.80	27.30	23.01	7.91	18.31	19.07

QUADRO 6.34 - ANÁLISE DAS PERDAS DE AÇO

onde:

A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

Os resultados apresentados na Obra D foram consideravelmente melhor do que os apresentados nas demais obras, devido, principalmente, às características de projeto com conseqüente redução do corte das barras. O índice médio de perdas nas cinco obras pesquisadas foi de 19,07% enquanto no projeto D as perdas não atingiram 8%. Foi possível reduzir a taxa a, aproximadamente, 42% do valor médio da perda do insumo.

6.5.2 Cimento

São transcritos no Quadro 6.35 os resultados relativos à incidência de perda de cimento nos períodos em análise - até a VI, entre a VI e a VF e até a VF. É feita, também, uma análise destas perdas e de suas principais causas.

CIMENTO (%)	EMPREENDIMENTO					
	A	B	C	D	E	x
RECEBIMENTO PERDA	NÃO QUANTIFICADA	NÃO QUANTIFICADA	NÃO QUANTIFICADA	NÃO QUANTIFICADA	NÃO QUANTIFICADA	
ESTOCAGEM CONDIÇÕES PERDA	BOAS NÃO QUANTIFICADA	BOAS NÃO QUANTIFICADA	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	BOAS 1,58 %	BOAS NÃO QUANTIFICADA	
TRANSP. INTERNO CONDIÇÕES PERDA	BOAS NÃO QUANTIFICADA	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	BOAS NÃO QUANTIFICADA	RUIJS NÃO QUANTIFICADA	
PRODUÇÃO (*)						
ALVENARIAS JUNT. HORIZON. JUNT. VERTICAL	23,33 % 66,67 %	46,00 % 18,67 %	29,33 % 1,33 %	34,67 % -5,33 %	44,67 % 14,00 %	35,60 19,07
REV. ARGAMAS. FORROS	-8,00 %	—	16,67 %	44,67 %	—	17,78
PAREDES EXT.	106,50 %	—	67,00 %	106,50 %	—	93,33
PAREDES INT.	100,00 %	—	54,00 %	74,00 %	—	76,00
TRAÇOS	SEM CONTROLE	SEM CONTROLE	SEM CONTROLE	COM CONTROLE	SEM CONTROLE	
SITUAÇÃO EVENTO OCORRÊNCIA	DESCOLAMENTO DE 450 m ² DE FORRO E DE 74 m ² CHAPISCO	DEMOLIÇÃO DE 2,4 m ² DE ALVENARIA - FALTA DE COORDENAÇÃO DE PROJETOS	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIAS CHAPISCADAS E EMBOÇADAS	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIAS DEVIDO A MODIF. DE PROJ. E DESAPRUMOS	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIAS DEVIDO AO DESAPRUMO	
PERDA	3,80 %	0,35 %	2,60 %	NÃO QUANTIFICADA	NÃO QUANTIFICADA	
OCORRÊNCIA	REBOCOS EM FORROS REBAIXADOS	—	—	SOBRA DE ARGAMASSAS NO FINAL DAS OPERAÇ.	PAREDES MAIS ESPESAS DO QUE O ESPECIFICADO	
PERDA	NÃO QUANTIFICADO	—	—	NÃO QUANTIFICADA	NÃO QUANTIFICADA	
OCORRÊNCIA	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIA POR FALTA DE PRUMO	—	—	DESCOLAMENTO DE 28 m ² EMBOÇO E CHAPISCO	—	
PERDA	NÃO QUANTIFICADA	—	—	0,40 %	—	
ENCH. RASGOS	0,81 %	—	1,99 %	2,42 %	—	1,74
ÍNDICES PERDA						
ATE A VI	59,54 %	—	30,75 %	255,10 %	97,93 %	110,83
ENTRE VI E VF	86,10 %	45,20 %	36,52 %	109,83 %	135,42 %	82,61
ATE A VF	76,60 %	45,20 %	34,31 %	151,86 %	112,70 %	84,13

QUADRO 6.35 - ANÁLISE DAS PERDAS DE CIMENTO

(*) Sobre-consumo em relação ao material considerado como necessário para a execução dos serviços (orçado)

onde: A = empreendimento A
B = empreendimento B
C = empreendimento C
D = empreendimento D
E = empreendimento E
x = média entre empreendimentos observados

Cabe salientar que a Obra D foi a única a fabricar no canteiro argamassa a base de cal hidratada, sendo os consumos de areia, cal e cimento mais elevados do que nos demais empreendimentos em análise. As perdas são mais acentuadas no período compreendido entre a VI e a VF para a areia (133,33 %)

e para a cal (152,11 %). Isto sugere que, embora existam critérios, nesta obra, para a confecção dos traços das massas, é possível que as pastas produzidas fossem mais pobres em cimento do que as especificadas.

Através da análise comparativa dos resultados quantificados relativos aos empreendimentos em análise pode-se concluir que, nas obras A, C e D, as perdas de cimento são oriundas, principalmente, da espessura dos revestimentos argamassados. Em relação a este tópico, os revestimentos externos apresentaram dimensões superiores aos internos e os dos forros foram os que apresentaram espessuras mais próximas do valor tomado como referência (1,5 cm).

Nos demais empreendimentos (B e E) não foram realizados os revestimentos argamassados. Apenas foi possível quantificar as perdas devido à espessura das juntas das alvenarias que foram semelhantes em ambas as obras. Como pode-se observar no Quadro 6.35, as juntas horizontais determinaram um maior consumo de cimento, em torno de 45%. O consumo extra determinado pela espessura das juntas verticais foi menos expressivo do que o das juntas horizontais. A espessura média das juntas verticais foi superior em aproximadamente 15% ao valor tomado como referência nestes empreendimentos.

No caso do Empreendimento E, existe uma grande parcela da incidência global da perda de cimento que ocorreram devido à demolição de alvenarias e à execução das alvenarias com espessuras superiores às determinadas no projeto.

Por fim, as perdas de cimento devido à execução de enchimento dos rasgos para o embutimento das instalações não se mostraram significativas ao comparar com o índice global de perda deste insumo nos diferentes empreendimentos.

6.5.3 Concreto usinado

São transcritos no Quadro 6.36 os resultados relativos à incidência de perda de concreto usinado nos períodos em análise - até a VI, entre a VI e a VF e até a VF. É feita, também, uma análise destas perdas e de suas principais causas.

CONCRETO (%)	EMPREENDIMENTO					
	A	B	C	D	E	x
RECEBIMENTO QUANT. ENTREGUE MENOR QUE A ADQUIRIDA	0,92 %	0,00 %	—	1,11 %	—	0,68
SOBRA - FUNÇÃO ERRO CUBAGEM	0,88 %	1,76 %	—	2,92 %	—	1,85
TRANSP. INTERNO CONDIÇÕES PERDA	RUIJS NÃO QUANTIFICADA	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	— —	RUIJS NÃO QUANTIFICADA	— —	
PRODUÇÃO (*)						
VARIAÇÃO DI- MENSIONAL DOS ELEMENTOS ES- TRUTURAIS						
LAJES	2,59 %	4,55 %	14,88 %	-0,94 %	3,23 %	4,86
PILARES	2,48 %	4,50 %	0,85 %	2,03 %	0,81 %	2,13
SITUAÇÃO EVENT						
OCORRÊNCIA	2,51 %	0,00 %	—	0,00 %	—	0,84
ÍNDICES PERDA						
ATE A VI	14,70 %	9,58 %	17,44 %	0,18 %	25,16 %	13,42
ENTRE VI E VF	5,70 %	17,17 %	—	15,91 %	—	12,93
ATE A VF	10,80 %	11,77 %	17,44 %	0,80 %	25,16 %	13,19

QUADRO 6.36 - ANÁLISE DAS PERDAS DE CONCRETO USINADO

(*) Sobre-consumo em relação ao material considerado como necessário para a execução dos serviços (orçado)

onde: A = empreendimento A
B = empreendimento B
C = empreendimento C
D = empreendimento D
E = empreendimento E
x = média entre empreendimentos observados

Nas obras C e E não puderam ser efetuadas observações de campo devido à ausência de situações de realização de concretagens no período em análise.

Salvo no Empreendimento E, pode-se concluir que as perdas de concreto são determinadas, em grande parte, pela espessura das lajes. Neste empreendimento, o alto índice de perda detectado (25,16%) deve estar relacionado a falta de controle no recebimento, erros de cubagem e condições de transporte do insumo. Cabe salientar que surpeendeu a perda do concreto pré-misturado, equivalente, em média, a 13,19%, por ser um material relativamente caro e cuja a perda é normalmente assumida como baixa.

6.5.4 Areia média

São transcritos no Quadro 6.37 os resultados relativos à incidência de perda de areia média nos períodos em análise - até a VI, entre a VI e a VF e até a VF. É feita, também, uma análise destas perdas e das suas principais causas.

AREIA (%)	EMPREENDIMENTO					
	A	B	C	D	E	x
RECEBIMENTO PERDA	NÃO QUANTIFICADA	NÃO QUANTIFICADA	DUPLO MANUSEIO NÃO QUANTIFICADA	NÃO QUANTIFICADA	DUPLO MANUSEIO NÃO QUANTIFICADA	
ESTOCAGEM CONDIÇÕES PERDA	RUINS NÃO QUANTIFICADA	RUINS NÃO QUANTIFICADA	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	RUINS NÃO QUANTIFICADA	RUINS (RAMPA) NÃO QUANTIFICADA	
TRANSP. INTERNO CONDIÇÕES PERDA	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	BOAS NÃO QUANTIFICADA	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	
PRODUÇÃO (*)						
ALVENARIAS JUNT. HORIZONT JUNT. VERTICA.	23,33 % 66,67 %	46,00 % 18,67 %	29,33 % 1,33 %	34,67 % -5,33 %	44,67 % 14,00 %	35,60 19,07
TRAÇOS	SEM CONTROLE	SEM CONTROLE	SEM CONTROLE	COM CONTROLE	SEM CONTROLE	
SITUAÇÃO EVENTO OCORRÊNCIA	RETIRADA DE 74 m ² DE CHAPISCO	DEMOLIÇÃO DE 2,4 m ² DE ALVENARIA - FALTA DE COORDENAÇÃO DOS PROJETOS	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIAS CHAPISCADAS	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIAS DEVIDO A MODIF. DE PROJ. E DESAPRUMOS	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIAS DEVIDO AO DESAPRUMO	
PERDA	3,00 %	0,17 %	4,63 %	NÃO QUANTIFICADA	NÃO QUANTIFICADA	
OCORRÊNCIA	CHAP. EM FORROS REBAIXADOS	---	---	DESCOLAMENTO DE 28 m ² DE CHAPISCO	PAREDES MAIS ESPESAS DO QUE O ESPECIFICADO	
PERDA	NÃO QUANTIFICADO	---	---	0,16 %	NÃO QUANTIFICADA	
OCORRÊNCIA	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIA POR FALTA DE PRUMO	---	---	---	---	
PERDA	NÃO QUANTIFICADA	---	---	---	---	
ÍNDICES PERDA						
ATE A VI	31,87 %	---	30,56 %	86,76 %	40,63 %	47,46
ENTRE VI E VF	24,59 %	29,73 %	-9,53 %	133,33 %	43,75 %	44,37
ATE A VF	27,09 %	29,73 %	21,05 %	109,81 %	42,19 %	45,76

QUADRO 6.37 - ANÁLISE DAS PERDAS DE AREIA MÉDIA

(*) Sobre-consumo em relação ao material considerado como necessário para a execução dos serviços (orçado)

onde: A = empreendimento A
B = empreendimento B
C = empreendimento C
D = empreendimento D
E = empreendimento E
x = média entre empreendimentos observados

Apesar de existir diversas situações nas quais foi detectada a perda deste insumo no recebimento, estocagem e

transporte, infelizmente não foi possível quantificar o volume desperdiçado nestas situações.

Desta forma, as perdas quantificadas relacionam-se com a espessura das juntas das alvenarias.

Salvo no Empreendimento D, as perdas detectadas de areia, apesar de superiores às admitidas nas composições de custo, não alcançaram valores alarmantes como no caso do cimento, que é um insumo consideravelmente mais caro. Assim, pode-se concluir que o maior consumo de cimento relaciona-se, principalmente, com a execução dos revestimentos argamassados, onde não é empregada a areia.

Cabe salientar que na Obra D a areia foi empregada na confecção de argamassa a base de cal hidratada utilizada na execução dos revestimentos. Desta forma, as considerações efetuadas na análise das perdas de cimento, para este empreendimento, cabem tanto para a areia quanto para a cal hidratada.

6.5.5 Argamassa regular

São transcritos no Quadro 6.38 os resultados relativos à incidência de perda de argamassa regular nos períodos em análise - até a VI, entre a VI e a VF e até a VF. É feita, também, uma análise destas perdas e de suas principais causas.

A elevada perda de argamassa, assim como no caso do cimento, confirma a hipótese levantada de que as argamassas utilizadas nos revestimentos geram perdas de maior magnitude do que as argamassas utilizadas no assentamento de tijolos.

Cabe salientar que o ponto mais crítico, ou seja, mais elevado em relação aos valores tomados como referência, foi sem dúvida a espessura dos revestimentos das alvenarias externas.

Nos empreendimentos B e E os serviços de revestimentos argamassados praticamente não haviam sido iniciados no período em análise. O resultado obtido na Obra B retrata a perda relacionada à execução de reparos em um prédio vizinho e na Obra E as argamassas foram empregadas de forma alternada com a areia para a execução da pasta de assentamento dos tijolos.

ARGAMASSA (%)	EMPREENDIMENTO					
	A	B	C	D	E	x
RECEBIMENTO PERDA	1,49 %	NÃO QUANTIFICADA	NÃO QUANTIFICADA	NÃO QUANTIFICADA	NÃO QUANTIFICADA	
ESTOCAGEM CONDIÇÕES PERDA	RUINS NÃO QUANTIFICADA	RUINS NÃO QUANTIFICADA	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	RUINS NÃO QUANTIFICADA	BOAS NÃO QUANTIFICADA	
TRANSP. INTERNO CONDIÇÕES PERDA	BOAS NÃO QUANTIFICADA	RUINS NÃO QUANTIFICADA	REGULARES 0,17 %	RUINS NÃO QUANTIFICADA	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	
PRODUÇÃO (*)						
REV. ARGAMAS. FORROS	-0,00 %	---	16,67 %	44,67 %	---	17,78
PAREDES EXT.	106,50 %	---	67,00 %	106,50 %	---	93,33
PAREDES INT.	100,00 %	---	54,00 %	74,00 %	---	76,00
TRAÇOS	SEM CONTROLE	SEM CONTROLE	SEM CONTROLE	COM CONTROLE	SEM CONTROLE	
SITUAÇÃO EVENTO OCORRÊNCIA	DESCOLAMENTO DE 450 m ² DE FORRO	---	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIAS EMBOÇADAS	SOBRA DE ARGAMASSAS NO FINAL DAS OPERAÇ.	---	
PERDA	(+)-7,00 %	---	NÃO QUANTIFICADA	NÃO QUANTIFICADA	---	
OCORRÊNCIA	REBOCOS EM FORROS REBAIXADOS	---	---	DESCOLAMENTO DE 28 m ² DE EMBOÇO	---	
PERDA	NÃO QUANTIFICADO	---	---	1,20 %	---	
ENCH. RASGOS	2,71 %	---	3,73 %	4,15 %	---	3,53
ÍNDICES PERDA						
ATE A VI	---	---	---	---	68,63 %	---
ENTRE VI E VF	103,05 %	87,50 %	40,38 %	152,10 %	85,00 %	93,60
ATE A VF	103,05 %	87,50 %	40,38 %	152,10 %	73,24 %	91,25

QUADRO 6.38 - ANÁLISE DAS PERDAS DE ARGAMASSA REGULAR

(*) Sobre-consumo em relação ao material considerado como necessário para a execução dos serviços (orçado)

onde: A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

6.5.6 Tijolos Furados

São transcritos no Quadro 6.39 os resultados relativos à incidência de perda de tijolos furados nos períodos analisados - até a VI, entre a VI e a VF e até a VF. É feita, também, uma análise destas perdas e de suas principais causas.

Nas obras A e B, levando em conta as causas quantificadas, as perdas devido ao recebimento, estocagem e transporte de tijolos furados correspondem a aproximadamente o dobro das perdas geradas na produção (rejeição, quebra e corte).

TIJOLOS FURADOS (%)	EMPREENHIMENTO					
	A	B	C	D	E	x
RECEBIMENTO PERDA	5,75 %	3,85 %	NÃO QUANTIFICADA	0,27 %	0,38 %	2,56
DESCARREG.	0,12 %	0,18 %	NÃO QUANTIFICADA	0,14 %	0,17 %	0,15
ESTOCAGEM CONDIÇÕES PERDA	RUINS (CALÇADA) 1,58 %	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	RUINS (CALÇADA) NÃO QUANTIFICADA	RUINS 0,56 %	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	1,08
TRANSP. INTERNO CONDIÇÕES PERDA	BOAS 1,14 %	RUINS 5,92 %	REGULARES 0,00 %	BOAS 2,40 %	RUINS 14,22 %	4,74
PRODUÇÃO						
PEÇAS: REJEITADAS	0,25 %	0,49 %	0,83 %	0,66 %	0,90 %	0,63
QUEBRADAS	0,97 %	0,00 %	0,10 %	0,10 %	0,24 %	0,28
CORTADAS	2,70 %	2,15 %	4,11 %	3,43 %	10,92 %	4,67
SITUAÇÃO EVENTO OCORRÊNCIA	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIAS DEVIDO A DESAPRUMOS	DEMOLIÇÃO DE 2,4 m ² DE ALVENARIA-FALTA DE COORDENAÇÃO PROJETOS	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIAS DEVIDO A MODIF. PROJETO E EMBOÇADAS	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIAS DEVIDO A DESAPRUMOS	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIAS DEVIDO AO DESAPRUMO	
PERDA	1,24 %	0,30 %	2,23 %	1,57 %	NÃO QUANTIFICADA	
OCORRÊNCIA	---	---	---	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIAS DEVIDO A MODIF. PROJETO NÃO QUANTIFICADA	PAREDES MAIS ESPESAS DO QUE O ESPECIFICADO NÃO QUANTIFICADA	
PERDA	---	---	---			
ÍNDICES PERDA						
ATE A VI	148,57 %	---	31,08 %	23,52 %	---	67,72
ENTRE VI E VF	7,53 %	8,20 %	93,91 %	33,64 %	107,25 %	49,98
ATE A VF	39,80 %	8,20 %	35,96 %	26,50 %	---	27,64

QUADRO 6.39 - ANÁLISE DAS PERDAS DE TIJOLOS FURADOS

onde: A = empreendimento A
 B = empreendimento B
 C = empreendimento C
 D = empreendimento D
 E = empreendimento E
 x = média entre empreendimentos observados

Deve-se salientar a importância do planejamento do corte das peças de tijolos. Perdas devido ao corte são superiores às perdas devido à rejeição e à quebra, chegando a atingir 10,92% no Empreendimento E.

Pode-se afirmar que no Empreendimento A existe uma grande parcela de perda do insumo (5,75%) oriunda da falta de controle no recebimento. No Empreendimento B, as perdas devido ao transporte interno foram mais significativas do que as demais causas apuradas. O corte no Empreendimento D determinou, de forma isolada, 3,43% da incidência da perda deste insumo. Por fim, no Empreendimento E, além da elevada parcela de perda devido ao corte, deve-se salientar a parcela que foi determinada pela execução de alvenarias com espessuras diferentes das especificações de projeto.

6.5.7 Tijolos Maciços

São transcritos no Quadro 6.40 os resultados relativos à incidência de perda de tijolos maciços nos períodos analisados - até a VI, entre a VI e a VF e até a VF. É feita, também, uma análise destas perdas e de suas principais causas.

TIJOLOS MACIÇOS (%)	EMPREENHIMENTO					
	A	B	C	D	E	x
RECEBIMENTO PERDA						
DESCARREG.	1,93 % 0,16 %	0,00 % 0,12 %	— —	0,30 % 0,14 %	— —	0,74 0,14
ESTOCAGEM CONDIÇÕES PERDA	RUINS NÃO QUANTIFICADA	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	RUINS NÃO QUANTIFICADA	RUINS (RAMPA) NÃO QUANTIFICADA	REGULARES NÃO QUANTIFICADA	
TRANSP. INTERNO CONDIÇÕES PERDA	— —	RUINS 2,06 %	— —	— —	RUINS 8,28 %	6,08
PRODUÇÃO						
PEÇAS:						
REJEITADAS	—	0,00 %	—	—	2,41 %	1,21
QUEBRADAS	—	0,33 %	—	—	3,10 %	1,72
CORTADAS	—	6,15 %	—	—	25,45 %	16,80
ÍNDICES PERDA						
ATE A VI	48,66 %	—	20,02 %	19,71 %	—	29,46
ENTRE VI E VF	43,54 %	15,23 %	—	47,23 %	109,85 %	53,96
ATE A VF	45,25 %	15,23 %	20,02 %	27,28 %	—	26,94

QUADRO 6.40 - ANÁLISE DAS PERDAS DE TIJOLOS MACIÇOS

onde: A = empreendimento A
B = empreendimento B
C = empreendimento C
D = empreendimento D
E = empreendimento E
x = média entre empreendimentos observados

A análise do recebimento foi realizada somente para as obras A, B e D e do transporte interno e da produção para as

obras B e E visto que foram as únicas que possibilitaram estas verificações no período da pesquisa.

6.6 AS PERDAS E A PRODUTIVIDADE DE MÃO-DE-OBRA

Para a investigação de existência de correlação entre a produtividade e a perda de materiais foram analisadas as produtividades para a execução de alvenarias de tijolos furados e de tijolos maciços através da observação do número de peças colocadas por hora.

O gráfico da Figura 6.13 apresenta uma comparação entre as produtividades médias alcançadas nos cinco empreendimentos na execução de alvenaria de tijolos furados, para paredes de 15 e 25 cm de espessura.

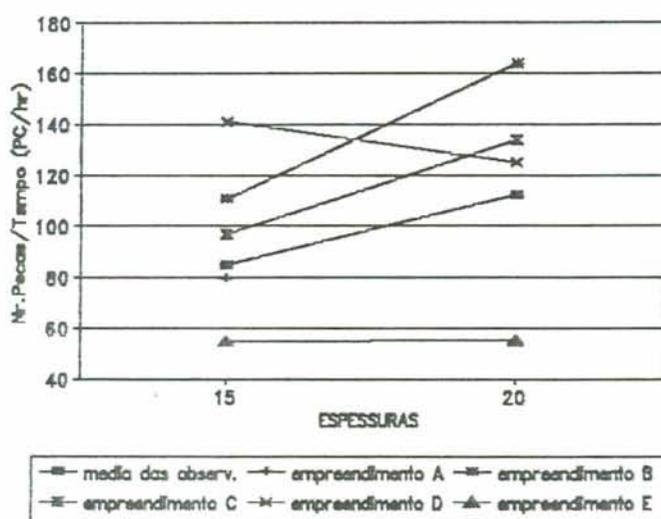


FIGURA 6.13 RELAÇÃO ENTRE NÚMERO DE PEÇAS COLOCADAS POR HORA (pc/hr) E A ESPESSURA DAS ALVENARIAS - TIJOLOS FURADOS

Em linhas gerais, pode-se afirmar que os empreendimentos B e D possuem uma maior produtividade, medida em número de peças fixadas por hora, seguidos dos empreendimentos C e A. O Empreendimento E é o que apresenta os piores índices de desempenho.

Na Figura 6.14 está apresentado um gráfico que visa a avaliar a produtividade da execução das alvenarias de tijolos maciços.

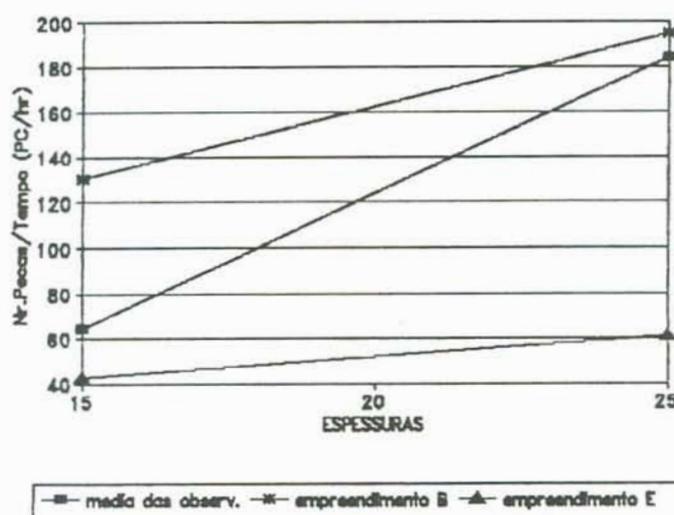


Figura 6.14 RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE PEÇAS FIXADAS POR HORA (pc/hr) E A ESPESSURA DAS ALVENARIAS - TIJOLOS MACIÇOS

Da mesma forma que nas alvenarias de tijolos furados, o número de peças colocadas por hora é inferior nas alvenarias de 15cm. O Empreendimento E apresentou uma produtividade correspondente a, aproximadamente, apenas 38% da verificada no Empreendimento B.

Em função do reduzido número de obras, os resultados obtidos na análise da produtividade em relação à ocorrência de perdas não podem ser generalizados. Porém a análise realizada mostrou uma tendência de que a obra de menor produtividade apresentou maiores perdas de tijolos no período. Em contrapartida, a obra de maior produtividade apresentou a menor incidência de perdas no período. Surge, então, a necessidade de aprofundar a análise da relação entre produtividade e perdas de materiais, através de pesquisas específicas quanto a este tópico.

6.7 O CUSTO DAS PERDAS DOS MATERIAIS PESQUISADOS

Para a determinação do custo das perdas dos materiais pesquisados, utilizou-se a Curva ABC da NBR 12721 (ABNT, 1992) formulada para prédios de 12 pavimentos, três quartos e padrão normal de acabamento (H12-3Q-Normal). Modificou-se a Curva ABC original para adaptação aos materiais utilizados nas obra pesquisadas.

O Quadro 6.41 relaciona os materiais pesquisados, a representatividade destes materiais em termos de custo, segundo a NBR-12721, e a incidência das perdas dos insumos avaliados nesta pesquisa sobre a participação do insumo no custo de construção para cada um dos empreendimentos. Esta análise fornece o acréscimo de custo determinado pelo consumo adicional dos materiais analisados de forma específica

MATERIAL	CUSTO TEÓRICO [%]	CUSTO DOS MATERIAIS (%)				
		A	B	C	D	E
AÇO	4.31	5.12	5.49	5.30	4.65	5.10
CIMENTO	5.24	9.25	7.61	7.04	13.19	11.15
CONCRETO	5.38	5.96	6.01	6.32	5.42	6.73
AREIA	0.94	1.19	1.22	1.13	1.97	1.34
ARGAMASSA	0.69	1.4	0.69	0.97	1.24	1.20
TIJOLOS FURADOS	2.25	3.15	3.15	3.06	2.85	4.66
TIJOLOS MACIÇOS	0.27	0.39	0.31	0.32	0.34	0.52
DEMAIS MAT.+ MÃO-DE-OBRA	80.92	80.92	80.92	80.92	80.92	80.92
TOTAL	100	107.38	105.40	105.06	110.58	111.62
CUSTO DA PERDA	-----	7.38	5.28	5.06	10.58	11.62

QUADRO 6.41 - ESTIMATIVA DE CUSTO DAS PERDAS DOS MATERIAIS AVALIADOS DE FORMA ESPECÍFICA, CONSIDERANDO OS DEMAIS CUSTOS CONSTANTES

No Empreendimento B não foi considerado o índice de perda obtido para as argamassas, face ao consumo insignificante deste insumo no período em análise.

Os valores apresentados no Quadro 6.41 foram calculados até a VF e, devido ao fato de que até a data final da pesquisa não ter sido iniciada a execução dos revestimentos argamassados das obras B e E existe uma tendência de aumentar ainda mais os custos das perdas destas obras.

Pode-se, portanto, concluir que as perdas dos materiais pesquisados contribuíram, até o momento de encerramento da pesquisa, para um aumento de 5,06% a 11,62% dos custos orçados das obras estudadas. Deve-se considerar ainda

que, a representatividade destes insumos é de, aproximadamente, 20% no custo total dos empreendimentos.

É importante salientar que o acréscimo médio de 7,98% na expectativa de custo total dos empreendimentos, calculado nesta pesquisa, é de um mesmo nível de grandeza do valor de 6%, estimado por PINTO (1989).

7 - DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE PERDAS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Nenhuma das obras analisadas na pesquisa apresentada nos capítulos 5 e 6 possuía algum tipo sistemático de controle de materiais. Normalmente, executava-se apenas uma checagem superficial das quantidades entregues dos materiais com as quantidades especificadas nas notas fiscais.

Durante a pesquisa, observou-se que não é comum a realização de anotações de recebimentos, de consumos e de transferências de materiais, e que, devido à ocorrência de extravios de notas fiscais, muitas vezes, não existe um controle contábil confiável.

Verificou-se que uma das grandes dificuldades de implementação de sistemas de controle na indústria da construção é a falta de parâmetros para que seja comparado aquilo que é realizado com o que é esperado. Para RASDORF & ABUDAYYEH (1991), em muitos empreendimentos a falta de controle é causada pela ineficiência do fluxo de informações. Os cronogramas e orçamentos de obra são desenvolvidos para suprir necessidades contábeis e de financiamentos, por pessoas que não participam da produção.

Segundo LAUFER & TUCKER (1987), o planejamento da produção em muitas empresas é desenvolvido em dois níveis diferentes. Em um nível mais alto são executados os planos táticos no escritório da empresa sendo, normalmente, não muito detalhados e utilizados, principalmente, para estudos de viabilidade, para uso em licitações e para a execução de contratos. Por outro lado, em um nível mais baixo existe o planejamento operacional, baseado em planos informais realizados para um curto espaço de tempo (dia ou semana) pelas pessoas envolvidas no canteiro. Normalmente estes dois níveis

de planejamento são realizados independentemente, dificultando a integração entre ambos e conseqüentemente o controle global do empreendimento.

É fundamental que as empresas de construção deixem de operar sem o conhecimento do real consumo dos materiais. Somente após a implementação de um sistema de controle de perdas de materiais efetivo é que terão condições de conhecer a origem, as causas e as incidências destas perdas. A partir destas informações é que poderão decidir quais as ações que devem ser tomadas para a busca de maior eficiência no uso dos materiais.

7.2 A IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTROLE DE PERDAS DE MATERIAIS

A falta de dados sobre a incidência de perdas inviabiliza a comparação do desempenho da empresa antes e depois da implementação de um sistema de controle de materiais pois não permite a medição das melhorias obtidas.

Geralmente, os responsáveis pelos canteiros de obras apresentam resistências à implementação de sistemas de controle pois, sem poder quantificar as vantagens de sua aplicação, visualizam apenas a burocracia envolvida nos mesmos.

A implementação de um sistema de controle só é viabilizada se o mesmo for estudado e desenvolvido por todos os envolvidos no processo da construção. Segundo FEIGENBAUM (1961) só o autocontrole é efetivo, sendo que a implementação do controle imposto externamente tende ao fracasso, por não ter o comprometimento dos envolvidos.

Segundo CHIAVENATO (1992), quanto maior o controle e a fiscalização que a organização efetua sobre as pessoas, maiores são as conseqüências imprevisíveis e indesejáveis do comportamento humano. A cada ação coerciva corresponde uma ação comportamental contrária e equivalente. É, portanto, fundamental que todos os envolvidos não se sintam fiscalizados e oprimidos pelo controle, mas que visualizem, em sua implementação, os benefícios para a empresa e conseqüentemente para eles mesmos.

Portanto, para viabilizar a implementação do controle, os procedimentos deverão ser flexíveis, adaptando-se às necessidades e situações de cada obra, dentro das normas e organização do caráter geral da empresa. Tais procedimentos não devem inviabilizar o controle e transformá-lo em algo inoportuno, caro e indesejado pelos profissionais envolvidos.

7.3 RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE CONTROLE DE PERDAS DE MATERIAIS

Ao desenvolver o sistema de controle de perdas, é necessário conscientizar-se de que é muito mais benéfico à empresa exercitar a capacidade de identificar onde ocorre a perda e como esta pode ser evitada do que simplesmente obter um índice de perda. O sistema de controle deverá antecipar problemas para que medidas corretivas possam ser tomadas antes da ocorrência de perdas de materiais.

Não se deve comparar o custo de implementação do sistema de controle somente com o custo do material perdido. Além do custo do material, devem ser levados em consideração custos como: limpeza, remoção e colocação do material perdido; estragos causados pelos materiais perdidos, como entupimentos de drenos e tubulações por calíça; atraso na produção por falta de materiais; compra de materiais para a substituição dos perdidos por um preço mais elevado, devido à perda do efeito de compra em escala; efeito psicológico gerador de mais perdas quando os envolvidos no canteiro passam a encarar a perda como natural; etc.

É muito importante que o sistema de controle considere a possibilidade de substituição do material, pois esta perda indireta afeta o cálculo da perda de ambos os materiais: o substituto e o substituído. Por exemplo, no caso de substituição de tijolo furado por tijolo maciço, deverá ser esta ocorrência registrada, pois caso contrário, pode-se detectar uma perda elevada de tijolo maciço e uma perda pequena ou negativa de tijolo furado, sem que exista uma explicação para o ocorrido.

As informações obtidas com a implementação do sistema de controle devem permitir a comparação com as informações fornecidas por sistemas de outras obras e, se possível, de outras empresas. Estas comparações viabilizam a análise das soluções adotadas em canteiros similares com diferentes desempenhos em relação às perdas.

O sistema de controle deve considerar o crédito relativo a materiais que sobram ou são transferidos a outras obras. Deve, também, especificar, para o recebimento dos materiais, a quantidade a ser entregue e a sua qualidade através de padrões para julgamento, com a conseqüente aceitação ou rejeição dos mesmos.

7.4 PROPOSTA DE UMA DOCUMENTAÇÃO BÁSICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE PERDAS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO

Baseado nos princípios de controle de materiais apresentado por SÁNCHEZ (1983) e nos problemas enfrentados para o levantamento de dados nos canteiro e nas empresas durante a realização da pesquisa, recomenda-se como ponto de partida para o controle de perda de materiais, os seguintes documentos:

a) cronograma de materiais: a base do controle de perdas deve ser o cronograma de materiais preparado para a compra e para a execução dos pedidos dos mesmos. Este cronograma deve ter como objetivo principal evitar a falta de material na frente de trabalho. É, na realidade, um planejamento detalhado da obra com a previsão da quantidade e do momento do consumo de todos os materiais.

b) ordens de compra: as ordens de compra devem conter todas as informações necessárias à perfeita identificação dos materiais sendo feitas conforme as necessidades e de acordo com o cronograma dos materiais.

c) notas de aviso: as notas de aviso informam à obra os materiais que estão a caminho, para que o gerente do canteiro, a qualquer momento, possa saber quais materiais estarão à disposição e possa tomar as providências necessárias

para sua recepção, descarregamento e distribuição ou armazenagem.

d) registro de entradas e transferência de materiais: no recebimento e nas transferências de materiais, deve ser preenchido uma planilha de registro de entradas e saídas de materiais, como o que pode ser observado na planilha apresentada na Figura 7.1.

OBRA: _____		PG. NUMERO: _____		
REGISTRO DE ENTRADA DE _____ UNIDADE: _____				
DATA	PROCEDÊNCIA E DESTINO	ENTRADA	SAÍDA	EXISTÊNCIA

FIGURA 7.1 PLANILHA DE REGISTRO DE ENTRADAS E SAÍDAS DE MATERIAIS

e) resumo de materiais recebidos: com os dados fornecidos na planilha de registro de entradas e saídas de materiais, pode-se preencher uma planilha de resumo de materiais recebidos, como exemplificado na Figura 7.2.

OBRA: _____		PG. NUMERO: _____			
RESUMO DE MATERIAIS RECEBIDOS					
DATA	NUMERO DA NOTA FISCAL	FORNECEDOR	MATERIAL	UNID	QUANTIDADE
			CIMENTO AREIA MED. TIJ FURAD. .	sc m ³ unid	

FIGURA 7.2 PLANILHA DE RESUMO DE MATERIAIS RECEBIDOS.

É importante que quebras, rupturas e perdas produzidas no transporte externo dos materiais sejam consideradas, para

que se registrem nas planilhas mostradas nas figuras 7.1 e 7.2 somente as quantidades líquidas recebidas.

No caso de ocorrerem deficiências na entrega, é recomendável que estas falhas apareçam registradas no recibo de entrega. Nas anotações do controle de obra deverão constar dados de materiais danificados, entregas com faltas e variações em preços. Deverá, por fim, ser enviado algum tipo de aviso ao escritório central da empresa, garantindo que sejam executados os procedimentos de reclamação ao fornecedor creditando assim os prejuízos à obra.

f) requisições internas de materiais/registros de saídas: recomenda-se que, mediante a utilização de requisições internas de materiais, assinadas pelos operários subcontratados e chefes de equipes, o apontador entregue o material correspondente, identificando a atividade à qual se destina o material.

Caberá a cada empresa, analisando o tipo de obra e o peso de cada atividade e material no custo total do empreendimento, determinar os materiais e as atividades as quais serão controladas

Com o agrupamento das requisições internas de materiais pode-se preencher a planilha de registro de saídas dos materiais, do almoxarifado para a obra, como exemplificado na Figura 7.3.

OBRA: _____				PG. NUMERO: _____		
REGISTRO DE SAÍDAS						
DATA	NUMERO DA REQUISIÇÃO	MATERIAL	UNIDADE	ATIVIDADE DESTINO	QUANTIDADE	OBSERVAÇÕES

FIGURA 7.3 PLANILHA REGISTRO DE SAÍDAS. (SÁNCHEZ, 1983)

g) controle de consumos: com os dados fornecidos pela planilha de registro de saídas, pode ser preenchida uma

planilha de controle de consumos, como a apresentada na Figura 7.4.

OBRA: _____			PG. NUMERO: _____				
CONTROLE DE CONSUMOS						MÊS: _____	
MATERIAL	UNIDADE	QUANTIDADE	ATIVIDADE 1	ATIVIDADE 2	ATIVIDADE 3	ATIVIDADE N
CIMENTO						
TIJ. FUR.						
AREIA REG.						
.						
.						

7.4 PLANILHA DE CONTROLE DE CONSUMO. (SÁNCHEZ, 1983)

h) retiradas de limpeza: em todas retiradas de caliças e nas limpezas da obra, os volumes transportados nos caminhões devem ser medidos e, se possível, pesados, e estes dados devem ser devidamente registrados.

i) fichas de existências (estoques): é mais fácil realizar a verificação dos estoques aproveitando a diminuição dos materiais. No caso de materiais fornecidos em volume, como areias e britas, deve ser feita a verificação no momento de estoque mínimo. Os inventários devem ser parciais e rotativos, comprovando os dados apresentados na planilha de registro de entradas e saídas de materiais (Figura 7.1). Deve existir uma ficha de existência de cada material controlado com indicação dos estoques máximo e mínimo, para que não haja problemas de falta dos mesmos ou dificuldades de espaços para a estocagem.

j) controle da produção: por fim, com o controle da produção é possível calcular as quantidades estimadas de materiais, as quais são comparadas com as quantidades realmente consumidas. O conhecimento das discrepâncias viabilizam a tomada de decisões corretivas.

Para cada atividade controlada, é conveniente ter uma planilha de controle de produção, como a apresentada na Figura 7.5.

ATIVIDADE: _____		NUMERO: _____		
DESCRIÇÃO: _____				
UNIDADE: _____				
DATA DA MEDIÇÃO	LOCAL DA MEDIÇÃO	MEDIÇÃO NO MÊS	SOMA A ORIGEM	A EXECUTAR

FIGURA 7.5 PLANILHA DE CONTROLE DA PRODUÇÃO. (SÁNCHEZ, 1983)

8 — CONCLUSÕES E SUGESTÕES

8.1. CONCLUSÕES

Como foi estabelecido inicialmente, o objetivo principal deste estudo consiste em buscar uma forma para se obter maior produtividade e qualidade na construção de edificações através da redução das perdas de materiais. Para alcançar este objetivo, procurou-se levantar a incidência de perdas de materiais na construção de edificações, analisar as principais causas destas ocorrências e, baseando-se nestas informações, propor diretrizes para a implementação de sistemas de controle de desperdícios para a construção de edificações.

A primeira conclusão foi que, confirmando a hipótese principal deste estudo, as perdas de materiais na construção de edificações são efetivamente maiores do que as normalmente aceitas pela indústria da construção em seus orçamentos. Estes índices, que utilizam valores fixos, não levam em consideração de forma efetiva as características específicas das obras e dos materiais utilizados.

Nos empreendimentos observados, verificou-se que as perdas reais médias dos insumos possuem um grande intervalo de variação e situam-se entre 0.85 e 8 vezes as perdas usuais admitidas, que variam de 5% a 20%, dependendo do insumo em análise.

Este fato compromete de forma clara as previsões de custos de um empreendimento, tanto a nível de programação quantitativa de insumos, quanto em termos de programação financeira.

O autor deseja que esta conclusão incentive os construtores a procurar soluções para os problemas encontrados e, conseqüentemente, a concentrar uma maior atenção no gerenciamento dos materiais. Deseja, também, que não incentive as empresas a utilizarem folgas maiores em seus orçamentos, levando em consideração perdas elevadas e aumentando, assim, o valor de seus orçamentos e o preço das obras.

Outra conclusão importante do estudo foi que muitas perdas são previsíveis e evitáveis. O fato de que na maioria das obras pesquisadas não foram tomadas medidas relativamente simples de prevenção, indica de que existe uma falta de preocupação com as perdas de materiais. Nenhuma das obras pesquisadas possuía uma política definida de administração de materiais, tanto em relação ao seu gerenciamento, como na aplicação de um controle sistemático para a sua utilização.

Ficou evidente que melhorias podem ser obtidas sem a introdução de equipamentos caros ou avançadas técnicas gerenciais, mas simplesmente através de cuidados elementares no recebimento, na estocagem, no manuseio, na utilização e na proteção dos materiais.

O estudo comprovou que não é conhecida a magnitude das perdas de materiais devido à completa ausência de métodos de levantamento e contabilização de seu uso. Em nenhuma das obras pesquisadas observou-se, em relação ao controle de materiais, mais do que uma checagem superficial das entregas.

Concluiu-se também que existe uma grande variação nos índices de perdas de materiais em diferentes obras. O fato de canteiros similares apresentarem diferentes níveis de perdas para os mesmos materiais, comprovou que muitas destas perdas são evitáveis.

Um dado interessante, na medida que contradiz a bibliografia consultada, é que, apesar de existir grande variabilidade entre as perdas reais de um insumo específico em diferentes empreendimentos (entre uma a nove vezes), a maior ou menor incidência de perdas é definida pelos procedimentos específicos de administração do material, ou das atividades que envolvem o uso do mesmo. Ou seja, se um insumo específico apresenta um índice elevado de consumo em um empreendimento, superior aos demais empreendimentos analisados, não significa que todos os insumos apresentaram perdas elevadas neste empreendimento. Observou-se, por exemplo, que alguns empreendimentos apresentaram mais eficiência na execução da estrutura de concreto armado, outros no emprego dos compostos de materiais granulares (cimento, areia, argamassa) e outros, ainda, no emprego de tijolos na execução de alvenarias.

De uma forma geral, as perdas ocorreram mais por uma combinação de fatores do que por um incidente isolado em uma operação. Isto comprovou que a falta de gerenciamento do canteiro é causa fundamental da elevada incidência de perdas de materiais.

Através do estudo dos projetos das cinco obras pesquisadas foi possível concluir que a falta de especificações, de detalhamentos e de qualidade dos projetos e, principalmente, a falta de coordenação entre os mesmos são causas de elevadas perdas de materiais.

Concluiu-se também que a falta de interesse em controlar os materiais é causa de ocorrência de perdas. Observou-se, durante o estudo, que todos os gerentes de obras tinham conhecimento das perdas mas pouco fizeram para evitar estas ocorrências. A pesquisa mostrou que a mudança na atitude dos envolvidos no processo construtivo é muito mais importante do que mudanças na técnica construtiva para a obtenção de melhor desempenho das empresas no que se refere à administração de materiais. É fundamental que os envolvidos conscientizem-se do alto valor dos materiais e da conseqüente necessidade de trabalhar mais cuidadosamente.

Quanto a existência de correlação entre a produtividade e a perda de materiais os resultados obtidos, em função do reduzido número de obras pesquisadas, não podem ser generalizados. Observou-se apenas uma tendência de existência de correlação demonstrando a necessidade de aprofundar esta análise através de pesquisas específicas.

A pesquisa comprovou que a gerência tem mais responsabilidade pelas perdas que os operários. Estes são, normalmente, considerados pelos empresários da construção como os responsáveis pela baixa produtividade, má qualidade e pelo elevado índice de perdas de materiais. Existem estudos de caráter teórico-prático, como os desenvolvidos por VARGAS (1989), que demonstram que os aspectos citados dependem da engenharia e da administração da obra. Vargas acredita que existem uma série de estratégias para o aumento da produtividade, melhoria da qualidade e motivação da mão-de-obra através da modernização das relações de trabalho.

De acordo com CHIAVENATO (1992), de nada adianta tentar simplesmente melhorar a realização das tarefas através de novas tecnologias, equipamentos, métodos e processos, se não melhorarmos o gerenciamento das pessoas e, sobretudo, investir efetivamente nelas.

Para OUCHI(1986), as empresas, na busca de maior eficiência, devem buscar um compromisso por parte dos empregados para o desenvolvimento de uma abordagem menos egoísta e mais cooperativa de trabalho. É preciso que haja um nível suficiente de confiança, de modo que os indivíduos falem sinceramente com os de mesmo nível hierárquico, subordinados e superiores.

Devem, portanto, as empresas construtoras, para melhorarem seu desempenho quanto as perdas de materiais, utilizar novas técnicas de planejamento da produção que visem melhorar a qualidade do produto, a redução dos custos e a eliminação dos tempos improdutivos. Isto pode ser obtido através do comprometimento da empresa com seus empregados possibilitando um ambiente adequado para sua participação contínua, imbuindo-os de uma maior responsabilidade, integrando-os com as políticas e prioridades da empresa e repassando-lhes partes dos benefícios conseguidos por seu trabalho de melhoria constante.

O Brasil necessita transformações profundas de âmbito sócio-econômico e político. A indústria da construção deve estar preparada para uma nova realidade procurando um novo paradigma para alcançar maior produtividade e mais eficiência, implementando teorias gerenciais mais modernas.

8.2 SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir do desenvolvimento deste estudo pode-se sugerir uma série de estudos futuros apresentados a seguir:

a) Aumentar o número de obras pesquisadas para fornecer validade estatística ao estudo.

c) Pesquisar as perdas de outros materiais utilizados no processo construtivo.

d) Realizar a análise das perdas durante toda a duração dos empreendimentos.

e) Executar pesquisas para a obtenção de resultados nas diferentes regiões do país.

f) Reestudar os critérios utilizados para a orçamentação discutindo a validade das atuais constantes orçamentárias.

g) Pesquisar a efetividade da implementação de sistemas de controle de perdas de materiais na construção de edificações.

h) Estudar novos tipos de equipamentos para serem utilizados no transporte interno e externo de materiais.

i) Estudar novas formas de empacotamento de materiais.

j) Pesquisar as melhores formas para estocagem de cada material.

k) Estudar novos sistemas de informação para garantir a perfeita comunicação entre todos os envolvidos no processo construtivo.

l) Pesquisar, com maior profundidade, a correlação entre as perdas de materiais e a produtividade da mão-de-obra.

Este trabalho, portanto, não se encerra em si mesmo, na medida em que existe uma série de atividades que poderiam ser desenvolvidas de forma a avançar a investigação. O autor espera, no entanto, que tenha contribuído, fornecendo algumas informações e ferramentas, para que as empresas construtoras possam melhor gerenciar seus empreendimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABIKO, A.K. Quality housing in the context of a developing country. *Management, quality and economics in building*. London: Chapman & Hall, p.361-366, Sep./Oct. 1991.
2. AGUILAR, R.J. *Systems analysis and design in engineering, architecture, construction, and planning*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1973. 405p.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Avaliação de custos unitários e preparo de orçamentos de construção para incorporação de edifício em condomínio: NBR 12721*. Rio de Janeiro, 1992.
4. ———. *Gestão da qualidade e elementos do sistema da qualidade-diretrizes: NB 9004-ISO 9004*. Rio de Janeiro, 1990.
5. ———. *Normas de gestão da qualidade e garantia- diretrizes para seleção e uso: NB9000-ISO 9000*. Rio de Janeiro, 1990.
6. ———. *Revestimento de paredes e tetos com argamassas - materiais, preparo, aplicação e manutenção: NBR-7200*. Rio de Janeiro, 1983.
7. ———. *Sistemas da qualidade - modelo para garantia da qualidade em projetos/desenvolvimento, produção, instalação e assistência técnica: NB 9001-ISO 9001*. Rio de Janeiro, 1990.
8. ———. *Sistemas da qualidade-modelo para garantia da qualidade em produção e instalação: NB9002-ISO 9002*. Rio de Janeiro, 1990.
9. ———. *Sistemas da qualidade-modelo para garantia da qualidade em inspeção e ensaios finais: NB 9003-ISO 9003*. Rio de Janeiro, 1990.
10. BAUER, J.F.R., ALVES, R.R. *Recomendações quanto ao assentamento de azulejos*. *Construção Região Sul*, n. 254, p.27-28, dez. 1989.
11. BURATI, J.L., MATTHEWS, M.F., KALIDINDI, S.N. *Quality management in construction industry*. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, v. 117, n.2, p.341-359, June 1991.

12. CAMPOS, V.F. Gerência da qualidade total - estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG/Fundação Christiano Ottoni, 1990.
13. CARNEIRO, A.M.P. Revestimento externo em argamassa de cimento, cal e areia - sistemática das empresas de construção civil de Porto Alegre. Porto Alegre: CPGEC, 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia UFRGS.
14. CHARLETT, A.J. Secutity of building sites. Berkshire: The Chartered Institute of Building, 1985.
15. CHIAVENATO, I. Gerenciando pessoas - o passo decisivo para a administração participativa. São Paulo: Makron Books, 1992.
16. DEMING, W.E. Out of the crisis. Cambrige: MITCAES, 1986.
17. FEIGENBAUM, A.V. Total quality control. New York: McGraw-Hill, 1961.
18. FERREIRA, A.B. de H. Novo dicionário da língua portuguesa, Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975. 1499p.
19. FORMOSO, C.T. et al. Perfil da construção civil: diagnósticos e perspectivas das empresas do Sinduscon no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPGEC-UFRGS, 1992.
20. FORMOSO, C.T., FRANCHI, C.C., SOIBELMAN, L. As perdas de materiais na indústria da construção civil. Relatório final. Porto Alegre: CPGEC-UFRGS, 1993.
21. FRANCHI, C.C. Avaliação das características que contribuem para a formação do valor de apartamentos na cidade de Porto Alegre. Porto Alegre: CPGEC, 1991. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia UFRGS.
22. GARCIA MESEGUER, A. Controle e garantia da qualidade na construção. São Paulo: Sinduscon/SP-Projeto/PW, 1991.
23. HANDLER, A.B. Systems approach to architecture. Amsterdam: Elsevier, 1970.
24. HIROTA, E.H. Estudo exploratório sobre a tipificação de projetos de edificações, visando a reformulação de norma brasileira NB-140/65. Porto Alegre: CPGEC, 1987. Dissertação (Mestrado em Engenharia), UFRGS.

25. LAUFER, A., TUCKER, R.L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. *Construction Management and Economics*, London: Spon, 5: pp.243-266, 1987.
26. MELIGHENDLER, M. A racionalização das obras na construção civil. *Revista de Engenharia FAAP*, São Paulo, p.23-28, 1978.
27. OUCHI, W. Teoria Z - como as empresas podem enfrentar o desafio japonês. São Paulo: Nobel, 1981.
28. PICCHI, F.A. Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção. São Paulo: Escola Politécnica, 1993 Tese (Doutorado em Engenharia) - USP.
29. PILCHER, R. Project cost control in construction. London: Collins, 1985.
30. PINI: Tabelas de composição de preços para orçamentos. 9 ed. São Paulo: Pini, 1992.
31. PINTO, T. P. Perda de materiais em processos construtivos tradicionais. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil, 1989. 33p.
32. ———. Desperdício em xeque. *Revestimentos*, São Paulo, Pini, p.37-38, 1989/90.
33. RASDORF, W.J., ABUDAYYEH, O.Y. Cost and schedule-control integration: Issues and needs. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, v.117, n.3, p.486-502, Sept. 1991.
34. REGIONAL SUL ORÇAMENTOS E CUSTOS. Listagem discriminada composições e serviços. Porto Alegre, maio, 1990.
35. ROSENFELD, Y. et al. Using quality circles to raise productivity and quality of work life. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, v. 118, N.1, p.17-33, Mar. 1992.
36. RUSSELL, A.D. Subcontractor control for high-rise construction. [s.l.:s.n.,198_] p.257-271.
37. SÁNCHEZ, M. Control de costos en la construccion. Barcelona: CEAC, 1983.
38. SILVA, M.R. Materiais de construção. São Paulo: Pini, 1985. 266p.

39. SKOYLES, E.R., SKOYLES, J. Waste prevention on site. London: Mitchell, 1987. 208p.
40. SKOYLES, E.R. Waste of materials on building sites. *Building*, v. 226, n. 6820, p. 95-96: 99-100, Feb. 1974.
41. ———. Materials wastage - a misuse of resources. *Building Research and Practice*, p.232-243, July/Aug. 1976.
42. SMITH J.O. Managing quality in management contracting. *Quality Assurance*, London: v. 15, p.158-164, Dec. 1989.
43. THOMAS, H.R., SANVIDO, V.E., SANDERS, S.R. Impact of material management on productivity - a case study. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, v. 115, n.3, Sept. 1989.
44. THOMAZ, C., HEINECK, L.F. Layout de canteiros de obra - variáveis envolvidas no seu equacionamento em edifícios em geral. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, [199_].
45. UMEDA, K. Human and organizational aspects of quality assurance in japanese construction firms. Tokyo: Kajima, 1991.
46. VARGAS, N. A geometria do reboco. *Construção São Paulo*, n. 2206, p.16-17, mai. 1990.
47. ———. Construção habitacional: um "artesanato de luxo". *Revista Brasileira de Tecnologia*, Brasília, n. 12, p. 27-32, jan./mar. 1981.
48. ———. Desunindo o inútil e o desagradável. *A Construção Região Sul*, São Paulo, n.245, p.5-7, mar. 1989.
49. ———. O porquê da modernização. *Construção*, São Paulo, n.2210, p.14, jun. 1990.
50. VON BERTALANFFY, L. *General systems theory: essays on its foundation and development*. New York: Braziller, 1969.
51. WALKER, A. *Project management in construction*. London: Collins, 1984. 206p.
52. WHITT, K.J. *Materials management in the construction industry*. Department of Civil Engineering, 1974. 235p. Tese (Doutorado) - Leeds University.
53. WYATT, D.P. *Materials management - Part I*. Berkshire: The Chartered Institute of Building, 1978.

54. _____ - Part II. Berkshire: The
Chartered Institute of Building, 1983.