



**Pós-Graduação Lato Sensu – Tecnologia e Gestão
da Produção de Edifícios – MBA-USP-TGP**

VIVIANE CARDOSO CHAGAS

**Prof. Orientador
JOSÉ CARLOS PALIARI**

Monografia apresentada ao Programa
de Educação Continuada para
obtenção do título de Especialista

São Paulo, 19 de novembro de 2001

Aos meus pais, Cláudio e Lourdes, pela minha formação pessoal, ensinamentos e incentivos.

Ao meu irmão Fábio, pela compreensão e ajuda.

Ao Reinaldo, pela paciência, companheirismo e apoio nos momentos difíceis.

AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE BLOCOS E CONSUMO DE ARGAMASSA: ALVENARIA ESTRUTURAL

AGRADECIMENTOS

Com o término de mais uma etapa de aprendizado técnico, profissional e de crescimento como ser humano, agradeço o empenho de todos os professores em oferecer um curso agradável e repleto de valiosas contribuições que enriqueceu o currículo profissional de cada um de seus integrantes. Agradeço, também a ajuda dos colegas do curso.

Primeiramente, agradeço ao Mestre José Carlos Paliari, orientador do meu trabalho, pelo incentivo, ensinamentos, críticas construtivas, “puxões de orelha” e, principalmente, pela amizade. Obrigado por ter se dedicado e abdicado de compromissos profissionais e pessoais para poder me ajudar durante todo desenvolvimento do trabalho.

Aos meus colegas de trabalho, Marco Antonio, Cleusa, Calazans e Sandro que me auxiliaram em questões técnicas e relativas a informática, para a finalização deste trabalho.

Agradeço a Fortenge, a quem devo tudo que sou profissionalmente, em especial ao Sr. Renato, que apoiou e incentivou o ingresso no curso.

Ao corpo administrativo da obra San Marino, Dário, mestre Luis, encarregado Messias, os estagiários, Orson, Dante e Leandro, que participaram ativamente na obtenção de dados para a elaboração deste trabalho.

Aos engenheiros Edison, Mauro, Jane e Fausto pela colaboração.

A todos vocês, meu muito obrigado.

AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE BLOCOS E CONSUMO DE ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO: ALVENARIA ESTRUTURAL

RESUMO

O trabalho desenvolvido apresenta o estudo das perdas de blocos e do consumo de argamassa de assentamento no serviço de Alvenaria Estrutural. São descritos o método de coleta, as principais fontes geradoras de perdas destes materiais, os principais conceitos relacionados ao tema e os resultados e análise de um estudo de caso.

Os resultados demonstraram que tanto o consumo de argamassa quanto as perdas de blocos encontram-se em patamares respeitáveis no cenário nacional.

O método adaptado para este trabalho mostrou-se eficiente, fornecendo informações valiosas para o combate ao desperdício destes materiais nos canteiros de obras.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

- 1.1 Justificativa 1
- 1.2 Objetivo 3
- 1.3 Estruturação do trabalho 3

CAPÍTULO 2 - PERDAS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: PRINCIPAIS CONCEITOS E CLASSIFICAÇÃO 5

- 2.1 Conceito de perdas 5
- 2.2 Classificação das perdas 8
 - 2.2.1 Perdas segundo seu controle ... 8
 - 2.2.2 Perdas segundo sua natureza..... 9
 - 2.2.3 Perdas segundo seu momento de incidência 10
 - 2.2.4 Perdas segundo sua origem... 11

CAPÍTULO 3 - OCORRÊNCIA E MENSURAÇÃO DAS PERDAS FÍSICAS DE MATERIAIS NOS CANTEIROS DE OBRAS 13

- 3.1 Identificando as perdas e consumos físicos de materiais nos canteiros de obras 13
- 3.2 Fluxograma dos processos 13
 - 3.2.1. Blocos 15
 - 3.2.2 Argamassa de assentamento.... 16
- 3.3 Mensurando as perdas e consumos físicos de materiais nos canteiros de obras 18
 - 3.3.1 Conceito de indicador 18
 - 3.3.2 Classificação dos indicadores .. 18
 - 3.3.3. Indicadores de perdas e consumos de materiais nos canteiros de obras..... 19

CAPÍTULO 4- MÉTODO DE COLETA 22

- 4.1 Apresentação da metodologia 22
- 4.2 Estruturação do método 22
- 4.3 Método proposto para blocos 23
 - 4.3.1 Relação de indicadores 23
 - 4.3.2 Definição do consumo de referência 23
 - 4.3.3 Coleta de dados 24
 - 4.3.3.1 Instrumentos de coleta de dados 24
 - 4.3.3.2 Procedimentos de coleta 24
 - 4.3.4. Cálculo dos indicadores 25

- 4.3.4.1. Indicador global 25
- 4.3.4.2. Indicadores parciais 25
- 4.4. Método proposto para argamassa de assentamento 26

- 4.4.1. Relação de indicadores 26
- 4.4.2. Coleta de dados 27
 - 4.4.2.1. Instrumentos de coleta 27
 - 4.4.2.2. Procedimentos de coleta ... 27
- 4.4.3 Cálculo dos indicadores 29
 - 4.4.3.1 Indicador global 29
 - 4.4.3.2 Indicadores parciais 29

CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE CASO: RESULTADOS E

ANÁLISE 31

- 5.1 Caracterização da empresa e da obra 31
- 5.2. Caracterização do serviço 33
 - 5.2.1. Alvenaria Estrutural 33
 - 5.2.2. A execução da alvenaria na Fortenge 33
 - 5.2.2.1 Sistema de qualidade 33
 - 5.2.2.2 Mão-de-obra empregada... 34
 - 5.2.2.3 Especificação dos materiais 35
 - 5.2.2.4 Caracterização das etapas do fluxograma dos processos 35
- 5.3. Resultados 38
 - 5.3.1 Blocos 38
 - 5.3.2 Argamassa de assentamento 39
- 5.4. Análise dos resultados 41
 - 5.4.1. Blocos 41
 - 5.4.2. Argamassa de assentamento... 41

CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS 43

- 6.1 A importância do trabalho 43
- 6.2 Aplicabilidade do método 44
- 6.3 Sobre os resultados obtidos 44
- ANEXO A 45
- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA 53

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

Dentro de um ambiente de crescente competição e de ampliação das exigências dos consumidores, a construção civil tem sido cada vez mais exigida quanto à melhoria de sua qualidade e produtividade.

Assim sendo, a tarefa gerencial deve ser a de procurar sempre uma oportunidade de reduzir as perdas e a ineficiência presente no sistema de produção, pois a capacidade de produzir mais com menores custos e tempo, sem prejuízo da qualidade, é essencial e valorizada como arma poderosa na garantia da competitividade.

Neste contexto, a ocorrência de perdas em todo processo de produção da edificação tem sido tema constante em discussões relativas à busca da qualidade e à melhoria da produtividade, por se entender que a detecção das perdas de recursos físicos (materiais, mão-de-obra e equipamentos), entre outras, influencia diretamente nos custos do empreendimento.

A redução das perdas pode ser utilizada como alternativa estratégica das empresas de construção civil, pois exige menor comprometimento do capital de giro e os retornos são significativos, quando comparados à implantação de novas tecnologias que, não raramente, exigem grandes investimentos e um longo período para o retorno financeiro.

No caso dos materiais, a influência sobre o custo total da obra pode alcançar patamares elevados, podendo chegar a 70%, segundo PINTO (1989).

Se, por um lado, a ocorrência de perdas físicas de materiais é significativa no que diz respeito à redução dos custos de produção, por outro lado, ao se desperdiçar materiais estar-se-á desperdiçando recursos naturais, contribuindo para o aumento do impacto das atividades extrativistas sobre o meio ambiente.

Além da preocupação de se otimizar o uso dos recursos naturais, nas atividades de extração, produção e utilização, insere-se também uma preocupação maior com o destino de uma das parcelas de perdas, o entulho gerado nos canteiros de obras.

A geração deste entulho, além de acarretar perda de lucratividade para as empresas construtoras, acarreta também gastos para o setor público que tem que arcar com o custo dos transportes e deposição do mesmo. A deposição clandestina deste entulho gera uma “poluição visual” nas cidades e possibilita a ocorrência de desabamentos (quando lançado em encostas), além da obstrução de escoamento de cursos d’água (provocando inundações), geração de poeira, proliferação de doenças, destruição da camada fertilizante do solo, entre outros.

Apesar da grande importância dos índices de perdas físicas de materiais, poucas pesquisas foram realizadas no país, destacando-se a realizada por PINTO (1989), pelo seu pioneirismo, e SOIBELMAN (1993), pelo avanço no que diz respeito ao número de obras e análise dos resultados (PALIARI, 1999).

Além destas, a pesquisa mais importante já realizada no país, visando contribuir com o setor na melhoria da gestão dos materiais na produção de obras, foi coordenada pelo Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP (PCC-USP), juntamente com o Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção (ITQC), de abrangência nacional, envolvendo 15 outras Universidades, distribuídas em 12 estados brasileiros, onde se estudou as perdas de materiais em quase uma centena de canteiros de obras. Tal pesquisa teve o apoio da FINEP - Programa Habitar, do Senai-NE e de várias outras instituições e construtoras.

Nesta pesquisa, desenvolveu-se uma metodologia de coleta, processamentos e análise sobre perdas e consumo de materiais que permitiu o levantamento padronizado de informações nestes canteiros de obras, gerando uma base de dados confiável até então, nunca disponível no país.

A elaboração desta metodologia teve como premissa básica a obtenção do cenário nacional quanto aos índices de perdas praticados nos canteiros de obras, ou seja, o escopo deste trabalho nacional não visava a melhoria contínua dos índices levantados numa mesma obra.

Tal objetivo foi alcançado no trabalho realizado por ANDRADE (1999), no qual a autora apresenta um método de coleta e análise sobre perdas de materiais nos canteiros de obras, tendo-se como princípio norteador para sua elaboração a rapidez de coleta de dados, sem prejuízo à precisão do resultado.

Este método, aplicável às empresas construtoras, possibilita ao gerente de obras intervir durante a execução da edificação, atuando nos pontos críticos do processo de produção, possibilitando a sua melhoria contínua.

Entendendo-se que a redução das perdas de materiais nos canteiros de obras é desejável, pelos motivos expostos anteriormente e, que tal redução é viável economicamente, este trabalho visa a realização de um estudo de perdas de blocos e argamassa de assentamento no serviço de alvenaria estrutural. Para isto, realizou-se uma adaptação do método proposto por ANDRADE (1999), adequando-o aos controles já existentes no canteiro de obras objeto de estudo sem, no entanto, alterar significativamente os princípios básicos de sua aplicação.

1.2 Objetivo

O objetivo principal deste trabalho consiste na *avaliação das perdas de blocos e argamassa de assentamento no serviço de elevação de alvenaria estrutural*.

Para atingir este objetivo, utilizou-se o método desenvolvido por ANDRADE (1999), realizando-se uma adaptação para o estudo das perdas de blocos.

Como objetivos secundários, têm-se:

- o entendimento da ocorrência de perdas de blocos e argamassa de assentamento nos canteiros de obras;
- obtenção de indicadores parciais e globais de perdas/consumo para estes materiais.

A consecução destes objetivos permitirá a identificação de parâmetros que orientem a intervenção no processo produtivo objetivando a redução do consumo excedente destes materiais.

1.3 Estruturação do trabalho

Além deste capítulo dedicado à introdução, este trabalho está estruturado em mais cinco capítulos e um anexo.

No capítulo 2 são apresentados os principais conceitos relacionados ao estudo das perdas de materiais nos canteiros de obras.

No capítulo 3 discorre-se sobre as possibilidades de ocorrência de perdas de blocos e argamassa de assentamento ao longo das etapas do fluxograma dos processos, além da

apresentação dos principais conceitos e classificação relacionados à mensuração das perdas de materiais.

A metodologia utilizada para a coleta de dados, a relação de indicadores a serem coletados, assim como os procedimentos de coleta são apresentados no capítulo 4.

O capítulo 5 é composto pela apresentação da empresa e da obra estudadas, bem como os resultados obtidos e análise dos mesmos, enquanto que o capítulo 6 é dedicado às considerações finais deste trabalho.

No anexo A estão reunidas as planilhas utilizadas para a coleta dos dados.

CAPÍTULO 2

PERDAS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: PRINCIPAIS CONCEITOS E CLASSIFICAÇÃO

As perdas de materiais podem ser analisadas sob diferentes óticas; quanto à abrangência, a análise pode recorrer sobre apenas uma etapa da cadeia produtiva ou mais de uma; quanto ao tipo de recurso, as perdas de materiais podem ser analisadas no âmbito financeiro ou sob o ponto de vista do recurso físico.

Este capítulo é dedicado à apresentação dos principais conceitos acerca do tema, assim como à classificação das perdas segundo diversos critérios.

2.1 Conceito de perdas

Com o mercado globalizado e caracterizado pela competição acirrada entre as empresas, para que uma empresa sobreviva ou aumente sua lucratividade na atividade desenvolvida é desejável a otimização da utilização dos recursos, tais como: mão-de-obra, materiais e equipamentos, visando a redução dos custos, porém, sem perda da qualidade do produto oferecido e/ou serviço prestado.

Os consumos adicionais de recursos, denominados perdas, ocorrem, dentre outros fatores, da interdependência entre as etapas do processo, que favorecem a ocorrência de falhas. Os estudos realizados sobre o assunto mostram que é necessário entender as causas da ocorrência destas perdas e avaliá-las em cada etapa ou conjunto de etapas que compõem o processo da construção civil e, a partir daí, buscar reduzi-las e controlá-las. Neste sentido, o primeiro passo rumo a este entendimento consiste na definição do que venha a ser perda.

Para FREITAS (1995), as perdas podem ser definidas como sendo “todo recurso que se gasta para executar um produto sem agregar valor aos mesmos, ou seja, tudo o que se gasta além do estritamente necessário”.

Assim, o conceito de perda está relacionado a toda atividade realizada que não agregam valor ao produto final [KOSKELA (1992)¹ *apud* AGOPYAN *et al.* (1998b)]. Para este autor, num processo existem dois tipos de atividades:

- *Atividades de conversão* – processamento dos materiais em produtos acabados, e;
- *Atividades de fluxo* – tarefas de inspeção, movimentação e espera dos materiais.

Reduzindo-se as atividades de fluxo (que não agregam valor) e otimizando as atividades de conversão (que agregam valor), consegue-se aumentar a produtividade da mão-de-obra, possibilitando a redução de perdas de materiais, já que, quanto menor as atividades de movimentação e manuseio dos mesmos, menor a ocorrência de perdas. Ressalta-se que atividades de conversão, como retrabalho, não resultam em agregação de valor ao produto (SANTOS *et al.* 1996).

O consumo excessivo de materiais pode ocorrer em diferentes fases do empreendimento, segundo SOUZA *et al.* (1999), quais sejam:

- *Concepção*: diferença entre quantidade necessária de material segundo um projeto otimizado e a prevista de acordo com o projeto idealizado; a parcela de perdas está relacionada ao material incorporado em excesso na edificação;
- *Execução*: diferença entre quantidade prevista no projeto idealizado e a quantidade efetivamente consumida durante a execução dos serviços; neste caso, as perdas estão relacionadas ao material incorporado em excesso e à geração de entulho;
- *Utilização*: diferença entre a quantidade prevista de material para manutenção e quantidade efetivamente utilizada (ao se refazer precocemente a pintura de uma fachada, consome-se mais tinta que o esperado inicialmente; neste caso, podem ocorrer perdas na forma de material incorporado e na forma de entulho).

Embora se reconheça a existência de perdas em várias etapas do processo de construção (concepção, execução, uso-manutenção), envolvendo diversos recursos, este trabalho abordará especificamente as perdas de **materiais** que ocorrem no âmbito da etapa de **execução**.

¹ KOSKELA, L. **Application of new production philosophy to construction**. University of Salford. Technical Report nº72, august, 1992.

Para isso, adota-se o conceito de perda como todo o recurso consumido acima de um valor de referência pré-determinado, num determinado período ou fase da construção (PALIARI, 1999).

Os trabalhos existentes sobre o assunto, partem da idéia de se comparar a quantidade de materiais empregados (*consumo real*) com a quantidade prevista (*consumo de referência*), sendo que a diferença desta comparação considera-se perda.

Assim, define-se **consumo real** como sendo a quantidade de material utilizado no canteiro de obras num determinado período para a execução dos serviços previstos.

Matematicamente, o seu cálculo é feito de acordo com a seguinte expressão:

$$Consumo_{real} = Est(data_I) + Rec(data_I, data_F) - Est(data_F) \quad (2.1)$$

onde,

- $Est (data_I)$ = estoque de material na data de início da coleta de dados;
- $Rec (data_I, data_F)$ = material recebido entre as datas inicial e final da coleta de dados;
- $Est (data_F)$ = estoque de material na data final da coleta de dados.

Por sua vez, define-se **consumo de referência** como sendo a quantidade de material teoricamente necessária para a execução dos serviços. Para sua determinação, pode-se utilizar valores médios do setor, valores presentes no orçamento (realizado a partir dos projetos), valores mínimos detectados no mercado, valores estabelecido em normas técnicas, entre outros.

A definição do consumo de referência é feita a partir de 3 variáveis, a saber:

- *quantidade de serviço (QS)*: quantidade de serviço a ser executado no período de análise das perdas;
- *consumo de material por unidade de serviço (CM/QS)*: como por exemplo o consumo de argamassa por área de emboço (m^3/m^2), consumo de blocos por m^2 de alvenaria etc.;
- *consumo de material básico por material composto (CMB/MC)*: exemplo quantidade de cimento, areia e cal por m^3 de argamassa produzida.

Matematicamente, o seu cálculo é feito de acordo com a seguinte expressão:

$$Consumo_{referência} = QSx \frac{CM}{QS} x \frac{CMB}{MC} \quad (2.2)$$

2.2 Classificação das perdas

As perdas de materiais existentes nos canteiros de obras são divididas em diversas categorias, em função dos fatores que induzem sua ocorrência. A classificação das perdas nestas categorias é fundamental para o seu entendimento e, conseqüentemente, para o balizamento de ações para a sua redução. Desta forma, as perdas podem ser classificadas perdas segundo seu controle, sua natureza, o momento de incidência e segundo a sua origem.

2.2.1 Perdas segundo seu controle

SKOYLES (1976)² *apud* PALIARI (1999), classifica as perdas segundo seu controle em: perdas *inevitáveis* e *evitáveis*. Em tal classificação considera-se o aspecto financeiro quanto ao seu combate. Para este autor, as *perdas inevitáveis* são aquelas cujo investimento necessário a sua redução é superior à economia obtida. Geralmente correspondem a um nível aceitável de perdas, decorrente de fatores que fogem ao controle do construtor, dependendo do desenvolvimento de cada empresa.

Por sua vez, *perdas evitáveis* são aquelas passíveis de controle, uma vez que, sua redução é economicamente viável. Esta parcela de perdas é denominada *desperdício* (SOILBELMAN, 1993), pois decorre do não aproveitamento completo dos recursos, devido entre outros aspectos, à falta de controle pelo construtor.

Para SANTOS *et al* (1996), as perdas evitáveis são conseqüência de “um processo de baixa qualidade, no qual os recursos são empregados inadequadamente”.

² SKOYLES, E. R., **Materials wastage – a misuse of resources**. Building research and Practice, july/august 1976.

2.2.2 Perdas segundo sua natureza

Ao conceituar as perdas segundo sua natureza, SKOYLES (1976) *apud* ANDRADE (1999), considera que existem dois tipos: *perda indireta*, relacionada à perda financeira e ao uso em excesso de material e *perda direta*, relacionada à perda física de material, mais especificamente, o entulho. Portanto, tanto a perda direta quanto a indireta caracterizam uma perda física de material “na medida em que o mesmo é utilizado em quantidades superiores à especificada”.

As perdas diretas correspondem aos materiais danificados durante a execução do serviço ou pela má utilização e que não podem ser reaproveitados, gerando entulho. Encontram-se, várias formas de ocorrência de perda direta, segundo SKOYLES; SKOYLES (1987)³ *apud* ANDRADE (1999):

- perdas na entrega: durante o transporte e durante o descarregamento;
- perdas no estoque e no transporte interno: incorreta armazenagem dos materiais e trajeto e equipamentos de transportes internos inadequados;
- perdas no processamento intermediário: decorrente de cortes anti-econômico de peças;
- perdas durante a execução: materiais derrubados ou descartados durante a aplicação;
- perdas por sobras: sobra de materiais deixados inadequadamente, impossibilitando seu reaproveitamento após seu preparo;
- perdas causadas por “outras equipes”, devido à falta de relacionamento entre as etapas de execução, causando retrabalhos e atrasos (por exemplo, quebra da alvenaria para embutir instalações);
- sobras de materiais adquiridos e danificados ao longo do processo construtivo são oriundas de fatores como: insuficiência de definição em projetos, falta de qualidade dos materiais, ausência de procedimentos de controle de execução etc..

As perdas indiretas são caracterizadas por materiais que ficam incorporados em excesso na edificação, além de serem representadas também pelos valores monetários decorrentes destas perdas. Podem ser classificadas, segundo SKOYLES; SKOYLES (1987) *apud* ANDRADE (1999), em:

³SKOYLES, E. R., SKOYLES, J. **Waste prevention on site**. London: Mitchell, 1987.

- *perda por substituição*: troca de materiais pela utilização de um material com desempenho superior ao especificado;
- *perda por razões operacionais*: uso em excesso de quantidades permitidas ou estipuladas em contrato (Ex.: uso de volume de argamassa superior ao previsto, em função do aumento da espessura do revestimento);
- *perda por consequência*: das perdas físicas por atrasos de serviço em função da indisponibilidade de materiais, custo de mão-de-obra para limpeza do ambiente devido a perda de material.
- *perda por negligência*: perdas devido à falha do executor, gerando consumo adicional de material.

No que diz respeito às perdas físicas de materiais, estas podem acontecer de três formas:

- alteração na quantidade de serviço (QS), devido ao desconhecimento, por parte do executor, do projeto original, aumentando a área de execução de um serviço;
- alteração na quantidade de material por quantidade serviço (CM/QS), como por exemplo, a sobresspessura da laje em função da planicidade das fôrmas;
- alteração na quantidade de material básico por material composto (CMB/MC), como erros de dosagem de materiais básicos na composição da argamassa, por exemplo.

2.2.3 Perdas segundo seu momento de incidência

Segundo SOIBELMAN (1993) e FRANCHI *et al* (1993)⁴ *apud* ANDRADE (1999), as perdas podem ser classificadas em 3 grupos de etapas distintas. Tais grupos são:

- *Grupo A*: perdas relacionadas ao transporte, manuseio e armazenamento do material.
- *Grupo B*: perdas ocorridas na execução.
- *Grupo C*: perdas ocorridas por fatores externos como roubo, vandalismo, acidentes, etc..

As perdas de materiais não ocorrem unicamente na fase de construção, podem também estar presente em outras etapas do empreendimento como, por exemplo, nas fases de concepção, execução e uso-manutenção.

⁴ FRANKI, C. C.; SOIBELMAN, L.; FORMOSO, C. T. **As perdas de materiais na indústria da construção civil**. In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Gestão e Tecnologia, 2. Porto Alegre, 1993. **Anais**. Porto Alegre, UFRGS, 1993. p-133-98.

Pode-se citar, quanto à concepção, o caso de um projetista estrutural gerar uma estrutura com consumo de concreto por metro quadrado de obra acima dos padrões considerados corretos. No caso da execução, são várias as formas de perdas possíveis, cujas etapas dizem respeito ao percurso do material, da sua chegada ao canteiro até tornar-se produto executado. Pode-se citar, a sobresspessura (aplicação), consumo de cimento por m³ de argamassa produzida (processamento intermediário), peso real dos sacos menor que o especificado (recebimento), cimento empedrado devido à umidade (estocagem) e material que cai no chão (transporte) (SOUZA *et al.*, 1999).

Na fase de uso-manutenção da edificação, a quantidade de tinta utilizada na repintura precoce da fachada de um edifício é um exemplo de perda de material nesta fase.

2.2.4 Perdas segundo sua origem

Apesar de a maior parte das perdas ocorrer no canteiro de obras, a investigação das suas causas permite concluir que as mesmas podem decorrer tanto de falhas na própria execução quanto nas etapas que as antecedem, como: projeto, fabricação e fornecimento dos materiais; devido à comunicação deficiente entre os agentes da cadeia produtiva; entre outros aspectos.

Tais causas são originadas em várias etapas, expressas em:

- *perdas originárias no projeto*, relacionadas à falta de integração entre as etapas de projeto e produção, e comunicação inadequada entre projetistas e construtor. ENSHASSI (1996), relaciona as perdas na etapa de projeto à inexistência de informações adequadas nos projetos, gerando conflitos durante a etapa de execução; já para ANDRADE (1999), muitas obras iniciam sem projetos definitivos, acarretando perdas devido a modificações na etapa de execução;
- *perdas originárias na fabricação e no fornecimento de materiais*, decorrentes da qualidade do material e incompatibilidade das dimensões;
- *perdas originárias na orçamentação*, devido a não utilização de unidades reais, mas de dados fornecidos pelo setor;
- *perdas originárias no setor de compras*, muitas vezes devido à falta de especificação e detalhamento dos insumos a se adquirir;

- *perdas originárias no gerenciamento e administração*, decorrentes da falta de preocupação com os materiais (entregas, manuseio, aplicação, estoque, entre outros), mas com a geração do produto em si.

Assim, embora o estudo das perdas dos materiais possa alcançar diversas dimensões, o presente trabalho está focado na questão das perdas físicas de materiais que ocorrem durante a etapa execução, onde se identifica claramente uma parcela relacionada ao material que fica incorporado em excesso na edificação e outra relacionada ao entulho.

CAPÍTULO 3

OCORRÊNCIA E MENSURAÇÃO DAS PERDAS FÍSICAS DE MATERIAIS NOS CANTEIROS DE OBRAS

Neste capítulo são apresentadas as possibilidades de ocorrências das perdas de blocos e argamassa de assentamento nos canteiros de obras, bem como os principais conceitos relacionados a sua medição.

A partir do conhecimento das etapas nas quais as perdas físicas destes materiais ocorrem, passa-se, então, pelo estabelecimento dos indicadores de perdas e consumos que permitem o entendimento do processo de construção quanto a este aspecto.

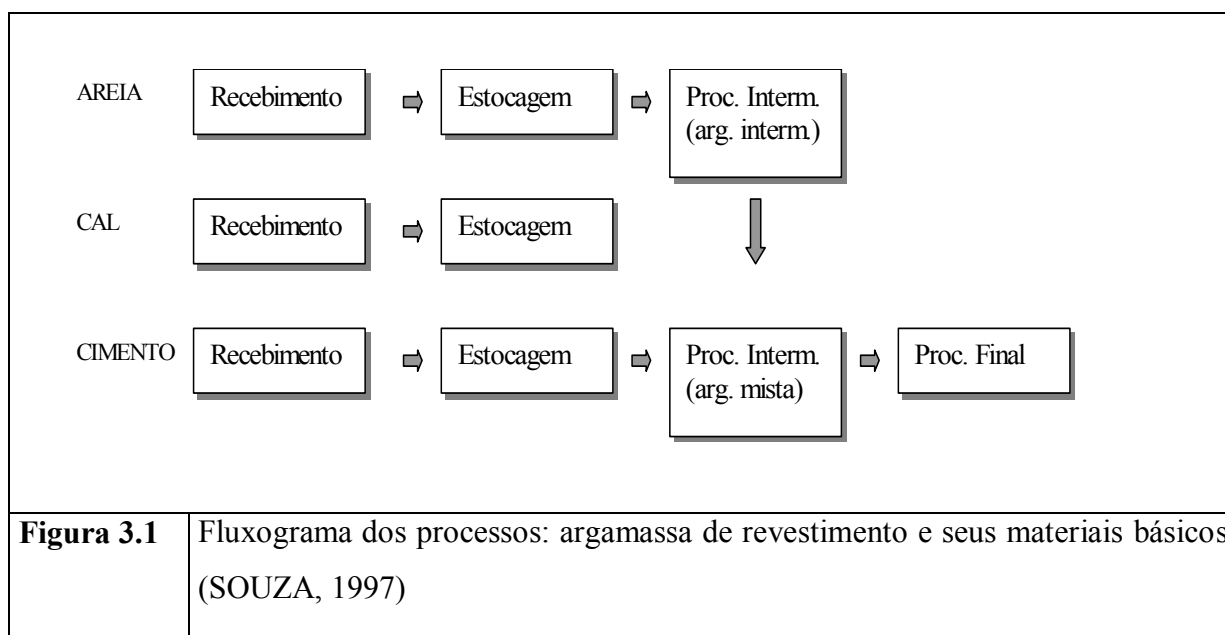
3.1 Identificando as perdas e consumos físicos de materiais nos canteiros de obras

No canteiro de obras, as perdas de materiais não estão somente relacionadas a sua aplicação final, pois antes de se transformarem em produto final, os materiais passam anteriormente por diversas etapas, quais sejam, recebimento, estocagem, processamento intermediário, e transporte.

3.2. Fluxograma dos processos

A elaboração do fluxograma dos processos consiste no levantamento de todas as etapas pelas quais os materiais percorrem até se transformarem em produto final, além da representação do seu relacionamento (SOUZA, 1997).

A elaboração deste fluxograma, segundo este autor, permite à detecção das possíveis fontes de consumo excessivo de material, conforme exemplificado na Figura 3.1, para o caso da argamassa de revestimento e de seus materiais básicos.



Como exemplo, a perda de cimento detectada na execução do serviço de revestimento, pode ocorrer na etapa de recebimento deste material (diferença entre a quantidade recebida e a solicitada), na etapa de estocagem (pilhas superior a 10 sacos, causando empedramento do mesmo), na etapa de processamento intermediário (utilização de quantidade de cimento por m³ superior ao especificado) e na fase de processamento final (na forma de sobresspessura das juntas).

Note-se que, dependendo do material analisado, algumas destas etapas do fluxograma dos processos podem ser suprimidas, como é o caso do concreto usinado, onde não há a etapa de processamento intermediário e estocagem.

O importante é conhecer as etapas nas quais as perdas de materiais podem ocorrer, pois para uma mesma etapa, as perdas podem ser mais ou menos significativas, em função do tipo de material em estudo. Como por exemplo, pode-se citar o fato de que é praticamente nula a ocorrência de perdas de eletrodutos na etapa de transporte quando comparado à ocorrência de perdas de blocos nesta mesma etapa.

O enfoque deste trabalho restringe-se ao estudo das perdas/consumos físicos dos blocos e da argamassa de assentamento no canteiro de obras, no serviço de alvenaria estrutural. Para isto, descreve-se, na seqüência as possibilidades de ocorrência de perdas em cada etapa do fluxograma dos processos, com o objetivo de se elaborar procedimentos de medição.

3.2.1. Blocos

A figura 3.2 traz a indicação das etapas do fluxograma dos processos onde há maior possibilidade de ocorrência de perdas para este material.

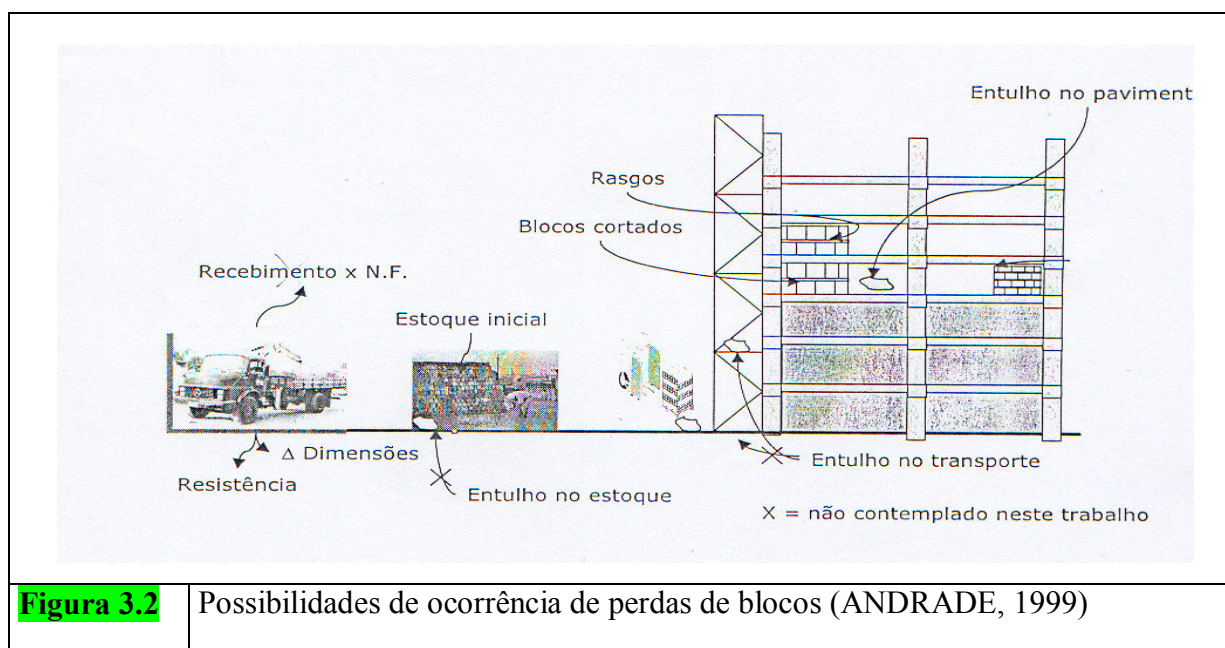


Figura 3.2 Possibilidades de ocorrência de perdas de blocos (ANDRADE, 1999)

Na etapa de recebimento dos blocos, as perdas podem advir da diferença entre a quantidade solicitada e a efetivamente entregue no canteiro de obras em condições de uso. Tal diferença pode ser decorrente da ocorrência de quebras durante o trajeto fornecedor-cliente, ou até mesmo, de erros de contagem da quantidade por parte do fornecedor. Esta situação, assim como a quantidade de blocos quebrados ou trincados durante o descarregamento, deve ser anotada para reposição ou desconto no pagamento.

Quanto à especificação para aceitação, devem ser realizadas inspeções conforme Normas Técnicas - ABNT, especificamente as do tipo EB (Especificação Brasileira) ou por outras normas como, por exemplo, as criadas internamente à empresa, para que não haja problemas durante a etapa de execução e uso-manutenção.

Tais inspeções, relacionadas às possíveis variações de dimensões e planeza, se não realizadas, podem comprometer a modulação da alvenaria e causar excesso de consumo de argamassa de assentamento e revestimento, que ficam incorporados à edificação na forma de sobrespessuras.

Tão importante quanto à etapa de recebimento, a etapa de estocagem pode gerar uma significativa parcela de perda, caso a estocagem seja realizada inadequadamente. Existem

recomendações de baixo custo em normas técnicas e bibliografias específicas que ajudam a reduzir as perdas nesta etapa, além de melhorar o aspecto visual do canteiro e evitar possíveis acidentes de trabalho. A estocagem dos blocos deve ser feita, preferencialmente, junto ao equipamento de transporte vertical, garantindo o mínimo manuseio possível; em local plano, sem contato direto com o piso de terra e coberto com lona plástica para evitar absorção de água da chuva pelo material; e em pilhas não superiores a 2 metros de altura, evitando a sua instabilidade.

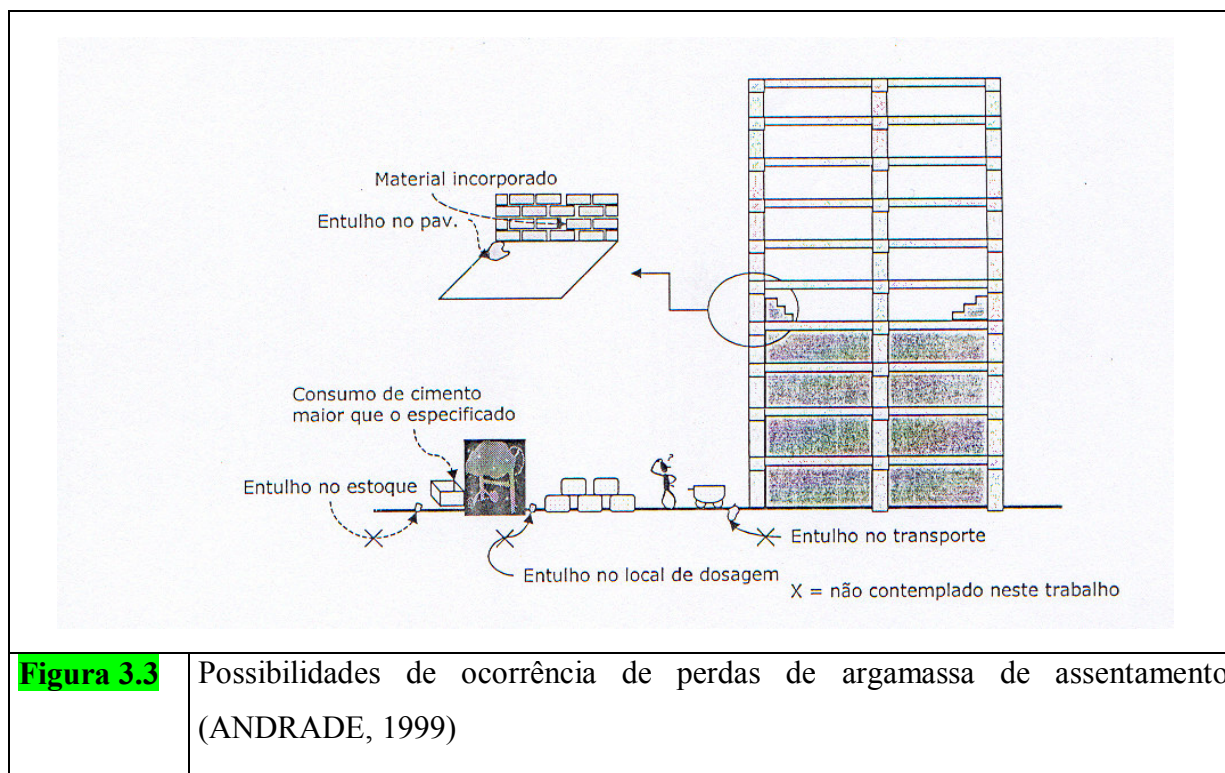
As possibilidades de ocorrência de perdas de blocos na etapa de aplicação estão relacionadas ao manuseio do material e ao corte dos blocos. Como forma de minimizar tal ocorrência pode-se citar a utilização de blocos seccionáveis e a elaboração de projetos específicos de alvenaria, no qual realiza-se a paginação das paredes com detalhamento das interferências com outros subsistemas como, por exemplo, o de instalações elétricas e hidráulicas, evitando rasgos na alvenaria.

As perdas durante a etapa de transporte advêm da incompatibilização entre o material e o equipamento usado na sua movimentação. É comum o transporte de blocos com jericas em detrimento ao uso de carrinhos específicos, além de não se planejar caminhos isentos de buracos e saliências. Para que sejam minimizadas tais perdas, é necessário que haja uma otimização do sistema de transporte, com a participação direta dos fornecedores, melhorando o sistema de entrega dos mesmos nos canteiros de obra. Um avanço significativo observado neste sentido consiste na entrega de blocos paletizados e protegidos que, além de contribuir para a redução das perdas de materiais, ameniza o esforço do operário.

3.2.2 Argamassa de assentamento

Pelo fato da argamassa de assentamento ser composta por diversos materiais básicos (cimento, cal, areia), a análise das perdas pode ficar restrita a argamassa em si, ou seja, após a estocagem dos materiais básicos, ou ser mais ampla, contemplando as perdas de materiais básicos na etapa de recebimento e estocagem. Evidentemente, tal raciocínio se aplica às argamassas produzidas em obra e não às argamassas industrializadas.

Neste trabalho, estar-se-á priorizando o estudo das perdas de argamassa de assentamento durante a etapa de processamento intermediário e processamento final, cujas possibilidades estão descritas a seguir, de acordo com o fluxograma dos processos apresentado na Figura 3.3.



Embora não seja objeto de estudo, na etapa de processamento intermediário, na qual os materiais básicos se transformam em material composto (argamassa), as perdas podem acontecer sob a forma de erros de dosagem, devido à inexperiência do responsável ou pela inexistência de um controle do traço a ser produzido, ocasionando maior consumo de cimento ou cal do que o necessário. No que diz respeito especificamente à perda de argamassa, esta se manifesta na forma de entulho oriundo de sobras devido a sua produção excessiva e conseqüente endurecimento.

A ocorrência de perdas de argamassa na etapa de aplicação pode ser associada ao seu uso excessivo nas juntas de assentamento, na forma de sobreespessura e sobrelargura das juntas horizontais e verticais, além da parcela que fica incorporada nos furos dos blocos. Além da incorporação da argamassa em excesso, há também a geração de entulho durante a elevação da alvenaria.

As perdas geradas na etapa de transporte referem-se ao uso de equipamentos inadequados para o seu transporte. É usual o transporte de argamassa realizado com de carrinhos-de-mão que, além de rasos, são instáveis, provocando derramamento do material, principalmente em trajetos inadequados.

3.3 Mensurando as perdas e consumos físicos de materiais nos canteiros de obras

Para garantir lugar no mercado, é preciso ter uma visão estratégica do negócio com metas estabelecidas. Para isso, muitas empresas estão investindo na implantação de um sistema de Gestão da Qualidade, onde há necessidade de se medir a eficácia dos processos.

Como instrumentos para suprir tal necessidade destaca-se o estabelecimento de indicadores, que ajudam a empresa a conhecer o seu real desempenho, mostrando quais pontos devem ser melhorados.

3.3.1 Conceito de indicador

Os indicadores são um importante instrumento para a tomada de decisão. No que diz respeito à melhoria de uma situação vigente, assumem o papel de posicionar a organização quanto ao seu desempenho em relação ao desempenho de seus concorrentes, ou mesmo, verificar o retorno de uma possível melhoria implementada na mesma (PALIARI, 1999).

No que diz respeito aos materiais, segundo SOUZA (1997), os indicadores podem ser utilizados para comparação de uma situação semelhante em obras diferentes, para avaliação e correção de indicadores de orçamentação, para comparação entre diferentes tecnologias etc..

3.3.2 Classificação dos indicadores

Os indicadores podem ser expressos em diversas unidades. Segundo SOUZA *et al.* (1995)⁵ *apud* PALIARI (1999), quando o indicador refere-se a uma única variável, sua unidade é um número absoluto ou uma relação com outra referência. Quando o indicador é comparativo, o resultado é um número absoluto ou uma porcentagem.

Segundo FRANCISCHINI (1998)⁶ *apud* PALIARI (1999), um Sistema de Indicadores deve ser elaborado de acordo com os objetivos estratégicos da empresa, que podem ser: custo, qualidade, tempo, flexibilidade e inovação.

Para tanto, é necessário levar em conta fatores considerados críticos do processo em que se deseja intervir para alcançar o desempenho desejado e, assim, atingir metas estrategicamente estipuladas.

⁵ SOUZA, R. et al. **Sistema da gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo, Pini, 1995.

⁶ FRANCISCHINI, P. G. **Indicadores de produtividade**. AOTS/SP Magazine. V-1, n.1, p.22-4, 1998.

Uma vez que a empresa tenha por estratégia competitiva a redução dos custos de seus produtos através da redução das perdas de materiais nos canteiros de obras, parte-se, então, para a elaboração do Sistema de Indicadores que, segundo PALIARI (1999), pode ser dividido em 4 etapas:

- *Geração dos indicadores:* para atenderem a finalidade, os indicadores devem ser confiáveis, ou seja, devem ser levados em consideração alguns requisitos, tais como: fácil compreensão e aplicação; obtidos a um custo baixo em relação ao benefício que se espera obter; sempre que possível dividi-lo em parcelas menores permitindo chegar ao foco do problema; não há a necessidade de abranger todo o processo e sim os aspectos que se mostram críticos e, por fim, devem ser comparáveis a referenciais, tais como a média do mercado, por exemplo.
- *Elaboração dos instrumentos de coleta:* após serem definidos os indicadores, serão elaborados procedimentos de coleta, processamento e análise onde se determinarão como os dados serão obtidos e armazenados, com que frequência serão realizadas as coletas e quem será o responsável pela mesma, quais ferramentas serão utilizadas e, por fim, quais critérios de avaliação serão definidos para realimentar o processo de elaboração dos indicadores;
- *Pré-teste:* para o sucesso da implantação é necessária a realização de um pré-teste onde as dúvidas e as dificuldades encontradas serão discutidas e amenizadas através do treinamento das pessoas envolvidas;
- *Implantação:* Após todos os procedimentos estarem claros e adequados aos objetivos traçados, procede-se a Implantação do Sistema de Indicadores.

3.3.3. Indicadores de perdas e consumos de materiais nos canteiros de obras

A implantação deste Sistema nos canteiros de obras permitirá o estabelecimento de indicadores de perdas e consumos de materiais e indicará as principais etapas onde a incidência de perdas ou consumos é mais significativa.

Segundo PALIARI (1999), o indicador de consumo de materiais e o indicador de perdas podem ser definidos como:

- *Indicador de consumo* de materiais é definido como sendo a relação entre a quantidade consumida destes e a quantidade de serviço executada com tais materiais, podendo ser classificado como sendo um indicador de produtividade.

- *Indicador de perdas* é definido como sendo a expressão do distanciamento do desempenho um processo, quanto à utilização de um recurso em relação a uma situação de referência e pode ser classificado como indicador de qualidade.

Utilizando estes conceitos, na execução de um determinado serviço, pode-se definir o *indicador de perdas de materiais* como sendo a diferença entre os indicadores de consumo real e o de referência.

A unidade de expressão dos indicadores de perdas é a *porcentagem* e os de consumo a *relação entre a unidade na qual o material é comprado e a unidade de medida do serviço no qual são consumidos* (por exemplo: m^3 de argamassa por m^2 de revestimento).

Além destas definições, ao se elaborar indicadores de perdas/consumos de materiais deve-se classifica-los quanto à abrangência de análise. Quanto a este aspecto, os indicadores podem ser classificados em *globais* e *parciais*.

Segundo PALIARI (1999), os indicadores parciais, estão associados apenas a uma etapa do fluxograma dos processos e os globais expressam os valores das perdas e/ou consumos associados a mais de uma etapa do fluxograma dos processos. Os indicadores globais podem ser classificados em indicador global de perda de material por obra, indicador global de perda e consumo de material por serviço e indicador de consumo e perda de material por serviço pós-estocagem.

O indicador global de perda de material por obra consiste na expressão do valor da perda de material, considerando o uso do mesmo em todos os serviços executados no período de coleta, enquanto o indicador global de perda e consumo de material por serviço consiste na expressão do valor da perda e/ou consumo de material num único serviço, desde o recebimento até sua aplicação final. Finalmente, o indicador global de consumo e perda de material por serviço pós-estocagem consiste na expressão das perdas /consumos de materiais abrangendo as etapas após a estocagem dos mesmos. Geralmente é aplicado para os materiais básicos, que são utilizados em vários serviços simultaneamente.

Note-se ainda que, apesar do indicador global estar associado ao número de etapas abrangidas, a sua definição está associada à existência de indicadores parciais que o compõe. Assim, pode-se ter um indicador global referente a uma única etapa e diversos indicadores parciais associados ao mesmo. Como exemplo, cita-se o consumo de argamassa por m^2 de revestimento, avaliado na etapa de aplicação (processamento final).

Ele será considerado um indicador global desde que se tenham outros indicadores parciais associados ao mesmo como, por exemplo, variação da espessura do revestimento.

Os indicadores parciais cumprem o papel de identificar em que etapa do fluxograma dos processos é mais significativa, fornecendo subsídios para implementação de ações corretivas e preventivas para sua redução.

CAPÍTULO 4

MÉTODO DE COLETA

O método descrito neste capítulo trata de uma adaptação do método elaborado por ANDRADE (1999), adequando-se alguns procedimentos descritos pela autora às condições existentes no canteiro de obras da empresa na qual o mesmo foi aplicado. No entanto, manteve-se o mesmo princípio adotado pela autora, qual seja, rapidez na coleta sem prejuízo à precisão da informação obtida, além do direcionamento da coleta às etapas supostamente com maior incidência de perdas.

4.1 Apresentação da metodologia

A partir dos conceitos apresentados nos capítulos 2 e 3, o método consiste basicamente em se analisar o desempenho quanto ao uso dos blocos e argamassa de assentamento através do estabelecimento de um sistema de indicadores que permita, amostralmente, detectar se o mesmo encontra-se próximo ou distante da expectativa definida pela empresa.

No que diz respeito aos blocos, a idéia geral consiste em se obter indicador global de perdas, a partir de uma quantidade de referência, assim como os indicadores parciais associados a cada etapa do fluxograma dos processos.

Para a argamassa, a abordagem é um pouco diferente. Neste caso, obtém-se o indicador global de **consumo** de argamassa por metro linear de junta executada, além dos indicadores parciais associados à etapa de processamento final.

4.2 Estruturação do método

Basicamente, a aplicação do método proposto abrange quatro fases, que podem ser assim descritas:

- 1ª fase – *Definição do consumo de referência*: refere-se a quantificação do consumo de material teoricamente necessário para a execução do serviço em estudo. Esta fase aplica-se somente aos blocos, uma vez que, no caso da argamassa de assentamento, obter-se-á o indicador global de consumo⁷.

⁷ No que diz respeito à argamassa de assentamento, nesta etapa obtém-se a espessura teórica das juntas verticais e horizontais argamassadas.

- 2ª fase – *Coleta de dados*: quantifica-se o consumo real de material para a execução do serviço, através de planilhas e procedimentos a serem seguidos durante esta etapa.
- 3ª fase – *Processamento dos dados*: realizada a coleta, procede-se o processamento dos dados para a obtenção dos indicadores globais e parciais sobre perdas e consumos dos materiais em questão.
- 4ª fase – *Análise de dados*: refere-se a apresentação dos resultados que possibilite a tomada de ações que venham a minimizar a perda/consumo detectado.

4.3 Método proposto para blocos

4.3.1 Relação de indicadores

A perdas de blocos no canteiro de obras, ocorrem em determinadas etapas do fluxograma dos processos: recebimento, estocagem, processamento intermediário, processamento final e transporte (conforme Figura 3.2 do capítulo 3).

A cada etapa associam-se indicadores parciais que explicam a perda global deste material. São eles: diferença entre a quantidade discriminada na nota fiscal e a quantidade recebida/solicitada; entulho gerado no estoque, devido a estocagem inadequada; entulho gerado no transporte, do local de estoque ao local de aplicação; entulho no pavimento devido ao manuseio do material e entulho devido ao corte e rasgos dos blocos.

Na obra estudada, o descarregamento dos blocos é acompanhado, e contabilizando-se a quantidade recebida de blocos e comparando-a com a quantidade descrita na nota fiscal. Os blocos quebrados nesta etapa são descontados para efeito de pagamento.

As instalações elétricas não são embutidas através de rasgos na alvenaria e o projeto da alvenaria prevê blocos inteiros e meio bloco, para acerto de modulação. Assim, tais indicadores não serão considerados no escopo deste trabalho.

4.3.2 Definição do consumo de referência

O consumo de referência pode ser obtido de diversas formas sempre prevalecendo a idéia de se considerar a “quantidade líquida” de material necessária para executar o serviço, ou seja, no caso dos blocos, deve-se considerar a área líquida de alvenaria a ser executada, descontando-se a área de todos os vãos ou de elementos pré-moldados eventualmente existentes.

Assim, observam-se 3 posturas: contagem de blocos utilizando-se o projeto específico de alvenaria, contagem de blocos em um pavimento já executado e finalmente, medição da área de alvenaria para posterior comparação com o consumo unitário por m².

Na obra em questão, optou-se em contar os blocos em um pavimento já executado para a definição do consumo de referência.

4.3.3 Coleta de dados

4.3.3.1 Instrumentos de coleta de dados

Para a coleta de dados foram elaboradas planilhas (anexo A), assim descritas:

BL1 – Quantidade de blocos utilizados

BL2 – Entulho no pavimento/estoque

BL3 – Resumo dos dados

D1 – Diário de ocorrências anormais

4.3.3.2 Procedimentos de coleta

Além das planilhas para anotação das medições de campo, foram elaborados para o estabelecimento de cada indicador, procedimentos específicos contendo diretrizes a serem seguidas ao longo da coleta.

(a) Quantidade de blocos utilizados

A partir da definição da quantidade de blocos teoricamente necessária para a execução de um pavimento, quantidade esta discriminada por tipo de bloco, durante o recebimento destes no canteiro de obras, foi disponibilizada para o uso quantidade igual a de referência.

Os blocos foram armazenados o mais próximo do local de uso e/ou do equipamento de transporte, para minimizar a ocorrência de perdas na etapa de transporte.

As quantidades excedentes da carga, devido ao número de blocos determinado pelos paletes ou relativas ao complemento da carga do caminhão para melhor aproveitamento do frete, são remanejadas para um local fechado para maior controle (baias).

Assim, ao se quebrar um bloco disponibilizado para uso, solicita-se outro à baía. Isto acontece geralmente na finalização do pavimento e as solicitações registradas na planilha BL1.

(b) Determinação da massa de blocos presente no entulho do pavimento e ou estoque

A operacionalização desta coleta pressupõe a limpeza do pavimento e da área de estocagem antes do período de estudo e a existência de um local pré-estabelecido para depositar o entulho de bloco gerado.

Além de verificar a massa e o volume do entulho gerado, é necessário determinar a massa unitária de cada tipo de bloco, a fim de se comparar com a quantidade de blocos solicitada à baía (planilha BL2; anexo A).

(c) Diário de ocorrências anormais

Todas as ocorrências anormais devem ser registradas, na planilha DO1 como, por exemplo, desmoronamento de uma pilha de blocos gerando perda deste material.

4.3.4. Cálculo dos indicadores

4.3.4.1. Indicador global

O indicador global será representado pelo número de blocos solicitado à baía. O indicador pode ser definido para cada tipo de bloco ou para o bloco de uso predominante na obra. Matematicamente, o indicador global é calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$P(\%) = \left[\frac{Bloco_{solicitado_{baia}}}{Consumo_{referência}} \times 100 \right] \quad (4.1)$$

4.3.4.2. Indicadores parciais

(a) Massa de blocos presente no entulho do pavimento/estoque

O entulho gerado no pavimento ou no estoque refere-se a todos os tipos de blocos utilizados na obra, e não obrigatoriamente a um tipo de bloco específico, pois não é possível fazer tal discriminação.

Este indicador irá confirmar se o registro de blocos extras solicitados à baia foi feito corretamente. Para tanto, utiliza-se o raciocínio indicado na equação (4.2):

$$M_{blo\ cos} = \sum n^o blo\ cos_i \times M_{blo\ cos_i} \quad (4.2)$$

onde,

$M_{blo\ cos}$ = Massa total de blocos no pavimento

$n^o blo\ cos\ i$ = n. de blocos de dimensão 'i' presentes no pavimento

$M_{blo\ cos\ i}$ = massa do bloco de dimensão 'i'

O indicador de perdas será calculado, utilizando-se a equação (4.3):

$$IP(\%) = \frac{M_{entulho}}{M_{blo\ cos}} \times 100 \quad (4.3)$$

onde,

$IP(\%)$ = indicador de perda

$M_{entulho}$ = massa do entulho do pavimento

O mesmo raciocínio é aplicado para determinação da massa de blocos presente no entulho do estoque.

4.4. Método proposto para argamassa de assentamento

4.4.1. Relação de indicadores

A dificuldade de se estabelecer a quantidade teoricamente necessária de argamassa de assentamento conduz a obtenção do indicador global de consumo de argamassa por metro de juntas executadas.

Assim, o estudo deste material ficará restrito à etapa de aplicação (processamento final), onde, além da coleta deste indicador, realiza-se também a do indicador relativo ao entulho gerado durante a aplicação e o relativo à sobresspesura das juntas argamassadas.

4.4.2. Coleta de dados

4.4.2.1. Instrumentos de coleta

Para a coleta de dados foram elaboradas planilhas (anexo A), assim discriminadas:

ARG1 – Consumo por metro linear de junta executada

ARG2 – Variação de espessura das juntas

ARG3 – Entulho no Pavimento

ARG4 – Resumo dos resultados

D1 – Diário de ocorrências anormais

4.4.2.2. Procedimentos de coleta

(a) Consumo de argamassa por metro linear de junta executada

Este indicador deve ser coletado ao longo da execução da alvenaria por um determinado pedreiro e os dados registrados na planilha ARG1. Tal acompanhamento restringe-se a verificação de quantos metros de juntas o pedreiro executa a partir de um volume definido de argamassa.

O volume real utilizado é obtido através da cubagem da argamassa contida no recipiente utilizado pelo pedreiro. Quando o recipiente utilizado for de geometria de difícil cubagem, pode-se realizar uma gradação enchendo-o com um volume conhecido de água utilizando-se, por exemplo, vasilhames de refrigerante.

Após o cálculo do volume de argamassa deve-se quantificar os metros totais de juntas horizontais e verticais executadas.

O total de metros de junta horizontal é obtido pela contagem dos metros executados para “n” fiadas. Quanto às juntas verticais, há que se multiplicar o número de juntas preenchidas pela altura do bloco assentado. A quantidade total é obtida somando-se o comprimento total das juntas horizontais e verticais.

(b) Espessura de juntas horizontais e verticais

A verificação deste indicador deve ser feita em todas as paredes em que foi verificado o indicador de consumo de argamassa por metro de junta, a fim de se verificar a existência ou não de um consumo diferenciado do previsto. Os dados obtidos devem ser registrados na planilha ARG2.

Tal verificação, para as juntas horizontais é feita nas três juntas mais próximas de 30 cm, 105 cm e 180 cm de distância da laje de piso; em cada uma das juntas deve-se fazer 3 medidas, localizadas a $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ do vão da parede, como mostra a figura 4.1.

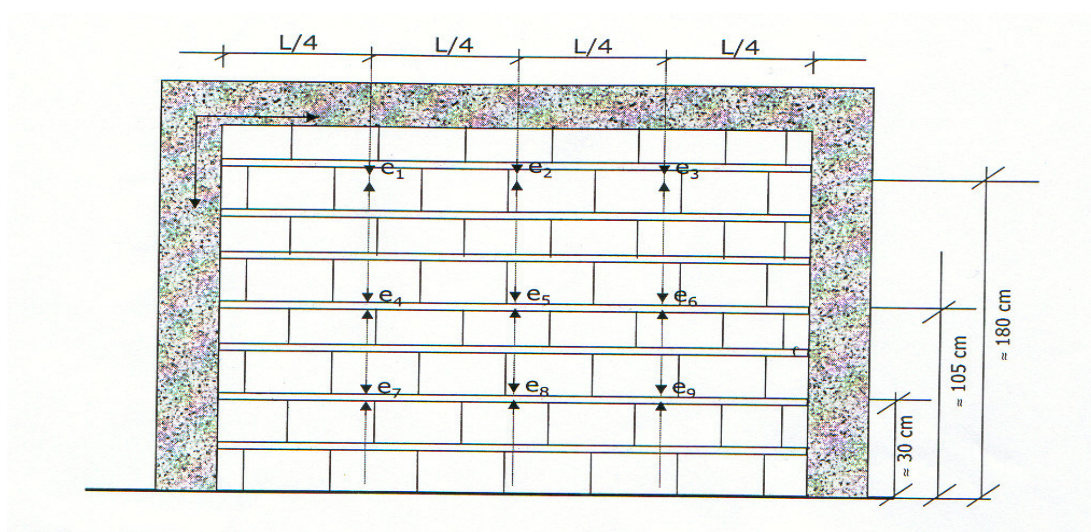


Figura 4.1 Exemplo dos locais de medição da espessura das juntas verticais e horizontais (ANDRADE, 1999)

(c) Determinação da massa de argamassa presente no entulho

Após verificação da quantidade (m) de juntas feita por um determinado pedreiro, verifica-se o entulho gerado nesta atividade, anotando-se o valor na planilha ARG3.

O entulho gerado é coletado e depositado em um recipiente para que, ao final da execução do serviço do pavimento, este seja pesado e cubado.

(d) Diário de ocorrência anormais

Registram-se na planilha DO1 (diário de ocorrências anormais) situações especiais que causem perda do material como, por exemplo, sobras devido à paralisação do serviço.

4.4.3 Cálculo dos indicadores

4.4.3.1 Indicador global

O indicador global é obtido fazendo-se a relação entre volume de argamassa utilizado e a quantidade de juntas (m) executada por determinado pedreiro. Matematicamente, este indicador é obtido de acordo com a seguinte expressão:

$$IC = \frac{Volume_{arg\ massa}}{Metros_{totais\ juntas}} \quad (4.4)$$

4.4.3.2 Indicadores parciais

(a) Massa de argamassa presente no entulho do pavimento

A parcela de argamassa desperdiçada na forma de entulho em relação ao total de argamassa consumida para a execução dos serviços é obtida conforme equação (4.5):

$$P(\%) = \frac{P_{arg.entulho}}{Consumo_{real\ médio} \times M.E_{arg} \times Compr.total\ juntas}} \times 100 \quad (4.5)$$

onde,

$P_{arg\ no\ entulho}$ = Peso de argamassa no entulho

$Consumo_{real\ médio}$ = Média dos valores de consumo de cimento por metro
de junta executada

ME_{arg} = massa específica da argamassa

$Compr.\ total\ das\ juntas$ = Comprimento total de juntas executadas

(b) Variação da espessura de juntas horizontais e verticais

De acordo com a equação (4.6) procede-se o cálculo deste indicador, o qual deve ser realizado separadamente para as juntas verticais e horizontais.

$$\Delta esp = \left[\frac{e_{real} - e_{teórica}}{e_{teórica}} \right] X 100 \quad (4.6)$$

sendo:

e_{real} = espessura real de juntas

$e_{teórica}$ = espessura teórica de juntas

Para os casos de juntas verticais parcialmente preenchidas o cálculo do indicador é processado conforme a equação (4.7).

$$\Delta n^{\circ}_{juntas\text{verticais}} = \frac{n^{\circ}_{real} - n^{\circ}_{teórico}}{n^{\circ}_{teórico}} \quad (4.7)$$

sendo:

n°_{real} = número real de juntas verticais preenchidas

$n^{\circ}_{teórica}$ = número de juntas verticais a serem preenchidas conf. Especificação

CAPÍTULO 5

ESTUDO DE CASO: RESULTADOS E ANÁLISE

Neste capítulo apresenta-se um estudo de caso no qual se aplicou o método descrito no capítulo anterior. São apresentados os resultados obtidos, assim como uma breve análise dos mesmos.

5.1 Caracterização da empresa e da obra

A construtora paulista, FORTENGE Construções e Empreendimentos LTDA, foi criada em 1985 com o objetivo de atuar na área de construção civil e desenvolvimento imobiliário. Desde então, a construtora já atuou em diversos tipos de obras (residenciais, industriais, comerciais e públicas), mas descobriu como sua vocação, o segmento de incorporação imobiliária de obras residenciais.

Desde sua fundação a Fortenge vem crescendo, mas foi nos três últimos anos que seu volume de obras aumentou, chegando a conquistar em 1998, o 3º lugar do Prêmio Imobiliário Estadão, dentre as construtoras com o maior número de apartamentos em execução.

Através de consultoria especializada, a Fortenge decidiu implantar o Sistema da Qualidade, apoiado nas normas ISO9000, obtendo a certificação em dezembro de 1999.

Trata-se de uma empresa enxuta, moderna, que utiliza e desenvolve constantemente tecnologias construtivas racionalizadas. A estrutura departamental é dividida em:

- ‘Equipe de escritório’

Diretoria – apenas um diretor

Qualidade – um engenheiro gerente

Depto. Pessoal – um administrador

Depto. Financeiro – um contador com auxiliar

Depto. de Suprimentos – um engenheiro e um comprador

Depto. de Orçamento e projetos – um engenheiro orçamentista e um engenheiro coordenador de projetos

Depto de Manutenção – Um arquiteto, e três funcionários de apoio

- ‘Equipe de Produção’

Um engenheiro coordenador de obras, quatro engenheiros residentes de obra, quatro mestres de obra, cinco administrativos, estagiários, um técnico de segurança do trabalho, um técnico de edificações e um tecnólogo.

Atualmente, a empresa executa obras em alvenaria estrutural, com lajes maciças e pré-moldada. Encontra-se em pleno desenvolvimento dois empreendimentos que totalizam 21.000 m² de área construída.

A obra estudada neste trabalho, Conjunto Residencial San Marino, situada à rua Pau do Café, em Diadema, é um conjunto habitacional de padrão popular, dividida em duas fases. A primeira fase (San Marino I) compreendida por 13 torres (260 apartamentos) de quatro pavimentos tipos mais o térreo, com quatro apartamentos por andar, áreas externas, jardins, estacionamento e guarita e entregue aos proprietários em fevereiro de 2000. A segunda fase, em andamento, (San Marino II) compreende 14 torres, totalizando 280 apartamentos nos moldes da primeira fase, sendo que cada apartamento possui 2 dormitórios, 1 banheiro, 1 sala, 1 cozinha e área de serviço.



5.2. Caracterização do serviço

O desenvolvimento da construção civil vem se caracterizando por diversas fases de evolução, em especial no que diz respeito aos componentes destinados à alvenaria.

A técnica então denominada Alvenaria Estrutural, com blocos vazados de concreto, surgiu em São Paulo nos anos 60, respondendo com sucesso ao desafio de se construir bem e a baixo custo.

A revolução Industrial e o desenvolvimento de máquinas cada dia mais aperfeiçoadas para a produção em série possibilitaram a geração de blocos de concreto no peso e na medida da capacidade do homem de assentá-los em grande quantidade ao longo de um dia de trabalho.

Com o desenvolvimento de Normas Brasileiras pela ABNT, passou-se a projetar edifícios cada vez mais altos, proporcionando aos construtores e incorporadores um caminho para conseguir custo competitivo na execução de edifícios de diversos padrões.

5.2.1. Alvenaria Estrutural

Os projetos de alvenaria estrutural são apresentados em plantas e elevações, onde estão apresentados os pontos de grauteamento, armações, quantidade de blocos por parede, detalhes de amarração de paredes, encaminhamento das tubulações elétricas, caixas de tomadas/interruptores etc..

Além disso, são definidas as resistências à compressão dos blocos, da argamassa e do graute.

A execução das alvenarias deve seguir fielmente as indicações de projeto e o processo construtivo varia de empresa para empresa, conforme seu procedimento de execução.

5.2.2. A execução da alvenaria na Fortenge

5.2.2.1 Sistema de qualidade

Com base no Sistema da Qualidade, algumas melhorias podem ser notadas em todos os setores da Fortenge e, principalmente, no canteiro de obras.

A elaboração da documentação contempla, além de outros aspectos, procedimentos de execução de serviços e procedimentos de recebimento de materiais, baseados nas normas Brasileiras e, o mais importante, na experiência dos engenheiros, mestres e funcionários administrativos das obras.

A Fortenge possui procedimentos de execução de serviço que vêm sofrendo aperfeiçoamento contínuo, visto que todas as obras da empresa, ao utilizar tais procedimentos, sempre conseguem adicionar alguma melhoria, deixando o processo mais enxuto, preciso e eficaz.

Antes de iniciarem o serviço, os operários são treinados e orientados a executar as tarefas conforme procedimento de execução da empresa, nos quais estão relacionados os documentos de referência, materiais e equipamentos necessários e o método executivo. Para a execução do serviço em questão, fazem parte do método executivo, as condições para início do serviço, marcação da alvenaria e elevação.

Para cada procedimento existe uma ficha de verificação do serviço. No caso de alvenaria estrutural há uma ficha para marcação e outra para elevação. Nelas estão contidas as verificações que devem ser realizadas, tolerâncias e método de inspeção e critérios de aceitação do serviço.

Os materiais recebidos na obra são conferidos e aceitos somente se atenderem as especificações constantes nos procedimentos existentes para tal finalidade.

5.2.2.2 Mão-de-obra empregada

A Fortenge utiliza, quase que na sua totalidade, mão-de-obra terceirizada. A partir da qualificação da sub-contratada, que se dá através de referências e visita a uma obra em execução pela mesma, assim como do atendimento de alguns requisitos relacionados em um formulário específico, efetua-se a contratação.

Ao iniciar os serviços, os operários destacados para a função são treinados de acordo com o procedimento de execução de serviço a ser realizado, onde são passadas as peculiaridades do método construtivo que devem ser atendidas, como por exemplo, a tolerância de aceitação para recebimento do serviço concluído, prazo aceitável para conclusão, entre outras.

5.2.2.3 Especificação dos materiais

A Fortenge utiliza blocos de concreto estrutural e, especificamente no Cond. Residencial San Marino, blocos de resistência à compressão 4,5 MPa, da empresa Glasser, conforme especificação de projeto.

Os blocos utilizados são: blocos 14 x 19 x 39 (blocos inteiros), Blocos 14 x 19 x 19 (meio bloco), blocos 14 x 19 x 34 (blocos especiais), canaletas 14 x 19 x 39 e meia canaleta 14 x 19 x 19.

Para produção de argamassa de assentamento na obra são utilizados materiais básicos que compreendem: cimento, cal e areia média. Tais materiais, incluindo os blocos, são recebidos conforme instrução de especificação de materiais, que contém itens para a conferência e posterior aceitação, bem como a tolerância e forma de armazenamento e transporte.

5.2.2.4 Caracterização das etapas do fluxograma dos processos

(a) Estocagem dos blocos

Os blocos chegam no canteiro de obras paletizados e embalados adequadamente (sobre estrado e envoltos em plástico); são descarregados próximo ao elevador de cargas, em pilhas de 2 metros de altura, em local seco, plano e sem contato com o solo.

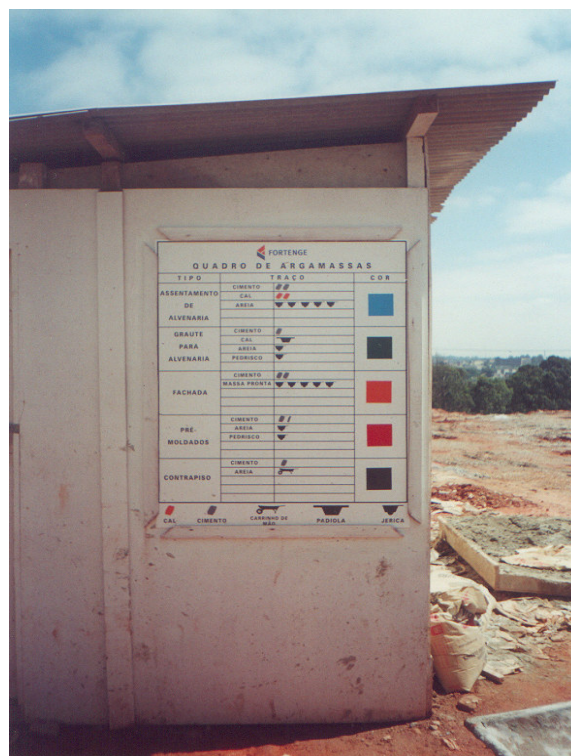
Para transporte deste material, utilizam-se carrinhos paleteiros, que requer a montagem dos blocos em mini-páletes pelo próprio operário no local de estoque.



(b) Produção de argamassa

O operário escolhido para esta tarefa deve saber ler e escrever, pois a partir do treinamento, este é apresentado ao “quadro de argamassa”, onde estão discriminadas as quantidades para cada tipo de argamassa a ser produzida no decorrer da obra.

Para se obter o material composto, argamassa, utiliza-se a betoneira ou a ANVI, que periodicamente é inspecionada para o seu bom funcionamento, ficando por conta do operário a manutenção e conservação do equipamento.



(c) Transporte dos blocos/argamassa

Os blocos acondicionados em carrinhos paleteiros são transportados por elevador de cargas até seu local de aplicação. O mesmo ocorre com a argamassa, que é transportada por jericas e nunca por carrinho-de-mão.



(d) Execução da alvenaria

Para a execução da alvenaria, os operários são instruídos a não utilizar colher de pedreiro para assentamento dos blocos; podem ser utilizados os seguintes equipamentos: tabuinha, bisnagas e meia-cana.

No caso da obra estudada, todos os operários utilizaram a tabuinha, por ser confeccionada na própria obra, além do nível de mão, prumo de face e linha para garantir uma alvenaria nivelada, aprumada e alinhada.



5.3. Resultados

Na sequência apresentam-se os resultados obtidos no âmbito deste estudo.

5.3.1 Blocos

A Tabela 5.1 traz os valores levantados no canteiro de obras para o cálculo dos indicadores globais de perdas para este material.

Tabela 5.1 Valores intermediários para o cálculo dos indicadores globais

Tipo de bloco	(1)	(2)				(3)
	Consumo ref. (un.)	Blocos solicitados à baia (un.)				Total (un.)
		1° Pav.	2° Pav.	3° Pav.	4° Pav.	
14x19x39	3171	32	26	26	25	109
14x19x19	396	11	9	6	8	34
14x19x34	918	6	3	4	3	16
14x19x39 (can.)	706	11	7	5	10	33
14x19x19 (can.)	74	2	1	3	2	8
Total	5265	62	46	44	48	200

Na Tabela 5.2 são apresentados os indicadores globais de perdas de blocos no serviço de Alvenaria Estrutural, discriminados por tipo de bloco e por pavimento.

Tabela 5.2 Indicadores globais: blocos

Tipo de bloco	(4)=[(2)/(1)x100]				(5)=(3)/[(1)x(4)]x100
	Indicador global de perdas (%)				Total
	1° Pav.	2° Pav.	3° Pav.	4° Pav.	
14x19x39	1,0	0,8	0,8	0,8	0,9
14x19x19	2,8	2,3	1,5	2,0	2,2
14x19x34	0,7	0,3	0,4	0,3	0,4
14x19x39 (can.)	1,6	0,3	0,7	1,4	1,2
14x19x19 (can.)	2,7	1,4	4,1	2,7	2,7
Total	1,2	0,9	0,8	0,9	1,0

Na Tabela 5.3 apresentam-se os valores do indicador parcial “Percentual de Entulho no Pavimento”, discriminados por pavimento.

Tabela 5.3 Indicador parcial: Percentual de Entulho no Pavimento

Pavimento	(1)	(2)	(3)=[(1)/(2)x100]
	Massa entulho (kg)	Massa blocos (1 pavimento) (kg)	% Entulho
1	683,4	51.743,2	1,3
2	506,0	51.743,2	1,0
3	482,8	51.743,2	0,9
4	535,3	51.743,2	1,0
Total	2.207,5	206.972,8	1,1

Observação:

$$M.Blo cos_{1pav.} = 3171un.x12,1kg + 396un.x6,4kg + 918un.x10,5kg + 706un.x13,7kg + 74un.x6,5kg$$

5.3.2 Argamassa de assentamento

A Tabela 5.4 traz os resultados do indicador global de consumo de argamassa por metro de junta executada.

Tabela 5.4 Indicador global de consumo de argamassa por metro de junta executada

Pavimento	Pedreiro	Vol. Argamassa (litros)	Metros de juntas			Indicador global de consumo (l/m)
			Horizontal	Vertical	Total	
1º	A	41	24,3	11,8	36,1	1,1
	B	41	21,6	10,6	32,2	1,3
	C	41	33,3	16,3	49,6	0,8
2º	D	29	10,2	5,3	15,5	1,9
	B	41	22,1	10,8	32,9	1,3
	E	41	36,0	17,5	53,4	0,8
3º	A	41	24,4	11,8	36,1	1,1
	D	29	9,3	4,9	14,2	2,0
	B	41	34,7	16,0	50,6	0,8
4º	D	29	16,9	9,5	26,4	1,1
	C	41	28,2	13,9	42,0	1,0
Mediana						1,1
Mínimo						0,8
Máximo						2,0

Na Tabela 5.5 são apresentados os valores do indicador global de consumo de argamassa por metro de junta executada, discriminados por pavimento, enquanto que na Tabela 5.6, tais valores são discriminados por pedreiro.

Tabela 5.5 Indicador global de consumo de argamassa: valores medianos, mínimos e máximos discriminados por pavimento

Pavimento	Indicador global (l/m)		
	Mediana	Mínimo	Máximo
1	1,1	0,8	1,3
2	1,3	0,8	1,9
3	1,1	0,8	2,0
4	1,05	1,0	1,1

Tabela 5.6 Indicador global de consumo de argamassa: valores medianos, mínimos e máximos discriminados por pedreiro

Pavimento	Indicador global (l/m)		
	Mediana	Mínimo	Máximo
A	1,1	1,1	1,1
B	1,3	0,8	1,3
C	0,9	0,8	1,0
D	1,9	1,1	2,0
E	0,8	0,8	0,8

Na Tabela 5.7 são apresentados os valores do indicador parcial “Espessura das Juntas Horizontais”, discriminados por pedreiro.

Tabela 5.7 Indicador parcial: espessura das juntas horizontais

Pedreiro	Espessura média da junta horizontal (m)
B	1,2
C	1,3
D	1,4
E	1,4

5.4. Análise dos resultados

Neste item apresenta-se a análise dos resultados obtidos neste estudo de caso, demonstrando-se as potencialidades da aplicação do método em questão, mesmo em se tratando de um número reduzido de dados coletados.

5.4.1. Blocos

A análise dos valores constantes na Tabela 5.2 permite constatar que os indicadores globais de perdas mantiveram-se praticamente no mesmo patamar, havendo uma pequena redução durante a elevação da alvenaria estrutural (pavimentos superiores).

Tal fato se deveu a maior preocupação por parte da equipe de produção a partir do início do estudo, o que denota um maior cuidado com o componente.

O indicador global verificado para o período de estudo (1,0%) foi excelente, mesmo em se tratando da execução de alvenaria estrutural, com alvenarias paginadas e ausência de cortes para acertos de modulação, haja vista que o orçamento inicial trazia uma estimativa de perdas de 5%.

Especificamente, o indicador global de perda foi elevado para o bloco canaleta 14x19x39, 4º pavimento, quando comparado com os demais devido à queda destes e, conseqüente quebra de alguns componentes, durante a retirada do carrinho paleteiro do elevador de obras.

Ao se fazer uma análise dos indicadores globais quanto ao tipo de bloco, observa-se que os mesmos são maiores para os blocos canaletas. Tal constatação é fruto da necessidade de se fazer cortes (abrir as canaletas) nos componentes utilizados no encontro entre paredes.

Ao se comparar o indicador parcial “Percentual de entulho gerado no Pavimento” (Tabela 5.3) com o respectivo indicador global (Tabela 5.2) observa-se uma estreita relação entre os mesmos, indicando que o entulho constitui-se na totalidade da perda deste material e que a adaptação feita no método elaborado por ANDRADE (1999) foi totalmente viável e confiável.

5.4.2. Argamassa de assentamento

No que diz respeito ao indicador de consumo de argamassa por metro de junta executada pode-se constatar que os valores encontram-se muito próximos da expectativa usualmente assumida (1 l/m), havendo casos em que obtiveram-se valores de consumo menores do que

esta expectativa. O mesmo pode-se constatar quando se compara o indicador global de consumo por pavimento.

Ao se comparar tais indicadores por pedreiro, verifica-se que o pedreiro D consumiu mais argamassa por metro de junta executada do que os demais, mesmo utilizando a mesma ferramenta de aplicação (Tabuinha).

Ao se verificar as fontes de consumo excedente de argamassa, verifica-se que todos os pedreiros executaram juntas com espessura maior do que a especificada (1 cm), conforme Tabela 5.7; no entanto, não há uma relação direta deste indicador com o indicador global, haja vista que tanto o pedreiro que consumiu menor quantidade de argamassa quanto o que consumiu maior quantidade executaram a alvenaria com, praticamente, a mesma espessura de juntas.

Assim, verifica-se a necessidade de se obter outros indicadores como, por exemplo, o entulho gerado durante a elevação da alvenaria. Infelizmente, tal procedimento neste sentido não foi executado.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 A importância do trabalho

A indústria da construção civil, há tempos, convive com a crítica de pertencer a um setor desperdiçador de recursos, quanto ao uso de materiais e a geração de entulho. Esta é a grande motivação em se fazer trabalhos desta natureza, além de poder entender e tomar decisões para a minimização das perdas e consumos. A busca pela redução dos custos de produção constitui num aspecto fundamental na gestão das empresas, principalmente frente ao atual cenário de competição instaurado no país.

Oferecer produtos de qualidade e a um preço competitivo é um desafio que passa pelo conhecimento do uso dos recursos físicos nos canteiros de obras.

Este conhecimento passa pela identificação de quais partes do processo há ineficiência, como mensurá-la e a partir daí, avaliar alternativas no sentido de tornar tais partes eficientes, haja vista que, muitas vezes, os sobreconsumos detectados poderiam ser evitados com baixos investimentos.

Ferramentas de gestão, como Sistema da Qualidade, tem influência positiva na obra e implicam em redução das perdas. Por exemplo, o recebimento, transporte e estocagem de material são questões fundamentais para o conter o desperdício. Tais etapas do processo se tornam rotina, com o Sistema da Qualidade, e ajudam a reduzir as perdas.

Práticas simples como o treinamento dos funcionários, ajudam também a reduzir a perda. Por exemplo, a quantificação do entulho, além de conscientizar os operários quanto ao desperdício direto, induz maior controle durante a execução, isso foi verificado durante a coleta de dados.

A constante avaliação das perdas de materiais permite, a comparação do desempenho da obra em relação aos índices constantes no orçamento, possibilitando a utilização de índices condizentes com a realidade da obra num próximo orçamento.

6.2 Aplicabilidade do método

O controle do consumo de materiais deve ser utilizado como instrumento para a melhoria contínua e não para punir eventuais culpados.

A implementação de um método de controle em obras requer organização do canteiro e o envolvimento de todas as pessoas ligadas ao processo, além do comprometimento da empresa em conhecer seus reais índices de perdas.

O método proposto consegue fornecer resultados em um curto intervalo de tempo, permitindo agilidade nas decisões a serem tomadas, apesar de não se definir formas de intervenção no serviço.

Observou-se que não havia resistência por parte dos operários quanto a avaliação das perdas, e o contato com tais pessoas permite a reavaliação de decisões tomadas, pois eles tem muito a contribuir com o processo de melhoria.

O aprendizado proporcionado por este trabalho será refletido em melhoria nas obras, gerando subsídios para a melhora do panorama do setor.

6.3 Sobre os resultados obtidos

Os indicadores de perdas obtidos no âmbito deste trabalho permitem concluir que a empresa encontra-se no caminho certo quanto ao desempenho frente ao consumo de blocos e argamassa de assentamento.

Os resultados para os blocos são extremamente satisfatórios, haja vista a expectativa de perda orçada quando do início da obra. Um cuidado adicional, porém, deve ser tomado quanto aos blocos canaletas, que são mais propensos à quebra.

Com relação ao consumo de argamassa, verifica-se que o resultado global encontra-se dentro dos padrões estabelecidos na pesquisa nacional realizada pelo PCC-USP, indicando o benefício que o uso da tabuinha traz em termos de consumo de argamassa de assentamento.

Tais resultados vêm corroborar com o esforço contínuo da empresa em construir produtos com qualidade e com o uso otimizado dos recursos físicos nos canteiros de obras da referida empresa.

ANEXO-A

 FORTENGE	RESUMO DOS RESULTADOS	SIGLA: ARG 5
---	------------------------------	------------------------

OBRA:	
MATERIAL:	

MEDIÇÕES REALIZADAS

[illegible]

OBSERVAÇÕES:



 FORTENGE	VARIAÇÃO DAS ESPESSURAS DAS JUNTAS	SIGLA: ARG 2
---	---	------------------------

 FORTENGE	VARIAÇÃO DAS ESPESSURAS DAS JUNTAS	SIGLA: ARG 2
---	---	------------------------

 FORTENGE	VARIAÇÃO DAS ESPESSURAS DAS JUNTAS	SIGLA: ARG 2
---	---	------------------------

OBRA:
MATERIAL:

OBRA:
MATERIAL:

MEDIÇÕES REALIZADAS	
---------------------	--

[illegible]

OBSERVAÇÕES:

SIGLA:
ARG 1

OBRA:
MATERIAL:

MEDIÇÕES REALIZADAS

[illegible]

OBSERVAÇÕES:



 FORTENGE	ENTULHO NO PAVIMENTO	SIGLA: ARG 4
---	-----------------------------	------------------------

 FORTENGE	ENTULHO NO PAVIMENTO	SIGLA: ARG 4
---	-----------------------------	------------------------

 FORTENGE	ENTULHO NO PAVIMENTO	SIGLA: ARG 4
---	-----------------------------	------------------------

OBRA:
MATERIAL:

OBRA:
MATERIAL:

MEDICÕES REALIZADAS

[illegible]

OBSERVAÇÕES:



FORTENGE	RESUMO DOS RESULTADOS	SIGLA: BL 4
---	------------------------------	-----------------------

 FORTENGE	RESUMO DOS RESULTADOS	SIGLA: BL 4
---	------------------------------	-----------------------

 FORTENGE	RESUMO DOS RESULTADOS	SIGLA: BL 4
---	------------------------------	-----------------------

OBRA:	
MATERIAL:	

OBRA:	
MATERIAL:	

MEDICÇÕES REALIZADAS

[illegible]

OBSERVAÇÕES:



SIGLA:

BL1

OBRA:

MATERIAL:

MEDIÇÕES REALIZADAS

[illegible]

OBSERVAÇÕES:

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AGOPYAN, V. et al, coord. (a) **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras: relatório final.** São Paulo, EPUSP/PCC, 1998.v.1.Apresentação geral

_____. (b) _____. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998. v.2. Metodologia.

_____. (c) _____. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998. v.3. Resultados.

_____. (d) _____. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998. v.4. Resultados.

ANDRADE, A. C. **Método para quantificação das perdas de materiais em obras de construção de edifícios: superestrutura e alvenaria.** São Paulo, 1999. 235p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ENCHASSI, A. Materials control and waste on building sites. **Building Research and Information**, v.24, n.1, p.31-4. Jan, 1996.

FREITAS, E.N.G.O. O desperdício na construção civil: caminhos para sua redução. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., Rio de Janeiro, 1995. **Anais**, Rio de Janeiro, UFRJ, 1995. v.1, p.167-72.

PALIARI, J. C. **Metodologia para coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios.** São Paulo, 1999. 473p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PINTO, T.P. **Perdas de materiais em processos construtivos tradicionais.** São Carlos, 1989. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos-UFSCar.

SANTOS, A. *et al.* **Método de intervenção para redução das perdas na construção civil: Manual de utilização.** Porto Alegre, s.ed., 1994.

SOIBEMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: Sua incidência e controle.** Porto Alegre, 1993. 127p. Dissertação (Mestrado)- UFRS.

SOUZA, U.E.L. Redução do desperdício de argamassa através do controle do consumo em obra. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, Salvador-BA, 1997. **Anais. ANTAC**, 1997. p.459-68

SOUZA, U. E. L. et al. **Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito.** Qualidade na Construção, v. 2, n.13, p. 10-5, 1998.

SOUZA, U. E. L. et al. **O custo do desperdício de materiais nos canteiros de obras.** Qualidade na Construção, v. 3, n. 21, p. 64-2,1999.

SOUZA, U. E. L. et al. **Conhecendo as perdas de materiais na construção.** Qualidade na construção, v.3, n.20, p. 34, 1999.