

# MÉTODO PARA QUANTIFICAÇÃO DO CONSUMO DE MATERIAIS VISANDO SUA REDUÇÃO: SERVIÇO DE ALVENARIA

**ANDRADE, Artemária C.(1); SOUZA, Ubiraci E.L. (2); PALIARI, José C. (3)**

(1) Eng<sup>a</sup> Civil, Mestre em Engenharia Civil PCC-EPUSP. E-mail: aandrade@pcc.usp.br

(2) Eng. Civil, Doutor em Engenharia e Professor do Dep. de Construção Civil – EPUSP, Av. Prof. Almeida Prado, Trav. 02, nº 271, CEP: 05.505-900, São Paulo. Fone: (011) 818-5428. E-mail: ubisouza@pcc.usp.br

(3) Eng. Civil, Mestre em Engenharia Civil e professor do Dep. De Engenharia Civil da UFScar. E-mail: jpaliari@pcc.usp.br; jpaliari@ufscar.power.br

## RESUMO

Apresenta-se, neste artigo, um método para quantificação do consumo de materiais em canteiros de obras, relativo ao serviço de execução da alvenaria, com o intuito de, a partir do conhecimento do real consumo de materiais, avaliar continuamente o desempenho na sua utilização e detectar formas de reduzir o consumo vigente.

## ABSTRACT

*This paper presents a material consumption evaluation method to be used for building construction activities. It applies to masonry production. This method provides a helpful tool to reduce materials consumption based on the knowledge of present performance.*

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de as empresas obterem melhores níveis de desempenho na utilização de seus recursos é uma característica do atual cenário econômico, caracterizado por um alto grau de competitividade, consumidores exigentes e com baixo poder aquisitivo.

A busca pela maior eficiência, é considerada por BORNIA (1995), como uma das principais preocupações da empresa moderna, uma vez que o mercado não se encontra disposto a absorver as suas ineficiências.

Nesse contexto, confirma-se a necessidade de se primar pela redução dos desperdícios existentes, já que “uma indústria eficiente se caracteriza por um reduzido volume de desperdício dos recursos, localmente disponíveis, de toda ordem: materiais, humanos, energéticos, financeiros e temporais” (SABBATINI, 1989).

Partindo-se da definição de CAMPOS (1990) de que controlar significa gerenciar, o monitoramento do real consumo dos insumos é importante por possibilitar a compreensão dos fatores que induzem a tais consumos durante a execução do serviço, favorecendo à eliminação ou manutenção de sua prática.

A essa visão acrescenta-se que, além dos dados fornecidos, a empresa deve conhecer alternativas que possibilitem a redução dos consumos detectados pois, por mais que seja importante, a medição só terá efeito, se acompanhada de um efetivo sistema de retroalimentação que possibilite a reação aos dados e a correção dos problemas detectados (HARRINGTON, 1997).

Dentro deste contexto, fica reforçada a idéia de que é necessário promover o controle das atividades produtivas através da coleta, processamento e análise de dados durante o desenvolvimento dos serviços, e não somente ao seu final.

O método proposto neste artigo, deverá auxiliar o controle do processo de produção do serviço de alvenaria, no que diz respeito à ocorrência de perdas de materiais utilizados no mesmo, tendo como requisitos *a utilização de procedimentos facilmente aplicáveis e a obtenção de indicadores confiáveis e concisos aliados à agilidade no processamento dos dados coletados.*

## **2. IDÉIAS GERAIS RELATIVAS AO MÉTODO PROPOSTO**

A aplicação do método proposto abrange cinco fases, das quais três referem-se ao processo de coleta de dados, uma ao processamento dos dados e outra a apresentação das informações. Tais fases podem ser assim descritas:

1<sup>a</sup> fase – *Definição do consumo teórico*: essa fase refere-se à quantificação do consumo de materiais teoricamente necessário para a execução do serviço em estudo;

2<sup>a</sup> fase – *Contabilização do consumo real de materiais utilizados*: coleta-se, nesta fase, o consumo real de material utilizado para a execução do serviço;

3<sup>a</sup> fase – *Obtenção de informações relativas aos materiais/serviços em diferentes etapas do processo*: refere-se à obtenção de informações que possam explicar uma parcela das perdas detectadas (indicadores parciais de perda) ou subsidiar a discussão das causas de ocorrência das perdas detectadas;

4<sup>a</sup> fase – *Processamento dos Dados*: calcula-se, nesta fase, os indicadores globais e parciais de perdas, a partir dos dados coletados nas fases anteriores.

5<sup>a</sup> fase – *Apresentação dos Resultados*: refere-se a apresentação dos resultados, a qual deverá favorecer a discussão e entendimento dos indicadores obtidos; de modo que, possibilite ao gerente da obra definir ações de intervenção que venham a minimizar o consumo detectado.

Para a coleta de dados foi desenvolvido um conjunto de planilhas a serem preenchidas de acordo com momentos de coleta específicos. Ao final de cada processamento, os dados são apresentados numa planilha específica, permitindo ao usuário da informação, uma visão geral quanto à ocorrência das perdas no serviço analisado.

Apresenta-se o método proposto para os materiais: argamassa de assentamento e blocos, abordando-se: a definição do período de coleta e do momento em que se deve coletar os indicadores citados, os indicadores que poderão ser utilizados para a quantificação das

perdas e discussão quanto aos indicadores a serem utilizados, visando obter maior rapidez.

## 2.1 Método proposto para os blocos

### 2.1.1 Descrição das perdas

A perda do material blocos, pode ocorrer em diversas fases do fluxograma dos processos (Figura1). Com o intuito de detectar tais perdas, propõe-se vários indicadores, que são associados a cada etapa do fluxograma (indicadores parciais), conforme exposto na Tabela 1, ou ainda, ao conjunto destas etapas (indicador global).

Tabela 1 – As perdas de materiais ao longo das etapas do fluxograma dos processos: blocos – alvenaria

Etapa	Descrição das Perdas	Indicadores Parciais
Recebimento	Recebimento em quantidade inferior à discriminada em nota fiscal, com qualidade inferior à especificada	<ul style="list-style-type: none"> <li>λ Diferença entre a quantidade descrita em nota fiscal e recebida</li> <li>λ Resistência dos blocos</li> <li>λ Variação dimensional dos blocos</li> </ul>
Estocagem	Perda devida ao material ser estocado de forma inadequada	<ul style="list-style-type: none"> <li>λ Entulho de blocos no estoque*</li> </ul>
Aplicação	Perda gerada em forma de entulho,. Referente ao manuseio do material	<ul style="list-style-type: none"> <li>λ Massa de blocos presente no entulho do pavimento</li> </ul>
	Perda devida ao corte de blocos	<ul style="list-style-type: none"> <li>λ Blocos cortados na parede</li> <li>λ Entulho gerado pela execução de rasgos</li> </ul>
Transporte 	Perda no transporte do material do local de estoque para o local de aplicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>λ Quantificação do entulho de blocos gerado no estoque*</li> </ul>

\* Note-se que o entulho encontrado na imediações do estoque pode ter sido gerado por ocorrências associadas ao processo de estocagem bem como ao início da atividade de transporte, quando os componentes estão sendo colocados no equipamento para sua movimentação.

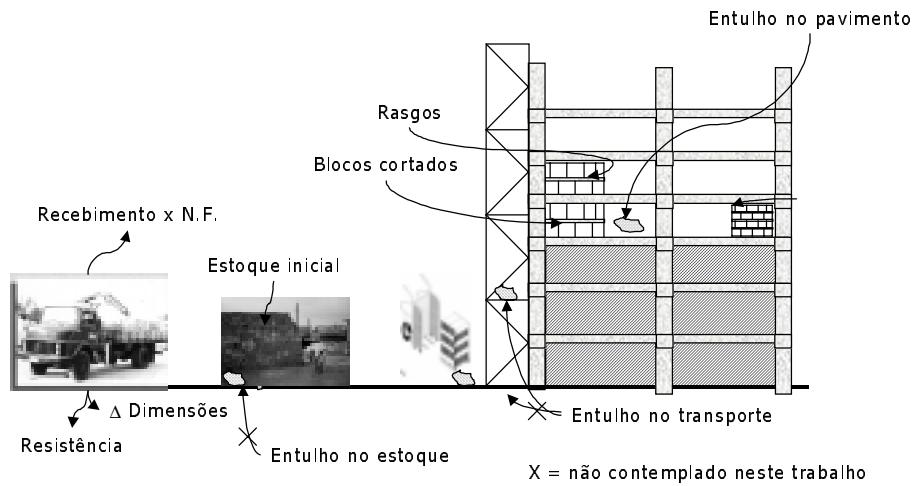


Figura 1 – Parcela de perdas referente ao serviço de alvenaria – Blocos

### 2.1.2 Momento de coleta das informações

As informações necessárias à determinação de tais indicadores são coletadas em momentos distintos do período de coleta, conforme exposto na Tabela 2.

Tabela 2 – Ações a serem realizada e o momento de coleta (Blocos)

AÇÕES	MOMENTO DA COLETA
• Limpeza do pavimento e do estoque	Antes de <i>início de período de estudo</i>
• Marcação de blocos no estoque	Na data de <i>início de período de estudo</i>
• Verificação do número de blocos recebidos • Verificação das dimensões reais dos blocos • Verificação da resistência dos blocos	Entre as datas de <i>início de período de estudo</i> e <i>final de período de estudo</i>
• Quantificação da massa de entulho gerado no pavimento • Quantificação da massa de entulho gerado no estoque • Contagem, na parede, do número de blocos cortados • Contar blocos marcados presentes na parede e no estoque	Na data de <i>final de período de estudo</i>

Ressalta-se que o indicador global de perdas é obtido através de uma amostra de blocos marcados no estoque inicial, ou seja, marca-se uma quantidade de blocos no início do

período de coleta e ao final do mesmo, contabilizam-se os blocos marcados utilizados e que porventura ainda estejam no estoque. A diferença consiste no indicador global.

É também possível obter-se um indicador parcial de perdas relacionado unicamente ao pavimento, através da marcação de blocos existentes em estoque no mesmo.

### **2.1.3 Discussões quanto à aplicação do método nas obras**

Ao se buscar a rápida quantificação das perdas, nem sempre é interessante o levantamento de todos os indicadores citados. A idéia é que sejam levantados apenas aqueles necessários numa certa situação, levando-se em conta o raciocínio de que só se busque novos indicadores quando se tenha um valor de perda significativo a explicar.

Os indicadores apresentados para avaliação das perdas de blocos são bastante completos, abordando todas as etapas por eles percorrida. Com o intuito de verificar, de maneira rápida, o desempenho da obra, quanto a esse material, orienta-se, inicialmente, a coleta do indicador global de perdas obtido através da avaliação dos blocos marcados.

Ao obter o indicador de perda global, deve-se compará-lo com os seguintes índices:

- λ índice de perdas adotados pela empresa em orçamento – a fim de verificar o desempenho da empresa em relação ao orçado;
- λ números obtidos pela pesquisa *FINEP/ITQC/PCC* – objetivando posicionar a obra frente a atuação do mercado;

Note-se que, ter perdas maiores que as orçadas significa prejuízo e tê-las maiores que as características do mercado denota oportunidade de melhoria. Além disso, pode-se, mesmo que se tenha um desempenho superior ao orçado e à maioria dos concorrentes, querer buscar a melhoria contínua, não se contentando com quaisquer resultados que não sejam os melhores possíveis.

Após tais reflexões, estando a empresa satisfeita com o dado obtido, deve-se continuar coletando tal indicador para outras amostras do processo; recomenda-se que o processo seja amostrado a cada quantidade de alvenaria executada equivalente a um pavimento, como forma de controlá-lo. Do contrário, deve-se adotar outros indicadores, se possível para a própria amostra em estudo, que venham a colaborar com o entendimento dos índices detectados, tudo isso com o intuito de se descobrir as eventuais fontes de um desempenho não satisfatório.

Uma outra postura possível, para aplicação do método, é a avaliação de todos os indicadores, logo na primeira coleta, objetivando entender, por completo, o desempenho do serviço e ser pró-ativo, na medida em que tanto os operários quanto o fornecedor percebem a preocupação da empresa/obra com o consumo de materiais.

## **2.2 Método Proposto para a Argamassa de Assentamento**

### **2.2.1 Descrição das perdas**

A avaliação do material argamassa de assentamento inicia-se na etapa de dosagem/mistura, quando esse material for produzido em obra. Não existindo essa etapa, verifica-se apenas a etapa referente à aplicação do material.

Conforme apresentado na Figura 3, pode-se decompor o indicador global de perdas de argamassa em alguns indicadores parciais.

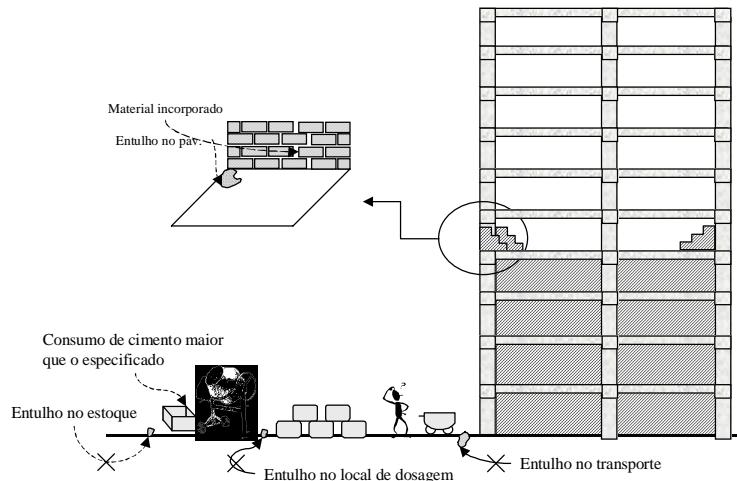


Figura 3 – Parcela de perdas que estão embutidas no indicador global

Apresenta-se, na Tabela 3, uma descrição das perdas, que ocorrem nas etapas de dosagem/mistura e aplicação do fluxograma dos processos, e os indicadores parciais a serem coletados nas mesmas.

Tabela 3 – Perdas de materiais ao longo das etapas do fluxograma dos processos: argamassa de assentamento – alvenaria

Etapa	Descrição das Perdas	Indicadores Parciais
Dosagem/ Mistura	Dosagem de material em desacordo com o especificado, consumindo-se maior quantidade de cimento do que seria necessário	λ Variação percentual do consumo de cimento/m <sup>3</sup> de argamassa produzida
Aplicação	Perda gerada na forma de entulho, referente ao manuseio do material	λ Massa de argamassa presente no entulho no pavimento
	Consumo excessivo de argamassa por metro de junta executada	λ Consumo de argamassa por metro de junta executada
	Perda devida à saliência de juntas	λ Porcentagem de juntas salientes
	Perda incorporada por uso excessivo de argamassa nas juntas de assentamento na forma de sobrepessura visíveis	Variação de espessura de juntas horizontais e verticais

## 2.2.2 Momento de coleta das informações

A obtenção dos indicadores apresentados anteriormente requer a coleta de algumas informações, as quais são obtidas em diferentes momentos do *período de estudo*, conforme ilustra a Tabela 4.

**Tabela 4 – Ações a serem realizadas e o momento de coleta (Argamassa de Assentamento)**

<b>AÇÕES</b>	<b>MOMENTO DA COLETA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantar o traço adotado pela obra (referência)</li> </ul>	Antes de <i>início de período de estudo</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantificar alvenaria feita até <i>início de período de estudo</i></li> </ul>	Na data de <i>início de período de estudo</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar a dosagem dos materiais constituintes</li> <li>• Quantificar o consumo real de argamassa por metro de junta executada</li> <li>• Verificar a saliência das juntas</li> </ul>	Entre as datas de <i>início de período de estudo</i> e <i>final de período de estudo</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantificar o entulho gerado</li> <li>• Verificar a espessura real das juntas verticais e horizontais</li> <li>• Quantificar a alvenaria executada até o <i>final de período de estudo</i></li> </ul>	Na data de <i>final de período de estudo</i>

### **2.2.3 Discussões quanto à aplicação do método nas obras**

Observando o fluxograma apresentado na Figura 4, considera-se a avaliação do indicador de “*consumo de argamassa por metro de junta executada*” como primordial, uma vez que fornece informações quanto ao consumo obtido por diferentes equipes e operários, além de avaliar as diferentes formas de assentamento.

Este indicador deve ser comparado à expectativa da empresa, quanto ao índice constante em orçamento, as suas metas de melhoria e à realidade do mercado, detectada através dos resultados da pesquisa *FINEP/ITQC/PCC*.

Quanto se detecta altos consumos, pode-se fazer uso de indicadores adicionais visando melhorar a explicação dos valores obtidos. É o caso da coleta dos indicadores de “*variação da espessura de juntas horizontais e verticais*” e “*porcentagem de juntas salientes*”. Tais indicadores podem mostrar defeitos que estejam comprometendo o consumo. Ainda neste caso, deve-se observar as técnicas de assentamento.

Além da compreensão do consumo de argamassa detectado, considera-se importante avaliar a “*massa de argamassa presente no entulho do pavimento*”, a fim de se detectar a existência de perdas devidas às sobras ao final da jornada de trabalho, pois, ao avaliar o “*consumo de argamassa por metro de junta executada*” durante o início ou em meio às jornadas, tem-se menor probabilidade de se deparar com sobras não utilizáveis.

Como indicador de consumo e de qualidade, mesmo não se tendo mostrado significativo durante a pesquisa *FINEP/ITQC/PCC*, orienta-se a verificação da “*variação percentual do consumo de cimento por m<sup>3</sup> de argamassa produzida*”. Recomenda-se que, tanto o

este indicador quanto o “*consumo de argamassa por metro de junta executada*” sejam levantados para amostras representando, no máximo, um andar de alvenaria executado.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A quantificação das perdas de materiais em obra, se constitui uma ferramenta de controle útil à gestão do canteiro, uma vez que possibilita obter, em curtos intervalos de tempo, um diagnóstico da produtividade do serviço quanto ao material utilizado.

Através da adoção de um método de quantificação das perdas, as empresas encontram-se aptas a avaliarem maneiras de reduzir o seu índice de perdas, através do controle do consumo dos materiais, deixando de considerá-la como algo inerente à fase da obra, e com isso, obtendo um aumento da margem de lucros (ANDRADE, 1999).

Aliado à rapidez na obtenção dos dados, tem-se a possibilidade de atuar sobre o processo, de forma direcionada e consciente, visando controlar os fatores responsáveis pelo consumo adicional, detectados durante o desenvolvimento da coleta.

### **4. AGRADECIMENTOS**

Faz-se aqui os agradecimentos à CAPES, pela bolsa de mestrado concedida a um dos autores deste artigo.

### **5. BIBLIOGRAFIA**

- ANDRADE, A.C. Método para quantificação das perdas de materiais em obras de construção de edifícios: superestrutura e alvenaria. São Paulo, 1999. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- BORNIA, A.C. Mensuração das perdas dos processos produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno. Florianópolis, 1995. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- CAMPOS, V.F. Gerência de qualidade total: estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, 1990.
- HARRINGTON, H.J. **Gerenciamento total da melhoria contínua:** a nova geração da melhoria de desempenho. São Paulo, Makron Books, 1997.
- SABBATINI, F.H. Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: fórmula e aplicação de uma metodologia. São Paulo, 1989. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.