



**ENTAC2006**

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

## **PROPOSIÇÃO DE INDICADORES MAIS EFICAZES PARA A AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE MATERIAIS NOS CANTEIROS DE OBRAS**

**Ubiraci Espinelli Lemes de Souza (1); José Carlos Paliari (2)**

(1) Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: [ubiraci.souza@poli.usp.br](mailto:ubiraci.souza@poli.usp.br)

(2) Departamento de Engenharia de Civil – Universidade Federal de São Carlos – e-mail: [jpaliari@power.ufscar.br](mailto:jpaliari@power.ufscar.br)

### **RESUMO**

**Proposta:** As perdas de materiais têm sido estudadas por pesquisadores nacionais nos últimos anos e o indicador de perdas tem sido o preferido para expressar e avaliar a ineficiência no uso dos insumos em obras. Simultaneamente ao sucesso na redução das perdas através da adoção de gestão apoiada em tais indicadores, sua definição passou a ser questionada no sentido de se criarem formas mais interessantes para subsidiar esta gestão. Este trabalho propõe o acréscimo da classificação em "potencial" e "cumulativo" quanto aos indicadores de perdas de concreto usinado levantados em uma pesquisa denominada GESCONMAT, apoiada pela FINEP-Habitare, para fins de melhorar a informação propiciada por tais indicadores. **Método de pesquisa / Abordagens:** Baseia-se na postura adotada nos estudos relativos à produtividade mão-de-obra, onde se faz o uso de indicadores de produtividade potencial e cumulativa para subsidiar várias decisões dos gestores na definição dos custos esperados para um serviço (expectativa cumulativa de consumo de mão-de-obra) e na organização do trabalho para o dia-a-dia (expectativas potenciais de produtividade). Assim, para um conjunto de indicadores de perdas de concreto usinado levantados nos canteiros de obras das empresas participantes da pesquisa GESCONMAT, calcularam-se os indicadores de perdas cumulativos e potenciais para cada obra, procedendo-se a análise das vantagens e desvantagens desta postura em relação à postura vigente. **Resultados:** Indicadores no formato de indicadores potenciais e cumulativos e comparação entre ambas situações enquanto subsídios para discussão de custos e no seu uso para a organização do trabalho, levando-se em consideração, nesta discussão, os fatores potencialmente influenciadores no consumo deste material. **Contribuições/Originalidade:** Trata-se de uma nova abordagem para a análise dos resultados de perdas e consumos de materiais, até então discutidos com base em valores estatísticos (mediana, mínimo e máximo), podendo ser adotada para outros serviços/materiais.

Palavras-chave: perdas de materiais; indicadores; perda potencial; perda cumulativa; concreto; estruturas de concreto.

### **ABSTRACT**

**Proposal:** National researchers have studied the wastes of material in the last years and the waste indicative has been selected to express and evaluate the inefficiency in the use of materials by building companies. Concurrently to the success in the reduction of losses through the adoption of management strategies supported by such indicatives, its definition is now questioned because more interesting forms to subsidize this management strategy have been recently created. This work proposes the adoption of adjectives "potential" and "cumulative" for pouring concrete loss indicative surveyed in a research called as GESCONMAT, supported by FINEP-Habitare, in order to improve the efficiency measured by such indicatives. **Research method/Approaches:** it is based on posture adopted in studies involving productivity and labor, where indicatives of potential and cumulative productivity are used to subsidize several decisions from managers in the definition of expected costs for a given

work (cumulative expectancy of labor consumption) and in the daily labor organization (productivity potential expectancies). Thus, for a set of pouring concrete waste indicatives surveyed in construction sites of companies that participated in the GESCONMAT research, the cumulative and potential waste indicatives were calculated for each work, supporting the analysis of advantages and disadvantages of this posture in relation to the current posture. **Results: The paper presents both concrete waste indicatives and potential and cumulative indicatives, and also the comparison between both situations while subsidies for costs discussion and for its use in the job organization taking into consideration the factors that potentially influence the consumption of this material. Contributions / Originality:** it deals with a new approach for the analysis of results of wastes and consumption of concrete, so far discussed based on statistical values (median, minimum and maximum), being also adopted for other services/materials.

Key-words: material waste; indicators; potential material loss; cumulative material loss; concrete; concrete structures.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 A importância da mensuração das perdas

A Construção Civil tem vivenciado um período de intensa busca pelo aumento da eficiência em seu processo de produção. O acirramento da competição entre as empresas, gerando uma necessidade de redução de custos, e a valorização da produção enquanto fonte de competitividade para estas empresas, têm apontado a redução das perdas no uso dos recursos físicos no canteiro como objetivo a ser perseguido (SOUZA, 2001).

Dentro deste cenário, a redução das perdas de materiais tem sido uma meta muito citada, seja pela importância deste recurso do ponto de vista do custo da Construção [os materiais podem representar mais de 50% do mesmo, de acordo com PALIARI (1999)] e do ponto de vista técnico (grandes perdas estão normalmente associadas a produtos não conformes) ou da relevância do mesmo quanto à sustentabilidade ambiental (a Construção Civil lida com aproximadamente 100 vezes mais material que a Indústria Automobilística, segundo (SOUZA, 2005)).

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos [vide histórico mostrado em (SOUZA *et al.*, 2004)], no Brasil, preconizando o uso e efetivando a determinação dos valores das perdas de materiais vigentes nos canteiros; podem-se citar, como os mais relevantes, PINTO (1989), SOIBELMAN (1993) e AGOPYAN *et al.* (1998). A Tabela 1 mostra um resumo dos valores detectados, em tais trabalhos, para as perdas de concreto na execução de estruturas. No exterior destacam-se os trabalhos realizados por SKOYLES (1976) e ENSHASSI (1996).

**Tabela 1 – Perdas de concreto, na produção de estruturas, determinadas por várias pesquisas (SOUZA *et al.*, 2004)**

| Material                    | Internacional  | Nacional                |                         |  |         |        |
|-----------------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|--|---------|--------|
|                             | SKOYLES (1976) | PINTO (1989)            | SOIBELMAN (1993)        | Pesquisa FINEP/ITQC/PCC AGOPYAN <i>et al.</i> (1998) |         |        |
|                             | (Entulho)      | (Entulho + incorporado) | (Entulho + incorporado) | (Entulho + incorporado)                              |         |        |
|                             | Média          | -                       | Média                   | Mínimo   | Mediana | Máximo |
| Concreto em infra-estrutura | 8,0            | -                       | -                       | -  | -       | -      |
| Concreto em superestrutura  | 2,0            | -                       | -                       | -  | -       | -      |
| Concreto em geral           | -              | 1,5                     | 12,9                    | 2  | 9       | 23     |

A observação dos resultados mostrados permite algumas considerações, tais como: os valores não são desprezíveis; há grandes variações nos valores das perdas. Isto demonstra a importância do combate a tais perdas. Além disto, notam-se, nesta tabela, posturas diferentes na forma de mostrar o resumo das informações apresentadas: em alguns trabalhos tem-se privilegiado o uso da média como modo de expressar um valor representativo de um conjunto de estudos; em outros se tem valorizado a idéia de mostrarem-se os valores mínimo, máximo e mediano para caracterizar melhor um conjunto de dados. Portanto, percebe-se uma preocupação em determinar a melhor maneira de se expressar a avaliação que é feita ao se mensurar as perdas.

Na opinião dos autores, a discussão do aprimoramento dos indicadores torna-se ainda mais importante em função dos resultados bastante positivos que se vem tendo no seu uso para subsidiar a gestão do consumo de materiais. Na pesquisa denominada GESCONMAT (Gestão do Consumo de Materiais nos Canteiros de Obras), financiada pela FINEP e realizada pelo PCC-USP, UFSCar e UFG, tem-se conseguido reduções significativas de perdas com base num contínuo monitoramento gerando indicadores que são usados como informações para subsidiar a tomada de decisões. Por exemplo, no caso das perdas de concreto, em vários casos [vide exemplo apresentado em SOUZA *et al.* (2005)] houve uma redução de perdas significativa ao longo dos sucessivos ciclos de um PDCA implementado na gestão do serviço subsidiado pelos indicadores de perdas.

## 1.2 Indicadores de perdas

A mensuração da eficiência de um processo produtivo pode fazer uso de indicadores de produtividade, que relacionam a quantidade de recursos gastos com a quantidade de produto gerado. Assim é que, ao se fazer o revestimento de argamassa de uma parede, pode-se apropriar o volume de argamassa despendido e compará-lo com a área revestida. Tal indicador, no caso dos materiais, recebe a denominação (SOUZA, 2001) de “consumo unitário de material” (CUM). Por exemplo, o TCPO (2003) indica uma variação do CUM, para revestimento interno de paredes com argamassa, desde um valor mínimo de 7,3 litros/m<sup>2</sup> até um valor máximo de 74,1 litros/m<sup>2</sup>.

Tal eficiência, ou a falta dela, pode ser mensurada através do uso de indicadores de perdas, que representariam o afastamento do consumo real em relação ao consumo considerado teoricamente necessário. Assim é que, se considera que um valor de CUM de 10 litros de argamassa por m<sup>2</sup> represente o teoricamente necessário ( $CUM_{Teórico}$ ); um CUM real de 15 litros por m<sup>2</sup> ( $CUM_{Real}$ ) seria considerado representativo da existência de uma perda de 5 litros por m<sup>2</sup> ou, expressando-se de uma maneira percentual, de 50% de perdas. Muitos dos indicadores usados no Brasil para expressar as perdas de materiais têm sido definidos pela seguinte equação:

$$Perdas(\%) = \left[ \frac{QMR - QMT}{QMT} \right] \times 100 \quad (\text{eq. 1})$$

onde:

$QMR$  = quantidade de material realmente utilizada;  $QMT$  = quantidade de material teoricamente necessária.

É possível apontar um conjunto de diferenças quanto ao uso de indicadores de consumo unitário ou de perdas para análise da eficiência no uso dos materiais, tais como:

- os indicadores de perdas apresentam, de uma maneira mais explícita, a falta de eficiência no processo de produção, mas não indicam a eficiência do projeto enquanto gerador de consumo teoricamente necessário;
- o indicador de  $CUM_{Real}$  indica, conjuntamente, o efeito do projeto e da produção;
- os indicadores de perdas são mais facilmente inteligíveis no linguajar menos técnico;

- o indicador de CUM é o número que mais interessa aos cálculos de custo;
- a definição do indicador perdas demanda uma prévia definição de situação de referência considerada representativa de perda nula; dentre outros.

Embora esta discussão seja bastante importante, cabe ressaltar que se pode correlacionar matematicamente ambos indicadores, como mostrado na expressão a seguir:

$$CUM_{Real} = CUM_{Teórico} \times \left(1 + \frac{Perdas(\%)}{100}\right) \quad (\text{eq. 2})$$

onde:

$CUM_{Real}$  = consumo real de material;  $CUM_{Teórico}$  = consumo teoricamente necessário, com base em projetos;  $Perdas (\%)$  = percentual de perdas do material

No caso do concreto para estruturas, o indicador de perdas é normalmente o mais utilizado para discussão da eficiência no uso do material. Justifica-se tal postura pelo fato de o referencial de perda nula, no caso da estrutura de concreto, ser bastante óbvio. Considera-se o volume da estrutura de concreto medido no projeto (e debitado dos embutimentos nela existentes) como sendo a referência de perda nula; quaisquer quantidades adicionais de concreto representam perdas. Assim é que, se ao executar-se um bloco de 1m x 1m x 1m tiver-se de adquirir 1,1 m<sup>3</sup> de concreto, ter-se-á 10% de perdas. A mesma informação poderia ser dada através do CUM que seria, no caso de 1,1 m<sup>3</sup> de concreto por m<sup>3</sup> de estrutura executada; mas tal forma de expressão não parece muito popular.

Na medida em que se vai usar o indicador de perdas no estudo do concreto armado, cabe lembrar (vide ANDRADE, 1999) que as perdas podem assumir diferentes naturezas: incorporada, entulho e furto. Vários trabalhos têm mostrado que as perdas por incorporação desnecessária são as mais relevantes, de um modo geral, para o concreto usado nas estruturas. E é bastante comum (e esta será a postura deste trabalho) mensurar as perdas sem distinção da natureza, isto é, quando se falar em um certo valor de perdas, este estará embutindo incorporação, geração de resíduos e eventual furto.

### 1.3 O uso de indicadores de perdas na gestão do consumo de materiais

Os indicadores de perdas, mais que mensuradores da eficiência de um processo, deveriam servir como sistema de informações para subsidiar a tomada de decisões. Os autores têm usado tais indicadores para subsidiar decisões relativas a orçamentos, controle de consumo, escolha tecnológica, organização do trabalho, avaliação de impactos ambientais etc.

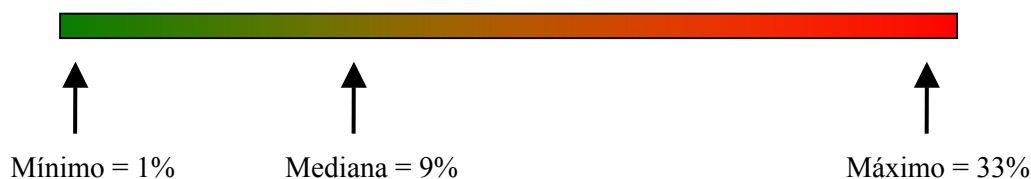
De uma maneira geral, o uso da perda média tem sido uma prática comum em Construção. Por exemplo, manuais de orçamentação costumam onerar as quantidades teoricamente necessárias para execução da estrutura de concreto com um certo valor único de perda. Por exemplo, a composição unitária extraída do manual TCPO 2000 usa um valor de perda de 2%, considerado médio para o mercado. Alguns trabalhos destes autores (SOUZA; PALIARI, 2005) têm mostrado os riscos, numa atividade de eficiências muito variáveis (ver Tabela 2, que indica a faixa de valores de perdas de concreto encontrados em estudo recente, onde o valor máximo é 3,7 vezes o valor mínimo detectado), de se adotar um número único (no caso, a média) para representar cada obra a ser executada.

**Tabela 2 – Perdas de concreto, na produção de *radiers* (SOUZA; PALIARI, 2005)**

| Grupo de <i>radiers</i> concretados | Perdas (%) | Grupo de <i>radiers</i> concretados | Perdas (%) |
|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|------------|
| 1                                   | 23,2       | 3                                   | 11,5       |
| 2                                   | 14,0       | 4                                   | 6,3        |

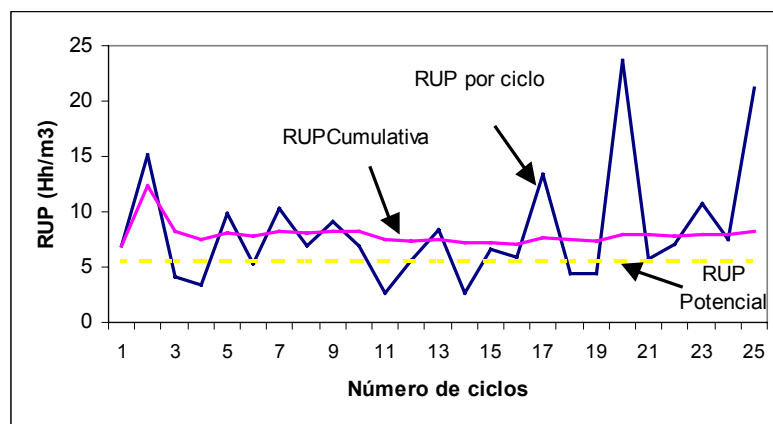
Uma postura que, acreditam os autores, proporciona maior confiabilidade ao gestor na análise das informações que o ajudarão a tomar decisões, é a apresentação da faixa de valores de perdas (Figura 3), mostrando-se os valores máximo e mínimo, e tendo por valor central não a média e sim a mediana dos valores de perdas (número estatisticamente mais estável num contexto de grandes anormalidades).

Tal tipo de representação mostrou-se, na opinião dos autores, bastante interessante. No entanto, o desafio de subsidiar mais fortemente a gestão do consumo, surgido na experiência recente de atuação na pesquisa GESCONMAT, tem induzido a busca de apresentação das informações de perdas de maneira ainda mais apropriada para subsidiar a busca de redução contínua da mesma. Dentro deste contexto, está-se tentando adaptar uma postura utilizada na análise da produtividade da mão-de-obra para uso quanto às perdas de materiais.



**Figura 3 - Faixa de valores de perdas de concreto obtida em estudos anteriormente realizados pelos autores (SOUZA, 2001)**

No caso da produtividade da mão-de-obra [ver SOUZA (1996) para maiores informações], adotando-se a razão unitária de produção ( $RUP = Hh/QS$ ) para sua mensuração, que relaciona os homens-hora ( $Hh$ ) despendidos para se realizar uma certa quantidade de serviço ( $QS$ ), define-se a produtividade potencial como sendo aquela relativa aos valores de eficiência considerados bons, mas factíveis. Define-se a produtividade cumulativa como aquele fruto da composição de dias bons com aqueles não tão bons que representam todo o período de tempo de execução de um serviço. A Figura 4 ilustra valores de RUP cíclica, cumulativa e potencial para o caso da execução de uma estrutura de concreto armado.



**Figura 4 - Produtividades diária, cumulativa e potencial para a execução do serviço de concretagem**

## 2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar os indicadores de perdas potencial e cumulativa como aprimoradores de sistema de informações que subsidie decisões quanto à eficiência no uso dos

materiais. Para tanto se passa inicialmente por uma definição de tais indicadores e, posteriormente, por seu levantamento e processamento em um conjunto de estudos de casos realizados com empresas de construção de edifícios para o concreto usado na execução das estruturas.

### 3 METODOLOGIA

O trabalho demandou uma abordagem teórica inicial, na definição dos indicadores de perdas potencial e cumulativa (que será mostrada no item 3.1). Posteriormente, a realização de um conjunto de estudos de caso (citados no item 3.2) permitiu o levantamento destes indicadores em casos reais de execução de estruturas de concreto.

#### 3.1 Indicadores de perdas: potencial e cumulativa

Define-se perda de concreto por concretagem como sendo aquela relativa ao uso do material na confecção de uma porção definida da obra, como, por exemplo, um andar-tipo ou uma parte da periferia. A equação de tal perda seria:

$$Perda_i(\%) = \left[ \frac{QMR_i}{QMT_i} - 1 \right] \times 100 \quad (\text{eq. 3})$$

onde o índice “i” refere-se ao número de concretagens ou ciclos.

Considera-se que cada concretagem pode ter, por diversas razões, uma perda maior ou menor. Tais razões podem estar associadas a fatores ligados ao conteúdo do trabalho (por exemplo, lajes mais espessas normalmente apresentam perda percentual menor que lajes menos espessas) e ao contexto em que o mesmo acontece (concretagens com bomba em geral levam a perdas maiores que com grua e caçambas) e à ocorrência de anormalidades (como, por exemplo, a quebra do elevador que transporta concreto para o andar sendo executado). A Tabela 3 ilustra a variação de valores sucessivos de perdas detectados em uma obra.

**Tabela 3 – Perdas de concreto – OBRA SP04086**

| Ciclo de coleta | QMR (m³) | QMT (m³) | Perda por Ciclo (%) | Ciclo de coleta | QMR (m³) | QMT (m³) | Perda por Ciclo (%) |
|-----------------|----------|----------|---------------------|-----------------|----------|----------|---------------------|
| 1               | 67,00    | 54,37    | 23,2                | 6               | 52,70    | 51,10    | 3,1                 |
| 2               | 62,00    | 54,37    | 14,0                | 7               | 51,70    | 51,10    | 1,2                 |
| 3               | 56,00    | 50,22    | 11,5                | 8               | 48,83    | 46,96    | 4,0                 |
| 4               | 53,00    | 49,85    | 6,3                 | 9               | 41,20    | 39,24    | 5,0                 |
| 5               | 52,83    | 51,10    | 3,4                 | 10              | 40,81    | 39,24    | 4,0                 |

Perda cumulativa seria aquela representativa da eficiência acumulada ao longo de sucessivas concretagens. Matematicamente tem-se:

$$Perda_{Cumulativa}(\%) = \left[ \frac{\sum QMR}{\sum QMT} - 1 \right] \times 100 \quad (\text{eq. 4})$$

Perda potencial seria aquela representativa de um valor baixo, mas factível, de perdas por concretagem. Matematicamente a perda potencial é calculada como sendo o valor mediano dos valores de perdas por concretagem menores que o valor cumulativo das perdas. No caso dos valores de perdas mostrados anteriormente na Tabela 3, a perda cumulativa seria de 7,9% e a potencial de 4,0%.

### 3.2 Estudos de caso

No âmbito da pesquisa denominada Gestão do Consumo de materiais nos canteiros de obras foi possível realizar, com o apoio de um conjunto de construtoras ligadas ao SINDUSCON-SP, o estudo (e a intervenção visando melhorar a eficiência no seu uso) das perdas de diversos materiais. No caso do concreto para a execução de estruturas, a Tabela 4 ilustra algumas características das obras (e do conjunto total estudado).

Para cada concretagem a perda de concreto era apropriada com base na equação 3 anteriormente mostrada. Aconteceram três reuniões com os gestores das obras sendo estudadas para apresentação e discussão dos valores detectados. Ao final do trabalho, o conjunto de valores foi apresentado e discutido com todos os envolvidos visando à elaboração de diretrizes para a redução contínua das perdas de materiais nos canteiros.

**Tabela 4 – Características das obras estudadas no âmbito da Pesquisa GESCONMAT**

| Obra    | Tipologia da estrutura   | Nº de concretagens / m³ de concreto acompanhado | Parte da estrutura concretada  | Tipo de molde                      | Equipamento de transporte                                   |
|---------|--|---|--|------------------------------------|---|
| SP04074 | Estrutura reticulada de concreto armado  | 25 / 965,0                                      | Superestrutura (Pilares, vigas, lajes e escadas do pavimento-tipo e ático) | Mad.compensada plastificada        | Bomba (vigas e lajes); elevador de cargas/jericas (pilares) |
| SP04077 | Alvenaria estrutural com laje pré-fabricada, capa de concreto moldada <i>in loco</i> | 12 / 318,5                                      | Superestrutura (lajes do pavimento-tipo)                                   | Laje pré-fabricada                 | Elevador de cargas/jericas                                  |
| SP04081 | Estrutura reticulada de concreto   | 27 / 1206,1                                     | Infra-estrutura (Blocos, sapatas e cortinas)                               | Mad. compensada plastificada, solo | Bomba   |
|         |  |   | Superestrutura (subsolo, térreo e pavimento-tipo)                          | Mad. compensada plastificada       | Bomba   |
| SP04083 | Estrutura reticulada de concreto   | 9 / 537,1                                       | Superestrutura (Pilares, vigas, lajes e escada do pavimento-tipo)          | Mad. compensada plastificada       | Bomba   |
| SP04086 | Alvenaria estrutural, laje maciça moldada <i>in loco</i> (casas assobradadas)        | 10 / 526,1                                      | Infra-estrutura ( <i>Radiers</i> )   | Solo                               | Jerica  |
|         |  |   | Superestrutura (lajes)   | Mad. compensada plastificada       | Jerica  |
| SP04087 | Estrutura reticulada de concreto   | 30 / 1488,2                                     | Superestrutura (Pilares, vigas, lajes e escadas do pavimento-tipo)         | Mad. compensada plastificada       | Bomba   |
| SP04088 | Estrutura reticulada de concreto   | 20 / 943,9                                      | Superestrutura (Pilares, vigas, lajes e escadas do pavimento-tipo)         | Mad. compensada plastificada       | Bomba   |

## 4 RESULTADOS E ANÁLISE

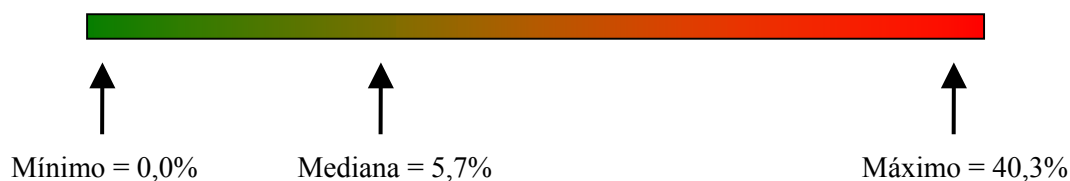
### 4.1 Apresentação dos resultados obtidos

Apresentam-se, a seguir, os resultados obtidos, partindo-se de uma postura mais agregada e mais parecida com a idéia ainda bastante usada de usar um número médio de mercado para ajudar nas decisões de todo este mercado, e chegando-se até a postura bem mais analítica e inovadora de expressar as perdas por obra (seus valores potencial e cumulativo). Na Tabela 5 são apresentados os valores médios e medianos das perdas detectadas para o conjunto de obras.

Na Figura 5 ilustra-se a faixa geral de perdas detectada, mostrando os valores mínimo, mediano e máximo de todo o conjunto de concretagens acompanhadas, enquanto que na Tabela 6 são apresentados estes valores separadamente por obra, aumentando a percepção das diferenças de desempenho vigentes.

**Tabela 5 – Valores médios e medianos das perdas de concreto usinado obtidos no âmbito da Pesquisa GESCONMAT**

| Obra    | Perda Média (%) | Perda Mediana (%) |
|---------|-----------------|-------------------|
| SP04074 | 8,3             | 7,0               |
| SP04077 | 5,5             | 6,0               |
| SP04081 | 11,7            | 10,6              |
| SP04083 | 4,8             | 4,1               |
| SP04086 | 7,6             | 4,5               |
| SP04087 | 6,7             | 5,5               |
| SP04088 | 5,3             | 5,7               |
| GERAL   | 7,1             | 5,7               |



**Figura 5 - Faixa de valores de perdas de concreto usinado obtida no âmbito da Pesquisa GESCONMAT**

**Tabela 6 – Valores mínimo, mediano e máximo das perdas de concreto usinado obtidos no âmbito da Pesquisa GESCONMAT**

| Obra    | Mínimo (%) | Mediana (%) | Máximo (%) |
|---------|------------|-------------|------------|
| SP04074 | 2,6        | 7,0         | 23,6       |
| SP04077 | 3,0        | 6,0         | 6,9        |
| SP04081 | 2,4        | 10,6        | 40,3       |
| SP04083 | 1,4        | 4,1         | 10,6       |
| SP04086 | 1,2        | 4,5         | 23,2       |
| SP04087 | 2,6        | 5,5         | 15,7       |
| SP04088 | 0,0        | 5,7         | 6,8        |

Finalmente, na Tabela 7 são apresentados os valores das perdas potencial e cumulativa para as várias obras estudadas.

**Tabela 7 – Valores de perdas cumulativa e potencial - concreto usinado obtidos no âmbito da Pesquisa GESCONMAT**

| Obra    | Perda Cumulativa (%) | Perda Potencial (%) | Perda Cumulativa – Perda Potencial (%) |
|---------|----------------------|---------------------|--|
| SP04074 | 8,2                  | 5,7                 | 2,5                                    |
| SP04077 | 5,5                  | 4,0                 | 1,5                                    |
| SP04081 | 10,2                 | 4,0                 | 6,2                                    |
| SP04083 | 3,0                  | 1,8                 | 1,2                                    |
| SP04086 | 7,9                  | 4,0                 | 3,9                                    |
| SP04087 | 6,4                  | 4,5                 | 1,9                                    |
| SP04088 | 5,3                  | 1,7                 | 3,6                                    |



## 4.2 Análise dos resultados

Uma análise do conjunto de valores de perdas de concreto apresentado permite dizer que as perdas detectadas continuam ainda elevadas: o valor médio global de 7,1 é um valor em relação ao qual cabem críticas. Os valores mais elevados são extremamente preocupantes (por exemplo, perdas de 40,3% podem ser consideradas totalmente inaceitáveis), mas os valores mínimos (e encontraram-se, por algumas vezes, valores menores que 2% e de até valor de perda nula) são bastante elogiáveis.

Percebe-se uma variação muito grande de perdas, sejam no que diz respeito ao conjunto global de valores quanto à observação de cada uma das obras. Aparecem também variações de uma obra para a outra (muito embora sejam todas as obras estudadas executadas por empresas consideradas das melhores atuantes na região de São Paulo).

Ao mesmo tempo, nota-se que os valores de perdas encontrados são bem menores que os anteriormente encontrados na pesquisa FINEP, realizada há alguns anos, com a participação dos autores. Nesta pesquisa, encontrou-se uma mediana de perdas de 9,0% (AGOPYAN *et al.*, 1998). Assim, supõe-se que a implementação da gestão do consumo baseada nos indicadores foi positiva e os resultados apresentados atestam isto.

No que se refere ao uso dos indicadores potencial e cumulativo, os autores acreditam que possam ser bastante úteis na gestão do consumo de materiais na medida em que, por exemplo:

- definem matematicamente um patamar de perdas considerado bom para a situação vigente (a perda potencial, como definida, estabelece um nível de perdas ao mesmo tempo ousado mas possível de ser alcançado);
- o valor cumulativo é o mais apropriado para uso em orçamentos, já que representa (muito mais que o valor médio ou mediano) o desempenho cumulativo no serviço, representando a conjugação dos momentos de melhor e pior eficiência;

Finalmente, a diferença percentual entre o valor potencial e cumulativo (vide Tabela 7) é considerada, por estes autores, um bom mensurador do desempenho no uso dos materiais pela empresa na medida em que estes valores se tornam mais independentes da maior ou menor dificuldade de cada obra. A diferença percentual mostra, assim, a ineficiência com base no potencial possível de ser alcançado naquela obra.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora não se tenha usado ainda intensivamente os indicadores de perdas potencial e cumulativo (no GESCONMAT, até o momento, os indicadores formalmente adotados foram os valores mínimo, máximo e mediano), nas vezes em que a idéia destes indicadores foi apresentada aos gestores envolvidos na pesquisa, a opinião deles foi bastante favorável.

Os autores acreditam que esta seja a postura a ser adotada futuramente (certamente reconhecendo que outras posturas podem ser vantajosas em algumas situações), não somente para o concreto, mas também para outros materiais. Ela é coerente com a linguagem de produtividade e em algumas aplicações, como na criação de ferramentas de gestão, tem se mostrado bastante interessante.

O mesmo tipo de abordagem pode ser dado ao consumo unitário, definindo-se, analogamente ao que foi feito para as perdas, ou seja, ter-se o consumo unitário potencial e o cumulativo.

Os autores terão ainda oportunidade de avançar na experimentação desta nova família de indicadores ao longo da pesquisa GESCONMAT e em outros trabalhos de pesquisa correlatos.

## 6 REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**: relatório final. (Pesquisa Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras). São Paulo: EPUSP/PCC, 1998. v.1 a v.5.
- ANDRADE, A.C. **Método para quantificação das perdas de materiais em obras de construção de edifícios**: superestrutura e alvenaria. São Paulo, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ENSHASSI, A. Materials control and waste on building sites. **Building Research and Information**, v.24, n.1, p.31-4, Jan. 1996.
- 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. /Datilografado/
- SKOYLES, E.R. Materials wastage – a misuse of resources. **Building Research and Practice**, CP 67/76, Oct. 1976.
- SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle**. 1993. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.
- SOUZA, U. E. L. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de fôrmas para estrutura de concreto armado**. São Paulo, 1996. 280p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- SOUZA, U. E. L. **Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos**. São Paulo, 2001. 280p. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- SOUZA, U.E.L. **Como Reduzir Perdas nos Canteiros**: Manual de Gestão do Consumo de Materiais na Construção Civil. São Paulo: Editora Pini, 2005.
- SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J.C. Brazilian Program to Reduce on Site Material Waste. In: Joint CIB International Symposium, 11 th, Helsinki, 2005. **Anais**. Helsinki, 2005. **Anais** em CD-ROM.
- SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; AGOPYAN, V.; ANDRADE, A.C. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 4, n. 4, p.33-46, out./dez., 2004.
- SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; PESSARELO, R.G. Redução de perdas: *radier*. **Construção Mercado**. São Paulo, v.45, p.22-23, abr., 2005.
- TCPO 2000: Tabelas de composições de preço para orçamento. 11ed. São Paulo. PINI, 2000.
- TCPO 2003: Tabelas de composições de preço para orçamento. 12ed. São Paulo. PINI, 2003.

## 7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FINEP – Programa Habitar pelo apoio que está sendo dado para o desenvolvimento desta pesquisa; ao SINDUSCON-SP pelo aporte de recursos complementares para a condução dos trabalhos e apoio institucional; e às empresas construtoras pela abertura de seus canteiros de obras.