

2.1 Considerações iniciais

Conforme ressaltado anteriormente, o estudo dos trabalhos sobre o assunto foi de fundamental importância para a elaboração da presente metodologia. Nesse sentido, alguns pontos em comuns no que diz respeito às conclusões dos trabalhos merecem destaque:

- os índices levantados se mostraram superiores do que os comumente apresentados em manuais de orçamentação, salvo-se em alguns casos;
 - detectou-se uma grande variabilidade entre os índices levantados, seja entre diferentes materiais numa mesma obra ou seja entre mesmos materiais quando comparados em obras diferentes, para aquelas pesquisas onde se estudou mais de uma obra;
 - esta variabilidade indica um grande potencial de redução destes índices a patamares aceitáveis;
 - a ocorrência das perdas de materiais não se deve a um único fator, e sim da combinação de vários fatores;
 - muitas das ocorrências de perdas de materiais poderiam ser evitadas através de adoção de soluções simples.
- Além destes pontos em comum, que alavancaram uma discussão junto ao setor produtivo e acadêmico no país, alguns pontos particulares em relação a cada trabalho merecem destaques, considerando evidentemente, o contexto em que cada trabalho foi desenvolvido, principalmente no que se refere aos objetivos de cada um. Entre estes pontos positivos, destacam-se:
- SKOYLES; SKOYLES (1976, 1978, 1987): são destes autores a primeira proposta de classificação das perdas de materiais nos canteiros de obras, além de serem os primeiros a descreverem uma metodologia, ainda que pouco detalhada, sobre a obtenção dos índices de perdas;
 - PINTO (1989): o pioneirismo sobre o assunto no país configura-se na principal contribuição deste trabalho, levantando a questão das perdas de materiais junto ao setor produtivo e a comunidade acadêmica, proporcionando outras pesquisas ao longo dos anos subsequentes;
 - SOIBELMAN (1993): como méritos, destacam-se estudo de um número maior de canteiros de obras em relação ao trabalho anteriormente realizado no país, além da detecção das perdas de materiais ao longo da execução da edificação,

proporcionando uma análise mais pormenorizada dos resultados obtidos;

- HONG KONG POLYTECHNIC (1993): este procurou estimar de forma abrangente o entulho de construção, estudando um conjunto considerável de obras, motivado pela necessidade da redução desta parcela face a escassez de locais para a deposição deste entulho.
- PICCHI (1993): apesar de não ser o foco principal de seu trabalho, destaca-se a obtenção de índices de entulho;
- SANTOS (1995): da mesma forma que PICCHI, seu estudo estava focado em outra questão, sendo a de material apenas um complemento, porém, seu trabalho veio a contribuir para o aumento de índices sobre perdas de materiais nos canteiros de obras;
- LIRA (1997): este autor avaliou de forma qualitativa a ocorrência de perdas de materiais/ componentes no serviço de alvenaria.

Além destas contribuições particulares, pode-se perceber ao longo do desenvolvimento destes trabalhos, a consolidação de uma idéia em comum para a quantificação das perdas de materiais: *a comparação entre a quantidade de material adquirido e a quantidade de material teoricamente necessária para a execução dos serviços durante o período em análise.*

No entanto, em tais trabalhos verificou-se maior ênfase na apresentação dos resultados e das análises relativas os mesmos em detrimento ao detalhamento da metodologia tanto de coleta quanto de análise dos resultados.

Apesar de abordarem as idéias e os caminhos a serem trilhados para a obtenção dos índices, não se constatou em nenhum destes trabalhos um detalhamento deste caminhos além de não abordarem uma série de questões.

Neste sentido, pode-se enumerar algumas destas questões não abordadas, consideradas de extrema importância para o desenvolvimento da proposta de metodologia:

(a) procedimentos específicos de coleta, processamento e análise dos resultados: para a obtenção dos índices de perdas, há a necessidade de se levantar uma série de informações, como por exemplo, a quantidade de material estocada, a quantidade de material entregue num determinado período e a quantidade de serviço executado neste período; para cada uma destas informações, como forma de se garantir a padronização da coleta, os procedimentos contendo critérios de medição se torna um aspecto indispensável¹;

(b) necessidade de desmembrar a metodologia em perdas físicas e

¹ Note-se que, alguns autores descrevem tais procedimentos; SKOYLES (1978) os apresenta para o caso da medição dos estoques de areia e blocos presentes em pilhas irregulares.

- financeiras: embora em última instância a perda financeira possa assumir uma condição preponderante sobre a física, verifica-se a necessidade de se proceder a coleta de dados focando as perdas físicas, que posteriormente, podem ser transformadas em financeiras, abrangendo inclusive, outros custos além da própria perda de material, como por exemplo, o custo do transporte do entulho;
- (c) visão analítica para a determinação do referencial teórico: há a necessidade de se explicitar melhor as variáveis envolvidas na definição do referencial teórico (*QS*, *CM/QS* e *CMB/MQ*);
- (d) flexibilização para a adoção do referencial teórico: a definição do ponto a partir do qual todo o consumo de material excedente é considerado como sendo perda é de suma importância, e deve estar explicitamente contemplado na metodologia; ao invés de se definir um referencial fixo, deve-se elaborar uma rotina que possibilite a adoção das especificações da própria empresa (Exemplo: traços de argamassa, espessura de revestimentos entre outros);
- (e) ênfase em indicadores de consumos: face à flexibilidade proposta no item anterior, em se tratando do estudo dos materiais básicos, há a necessidade de se explicitar os resultados também em termos de consumo por unidade de serviço, pois nem sempre o caso que apresentar maior índice de perda corresponderá necessariamente ao maior consumo de material por unidade de serviço;
- (f) estruturação dos indicadores de perdas: nestes trabalhos, notou-se a ênfase dada aos indicadores que representam as perdas de materiais na obra como um todo; há porém, a necessidade de se realizar um fracionamento destes indicadores globais em indicadores mais específicos, que representem as perdas de materiais em determinadas etapas (ou conjunto de etapas) nas quais o material percorre até a sua aplicação final, possibilitando a identificação das etapas onde a parcela de perda é mais significativa;
- (g) ênfase em indicadores de perdas e/ou consumos por serviço: embora a detecção de índices de perdas na obra como um todo seja de grande importância, para efeito de comparação entre resultados, torna-se necessário a obtenção de índices mais específicos, e no caso, em se tratando de indicadores globais, estes índices deverão ser obtidos para cada serviço onde o material for utilizado;
- (h) estudos pós-estocagem: aplica-se ao caso dos materiais básicos, especificamente ao cimento e a cal, que são utilizados em diversos serviços simultaneamente; deve-se prever procedimentos que possibilite a obtenção de indicadores de perdas para estes materiais

- (i) caracterização dos serviços nos quais os materiais são utilizados: face a grande variabilidade dos índices levantados nas pesquisas anteriores, torna-se indispensável caracterizar os serviços nos quais o material estará sendo estudado; esta caracterização tem por finalidade delinear possíveis fatores que estejam contribuindo para a ocorrência das perdas;
- (j) caracterização dos materiais: além de se levar em consideração às características dos serviços, deve-se considerar também as especificações dos materiais estudados, possibilitando assim, possíveis correlações entre os índices detectados e essas especificações.

Considera-se de extrema importância a consideração destas questões, principalmente no que diz respeito à padronização da coleta, processamento e análise dos resultados, ressaltando que estas questões deverão ser abordadas também para os materiais e serviços não contemplados até então nas pesquisas anteriormente realizadas.

2.2 As perdas na construção civil

Dependendo do enfoque dado e dos objetivos a serem alcançados, o conceito de perda assume dimensões diferentes. Neste contexto, várias são as definições de perdas apresentadas por diversos autores, sendo que em todos eles, prevalece a convergência para

um ponto em comum: *o uso não otimizado dos recursos na execução da edificação.*

2.2.1 Conceito amplo

Na produção de um bem ou na prestação de serviços comparecem vários recursos como a mão-de-obra, materiais e equipamentos, que resultam em um custo. A otimização quanto à utilização dos mesmos, visando a redução dos custos, é desejável, principalmente em se tratando de um mercado globalizado e de competição acirrada, seja para a sobrevivência da empresa (competição por melhor preço de venda) seja para o aumento da lucratividade na atividade desenvolvida.

Neste sentido, a eliminação ou redução destes custos advindos do consumo dos recursos, sem perda de qualidade do produto oferecido ou do serviço prestado, torna-se necessária e, para isto, há que se identificar os pontos falhos dos processos envolvidos.

Uma das formas de reduzir tais custos consiste na redução ou eliminação das perdas destes processos. Sendo assim, as perdas podem ser definidas como sendo "todo o recurso que se gasta para executar um produto sem agregar valor aos mesmos, ou seja, tudo que se gasta além do estritamente necessário" (FREITAS, 1995).

Embora este conceito seja aplicável em todas as etapas de concepção de um empreendimento, no que diz respeito à etapa de execução, especificamente com relação

aos recursos utilizados no canteiro de obras, SANTOS et al (1996) definem perdas como sendo “qualquer ineficiência que reflita no uso dos materiais, mão-de-obra e equipamentos em quantidades superiores àquelas necessárias para a produção da edificação”, englobando além dos materiais, todas as tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor.

No entanto, além da idéia de agregação de valor ao produto sem aumentar os custos, um outro aspecto importante está relacionado ao conceito de perdas: a definição da situação de referência a partir da qual se considera o recurso excedente (material, mão-de-obra, equipamento, tempo e capital) como sendo perdas.

PICCHI (1995) se mostra coerente com o raciocínio ao definir desperdício² como sendo “tudo aquilo que é despendido além do que seria necessário em uma situação ideal”.

A idéia de perda pode extrapolar até mesmo a realidade, segundo a definição da CONWAY QUALITY (1998), que caracteriza o desperdício como sendo “a diferença entre a forma como as coisas são feitas agora e a forma como elas poderiam ser feitas, se tudo fosse perfeito – nenhum erro, preocupação, problemas ou complexidades”.

Ao se discutir a conceituação de perdas, não se pode deixar de relacioná-la à qualidade. Dentre os vários conceitos existentes, insere-se o de “atender com economia” e “maximização do valor do produto”.

Neste sentido, SUZAKI (1987) *apud* SOUZA et al (1995) define desperdício como sendo “tudo o que impeça de alcançar o máximo de qualidade, o mínimo de preço e uma rápida entrega aos clientes”.

Voltando a linha de raciocínio para o âmbito da produção da edificação no canteiro de obras, a questão das perdas passou a ser tratada recentemente sob a luz de um novo modelo de organização do trabalho e gestão operacional preconizado por KOSKELA (1992) baseado em experiências desenvolvidas em outras indústrias, especialmente a indústria de manufatura, denominado “*Lean Construction*”, traduzido para o português como “Construção sem Perdas”.

Para este autor, além de concentrar os esforços nas atividades de conversão, deve-se atentar também para aquelas atividades auxiliares à produção, definidas como atividades de fluxo.

Entendendo-se a produção como sendo um fluxo de materiais e/ou informações desde a matéria-prima até o produto final, sendo que neste fluxo os materiais são processados, inspecionados, movimentados ou estão em espera, pode-se identificar dois tipos de atividades relacionadas ao mesmo:

² A distinção entre a conceituação de perdas e desperdício será feita no item 2.3.3. Para efeito de apresentação das considerações das citações dos autores, optou-se em manter o mesmo termo utilizado pelos mesmos, ainda que possa não estar em conformidade com a distinção feita no item supracitado.

- (a) atividades de conversão: consistem no processamento dos materiais em produtos acabados e intermediários e agregam valor aos mesmos;
- (b) atividades de fluxo: relacionam-se às tarefas de inspeção, movimento e espera dos materiais e não agregam valor ao produto.

Neste sentido, o conceito de perda está relacionado não somente a atividades de conversão e sim a atividade de fluxo, onde se procura reduzi-las ou até mesmo eliminá-las.

Em outras palavras, reduzindo-se as atividades de fluxo e otimizando as atividades de conversão consegue-se aumentar a produtividade da mão-de-obra, assim como reduzir a possibilidade de ocorrência de perdas de materiais, pois quanto menor as atividades de movimentação e manuseio dos mesmos, menor a possibilidade de ocorrência de perdas.

A título de exemplo, enquadram-se nesta conceituação os custos de transporte além do estritamente necessário, aumento da espessura das argamassas, revestimento de paredes para posterior colocação de forro falso de gesso, desde que a parede revestida seja encoberta pelo forro entre outros.

Ressalta-se que nem todas as atividades de conversão resultam em agregação de valor ao produto, como por exemplo, a necessidade de retrabalho (SANTOS *et al* 1996).

2.2.2 A classificação das perdas nos canteiros de obras segundo a sua natureza

Segundo SANTOS *et al* (1996) a redução das perdas passa pelo conhecimento de sua natureza, assim como da identificação das suas principais causas.

Associando os conceitos lançados por KOSKELA (1992) juntamente com os critérios adaptados do estudo de SHINGO (1981) e SKOYLES & SKOYLES (1987), os autores classificam as perdas na construção civil brasileira segundo a sua natureza em:

- (a) perdas por superprodução: perdas devidas à produção em quantidades superiores às necessárias (Exemplo: produção de argamassa em quantidade superior à necessária para execução do revestimento);
- (b) perdas por substituição: perda de capital devido à utilização de um material de características de desempenho superiores ao especificado (Exemplo: uso de concreto usinado com f_{ck} superior ao especificado);
- (c) perdas por espera: relacionadas com a sincronização e o nivelamento dos fluxos de materiais e as atividades dos trabalhadores, envolvendo perdas de mão-de-obra e equipamentos (Exemplo: paradas nos serviços originadas pela falta de disponibilidade de materiais ou equipamentos);

- (d) perdas por transporte: devido ao manuseio excessivo dos materiais e componentes em função da má programação das atividades ou de um arranjo físico ineficiente (Exemplo: tempo excessivo despendido em transporte de materiais devido a grandes distâncias entre o local de estocagem e o elevador de obras ou ainda, quebras de blocos em função de duplo manuseio ou equipamento de transporte inadequado;
- (e) perdas no processamento em si: tem origem na própria natureza das atividades do processo ou na execução inadequada dos mesmos (Exemplos: quebra de paredes já emboçadas para viabilizar a execução de instalações, quebra manual de blocos);
- (f) perdas nos estoques: existência de estoques excessivos em função de programação inadequada na entrega dos materiais ou erros na orçamentação, gerando tanto perdas de material quanto de capital; também decorrem da falta de cuidados no armazenamento dos materiais (Exemplo: mal acondicionamento dos sacos de cimento acarretando a sua hidratação);
- (g) perdas no movimento: estão relacionadas com a realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução de suas atividades e podem ser geradas por frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso, falta de estudo do arranjo físico do canteiro e do posto de trabalho, falta de equipamentos adequados (Exemplo: ausência de uma seqüência adequada de atividades devido à falta de programação);
- (h) perdas pela elaboração de produtos defeituosos: ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados, resultando retrabalhos e deficiência do desempenho do produto final; geralmente originam-se na ausência de integração entre projeto e a execução, das deficiências do planejamento e controle do processo produtivo (Exemplo: falhas na impermeabilização e pintura, descolamento de placas cerâmicas etc);
- (i) outras: roubo, vandalismo, acidentes etc.

2.2.3 Classificação das perdas segundo seu controle

Todo investimento ou ações voltadas para a redução das perdas de recursos tem como princípio básico a relação custo-benefício. É neste contexto que se insere a classificação das perdas segundo seu controle: perdas inevitáveis (ou perda natural) e evitáveis.

As perdas inevitáveis correspondem a um nível aceitável, onde os investimentos necessários para combatê-las são substancialmente maiores do que a economia gerada.

Para SKOYLES & SKOYLES (1987) este nível aceitável depende do custo da solução, e este depende, entre outros aspectos, do nível de organização ou desenvolvimento de ações de controle já pré-existentes.

Sendo assim, este nível varia de empresa para empresa e mesmo de obra para obra de uma mesma empresa, dependendo do patamar de desenvolvimento da mesma (SANTOS *et al* 1996).

Estes autores relacionam as perdas evitáveis àquelas em que os custos de ocorrência são substancialmente maiores que os custos de prevenção. Para SKOYLES; SKOYLES (1987), em muitos casos, o alto nível de perda envolve menores custos para preveni-las do que situações onde o nível de perda é consideravelmente baixo.

É neste contexto que se faz a distinção entre perdas e desperdício, sendo este último relacionado à parcela de perdas evitáveis (SOIBELMAN, 1993).

2.3 As perdas de materiais nos canteiros de obras

Após uma abordagem ampla da questão das perdas nos canteiros de obras, nos itens subseqüentes discorre-se sobre as perdas de materiais, onde apresenta-se as principais terminologias relacionadas às mesmas.

2.3 1 Conceito de perdas de materiais

As perdas de materiais constituem-se numa das parcelas de perdas existentes na construção de edifícios. Os trabalhos realizados com a intenção de avaliá-las partem da idéia de *comparar a quantidade de material adquirido com a quantidade de material efetivamente empregado no canteiro de obras de acordo com o projeto, num determinado período ou fase da construção*, sendo considerado perda a *diferença observada desta comparação*.

Nesta proposta de metodologia, o caminho para a detecção das perdas não poderia ser diferente. No entanto, de acordo com esta proposta, nota-se a necessidade de se ficar claro dois aspectos. O primeiro dele diz respeito à quantidade de material utilizada no canteiro de obras, denominada aqui de *consumo real*. PINTO (1989) utilizou documentos fiscais para efeito de contabilização de tais quantidades. Este procedimento no entanto, não garante que as quantidades de material observadas nestes documentos tenham realmente chegado no canteiro de obras, a não ser que na obra estudada houvesse a política de conferência dos mesmos. SOIBELMAN (1993) utilizou a quantidade de material pago para o estabelecimento dos índices de perdas, porém fazendo, na medida do possível, conferências no recebimento com a finalidade de identificar possíveis diferenças entre as quantidades pagas e recebidas no canteiro de obras.

Com o objetivo de se estabelecer índices de perdas e/ou consumos físicos de materiais nos canteiros de obras, estabelece-se então, para

feito do cálculo do consumo real, a *quantidade de material efetivamente recebida no canteiro de obras*.

O outro aspecto a destacar refere-se ao cálculo da quantidade de material teoricamente necessária para a execução dos serviços. Para o cálculo desta quantidade teórica, a qual denominamos *consumo de referência*, há que se definir valores para 3 variáveis a saber:

- quantidade de serviço (*QS*): quantidade de serviço a ser executado no período concernente à análise das perdas nos canteiros de obras;
- consumo de material/componente por unidade de serviço (*CM/QS*): corresponde, por exemplo, ao consumo de argamassa por área de emboço (m^3/m^2);
- consumo de material básico por material composto (*CMB/MC*): como o nome enfatiza, relaciona-se ao consumo de materiais básicos (cimento, cal, areia) por material composto (argamassa e concreto produzidos em obra);

Fazendo-se a multiplicação destes valores, chega-se o consumo de referência.

No entanto, nem todos os projetos relacionados ao uso dos materiais contemplam estas especificações; muitas vezes, trazem apenas as dimensões para o cálculo da quantidade de serviço.

Neste contexto, há que se definir critérios para o estabelecimento dos valores de referência, e estes critérios devem vir de encontro com os objetivos da proposta da metodologia de se estabelecer indicadores de perdas/consumos no âmbito apenas da etapa de execução, ou seja, decorrentes da ineficiência do uso dos materiais nos canteiros de obras.

Diante do exposto, pode-se definir o conceito de perdas adotado nesta proposta de metodologia:

Tendo por objetivo avaliar o uso dos materiais/componentes no âmbito do canteiro de obras, o indicador de perda física dos mesmos se refere a diferença percentual entre a quantidade recebida e a quantidade teoricamente prevista tomando-se como base o projeto "as built". Da mesma forma, o indicador de consumo de material/componente consiste na relação entre a quantidade recebida e a quantidade de serviço executado tomando-se como referência o projeto as built.

Ressalta-se que a perda de material está associada tanto às atividades de fluxo como de conversão. Quanto às atividades de fluxo, cita-se as perdas decorrentes do transporte de material realizado de forma ineficiente ou com equipamento inadequado (quebras de blocos, transbordo de argamassas entre outras). Com relação às atividades de conversão, o exemplo clássico consiste na argamassa que fica incorporada na forma de sobresspessura de argamassa de revestimento

ou, ainda, a argamassa que cai no chão e não é reaproveitada.

2.3.2 Classificação das perdas de materiais segundo sua natureza

É notório que grande parte dos materiais entregues nos canteiros de obras não chegam ao seu destino final ou, se chegam, são utilizados em quantidades superiores às especificadas ou teoricamente necessárias (SKOYLES; SKOYLES, 1987).

Estes sobreconsumos de materiais são considerados perdas que podem ocorrer no canteiro de obras de diversas formas ou intensidades. Como exemplo, cita-se blocos quebrados no local de armazenagem ou durante o transporte dos mesmos, sobras de concretos após a concretagem de peças estruturais ou, ainda, sobresspessura de revestimentos argamassados entre outros.

Da mesma forma, quantidades adicionais de materiais/componentes são necessárias para prover o retrabalho devido à negligência do construtor, vandalismo, ou ainda, em substituição de materiais por falta dos mesmos no canteiro de obras devido à falta de um controle efetivo.

Analisando a natureza da ocorrência destas perdas, SKOYLES; SLOYLES (1987) as classificam em *diretas* e *indiretas*. Segundo estes autores, a perda direta é gerada quando os materiais são danificados e não podem ser reaproveitados, podendo ocorrer em todas as

etapas do processo produtivo. As perdas diretas segundo estes autores, podem ser divididas em:

- perdas na entrega: são as perdas de materiais ocorridas durante o transporte dos materiais/componentes do fornecedor ou outro canteiro de obras para a o canteiro em estudo; envolvem também as perdas ocorridas durante o descarregamento dos mesmos;
- perdas no estoque e no transporte interno: ocorrem durante a estocagem dos materiais/componentes e durante o transporte interno dos mesmos;
- perdas no processamento intermediário: perdas decorrentes de cortes anti-econômicos de peças (por exemplo, corte não otimizado de barras de aço, gerando pontas que não são reaproveitadas);
- perda durante a aplicação final: materiais derrubados ou descartados durante a aplicação (Exemplo: sobras de corte de blocos cortados durante a elevação da alvenaria);
- Perdas por sobras: sobras de materiais e componentes após a aplicação dos mesmos (exemplo: latas de tintas deixadas abertas após o uso, impossibilitando o uso da sobra no dia seguinte);
- Perdas por ação criminosa: devidas a vandalismo.

Quanto às perdas indiretas, estas assumem um caráter mais financeiro, na medida em que englobam um material que ficou incorporado a um serviço durante a construção. São definidas pelos autores como sendo a diferença entre o custo do material que deveria ser utilizado e o custo do material efetivamente utilizado. Surgem principalmente de:

- substituição de materiais, quando são utilizados materiais de custo superior ao estipulado (Exemplo. concreto de f_{ck} 30 ao invés de f_{ck} 18);
- uso em excesso de quantidades permitidas ou estipuladas em contratos (uso de volume de argamassa de revestimento superior ao previsto, em função do aumento da espessura do revestimento);
- consequência das perdas físicas: custos decorrentes do atraso dos serviços em função da indisponibilidade de materiais/componentes devido ao desperdício do mesmos; custo de mão-de-obra para limpeza do ambiente devido a ocorrência de perda física de material.

2.3.3 As perdas físicas de materiais no canteiro de obras

Ainda que as perdas de materiais sejam traduzidas em última instância em perdas de capital, torna-se necessário desvincular as

perdas de capital das perdas físicas de materiais.

Neste sentido, vindo de encontro com os objetivos desta metodologia de pesquisa, propõe-se uma nova terminologia para a questão das perdas físicas dos materiais. Esta nova terminologia está relacionada com o fluxo dos materiais nos canteiros de obras e com o destino final dos mesmos.

Embora as perdas indiretas estejam associadas à perdas financeiras, existe também uma perda física de material na medida que o mesmo é utilizado em quantidades superiores à especificada. Neste sentido, SOIBELMAN (1993) associa a idéia de perda aparente e oculta. Para este autor, as perdas aparentes são caracterizadas pela geração de entulho enquanto que as de natureza oculta estão associadas aos materiais que ficam incorporados acima do previsto na edificação.

Sendo assim, partindo-se de um valor de referência (kg/m^2 , m^3/m^2 etc) pode-se identificar duas naturezas de perdas: uma parcela que fica incorporada no próprio local de aplicação, acima do valor de referência, traduzida pelo exemplo clássico de sobresspessura de revestimento argamassado, e outra parcela que não é aproveitada ou aplicada no local previsto, traduzida na sua forma de argamassa que cai no chão e não é reaproveitada, comumente denominada de entulho.

Quanto a esta última parcela, a mesma pode ter vários destinos: reciclada, utilizada em

outras tarefas da obra, como por exemplo aterro, ou ainda, ser retirada do canteiro de obras.

2.3.3.1 Parcela de material incorporada

Para a identificação da parcela de material que fica incorporada à edificação, parte-se inicialmente da análise do referencial teórico adotado, ou seja, dos valores adotados para as 3 variáveis necessárias para o cálculo do consumo de referência.

Através desta análise, pode-se identificar um consumo extra de material decorrente das variações destas três variáveis. As perdas de materiais que ficam incorporados na edificação podem, por exemplo, acontecer:

- *por alteração na quantidade de serviço (QS):* execução de área de revestimento interno maior do que a originalmente prevista devido ao desconhecimento por parte do executor do projeto original;
- *por alteração na quantidade de material por quantidade de serviço (CM/QS):* aumento no consumo de blocos por m² de alvenaria executada em função da redução das espessuras de juntas verticais e horizontais argamassadas; sobrespessura da laje de concreto armado devido à falta de planicidade das fôrmas etc;
- *por alteração na quantidade de material básico por material composto (CMB/MC):* erros de dosagem dos materiais básicos

na produção de argamassa para a execução do serviço de emboçamento das faces das paredes internas.

2.3.3.2 Parcela de material não incorporada: o entulho

Na fase de construção de uma edificação, o entulho é caracterizado pelas sobras dos materiais adquiridos e danificados ao longo do processo produtivo. Como exemplos, cita-se restos de argamassas produzidas e não utilizadas ao final do dia de trabalho, demolições de alvenarias, argamassas que caem no chão durante a sua aplicação e não são reaproveitadas, sobras de cortes de tubos, aços, eletrodutos entre outros.

Dentre os vários fatores que contribuem para a geração deste entulho, PINTO (1992) enumera alguns deles:

- insuficiência de definição em projetos (arquitetura, estrutura, fôrmas, instalações);
- ausência de qualidade dos materiais e componentes de construção ofertadas no mercado;
- ausência de procedimentos e mecanismos de controle de execução.

Se por um lado, a geração de entulho acarreta a perda de lucratividade para as empresas construtoras, por outro lado acarreta também gastos para o setor público, que por sua vez

tem que arcar com os custos de transporte e deposição dos mesmos.

Além destes custos, insere-se também os custos sociais, muitas vezes não mensuráveis, em função da deposição clandestina deste entulho nos logradouros públicos. Esta deposição clandestina, além de gerar uma "poluição visual", acarreta ainda (PINTO, 1992, SOUZA, 1997):

- possibilidades de desabamentos deste entulho lançado em encostas;
- obstrução de escoamento de cursos d'água, provocando inundações;
- geração de poeira;
- proliferação de vetores de doenças;
- destruição da camada fertilizante do solo, entre outros.

2.4 Identificando e mensurando as perdas de materiais

Feito o estabelecimento dos conceitos relativos às perdas de materiais pode-se partir para a identificação de onde tais perdas ocorrem no âmbito do canteiro de obras, assim, como, tal conhecimento permite estabelecer também as formas de medições possíveis. Estes aspectos serão abordados na sequência.

2.4.1 Fluxograma dos processos

As perdas de materiais podem ocorrer de diversas formas nos canteiros de obras. O entendimento e análise das mesmas passa, entre outros aspectos, pelo conhecimento da natureza das perdas físicas de materiais e, para isto, o fluxograma dos processos constitui-se numa ferramenta importante para esta análise (SOUZA, 1997).

Dentro do canteiro de obras, o material passa por diversas etapas até o seu destino final, ou seja, ele é recebido, estocado, processado e aplicado e entre cada etapa tem-se o transporte do mesmo. Neste sentido, entendendo como processos todas as etapas relacionadas ao fluxo do objeto do trabalho (no caso os materiais), a elaboração deste fluxograma consiste no levantamento de todas estas etapas de um serviço em estudo, além da representação do relacionamento entre elas (SOUZA, 1997).

"O fluxograma dos processos consiste na descrição gráfica de um método de trabalho. Nele, cada passo da produção é representado por símbolos que, combinados, formam o diagrama" (Figura 2.1) (OLIVEIRA, 1993 apud LIRA, 1997).

A tradução destes conceitos aplicado ao caso dos blocos/tijolos pode ser visto na Figura 2.2.

Figura 2.1- Símbolos utilizados na confecção do fluxograma dos processos

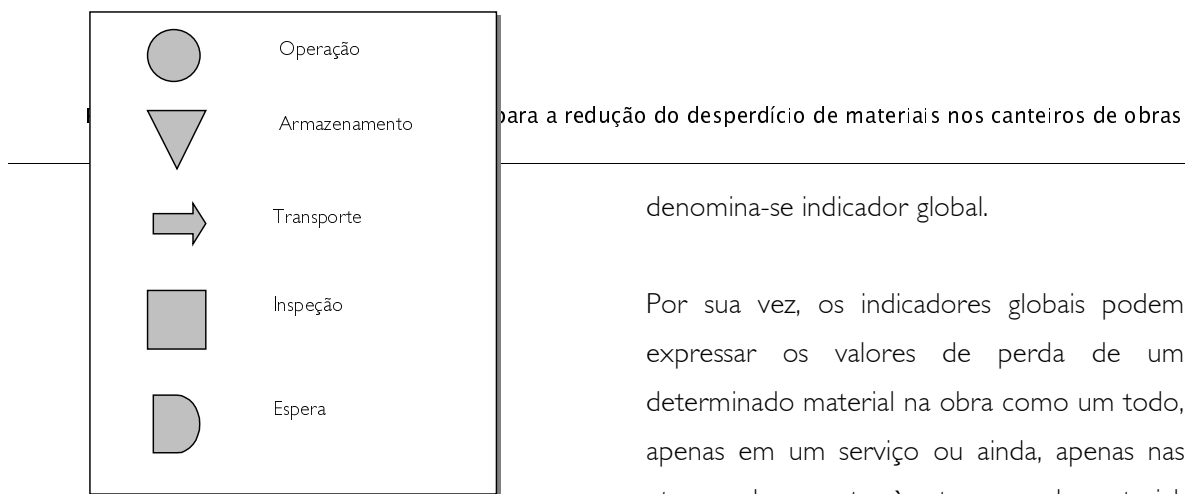


Figura 2.2- Exemplo de um fluxograma dos processos – blocos/tijolos

2.4.2 Indicadores de consumos e perdas de materiais/componentes

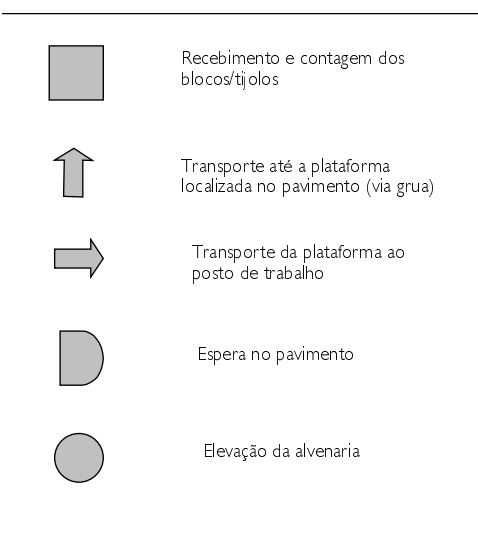
À expressão numérica dos consumos e perdas de materiais dá-se o nome de indicador. Os mesmos podem ser globais ou parciais, sendo que a “somatória” deste último poderá constituir o primeiro.

A classificação entre globais e parciais está relacionada ao grau de abrangência que os mesmos assumem no fluxograma dos processos. Neste sentido, define-se aqui, indicador parcial como sendo *a expressão dos valores de consumos e/ou perdas de materiais associada apenas a uma etapa do fluxograma dos processos. À expressão dos valores das perdas e/ou consumos associada a mais de uma etapa do fluxograma dos processos*

denomina-se indicador global.

Por sua vez, os indicadores globais podem expressar os valores de perda de um determinado material na obra como um todo, apenas em um serviço ou ainda, apenas nas etapas subsequentes à estocagem do material. Tal abrangência depende da complexidade do fluxograma dos processos no qual o material está inserido. Esta complexidade é função do tipo de material e ao número de serviços nos quais o mesmo é utilizado simultaneamente.

Neste contexto, os indicadores globais podem ser classificados em: indicador global de perda de material na obra, indicador global de consumo e perda de material por serviço, indicador global de consumo e perda de material por serviço pós-estocagem, indicador parcial de consumos de materiais. Para o melhor entendimento desta classificação, a mesma é ilustrada na Figura 2.3.



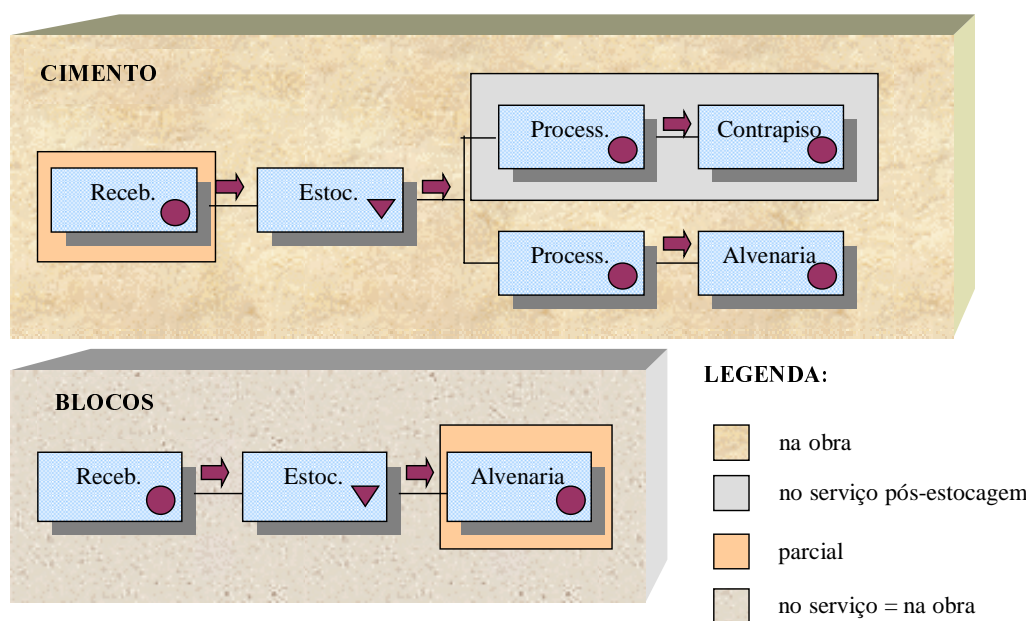


Figura 2.3 - Classificação dos indicadores de perdas/consumo de materiais através do fluxograma dos processos

(a) Indicador global de perda de material por obra

Conforme definido, o conceito de perda adotado na elaboração da metodologia consiste na diferença percentual entre a quantidade real de material utilizada em um ou em diversos *serviços* (*consumo real de material*) e a quantidade teoricamente necessária para a execução do(s) serviço(s) (*consumo de referência*) durante um certo período.

O consumo real pode ser entendido como sendo a quantidade de material efetivamente utilizada no canteiro de obras ou num serviço ou ainda num serviço pós-estocagem entre as datas VI e VF.

Por sua vez, o consumo de referência é determinado através da definição de 3 variáveis: QS (quantidade de serviço(s) executado(s) entre as datas VI e VF), CM/QS (consumo de material por quantidade (unidade) de serviço) e CMB/MC (consumo de material básico por material composto).

O indicador global de perda de material na obra consiste na expressão do valor do consumo ou perda do material considerando o uso do mesmo em todos os serviços executados durante o período de coleta. Exemplo: a perda do cimento utilizado na obra, considerando todos os serviços nos quais o mesmo foi utilizado. O indicador global de perda de material na obra é calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$I_{global, obra} = \left[\frac{consumo_{real}}{consumo_{referencia}} - 1 \right] \times 100$$

$$= \left[\frac{EST(VI) \pm REC(VI, VF) \pm TRANSF(VI, VF) - EST(VF)}{\sum_{j=1}^n QS_j \times \frac{CM}{QS} \times \frac{CMB}{MC} \times j} - 1 \right] \times 100$$

onde,

$Est(VI)$	= estoque de material na data VI
$Rec(VI, VF)$	= quantidade de material recebido entre as datas VI e VF
$Transf(VI, VF)$	= quantidade de material transferido (de/para outros canteiros, por exemplo) entre as datas VI e VF
$Est(VF)$	= estoque de material na data VF
$QS(VI, VF)$	= quantidade de serviço executado entre VI e VF (serviço onde se utilizou o material estudado)
$\frac{CM}{QS}$	= consumo de material por unidade (quantidade) de serviço
$\frac{CMB}{MC}$	= consumo de material básico por unidade de material composto
n	= número de serviços executados entre VI e VF

(b) Indicador global de consumo e perda de material por serviço

Consiste na expressão do valor da perda e/ou consumo de material num único serviço, abrangendo desde a etapa de recebimento até a aplicação final. Exemplo: perda e/ou consumo de blocos na alvenaria. Para o cálculo deste indicador utiliza-se a mesma fórmula anterior, porém, para um único serviço. Para o caso de se expressar os valores em termos de consumo de materiais, suprimem-se algumas variáveis do consumo de referência, conforme expressão a seguir:

$$I_{global, consumo} = \left[\frac{Est(VI) + Rec(VI, VF) \pm Transf(VI, VF) - Est(VF)}{QS(VI, VF)} - 1 \right] \times 100$$

(c) Indicador global consumo e perda de material por serviço pós-estocagem

De todos os indicadores globais, este é o mais específico, abrangendo somente as etapas subsequentes à estocagem do material analisado. Aplica-se principalmente aos materiais básicos, ou seja, aqueles utilizados para a produção de outro material, como é o caso do cimento, cal, e eventualmente, argamassa pré-misturada. Para a coleta deste indicador é necessário que se faça um controle de saída do material do estoque. Assim, consegue-se determinar as quantidades reais do material destinadas a cada serviço. Apesar da areia, saibro serem materiais básicos, o controle requerido não é tarefa fácil de ser realizada, principalmente pelo fato de o estoque destes materiais ficarem ao ar livre, com acesso de todos os funcionários. Para o cálculo deste indicador utiliza-se a seguinte expressão:

$$I_{global, obra} = \left[\frac{consumo_{real}}{consumo_{referencia}} - 1 \right] \times 100$$

$$= \left[\frac{MAT_{serviço}(VI, VF)}{QS \times \frac{CM}{QS} \times \frac{CMB}{MC}} - 1 \right] \times 100$$

onde,

$MAT_{serviço}(VI, VF)$	= quantidade de material destinada ao serviço mediante controle de saída do estoque
-------------------------	---

(d) Indicadores parciais de consumos e perdas de materiais

Analisando-se as possibilidades de ocorrência de perdas de materiais ao longo do fluxograma dos processos estabelece-se uma gama de indicadores parciais que, em outras palavras, consistem na expressão numérica destas perdas para cada etapa percorrida pelo material até chegar ao seu destino final.

Estes indicadores são úteis à medida que, além de servirem para a explicação dos indicadores globais, indicam também qual etapa do fluxograma dos processos, no qual o material está inserido, contribui com a maior parcela do indicador global.

A identificação desta etapa crítica em conjunto com a caracterização do patamar tecnológico e gerencial e de observações "*in loco*" das possíveis ocorrências anormais ao longo da pesquisa, poderão balizar as alternativas ou conjunto de alternativas para a redução dos índices parciais e, conseqüentemente dos globais, a patamares aceitáveis.

Para a relação dos indicadores parciais partiu-se das possibilidades de ocorrência de perdas para cada material em cada etapa do fluxograma dos processos nos quais estão inseridos.

Um exemplo típico de indicador parcial de perda é a variação percentual da espessura do revestimento (emboço) em relação a uma

espessura de referência. Por sua vez, o consumo de argamassa (m^3) por área (m^2) de revestimento executado constitui-se num exemplo de indicador parcial de consumo. É obtido medindo-se a área de emboço executada com um volume de argamassa definido.

O indicador de consumo portanto, abrange tanto as perdas de material por sobresspessura quanto o entulho (argamassa que cai no chão e não é reaproveitada). Obtendo-se então, o indicador parcial de perda por sobresspessura, analiticamente obtém-se a perda decorrente do entulho gerado. Pode-se assim dizer que, em termos de abrangência, o indicador de consumo é mais abrangente do que o de perda.

A relação de indicadores parciais poderá ser verificada no capítulo 5 enquanto que os procedimentos específicos de coleta e cálculo de cada um, inclusive os globais, poderão ser vistos no anexo A.