

# PERDAS DE MATERIAIS NOS CANTEIROS DE OBRAS: A QUEBRA DO MITO

Autores:

Prof. Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza

Prof. José Carlos Paliari

Enga. Artemária Coêlho de Andrade

Prof. Dr. Vahan Agopyan

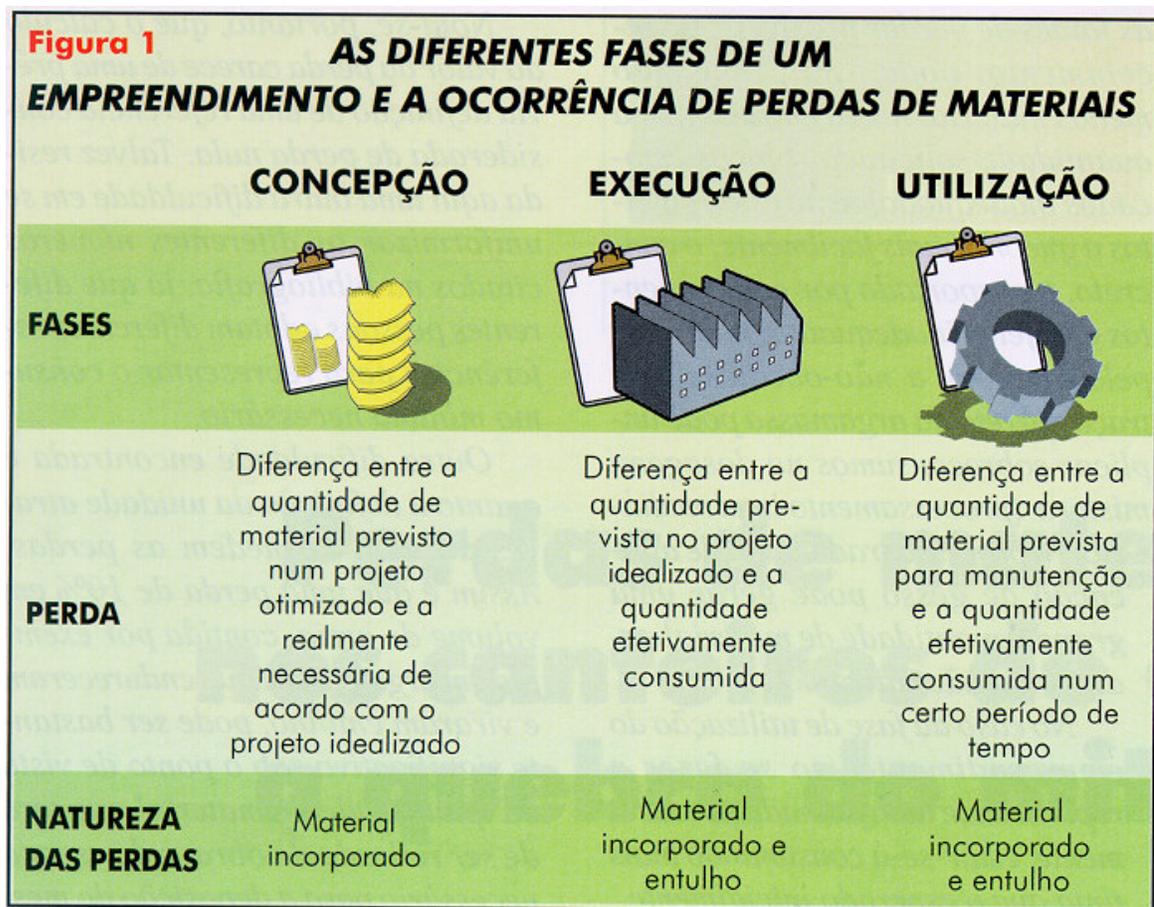
As empresas de construção civil têm convivido, há tempos, com a crítica de pertencerem a um setor desperdiçador de recursos. Em particular, quanto ao uso dos materiais, a geração de entulho é algo sempre debatido nos meios de comunicação. Inúmeras discussões já foram travadas, no meio técnico ou não, quanto a ser o desperdício de materiais algo realmente significativo. Infelizmente, muitas vezes, tais debates carecem de informações mais confiáveis para balizar as conclusões.

Dentro deste espírito, o Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP (PCC-USP) coordenou uma pesquisa nacional, envolvendo 15 outras Universidades (Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Universidade Federal do Ceará -UFC, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Universidade Federal do Piauí - UFPI, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS; Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Universidade Federal de Sergipe – UFS, Universidade de Fortaleza – UNIFOR e Universidade de Pernambuco – UPE), distribuídas em 12 estados brasileiros, onde se estudou dezenas de canteiros de obras de edifícios com o intuito de se avaliar as perdas reais de materiais. Tal estudo teve a indução do ITQC e o apoio da FINEP - Programa Habitare, do Senai-NE, e de várias outras Instituições representando o setor da Construção (SINDUSCON/SINDICON, SECOVI/ADEMI e SEBRAE de alguns estados). Cumpre salientar que as construtoras (no Estado de São Paulo participaram a Alves Dinis, Blokos, ERG, Fortenge, J.Bianchi, Noroeste e Tecnum & Corporate) tiveram um papel importantíssimo na viabilização do trabalho, disponibilizando seus canteiros de obras e auxiliando no próprio custeio da pesquisa.

Este artigo reúne algumas informações contidas no relatório final de tal pesquisa, que congrega estudos feitos em 69 canteiros de obras. O número atual de obras estudadas já alcança a casa de uma centena, sendo que atualizações e aprofundamentos sobre as discussões aqui contidas deverão ser feitas periodicamente.

## EXPLICITANDO O CONCEITO DE PERDAS DE MATERIAIS

Convém inicialmente notar que o consumo excessivo de materiais pode ocorrer em diferentes fases do empreendimento (Figura 1): concepção, execução ou utilização.



**Figura 1** As diferentes fases de um empreendimento e a ocorrência de perdas de materiais

Pode-se citar, quanto à concepção, o caso de um projetista estrutural não explorar adequadamente os limites que o conhecimento atual permite, e gerar uma estrutura com consumo de concreto por metro quadrado de obra muito acentuado; o mesmo pode se dar quando a definição do traço, para a argamassa de contrapiso, leva a um consumo desnecessariamente alto de cimento.

No caso da execução, são várias as fontes de perdas possíveis (Figura 2): no recebimento, pode estar chegando menos material numa entrega que a quantidade solicitada; blocos estocados inadequadamente estão sujeitos a serem quebrados mais facilmente; o concreto, transportado por equipamentos e trajetos inadequados, pode cair pelo caminho; o não obediência ao traço correto da argamassa, pode implicar em sobreconsumos na dosagem/mistura da mesma (processamento intermediário); o processo tradicional de aplicação de gesso pode gerar uma grande quantidade de material endurecido não utilizado.

No caso da fase de utilização do empreendimento, ao se fazer a repintura de uma fachada precocemente, estar-se-á consumindo mais tinta que o esperado inicialmente.

Convém sempre, portanto, ao se discutir perdas de materiais, entender-se qual a abrangência em que as mesmas serão abordada. Vai-se discutir aqui as perdas que ocorrem especificamente dentro do canteiro de obras, isto é, associadas à fase de execução do empreendimento.

O desempenho no uso de materiais nos canteiros de obras pode ser analisado segundo dois tipos de abordagem:

- calculando-se o seu consumo por unidade de serviço (por exemplo, 15kg de cimento por metro quadrado de contrapiso);
- calculando-se o valor de suas perdas (por exemplo, ao se considerar que o consumo teoricamente necessário de cimento para o contrapiso é de 10 kg, o consumo indicado no exemplo anterior levaria a uma perda de 50%, isto é, teria havido um consumo adicional de 5kg de cimento em relação aos 10kg definidos como necessários).

Nota-se, portanto, que o cálculo do valor da perda carece de uma prévia definição de uma referência considerada de perda nula. Talvez resida aqui uma outra dificuldade em se uniformizar os diferentes números citados na bibliografia, já que diferentes pessoas adotam diferentes referências para representar o consumo mínimo necessário.

Outra dificuldade encontrada é quanto à definição da unidade através da qual se medem as perdas. Assim é que, uma perda de 10% em volume de areia, contida por exemplo em argamassas que endureceram e viraram entulho, pode ser bastante significativa sob o ponto de vista da quantidade de material que terá de ser retirada da obra, e do espaço necessário para a deposição do mesmo (gerando prejuízos ao meio ambiente). Tais perdas, no entanto, podem não ter a

mesma significância se expressas em termos financeiros, pelo empreendedor, em comparação com todos os outros gastos inerentes ao negócio imobiliário. Há, portanto, que se deixar sempre clara a unidade na qual se está mensurando as perdas: física (volume ou peso) ou financeira.

Há que se notar também a existência de perdas que saem da obra como entulho e aquelas que ficam incorporadas à mesma (como, por exemplo, na forma de sobressessuras de revestimentos).

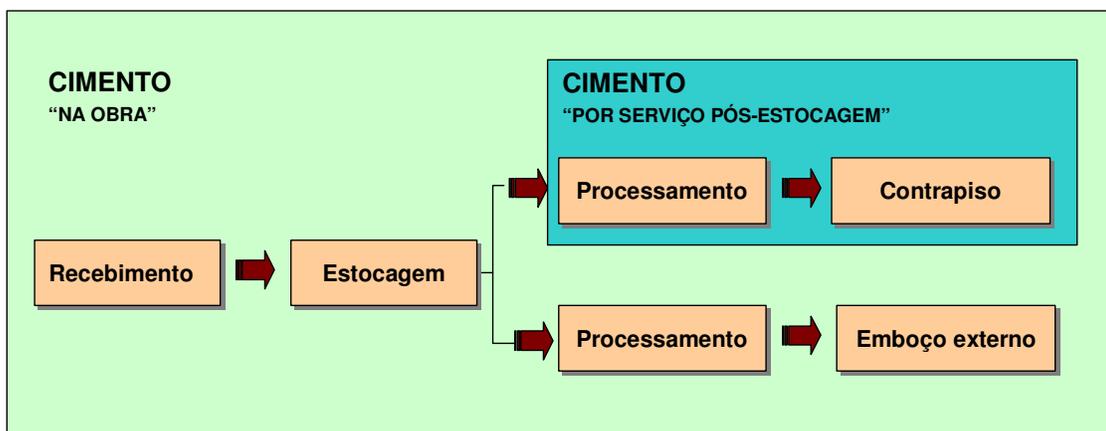
Finalmente, deve-se notar que a parcela a ser considerada desperdício físico de materiais depende, para sua definição, de uma avaliação custo-benefício quanto às perdas detectadas. Considera-se desperdício físico aquela parcela, das perdas totais, economicamente viável de ser evitada.

Neste artigo vai-se discutir as perdas físicas de vários materiais, tendo sempre como referência (ou consumo representativo de perda nula) as prescrições de projeto. Por exemplo, no caso do concreto usado nas estruturas, tal consumo seria aquele apropriado na “cubagem” a partir da planta de fôrmas. No caso do cimento usado no revestimento de parede interna, o consumo real de cimento é confrontado com aquele calculado a partir da espessura de revestimento planejada e do traço da argamassa preconizado pela construtora. Portanto, não se estará fazendo análise das especificações, e sim, detectando-se os consumos que excedem os especificados. Cabe ainda ressaltar que, conforme anteriormente citado, ao se levantar as perdas físicas totais, os números mostrados representam uma soma das perdas que saem (entulho) com as que ficam incorporadas; tais perdas não são totalmente evitáveis, carecendo-se de uma análise adicional para se definir qual parcela da mesma poderia ser considerada desperdício.

## **O VALOR DAS PERDAS DE MATERIAIS BÁSICOS**

Os materiais básicos são aqueles que, para serem úteis na execução de um serviço, precisam ser previamente misturados a outros materiais básicos (gerando um material composto). É o caso, por exemplo, do cimento, da cal e da areia, que formam uma argamassa, que é o material composto utilizado para o serviço de revestir uma parede.

Quando se estuda os materiais básicos, é possível levantar-se dois tipos de indicadores de perdas (Figura 2): “na obra”, isto é, relativos ao desempenho em usar um certo material básico em diversos serviços numa mesma obra; “por serviço pós-estocagem”, quando cada material básico tem seu desempenho analisado quanto a um serviço específico.



**Figura 2** Diferentes indicadores para a avaliação de perdas de material básico

Os indicadores de perdas na obra, apesar de serem aqueles mais estudados na bibliografia, apresentam uma série de deficiências, como por exemplo a de não permitir a distinção dos pontos elogiáveis dos criticáveis em uma obra. Há também problemas quanto à qualidade da informação por eles propiciada. Apesar de tais críticas, em função de muitos dos estudos até hoje disponíveis avaliarem os materiais básicos apenas sob este enfoque, apresenta-se na Tabela 1 os resultados obtidos, nesta pesquisa e em outras fontes, quanto aos mesmos. Note-se a explicitação do valor da mediana das perdas, valor este considerado mais recomendado que o da média (vide revista “Qualidade na Construção”, ano 1, no. 7, página 16) para representar o conjunto de resultados para cada material.

**Tabela 1** Materiais básicos: perdas na obra detectadas por esta pesquisa (FINEP/ITQC/PCC) e por outras fontes.

Materiais básicos	PINTO (1989)	SOIBELMAN (1993)	FINEP/ITQC/PCC				n
			Média	Mediana	Mínimo	Máximo	
Areia	39	44	76	44	7	311	28
Saibro	-	-	182	174	134	247	4
Cimento	33	83	95	56	6	638	44
Pedra	-	-	75	38	9	294	6
Cal	-	-	97	36	6	638	12

Pode-se tirar algumas conclusões quanto aos números mostrados na Tabela 1:

- há uma acentuadíssima dispersão dos valores das perdas (por exemplo, o valor mínimo no caso da areia foi de 7% e o máximo de 311%); tal fenômeno pode ser explicado tanto por uma efetiva variabilidade do desempenho em cada obra, quanto pelas imprecisões de tal tipo de indicador (conforme explicitado anteriormente);
- de qualquer forma, a perda de materiais básicos nas obras é bastante acentuada e, além disso, há empresas muito mais eficientes que outras.

A Tabela 2, apesar de o número de casos estudados ser menor, reúne os valores de perdas de materiais básicos (estudou-se o cimento como representante dos serviços) por serviço pós-estocagem. Mostra-se o desempenho detectado quanto a: emboço ou massa única internos; emboço ou massa única externos e contrapiso.

**Tabela 2** Perdas de cimento nos serviços: emboço ou massa única internos; emboço ou massa única externos; contrapiso (FINEP/ITQC/PCC)

Materiais básicos	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	n
Emboço Interno	104	102	8	234	11
Emboço Externo	67	53	-11	164	8
Contrapiso	79	42	8	288	7

Os resultados mostrados na Tabela 2 permitem algumas considerações:

- confirma-se, agora com indicadores mais precisos, a alta variabilidade dos valores das perdas (por exemplo, variando de 8% a 234% para emboço ou massa única internos);
- aparecem, novamente, obras com desempenhos louváveis e outras em situações preocupantes;
- reafirma-se a mediana como valor representativo do conjunto de resultados (assim, 42% é o número que representa o conjunto de obras estudadas quanto ao contrapiso, e não os 79%);
- no uso destes três revestimentos, os “vilões” (não explicitados na Tabela 2) foram as sobrespessuras (em relação à espessura preconizada pelo projeto) e a variabilidade da dosagem das argamassas; as perdas por entulho, embora não desprezíveis, não representaram a maior parcela das perdas totais;
- as perdas de argamassa (mensuradas através do consumo de cimento) não são fisicamente desprezíveis: 102% para emboço ou massa única internos, 53% para emboço ou massa única externos, 42% para contrapiso.

## **O VALOR DAS PERDAS DOS MATERIAIS SIMPLES**

Os materiais simples são aqueles que podem ser utilizados diretamente no serviço em execução, sem necessidade de prévia mistura a outros materiais. É o exemplo do concreto usinado, dos blocos de alvenaria entre outros.

A Tabela 3 ilustra os resultados das perdas obtidos para inúmeros materiais simples nesta pesquisa, confrontados com aqueles preconizados por outras fontes.

**Tabela 3** Materiais simples: perdas detectadas por esta pesquisa (FINEP/ITQC/PCC) e por outras fontes

MATERIAIS/COMPONENTES	TCPO 10 (1996)	SKOYLES (1976)	PINTO (1989)	SOIBELMAN (1993)	FINEP 1998				
		Média	Média	Média	Média	Mediana	Mín.	Máx.	n
Concreto usinado	2	5	1	13	9	9	2	23	35
Aço	15	5	26	19	10	11	4	16	12
Blocos e tijolos	3 a 10	8,5	13	52	17	13	3	48	37
Eletrodutos	0	-	-	-	15	15	13	18	3
Condutores	2	-	-	-	25	27	14	35	3
Tubos PVC	1	3	-	-	20	15	8	56	7
Placas cerâmicas	5 a 10	3	-	-	16	14	2	50	18
Gesso	-	-	-	-	45	30	-14	120	3

A análise dos valores indicados na Tabela 3 permite os seguintes comentários:

- os valores preconizados por manuais de orçamentação (neste exemplo, TCPO 10) podem, em alguns casos, diferir bastante dos valores apropriados nas obras; por exemplo, no caso das placas cerâmicas, indica-se perdas na faixa de 5% a 10%, quando as obras as tiveram na faixa de 2% a 50%, com mediana de 14%;
- os números representativos da situação inglesa (SKOYLES) se mostram menores que os brasileiros; há, no entanto, que se observar que a pesquisa inglesa determinou apenas as perdas diretas (entulho) e não as totais, o que torna tais resultados não comparáveis diretamente;
- no caso do concreto e aço, as perdas não são desprezíveis (medianas respectivamente de 9% e 11%), embora apareçam desempenhos elogiáveis (mínimos respectivamente de 2% e 4%); aparecem também resultados preocupantes (máximos respectivamente de 23% e 16%);
- no caso dos blocos e tijolos a situação é semelhante, porém com valores um pouco mais altos e dispersos;
- uma boa fração das perdas calculadas nos casos do concreto, aço e tijolos poderia, algumas vezes, ser facilmente combatida, conforme detectado durante a coleta (por exemplo, numa das obras estudadas, 50% da perda de concreto usinado ocorreu em função de o encarregado achar “melhor sobrar do que faltar”);

- as perdas apropriadas para eletrodutos, condutores e tubos para instalações hidrossanitárias, embora calculadas a partir de uma amostra bem mais reduzida (e, portanto, necessitando de um futuro aprofundamento do estudo), foram também significativas (medianas respectivas de 15%, 27% e 15%);
- no caso das placas cerâmicas, a mediana das perdas foi relevante (14%), sendo que o tamanho das peças (peças maiores estão associadas a perdas maiores) e a qualidade da modulação da aplicação (mensurada através da percentagem de peças cortadas em relação às totais) mostraram-se fatores explicadores destas perdas;
- quanto ao gesso, a dispersão dos resultados obtidos (apenas 3 casos estudados) tem a seguinte explicação: a obra de menor perda (valor negativo: -14%) foi uma obra onde o gesso era aplicado sobre o emboço prévio, levando a um consumo de materiais menor que a referência adotada (espessura de 5 mm de revestimento); as outras 2 obras usaram o gesso aplicado diretamente sobre a alvenaria, induzindo um consumo - e portanto uma perda – também maiores.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De uma maneira geral, encontrou-se perdas físicas não desprezíveis na construção de edifícios. Há que se lembrar, no entanto, que o desperdício seria apenas uma parcela evitável de tais perdas; a quantificação de tal parcela passa, sem dúvida, por uma análise custo-benefício, isto é, estimação de quanto se ganha minimizando as perdas e quanto isto custa. Não se deve menosprezar, porém, a importância em se reduzir as mesmas; em muitas oportunidades se detectou causas bastante simples de serem combatidas, e a custos praticamente nulos (vide caso anteriormente citado sobre o concreto usinado). Tais perdas provavelmente não tenham sido combatidas anteriormente por puro desconhecimento quanto à sua ocorrência.

Dentro deste contexto, acredita-se que, mais que se ter os números das perdas de materiais atuais, seja importante que cada empresa/obra tenha uma contínua percepção dos consumos que ocorrem nos seus canteiros. Esta permanente avaliação pode ser útil para uma série de ações, como por exemplo: a melhoria do processo de orçamentação, na medida em que se deixaria de trabalhar com números médios, que podem até ser bons como representação do mercado, mas que podem deixar muito a desejar ao representar uma obra em particular (vide as variações de desempenho mostradas); a detecção do desempenho de cada empresa relativo ao resto do mercado, importante ferramenta estratégica; o balizamento da escolha entre diferentes tecnologias, expressando quantitativamente as vantagens ou desvantagens citadas quando da avaliação das diferentes opções; a possibilidade de se criar uma política de prêmios à mão-de-obra baseada não somente na produção mas também no consumo de materiais acontecido; entre outros.

Dentro deste espírito, o Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP continua pesquisando o consumo de materiais na construção, com dois enfoques: um primeiro, mais amplo, baseado na coleta de dados representativos de toda a duração de um serviço, consolidando um instrumento de contínua avaliação do setor, subsidiador de orçamentos e instrumentalizador da comparação de tecnologias distintas; um segundo, mais específico, baseado no levantamento de informações rápidas quanto ao consumo, subsidiando intervenções no processo construtivo, visando a melhoria contínua das obras.

Cabe finalmente citar, ao se analisar os resultados mostrados, que as críticas feitas à construção civil, tratando-a como inerentemente desperdiçadora, não são aplicáveis. Pode-se detectar empresas tendo resultados de perdas extremamente baixos, que as colocariam no nível dos melhores exemplos internacionais. Há, no entanto, que perceber também a existência de um outro extremo, de situações bastante preocupantes, de empresas que, no nível de perdas detectado, correm o risco de não estarem mais no mercado num futuro próximo.

Acredita-se, por fim, que a disponibilização de números confiáveis quanto ao consumo de materiais deva servir menos para se concluir se uma empresa desperdiça muito ou pouco, e mais para subsidiar suas decisões sobre como conduzir um empreendimento de sucesso.

## **ONDE OBTER MAIORES INFORMAÇÕES:**

O conteúdo do relatório final de pesquisa encaminhado para a FINEP pode ser visualizado e gravado através do seguinte endereço na Internet: ***<http://pcc.usp.br/Pesquisa/Perdas>***.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGOPYAN V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. Pesquisa “Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras.” Relatório final – VOLUME 1 – Apresentação Geral. EPUSP/FINEP/ITQC, 1998

AGOPYAN V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. Pesquisa “Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras.” Relatório final – VOLUME 2 – Metodologia. EPUSP/FINEP/ITQC, 1998

AGOPYAN V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. Pesquisa “Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras.” Relatório final – VOLUME 3 – Resultados e análises: areia, pedra, saibro, cimento, cal argamassa produzida em obra, concreto produzida em obra e argamassa parcial ou totalmente produzida fora do canteiro. EPUSP/FINEP/ITQC, 1998

AGOPYAN V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. Pesquisa “Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras.” Relatório final – VOLUME 4 – Resultados e análises: aço, concreto usinado e blocos/tijolos. EPUSP/FINEP/ITQC, 1998

AGOPYAN V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. Pesquisa “Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras.” Relatório final – VOLUME 5 – Resultados e análises: eletrodutos, condutores, tubos de PVC, placas cerâmicas, tintas, revestimento têxtil, gesso. EPUSP/FINEP/ITQC, 1998

PINTO, T.P. **Perdas de materiais em processos construtivos tradicionais.** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos / Depto de Engenharia Civil, 1989

SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: Sua incidência e controle.** Porto Alegre, 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SKOYLES, E.R. Site accounting for waste of materials. **Building Research Establishment**, July/Aug. 1976

Tabelas de Composições de Preço para Orçamento – TCPO 10. 1ª edição – São Paulo. Editora PINI, 1996