

AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE CONCRETO USINADO NOS CANTEIROS DE OBRAS

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

(1) Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
Rodovia Washington Luís, km 235, São Carlos – SP, Brasil, CEP 13.565-905
Telefone: (16) 260-8262 – ramal 239 – E-mail: jpaliari@ufscar.power.br

(2) Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Av. Prof. Almeida Prado, Trav. 02, nº 271, São Paulo – SP, Brasil, CEP: 05.505-900
Fone/Fax: (11) 3818-5438

RESUMO

Apresenta-se, neste artigo, um estudo sobre as perdas de concreto usinado em estruturas de concreto armado realizado em 6 canteiros de obras localizados na região do Grande ABC, estado de São Paulo. Mais do que diagnosticar as perdas deste material nos canteiros de obras, este estudo teve como objetivo a sua redução através de medidas simples adotadas durante o processo de execução da estrutura. O método elaborado e aplicado se mostrou eficiente na detecção das parcelas de perdas, constituindo-se em uma ferramenta gerencial importante para o seu controle.

Palavras-chave: perdas de materiais, desperdício de materiais.

1 INTRODUÇÃO

Para que se utilize os materiais de forma racional nos canteiros de obras, condição necessária pelo fato de os mesmos representarem uma parcela significativa dos custos de produção de uma edificação, várias medidas devem ser tomadas no âmbito do processo da construção, envolvendo as suas diversas etapas: *Projeto, Planejamento, Aquisição, Execução e Uso-Manutenção*. Cita-se, por exemplo, a sua correta especificação, a realização de compra técnica, a adoção de procedimentos de recebimento de materiais, de execução e de controle dos serviços, entre outras.

Embora várias destas medidas sejam de conhecimento dos envolvidos no processo de construção, aparentemente não são aplicadas, haja vista a existência de um grande potencial de redução das perdas constatado pelas várias pesquisas realizadas sobre esse assunto. Em se tratando do concreto usinado, os números levantados variam entre 1,5% e 23%, [PINTO (1989); SOIBELMAN (1993); AGOPYAN *et al.* (1998)], enquanto que os manuais de orçamentação prescrevem uma estimativa de perdas de 5% (TCPO10, 1996).

Reducir os índices de perdas de materiais é extremamente desejável levando-se em consideração os aspectos econômicos e ambientais. Sob o ponto de vista econômico tal redução pode ser determinante para a sobrevivência das empresas diante de um mercado cada vez mais competitivo. Sob o ponto de vista ambiental, a redução das perdas de materiais traz como benefício a redução do consumo de recursos naturais, além da redução do entulho, cujas áreas para a sua deposição estão se exaurindo, principalmente nos grandes centros urbanos.

Preocupado com esta questão, o Departamento de Engenharia de Construção Civil (PCC-USP) coordenou uma pesquisa incitada pela Prefeitura Municipal de Santo André, que contou com a participação da Universidade do Grande ABC e mais 4 empresas construtoras da região.

Este trabalho apresenta os indicadores de perdas de concreto usinado obtidos no âmbito desta pesquisa, assim como o método empregado e as principais ações visando a minimização do consumo deste material. Os resultados demonstraram que a adoção de ações simples, implementadas no dia-a-dia da empresa construtora, contribuem significativamente para a redução do consumo deste material.

2. IDENTIFICANDO AS PERDAS DE CONCRETO USINADO NOS CANTEIROS DE OBRAS

A partir do conceito que relaciona as perdas ao consumo excessivo de um determinado recurso em relação a um consumo de referência, a análise de sua ocorrência, para o caso dos materiais, permite a identificação de duas parcelas: aquela representada pelo material que fica *incorporado* em excesso na edificação e a que se transforma em *entulho*.

As perdas de concreto geralmente estão associadas a sua incorporação em excesso na estrutura, devido à variação dimensional dos elementos estruturais, muitas vezes induzidas pela má qualidade do sistema de fôrmas utilizado, qualidade esta resultante do seu mau dimensionamento ou, ainda, do desgaste dos moldes ao longo da evolução dos pavimentos.

Nota-se que, dentre os elementos estruturais, a laje configura-se como a mais representativa quanto a este tipo de perdas, em função, principalmente, do volume de concreto envolvido e por se constituir, também, no elemento mais suscetível à deformação em relação aos outros elementos estruturais. Ressalta-se, ainda, que as lajes possuem a dimensão mais suscetível a erros (a espessura), muito menos que suas duas outras dimensões (comprimento e largura) o que, matematicamente, faz como que pequenas sobrepesseguras representem variações volumétricas significativas.

Da mesma forma, é de se esperar também que elementos da fundação como, por exemplo, as cortinas, apresentem uma perda maior, uma vez que em uma das faces é comum utilizar-se o próprio solo como fôrma, sendo este totalmente irregular.

A Tabela 2.1 reúne as perdas detectadas em função da variação das dimensões dos elementos estruturais obtidas em algumas pesquisas nacionais.

Tabela 2.1 Parcada de perda relativa ao material incorporado: variação das dimensões dos elementos estruturais

Pesquisa	Elemento estrutural	Perda incorporada ^(*) (%)
SOIBELMAN (1993)	Viga	2,1
	Laje	4,9
CAZET <i>et al.</i> (1996)	Pilares	12,3
	Vigas e lajes	4,9
AGOPYAN <i>et al.</i> (1998)	Vigas	2,4
	Lajes	4,3

(*) expressa em termos da variação volumétrica relativa ao elemento em estudo, e não à estrutura como um todo

Observe nesta Tabela que a parcela incorporada varia em torno de 2% a 5% para vigas e/ou lajes e de 12% no caso de pilares, alertando para o fato de que não se pode negligenciar tal parcela.

Além do sobreconsumo representado pela variação dimensional, as perdas de concreto usinado se apresentam, também, sob a forma de entulho. Como exemplo, pode-se citar as sobras ao final da concretagem que, não prevista sua utilização em outros elementos estruturais, configuram-se como perdas.

Note ainda que estas sobras podem ser decorrentes de solicitação de quantidades superiores às necessárias ou, ainda, em se tratando de concreto bombeado, as mesmas podem ser representadas pelo material que fica na tubulação da bomba ao final da concretagem e não é aproveitado.

3. MÉTODO DE COLETA/PROCESSAMENTO/ANÁLISE

3.1 Diretrizes

O Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP vem atuando significativamente na avaliação do desempenho quanto ao uso dos recursos físicos nos canteiros de obras. Um dos grandes trabalhos realizados sob sua coordenação refere-se à pesquisa nacional intitulada Alternativas para a Redução do Desperdício de Materiais nos Canteiros de Obras, através da qual se diagnosticou o desempenho quanto ao uso dos materiais em quase uma centena de canteiros de obras distribuídos pelo país. O enfoque principal desta pesquisa consistiu em se diagnosticar a situação vigente, com o intuito de se balizar ações no sentido de reduzir as perdas de materiais e, consequentemente, o seu consumo. Para isto, utilizou-se uma metodologia condizente com os propósitos traçados, cujo detalhamento pode ser visto em PALIARI (1999).

A partir deste diagnóstico, percebeu-se a necessidade de se elaborar um método que fornecesse as empresas resultados rápidos e, ao mesmo tempo, precisos sobre a situação vigente em suas obras, propiciando às pessoas envolvidas no processo, a possibilidade de intervenção visando reduzir o consumo de materiais durante a execução do serviço.

Tomando-se como premissa tal necessidade, ANDRADE (1999) elaborou um método aplicável às empresas construtoras abordando os serviços de estrutura de concreto armado (concreto usinado e aço) e alvenaria (blocos e argamassa de assentamento), cujo resumo, para o material objeto de estudo deste artigo, é apresentado a seguir.

3.2 Coleta e processamento das informações

A experiência adquirida em trabalhos anteriormente realizados indica que a grande parcela de perda de concreto usinado concentra-se na etapa de sua aplicação, sob a forma de variação dimensional dos elementos estruturais (material incorporado) e na etapa de recebimento, sob a forma de entulho, representado pelas sobras ao final da concretagem.

Assim, a avaliação das perdas concentra-se nestas etapas. Para isto, definiu-se um ciclo de coleta/processamento/análise, ciclo este delimitado por dois momentos (IPE e FPE = Início e Fim do Período de Estudo, respectivamente), que corresponde a concretagem da estrutura de um pavimento ou de suas partes, dependendo do plano de concretagem da obra (geralmente se faz a concretagem dos pilares num primeiro momento e, em seguida das vigas e lajes; neste caso, tem-se dois ciclos num mesmo pavimento). A Figura 2.1 ilustra a dinâmica da coleta de dados apresentada no método utilizado.

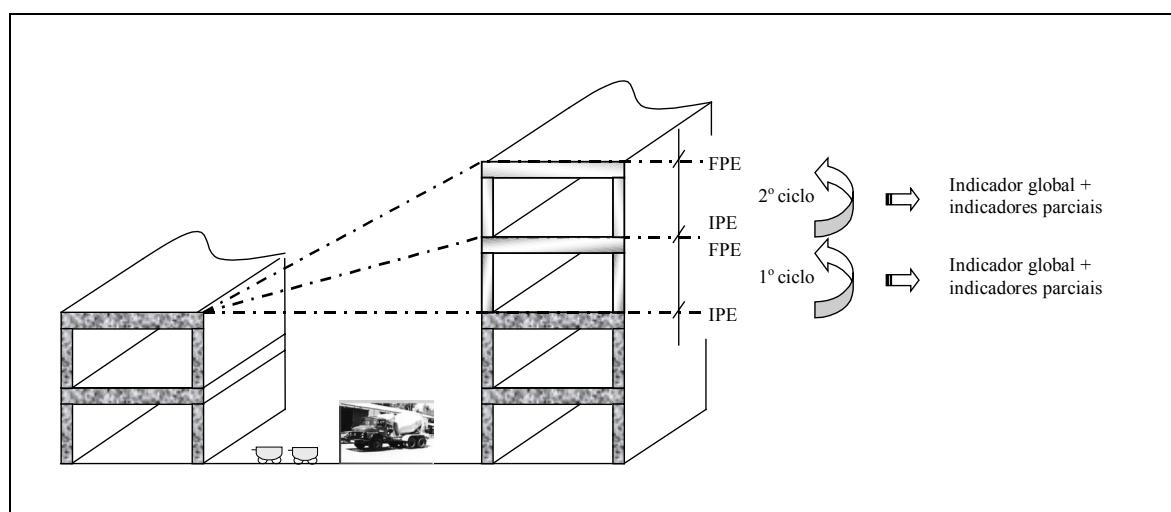


Figura 2.1 – Método de coleta de dados

Em cada ciclo são obtidos o indicador global (que corresponde à perda total de concreto usinado no ciclo analisado) e os indicadores parciais (que correspondem às parcelas de perdas do concreto usinado em cada momento de sua utilização). Os indicadores parciais cumprem o papel de explicação do indicador global, explicitando em que etapa da utilização do material a sua perda é mais significativa. No caso do concreto usinado, foram definidos os seguintes indicadores parciais, cujo detalhamento de coleta e cálculo pode ser obtido em ANDRADE (1999): *sobras de concreto usinado durante a concretagem, entulho gerado durante o transporte, diferença percentual entre a seção média real dos pilares e a de referência, diferença percentual entre a espessura média real das lajes e a de referência e diferença percentual entre a largura média real das vigas e a de referência*.

Antes da data IPE, realiza-se o cálculo do consumo de referência, o qual corresponde ao volume líquido de concreto a ser aplicado na estrutura, descontando-se inclusive, o volume de eletrodutos, além do volume de aço. Entre IPE e FPE coletam-se os indicadores parciais e calcula-se o volume de concreto recebido no canteiros de obras registrado nas notas fiscais, descontando-se os volumes relativos aos corpos-de-prova e destinados a outros serviços previamente programados (concretagem de vergas e contravergas, por exemplo).

Note-se que os indicadores parciais referentes ao ciclo de coleta são obtidos em momentos distintos. Enquanto o indicador parcial relativo às sobras de concreto é obtido ao término da concretagem, os indicadores parciais relativos à variação dimensional dos elementos estruturais são obtidos após a sua desforma.

A cada ciclo de coleta/processamento/análise ou a cada conjunto de ciclos os resultados são analisados em uma reunião conjunta entre os responsáveis pela execução do serviço e os coletores de dados. Antes de se iniciar os trabalhos de coleta de dados no canteiro de obras, realiza-se uma reunião para conscientização de todos os envolvidos no processo sobre a importância da redução das perdas de materiais e para tornar transparente os objetivos da medição, os ganhos advindos da redução das perdas e, principalmente, para a definição das metas a serem alcançadas.

Com relação à definição de metas, pode-se utilizar como referência os valores médios do setor, o histórico da empresa quanto a este assunto, quando existir, ou um valor de acordo com as características do serviço/estrutura e experiência dos profissionais envolvidos. O importante é não se estabelecer uma meta inatingível (o que poderia abalar o processo de melhoria contínua) e nem uma meta que possa comprometer as reais potencialidades de melhoria do processo.

4. RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 Estatísticas gerais

O estudo sobre as perdas de concreto usinado foi realizado em 6 canteiros de obras. As estatísticas gerais (mediana, máximo, mínimo) são apresentadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 Resultados gerais sobre perdas de concreto usinado

Obra	(%)			(m ³)			n ^(b)
	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	
SA01 ^(a)	12	23	4	1,9	3,9	0,6	8
SA02	10	33	5	1,4	5,7	1,0	6
SA03	6	32	1	0,9	8,6	0,2	23
SA04	10	23	3	0,7	1,7	0,3	12
SA05	8	26	4	1,0	2,7	0,4	3
SA07	7	30	-2	1,8	11,5	-0,7	39
GERAL	8	33	-2	1,0	11,5	-0,7	88

Observações:

^(a) Com o intuito de não identificar as empresas que participaram da pesquisa, resolveu-se codificar cada obra analisada; ^(b) “n” diz respeito ao número de medições realizadas.

4.2 Estatísticas específicas

4.2.1 Obra SA01

Esta obra consiste de vários blocos de edifícios residenciais destinados à população de baixa renda, construídos em alvenaria estrutural com blocos de concreto e laje de concreto usinado moldado *in loco*. Os resultados apresentados na Tabela 4.2 dizem respeito praticamente ao serviço de concretagem das lajes com as seguintes características: molde de madeira resinada, cimbramento de madeira, concreto transportado ora por grua ora por jericas.

Tabela 4.2 Indicadores globais e parciais de perdas - concreto usinado – OBRA SA01

Medição nº	Consumos (m ³)		Indicador global	Sobras recebimento	Entulho transporte	Sobrespessura laje
	Ref.	Real				
1	17,68	20,99	3,30	19	0,5	0,05
2	17,12	20,99	3,87	23	1,00	0
3	15,82	18,00	2,18	14	0,98	0,02
4	15,94	17,50	1,56	10	0	0
5	17,12	19,96	2,84	17	1,50	0
6	9,30	10,00	0,70	8	0	0,05
7	11,00	12,00	1,00	9	0,70	0
8	15,43	16,00	0,57	4	0	0,12

A sobrespessura das lajes juntamente com as sobras durante a concretagem explicaram quase a totalidade dos indicadores globais levantados. Verificou-se uma diminuição no indicador parcial referente à variação da espessura da laje com a adoção de mestras, até então não utilizada. Isto pode ser verificado comparando-se a medição 5 com as medições números 1, 2, 3 e 4. Finalmente, a solicitação de concreto com base na cálculo do volume teórico mais preciso levou à redução das perdas globais. Isto pode ser comprovado ao se comparar as medições 6, 7 e 8 com as medições 1, 2, 3 e 4.

4.2.2 Obra SA02

Trata-se de um edifício comercial composto por 3 pavimentos em estrutura de concreto armado moldado *in loco* e alvenaria de vedação em blocos cerâmicos e de concreto. Na Tabela 4.3 apresentam-se os valores de consumo detectados para esta obra.

Tabela 4.3 Indicadores globais e parciais de perdas - concreto usinado – OBRA SA02

Medição nº	Consumos (m ³)		Indicador global	Sobras receb.	Observações
	Ref.	Real			
1	25,66	27,00	1,34	5	0 Base composta por solo; concreto bombeado
2	10,53	11,48	0,95	9	0 Molde de madeira
3	10,53	11,98	1,45	14	0 Molde de madeira
4	31,67	35,00	3,33	11	0 Base composta por solo; concreto bombeado
5	96,74	102,48	5,74	6	0,5 Fôrmas de madeira racionalizada; torre metálica
6	2,98	3,97	0,99	33	0,5 Fôrmas de madeira racionalizada
7	115,67	124,00	8,33	7	0 Fôrmas de madeira racionalizada; torre metálica

A análise da Tabela nos permite concluir que as perdas de concreto é maior para aqueles casos em que a base é constituída pelo terreno. Isto pode ser constatado comparando-se as medições 2, 3 e 4 com as de números 5 e 7. Verificou-se um desempenho muito satisfatório para o caso da medição número 1, embora sua base fosse terreno. A perda de concreto é menor para o caso onde utilizou-se fórmula racionalizada. Os valores referentes às medições 5 e 7 comprovam tal expectativa. Em se tratando de pequenas concretagens (pequeno volume de concreto envolvido), as sobras passam a ser significativas. Este fato pode ser comprovado pela medição número 6. Diante destas constatações, recomenda-se um cuidado adicional para concretagens sobre base composta por solo além da solicitação de volumes de concreto com base no cálculo acurado do consumo de referência.

4.2.3 Obra SA03

Edifício comercial em estrutura de concreto armado moldado *in loco* sendo que para as lajes, utilizou-se o sistema *Steel Deck*. Na Tabela 4.4 apresentam-se os valores de perdas detectados para esta obra.

Tabela 4.4 Indicadores globais e parciais de perdas - concreto usinado – OBRA SA03

Medição nº	Local	Características do serviço	Consumos (m ³)		Indicador global	Sobras receb.	Trans- porte	Var. dimens.	
			Ref.	Real					
1	Blocos e vigas baldramas	Fórmula de madeira + lastro de brita	2,04	2,39	0,35	17	0,32	0	0,05
2	Laje, vigas e escada	Laje pré-moldada	15,91	20,98	5,07	32	0,5	0	3,97
3	Rampa	Concretagem sobre solo	22,08	28,66	6,58	30	0,58	0	10,6
4	Blocos de fundação	Idem 1.	24,65	25,55	0,90	4	0	0	0,38
5	Blocos de fundação	Idem 1.	12,32	12,72	0,40	3	0	0	0,27
6	Blocos de fundação	Idem 1.	24,65	24,80	0,15	1	0	0	0,19
7	Blocos de fundação	Idem 1.	24,65	24,82	0,17	0,7	0	0	0,1
8	Blocos de fundação	Idem 1.	12,32	12,76	0,44	4	0	0	0,31
9	Pilares	Fórmula de madeira	2,60	3,00	0,41	16	0	0	0,17
10	Laje	<i>Steel Deck</i>	130,86	139,50	8,64	7	0,3	0	8,21
11	Laje	<i>Steel Deck</i>	13,99	15,50	1,51	11	0	0	1,4
12	Piso plataforma	Concretagem sobre lastro de concreto magro	76,14	77,92	1,78	2	0	0	-
13	Laje e muro	<i>Steel Deck</i>	37,67	39,98	2,41	6	0,1	0	2,86
14	Cortina	Fórmula de madeira + cimbramento metálico	5,39	6,49	1,10	20	0,36	0	0,55
15	Cortina	Idem 14.	3,73	4,12	0,39	10	0,15	0	0,24
16	Cortina	Idem 14.	6,22	6,99	0,77	12	0,36	0	0,03
17	Escada	Idem 14.	8,29	8,99	0,70	8	0,18	0	0,21
18	Piso plataforma	Idem 12.	15,06	16,49	1,43	9	0,5	0,54	-
19	Piso plataforma	Idem 12.	54,60	55,50	0,90	2	0,5	0	0,36
20	Piso plataforma	Idem 12.	28,60	29,50	1,00	4	0,5	0	0,21
21	Piso plataforma	Idem 12.	50,39	51,00	0,59	1	0,5	0	0,45
22	Piso plataforma	Idem 12.	40,53	40,90	0,37	1	0	0	0,36
23	Piso plataforma	Idem 12.	54,60	55,50	0,89	2	0	0	-

Os indicadores parciais coletados explicam quase a totalidade dos indicadores globais detectados para esta obra. Desde o início da coleta de dados os envolvidos no processo foram conscientizados sobre a necessidade de se solicitar o concreto com base no volume líquido cubado através do projeto estrutural. Com o intuito de absorver as possíveis diferenças entre o volume cubado e o volume entregue pelas centrais de concreto (as centrais entregam volumes múltiplos de 0,5 m³), a cada concretagem fazia-se a previsão de um serviço adicional. Este procedimento permitiu que as sobras de concreto fossem utilizadas na própria obra, não acontecendo, portanto, a geração de entulho.

Um outro aspecto importante a ser destacado no conjunto de resultados apresentados consiste no fato de se fazer um controle rigoroso das dimensões das fôrmas para os blocos de fundação. Este procedimento resultou na diminuição gradual da parcela de perda incorporada nestes elementos, comprovada nas medições de números 4, 5, 6 e 7. Quando tal procedimento não foi adotado, estas perdas aumentaram significativamente (medição número 8).

4.2.4 Obra SA04

Trata-se de um conjunto habitacional de casas assobradadas em alvenaria estrutural de blocos de concreto e lajes moldadas *in loco*. Como característica marcante do serviço de concretagem das lajes e contrapiso, objetos de estudo nesta obra, destaca-se o uso de nível a laser e de taliscas reguláveis. Na Tabela 4.5 apresentam-se os valores de perdas detectados para esta obra.

Tabela 4.5 Indicadores globais e parciais de perdas - concreto usinado – OBRA SA04

Medição nº	Local	Consumos (m ³)		Indicador global (%)	Sobrepessura (m ³)	Observações
		Ref.	Real			
1	Contrapiso	4,96	5,71	0,75	15	0,70
						NF = 5,5 m ³ ; faltou 0,21 m ³ , produziu-se concreto em obra.
2	Contrapiso	8,31	10,00	1,69	20	0
						-
3	Contrapiso	4,96	5,64	0,68	14	0,17
						NF = 5,0 m ³ ; faltou 0,64 m ³ , produziu-se concreto em obra.
4	Contrapiso	3,28	4,03	0,75	23	0
						NF = 3,5 m ³ ; faltou 0,53 m ³ , produziu-se concreto em obra.
5	Laje	9,90	10,62	0,72	7	0
						NF = 10,0 m ³ ; faltou 0,62 m ³ , produziu-se concreto em obra.
6	Laje	13,08	13,50	0,42	3	0
						-
7	Laje	7,74	8,70	0,96	12	0,86
						NF = 8,0 m ³ ; faltou 0,70 m ³ , produziu-se concreto em obra.
8	Laje	7,74	8,46	0,72	9	0,43
						NF = 8,0 m ³ ; faltou 0,46 m ³ , produziu-se concreto em obra.
9	Laje	6,88	7,43	0,55	8	0,86
						NF = 7,0 m ³ ; faltou 0,43 m ³ , produziu-se concreto em obra.
10	Laje	9,13	10,04	0,91	10	0,34
						NF = 9,5 m ³ ; faltou 0,54 m ³ , produziu-se concreto em obra.
11	Laje	9,22	10,04	0,82	9	0,35
						NF = 9,5 m ³ ; faltou 0,54 m ³ , produziu-se concreto em obra.

Para esta obra em particular, constatou-se a falta de concreto em várias concretagens (exceto nas medições números 2 e 6), acarretando a necessidade de se produzir concreto no próprio canteiro de obras, inferindo uma possível entrega de concreto em quantidade inferior à solicitada. O indicador global de perdas foi explicado quase que totalmente pela sobrepessura do contrapiso e da laje.

4.2.5 Obra SA05

Trata-se de um edifício de duas torres constituídas por 20 andares cada uma. Nesta obra, as perdas de concreto usinado foram analisadas para os serviços de contrapiso e vigas baldrames da periferia, pois a obra se encontrava em fase final de execução. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 Indicadores globais e parciais de perdas - concreto usinado – OBRA SA05

Medição nº	Local	Consumos (m ³)		Indicador global		Sobras recebimento (m ³)	Sobrespessura (m ³)
		Ref.	Real	(m ³)	(%)		
1	Contrapiso	9,58	10,40	0,42	4	0	0,40
2	Vigas baldrames	3,97	5,00	1,03	26	0,036	-
3	Contrapiso	33,82	36,50	2,68	8	0	-

Embora não se tenha feita a medição da sobrespessura do contrapiso executado, acredita-se que a explicação dos indicadores globais obtidos reside na irregularidade da base, constatada visualmente durante a coleta de dados.

4.2.6 Obra SA07

Nesta obra, o estudo sobre as perdas de concreto foi realizado para o serviço de fundação, especificamente na execução de paredes diafragmas. O controle dos volumes de concreto envolvidos era feito para cada lamela executada. Para o conjunto de 45 lamelas concretadas, obteve-se um valor mediano de perdas de 7%, um valor máximo de 30% e um valor mínimo de -2%. Tais variações são explicadas pela irregularidade do solo (variação da espessura, profundidade e largura da lamela em relação às dimensões de referência).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método elaborado por ANDRADE (1999) se mostrou muito útil na detecção e entendimento da ocorrência das perdas de concreto usinado nos canteiros de obras. Este fato pode ser constatado ao se analisar os resultados obtidos para a obra SA03, onde se coletou a maioria dos indicadores parciais. Mais do que isto, a postura adotada na sua elaboração permitiu a intervenção durante a execução do serviço na mesma obra, conforme demonstram os resultados obtidos. No entanto, os resultados práticos da aplicação do método com relação à possibilidade de intervenção são melhores percebidos em obras com elementos estruturais repetitivos, como por exemplo, em pavimentos-tipo.

Com relação às ações voltadas à redução das perdas deste material, percebe-se resultados satisfatórios ao se realizar a conferência da geometria das fôrmas antes da concretagem, ao se ter um cuidado adicional quanto à regularização da base composta por solo, ao se solicitar concreto com base na cubagem correta da estrutura e, finalmente, ao se fazer a previsão de serviços adicionais para a utilização de eventuais sobras de concreto, entre outras.

Tais ações, além de não envolverem custos adicionais, promovem maior integração entre os profissionais da empresa e contribuem para a organização do canteiro de obras na medida em que reduz o entulho gerado. Este último aspecto, interessa muito às administrações municipais que têm que prover locais adequados para a sua deposição.

Finalmente, a pesquisa realizada proporcionou às empresas de construção do Grande ABC o conhecimento do seu desempenho quanto ao uso deste material, a capacitação da mão-de-obra para a avaliação contínua das perdas no serviço de concretagem, além da sua conscientização quanto à importância da necessidade do uso racional deste e de outros materiais de construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOPYAN, V. *et al.* **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras:** Resultados. São Paulo, PCC/EPUSP, 1998 (Relatório Final: volume 3. Departamento de Engenharia de Construção Civil – PCC-EPUSP)
- ANDRADE, A.C. **Metodologia para quantificação do consumo de materiais em empresas construtoras de edifícios:** execução da estrutura e da alvenaria de vedação. São Paulo, 1999. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica - Universidade de São Paulo.
- CAZET, A.F. *et al.* Aplicação de técnicas de diagnóstico em canteiros de obras: fôrmulas. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16., Piracicaba, 1996. **Anais.** Piracicaba, UNIMEP, 1996. **Anais** em CD-ROM.
- 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/
- SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: Sua incidência e controle.** Porto Alegre, 1993. 127p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- TCPO 10: tabelas de composições de preço para orçamento. 10ed. São Paulo. PINI, 1996.

AGRADECIMENTOS

A equipe de pesquisadores gostaria de agradecer a Prefeitura Municipal de Santo André (PMSA), as empresas que participaram ativamente desta pesquisa e a CAPES pela concessão de bolsa de doutorado a um dos autores.

