

CIMENTO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O estudo dos materiais básicos (cimento, cal, areia) nos canteiros de obras possui algumas particularidades em relação aos outros materiais, principalmente no que se refere à adoção do referencial teórico.

Esta particularidade reside no fato de que os mesmos passam por uma etapa a mais no fluxograma dos processos quando comparados a outros materiais (blocos, por exemplo), que consiste na dosagem e mistura dos mesmos para gerar o material composto, seja a argamassa, o concreto ou o graute.

Em função desta etapa complementar, além das variáveis comuns aos outros materiais envolvidas na adoção do referencial teórico (QS = quantidade de serviço e CM/QS = consumo de material por quantidade de serviço), para os serviços onde os materiais básicos são utilizados têm-se também que se estabelecer o consumo destes materiais básicos por material composto (CMB/MC), conforme apresentado na metodologia (Volume 2).

Faça aos valores que estas variáveis podem assumir (CM/QS , que se traduz em geral na forma de espessura teórica adotada e, CMB/MC , que se traduz na forma de consumo em massa de material básico por volume de material composto), as mesmas devem ser levadas em consideração na análise.

Este aspecto fica evidenciado por exemplo, onde se tenha uma perda de 100% ao se consumir 300 kg de cimento por m^3 de argamassa, quando o valor teórico considerado foi de 150 kg/ m^3 . Por outro lado, um consumo de 350 kg de cimento por m^3 pode levar a perda menor se o consumo teórico for de 200 kg/ m^3 .

Portanto, a análise destes materiais deve-se estender também a um outro indicador, o de consumo por unidade de serviço (kg/ m^2 , para o caso dos revestimentos e kg/ml, para o caso do assentamento das alvenarias), pois nem sempre o maior índice de perdas está associado ao maior índice de consumo.

Um outro aspecto importante a destacar é que se estará analisando aqui as perdas e/ou consumos do material cimento apenas no âmbito dos serviços (indicadores globais de perdas e/ou consumos por serviço pós-estocagem), pois acredita-se que tal abordagem é bastante mais importante, no que se refere ao entendimento das perdas, que o estudo do material básico genericamente para a obra como um todo.

Por fim, apesar de se estar analisando índices do material cimento, a análise, salvo algumas exceções, pode ser interpretada como sendo uma análise das argamassas, principalmente porque os indicadores parciais coletados na aplicação dizem respeito à argamassa e não aos materiais básicos. (Exemplo: variação da espessura de revestimento, variação da espessura das juntas de argamassa entre outros).

Apresenta-se, na sequência, as análises complementares para os serviços nos quais este material foi estudado lembrando-se que, muito do que se descreverá aqui, aplica-se para o caso do estudo da cal, evidentemente naqueles casos onde se utiliza este aglomerante na confecção da argamassa.

(a) CHAPISCO

O chapiscamento das paredes e/ou estrutura pode ser feito basicamente utilizando-se dois tipos de argamassas: produzida em obra ou industrializada. Neste item estar-se-á analisando apenas as perdas do cimento no serviço chapisco, ou seja, em argamassas produzidas em obras.

Em se tratando portanto, das argamassas produzidas em obra, pode-se fazer algumas distinções relacionadas ao modo de aplicação e ao local de aplicação. Levando-se em consideração estes aspectos, o estudo do cimento no serviço de chapisco foi dividido nas seguintes classes: chapisco interno e externo convencional e chapisco rolado. Esta última tem como particularidade a aplicação da argamassa com o auxílio de um rolo enquanto que, no processo convencional, a argamassa é aplicada com o auxílio da colher de pedreiro.

A Tabela B02-1 reúne os valores representativos da amostra estudada, destacando-se as medidas de posição (mediana e média), as medidas de dispersão (diferença entre quartis, desvio padrão e valores mínimo e máximo) e o tamanho da amostra (n).

Comparando-se os valores das medianas das perdas entre as várias modalidades de chapisco (Tabela B02-1) observa-se que os mesmos foram maiores para os chapiscos executados pelo processo convencional em relação ao rolado. Tal constatação parece coerente, uma vez que a aplicação do chapisco com o auxílio do rolo possibilita menores espessuras (menor consumo de argamassa por área de aplicação).

Comparando-se os valores das medianas entre os chapiscos convencional interno e externo, o externo apresenta maior valor em função de as perdas diretas (entulho) serem maiores, face à dificuldade em se reaproveitar este entulho no ato da aplicação.

Ainda com relação aos valores constantes na Tabela B02-1, especificamente para o caso do chapisco interno convencional, o valor mínimo obtido diz respeito a uma obra onde se computou o chapisco interno juntamente com o externo, não sendo portanto representativo para tal comparação. O valor, portanto, considerado representativo para este serviço passa a ser 12 %, único valor estudado para esta classe de chapisco.

Tabela B02-1 – Estatísticas da amostra – cimento no serviço de chapisco

| CHAPISCO CONVENCIONAL EXTERNO | | | | | | |
|-------------------------------|--------|-------------------|-------------------|--------------|---------------|--------|
| | OBRA | m3/m2 Teó rico | kg/m3 Teó rico | Perda (%) | kg/m2 Real | |
| | BR 016 | 0,005 | 424,57 | 52 | 3,22 | |
| | BR 042 | 0,005 | 393,48 | 72 | 3,39 | |
| ÍNDICES | Média | Mediana | Desvio P. | Dif. Quartil | Mínimo | Máximo |
| PERDA (%) | 62 | 62 | 15 | 10 | 52 | 72 |
| CONSUMO TEÓ RICO(kg/m3) | 409,03 | 409,03 | 21,98 | 15,55 | 393,48 | 424,57 |
| CONSUMO REAL (kg/m2) | 3,30 | 3,30 | 0,12 | 0,09 | 3,22 | 3,39 |
| n= | 2 | | | | | |
| CHAPISCO CONVENCIONAL INTERNO | | | | | | |
| | OBRA | m3/m2 Teó rico | kg/m3 Teó rico | Perda (%) | kg/m2 Real | |
| | BR 023 | 0,005 | 282,46 | -42 | 0,82 | |
| | BR 053 | 0,005 | 314,99 | 12 | 1,77 | |
| ÍNDICES | Média | Mediana | Desvio P. | Dif. Quartil | Mínimo | Máximo |
| PERDA (%) | -15 | -15 | 38 | 27 | -42 | 12 |
| CONSUMO TEÓ RICO(kg/m3) | 298,73 | 298,73 | 23,00 | 16,27 | 282,46 | 314,99 |
| CONSUMO REAL (kg/m2) | 1,30 | 1,30 | 0,67 | 0,48 | 0,82 | 1,77 |
| n= | 2 | | | | | |
| CHAPISCO ROLADO | | | | | | |
| | OBRA | m3/m2 Teó rico | kg/m3 Teó rico | Perda (%) | kg/m2 Real | |
| | BR 021 | 0,005 | 224,16 | -16 | 0,94 | |
| | BR 042 | 0,005 | 305,12 | -8 | 1,40 | |
| ÍNDICES | Média | Mediana | Desvio P. | Dif. Quartil | Mínimo | Máximo |
| PERDA (%) | -12 | -12 | 6 | 4 | -16 | -8 |
| CONSUMO TEÓ RICO(kg/m3) | 264,64 | 264,64 | 57,25 | 40,48 | 224,16 | 305,12 |
| CONSUMO REAL (kg/m2) | 1,17 | 1,17 | 0,33 | 0,23 | 0,94 | 1,40 |
| n= | 2 | | | | | |

(b) EMBOÇO OU MASSA ÚNICA – REVESTIMENTO INTERNO

A Tabela B02-2 reúne os valores representativos da amostra estudada, destacando-se as medidas de posição (mediana e média), as medidas de dispersão (diferença entre quartis, desvio padrão e valores mínimo e máximo) e o tamanho da amostra (n).

Tabela B02-2 – Estatísticas da amostra – cimento no serviço revestimento interno

| EMBOÇO OU MASSA ÚNICA - INTERNO | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|---|------------------------------|--------------|---------------------------|--------|
| | OBRA | m ³ /m ² Teórico | kg/m ³ Teórico | Perda (%) | kg/m ² Real | |
| | BR 007 | 0,010 | 147,45 | 141 | 3,56 | |
| | BR 016 | 0,014 | 203,05 | 134 | 6,67 | |
| | BR 021 | 0,020 | 234,63 | 62 | 7,59 | |
| | BR 022 | 0,025 | 115,45 | 139 | 6,91 | |
| | BR 023 | 0,020 | 148,81 | 234 | 9,93 | |
| | BR 034 | 0,015 | 225,23 | 102 | 6,81 | |
| | BR 042 | 0,020 | 267,74 | 21 | 6,47 | |
| | BR 045 | 0,025 | 233,50 | 56 | 9,12 | |
| | BR 053 | 0,010 | 152,61 | 46 | 2,23 | |
| | BR 055 | 0,025 | 194,17 | 196 | 14,38 | |
| | BR 087 | 0,025 | 166,73 | 8 | 5,39 | |
| ÍNDICES | Média | Mediana | Desvio P. | Dif. Quartil | Mínimo | Máximo |
| PERDA (%) | 104 | 102 | 72 | 89 | 8 | 234 |
| CONSUMO TEÓRICO(kg/m ³) | 189,94 | 194,17 | 47,29 | 78,66 | 115,45 | 267,74 |
| CONSUMO REAL (kg/m ²) | 7,19 | 6,81 | 3,24 | 2,42 | 2,23 | 14,38 |
| n= | 11 | | | | | |

Os gráficos B02-1 e B02-2 configuram-se numa representação visual da distribuição dos valores de perdas e consumos respectivamente para os casos amostrados. Neles, pode-se perceber a região de concentração preferencial e a forma de dispersão dos resultados.

Gráfico B02-1 Distribuição amostral dos resultados de perdas:
cimento no serviço de revestimento interno

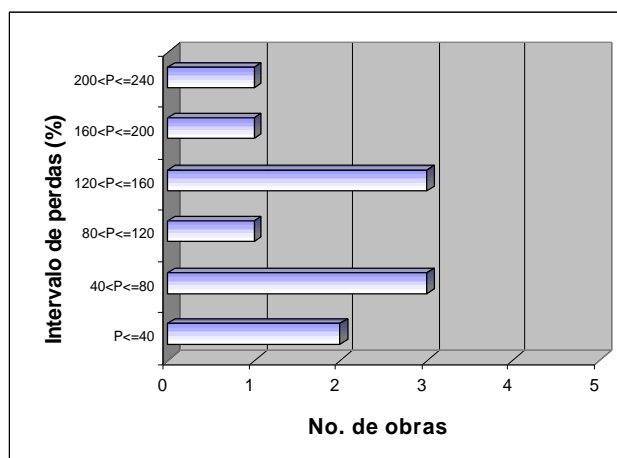
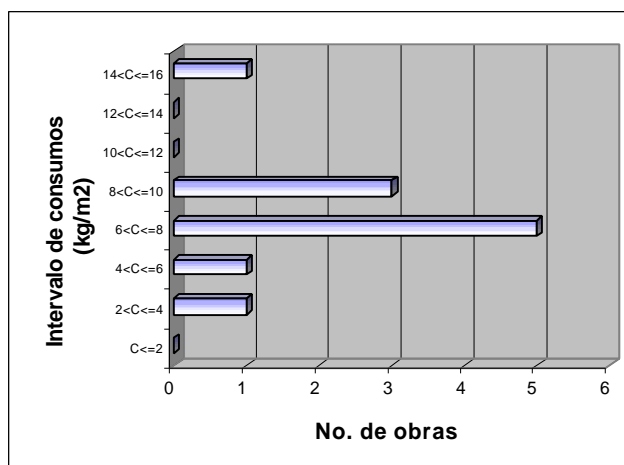


Gráfico B02-2 Distribuição amostral dos resultados de consumos:
cimento no serviço de revestimento interno



Com relação às perdas e/ou consumos de cimento neste serviço, pode-se tecer os seguintes comentários, respeitando-se as considerações iniciais feitas anteriormente:

- analisando-se os valores apresentados na Tabela B02-2 percebe-se uma grande variação nos traços adotados, o que se reflete em grandes variações quanto ao consumo teórico de cimento por m³ de argamassa;
- em se tratando das espessuras teóricas adotadas, nota-se também uma grande variação (de 1 a 2,5 cm);
- As perdas (8 a 234%) e os consumos (2,23 a 14,38 kg/m²) variaram significativamente. Conforme salientado nas considerações iniciais, a maior perda não necessariamente está associada ao maior consumo;

- (d) Ao se analisar um dos principais indicadores parciais de perdas na aplicação do material (variação da espessura de revestimento) através do Gráfico B02-3, fica evidente a correlação existente entre as perdas calculadas para este serviço e as sobrespessuras detectadas. Tal idéia é reforçada pela Tabela B02-3 onde apresenta-se qual a percentagem das perdas calculadas é explicada pela variação da espessura. A sobrespessura da argamassa de revestimento explica 81% do indicador global de perda para os casos considerados, ou seja, dos 67%, 54% dizem respeito à sobrespessura do revestimento enquanto que 13% referem-se à perdas de outras naturezas (no caso, provavelmente o entulho). Ressalta-se que para esta análise foram descartados aqueles dados para os quais detectaram-se problemas ou incertezas quanto a coleta, conforme descrito nas fichas de análise de cada obra.

Gráfico B02-3 Correlação entre a variação da espessura e o indicador global de perda pós-estocagem

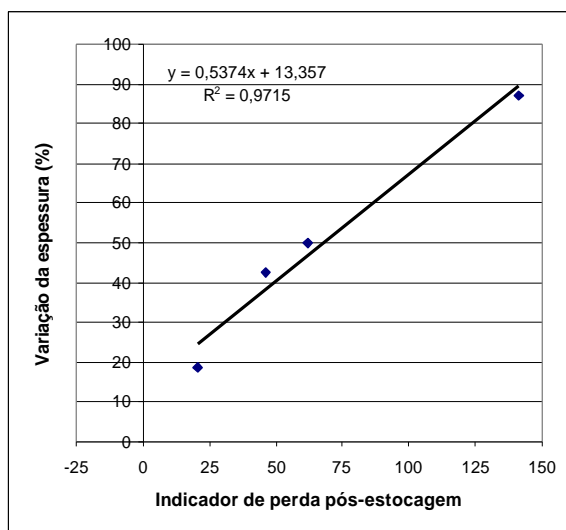


Tabela B02-3 – Representatividade da variação da espessura do revestimento no índice global de perdas

| Obra | Perda (%) | Var. Esp. (%) | Esp. Ref. (cm) | Esp. Real (cm) | Represent. (%) |
|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| BR 007 | 141 | 87 | 1,00 | 1,87 | 62 |
| BR 021 | 62 | 50 | 2,00 | 3,00 | 81 |
| BR 042 | 21 | 19 | 2,00 | 2,38 | 90 |
| BR 053 | 46 | 43 | 1,00 | 1,43 | 92 |
| Média global | 67 | | | | 81 |

(c) EMBOÇO OU MASSA ÚNICA -REVESTIMENTO EXTERNO

A Tabela B02-4 reúne os valores representativos da amostra estudada, destacando-se as medidas de posição (mediana e média), as medidas de dispersão (diferença entre quartis, desvio padrão e valores mínimo e máximo) e o tamanho da amostra (n).

Tabela B02-4 – Estatísticas da amostra – cimento no serviço revestimento externo

| EMBOÇO OU MASSA ÚNICA - EXTERNO | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|---|------------------------------|--------------|---------------------------|--------|
| | OBRA | m ³ /m ² Teórico | kg/m ³ Teórico | Perda (%) | kg/m ² Real | |
| | BR 016 | 0,014 | 203,05 | 134 | 6,67 | |
| | BR 021 | 0,015 | 191,51 | 70 | 4,88 | |
| | BR 022 | 0,025 | 171,64 | 164 | 11,33 | |
| | BR 033 | 0,025 | 156,30 | 30 | 5,07 | |
| | BR 042 | 0,025 | 274,32 | 102 | 13,87 | |
| | BR 045 | 0,025 | 233,50 | 36 | 7,96 | |
| | BR 053 | 0,025 | 152,61 | -11 | 3,39 | |
| | BR 065 | 0,025 | 209,47 | 12 | 5,86 | |
| ÍNDICES | Média | Mediana | Desvio P. | Dif. Quartil | Mínimo | Máximo |
| PERDA (%) | 67 | 53 | 62 | 85 | -11 | 164 |
| CONSUMO TEÓRICO(kg/m ³) | 199,05 | 197,28 | 41,00 | 47,67 | 152,61 | 274,32 |
| CONSUMO REAL (kg/m ²) | 7,38 | 6,26 | 3,55 | 3,78 | 3,39 | 13,87 |
| n= | 8 | | | | | |

Os gráficos B02-4 e B02-5 configuram-se numa representação visual da distribuição dos valores de perdas e consumos respectivamente para os casos amostrados. Neles, pode-se perceber a região de concentração preferencial e a forma de dispersão dos resultados.

Gráfico B02-4 Distribuição amostral dos resultados de perdas: cimento no serviço de revestimento externo

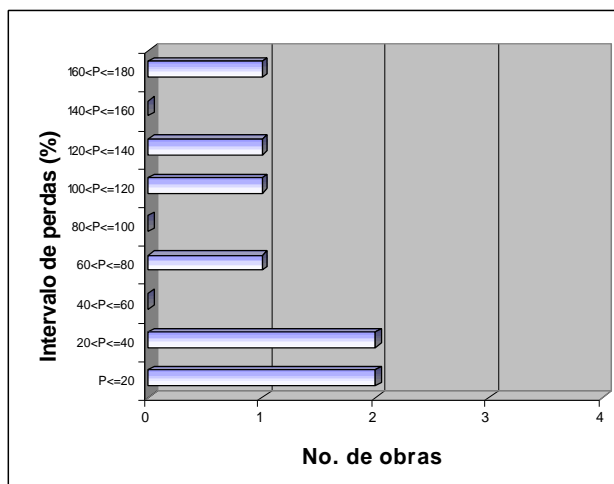
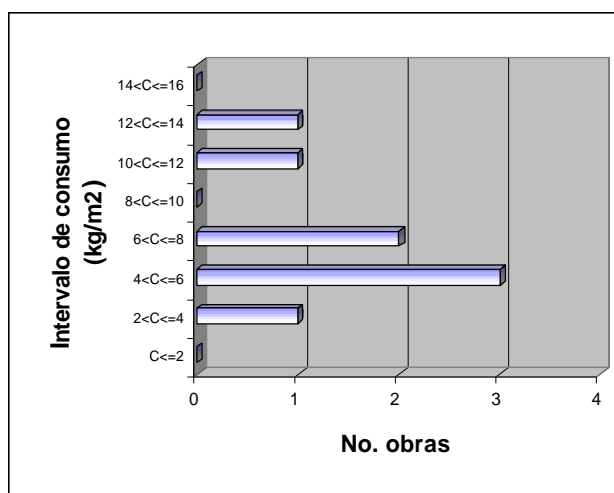


Gráfico B02-5 Distribuição amostral dos resultados de consumos: cimento no serviço de revestimento externo



Com relação às perdas e/ou consumos de cimento neste serviço, pode-se tecer os seguintes comentários, respeitando-se as considerações iniciais feitas anteriormente:

- da mesma forma que no serviço de revestimento interno em argamassa, para este serviço observou-se também uma grande variação nos traços adotados (152,61 a 274,32 kg/m³), o que se reflete em grandes variações quanto ao consumo teórico de cimento por m³ de argamassa (Tabela B02-4);
- em se tratando das espessuras teóricas adotadas, nota-se também uma grande variação (de 1,4 a 2,5 cm);
- as perdas (-11 a 234%) e os consumos reais (3,39 a 13,87 kg/m²) variaram significativamente. Conforme salientado nas considerações iniciais, a maior perda não necessariamente está associada ao maior consumo;

- (e) ao se analisar um dos principais indicadores parciais de perdas na aplicação do material (variação da espessura de revestimento) através do Gráfico B02-6, fica evidente a correlação existente entre as perdas calculadas para este serviço e as sobrespessuras detectadas. Tal idéia é reforçada pela Tabela B02-5 onde apresenta-se qual a percentagem das perdas calculadas é explicada pela variação da espessura. A sobrespessura da argamassa de revestimento explica 82% do indicador global de perda para os casos considerados, ou seja, dos 60%, 49% dizem respeito à sobrespessura do revestimento enquanto que 11% referem-se à perdas de outras naturezas (no caso, provavelmente o entulho). Ressalta-se que para esta análise foram descartados aqueles dados para os quais detectaram-se problemas ou incertezas quanto à coleta, conforme descrito nas fichas de análise de cada obra.

Gráfico B02-6 Correlação entre a variação da espessura e o indicador global de perda pós-estocagem

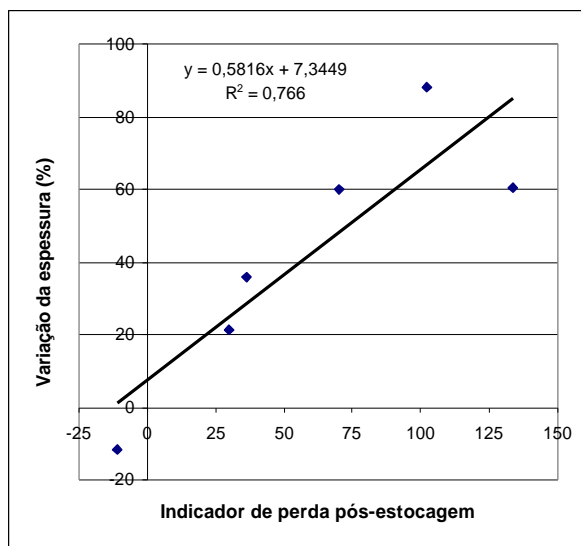


Tabela B02-5 – Representatividade da variação da espessura do revestimento no índice global de perdas

| Obra | Perda (%) | Var. Esp. (%) | Esp. Ref. (%) | Esp. Real (cm) | Represent. (%) |
|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| BR 016 | 134 | 60 | 2,5 | 4,0 | 45 |
| BR 021 | 70 | 60 | 1,5 | 2,4 | 86 |
| BR 033 | 30 | 22 | 2,5 | 3,0 | 72 |
| BR 042 | 102 | 88 | 2,5 | 4,7 | 86 |
| BR 045 | 36 | 36 | 2,5 | 3,4 | 99 |
| BR 053 | -11 | -12 | 2,5 | 2,2 | 107 |
| Média global | 60 | | | | 82 |

(d) CONTRAPISO

A Tabela B02-6 reúne os valores representativos da amostra estudada, destacando-se as medidas de posição (mediana e média), as medidas de dispersão (diferença entre quartis, desvio padrão e valores mínimo e máximo) e o tamanho da amostra (n).

Tabela B02-6 – Estatísticas da amostra – cimento no serviço de contrapiso

| CONTRAPISO | | | | | | |
|--------------------------------------|--------|--|-------------------------------|--------------|---------------------------|--------|
| | OBRA | m ³ /m ² Teó rico | kg/m ³ Teó rico | Perda (%) | kg/m ² Real | |
| | BR 022 | 0,020 | 274,40 | 53 | 8,40 | |
| | BR 039 | 0,020 | 287,00 | 288 | 22,25 | |
| | BR 042 | 0,026 | 479,92 | 15 | 14,30 | |
| | BR 045 | 0,060 | 329,55 | 8 | 24,52 | |
| | BR 047 | 0,010 | 200,00 | 18 | 2,36 | |
| | BR 053 | 0,020 | 356,07 | 42 | 10,10 | |
| | BR 073 | 0,020 | 348,27 | 128 | 15,88 | |
| ÍNDICES | Média | Mediana | Desvio P. | Dif. Quartil | Mínimo | Máximo |
| PERDA (%) | 79 | 42 | 101 | 74 | 8 | 288 |
| CONSUMO TEÓ RICO(kg/m ³) | 325,03 | 329,55 | 86,75 | 71,47 | 200,00 | 479,92 |
| CONSUMO REAL (kg/m ²) | 13,97 | 14,30 | 7,79 | 9,81 | 2,36 | 24,52 |
| n= | 7 | | | | | |

Os gráficos B02-7 e B02-8 configuram-se numa representação visual da distribuição dos valores de perdas e consumos respectivamente para os casos amostrados. Neles, pode-se perceber a região de concentração preferencial e a forma de dispersão dos resultados.

Gráfico B02-7 Distribuição amostral dos resultados de perdas:
cimento no serviço de contrapiso

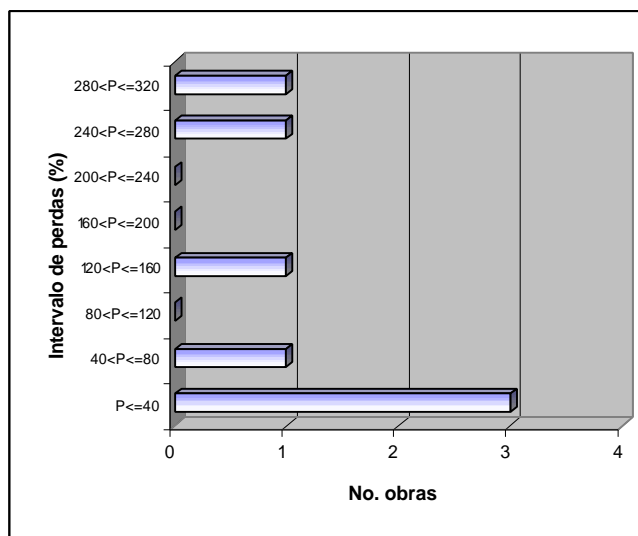
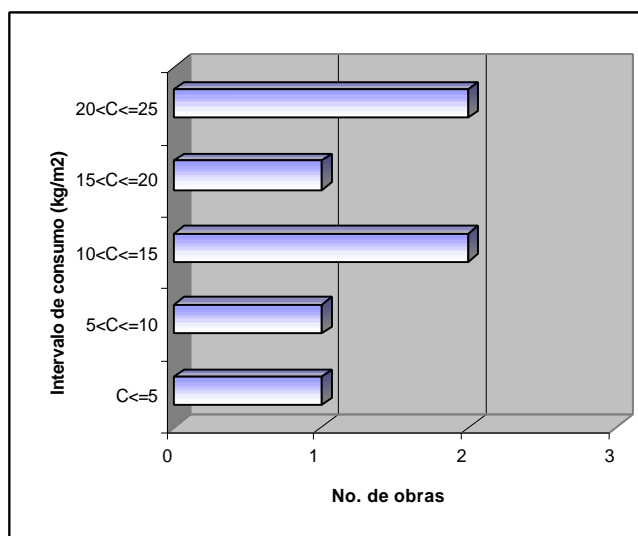


Gráfico B02-8 Distribuição amostral dos resultados de consumos:
cimento no serviço de contrapiso



Com relação às perdas e/ou consumos de cimento neste serviço, pode-se tecer os seguintes comentários, respeitando-se as considerações iniciais feitas anteriormente:

- analisando-se os valores apresentados na Tabela B02-6 percebe-se uma grande variação nos traços adotados (200,00 a 479,9 kg/m³), o que se reflete em grandes variações quanto ao consumo teórico de cimento por m³ de argamassa;
- em se tratando das espessuras teóricas adotadas, nota-se também uma grande variação (de 1 a 6 cm); (vide planilhas de resultados para este material)

- (c) As perdas (8 a 288%) e os consumos reais (2,36 a 24,52 kg/m²) variaram significativamente. Conforme salientado nas considerações iniciais, a maior perda não necessariamente está associada ao maior consumo;
- (f) No caso do contrapiso, espera-se que as perdas sejam fortemente explicadas através da variação de sobresspessura do revestimento; tal raciocínio se fundamenta na expectativa de que as perdas diretas (entulho) sejam menores que nos casos dos revestimentos de paredes, onde o endurecimento de argamassas que caem no chão podem ser mais representativo. A observação do Gráfico B02-10 indica uma alta correlação entre a variação da espessura detectada e a perda calculada. Tal ideia é reforçada pela Tabela B02-7 onde apresenta-se qual a percentagem das perdas calculadas é explicada pela variação da espessura. A sobresspessura da argamassa de revestimento explica 79% do indicador global de perda para os casos considerados, ou seja, dos 90%, 71% dizem respeito à sobresspessura do revestimento enquanto que 8% referem-se à perdas de outras naturezas (no caso, provavelmente o entulho). Ressalta-se que para esta análise foram descartados aqueles dados para os quais detectaram-se problemas ou incertezas quanto a coleta, conforme descrito nas fichas de análise de cada obra.

Gráfico B02-9 Correlação entre a variação da espessura e o indicador global de perda pós-estocagem

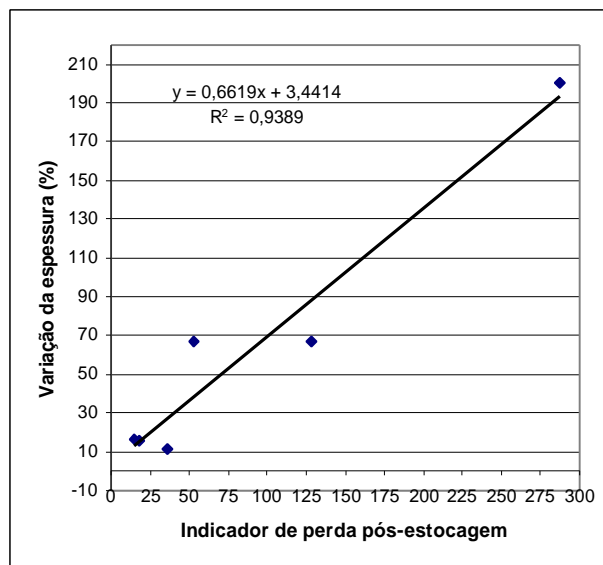


Tabela B02-7 – Representatividade da variação da espessura do revestimento no índice global de perdas

| Obra | Perda (%) | Var. Esp. (%) | Esp. Ref.. (cm) | Esp. Real (cm) | Represent. (%) |
|--------------|-----------|---------------|-----------------|----------------|----------------|
| BR 022 | 53 | 67 | 2,0 | 3,3 | 126 |
| BR 039 | 288 | 200 | 2,0 | 6,0 | 70 |
| BR 042 | 15 | 16 | 2,6 | 3,0 | 112 |
| BR 047 | 18 | 15 | 1,0 | 1,2 | 84 |
| BR 049 | 36 | 11 | 5,0 | 5,6 | 31 |
| BR 073 | 128 | 67 | 2,0 | 3,3 | 52 |
| Média global | 90 | | | | 79 |

- (d) Comparando-se os índices de perdas levando-se em consideração a dosagem ou não dos materiais com auxílio de uma padiola dosadora, verifica-se um resultado mais satisfatório para o grupo de obras que utilizaram tal equipamento (Tabela B02-8). Apesar desta tendência, há que se fazer reservas para tal afirmação, uma vez que a amostra para do grupo que utilizou outra forma de equipamento de dosagem ser reduzido (n=2).

Tabela B02-8 – Comparação entre índices de perdas em função da dosagem ser realizada com padiola dosadora ou não

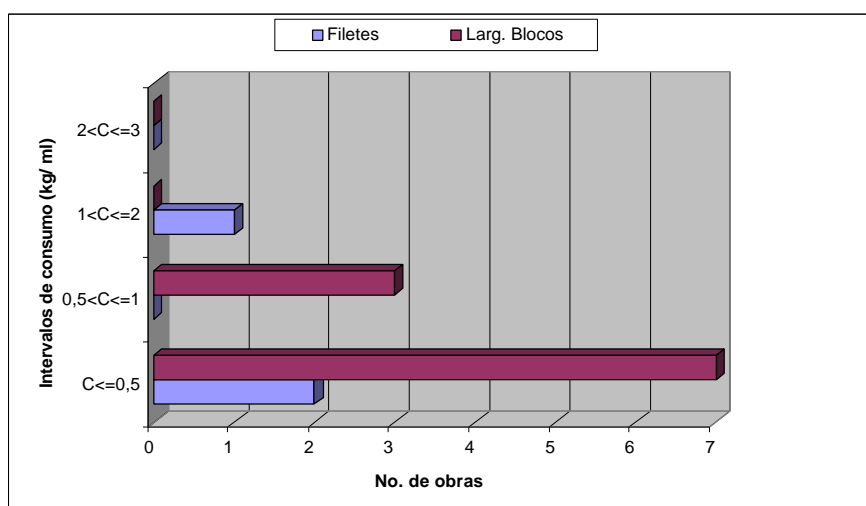
| Categoria | Média | Mediana | Desvio P. | Dif. Quartil | Mínimo | Máximo | n |
|-------------------------------|-------|---------|-----------|--------------|--------|--------|---|
| Com padiola dosadora | 50 | 42 | 47 | 35 | 8 | 128 | 5 |
| Sem o uso de padiola dosadora | 151 | 151 | 193 | 137 | 15 | 287 | 2 |

(e) ALVENARIA

Para o estudo das perdas e/ou consumos de cimento neste serviço em particular, dividiu-se o serviço em duas modalidades: alvenaria cuja argamassa era assentada na forma de filetes e alvenaria cuja forma de assentamento consiste em preencher com argamassa em toda a extensão da largura dos blocos. Tal fato, evidentemente, leva a índices de perdas e consumos diferenciados, pois os referenciais adotados são distintos. Sendo assim, a análise dos índices do estudo deste material atre-se-á apenas à questão do consumo, e não sobre os índices de perdas, pois as discrepâncias são muito significativas.

O Gráfico B02-10 configura-se numa representação visual da distribuição dos valores de perdas para os casos amostrados. Nele, pode-se perceber a região de concentração preferencial e a forma de dispersão dos resultados.

Gráfico B02-10 Distribuição amostral dos resultados de consumos: cimento no serviço de Alvenaria



A Tabela B02-9 reúne os valores representativos da amostra estudada, destacando-se as medidas de posição (mediana e média), as medidas de dispersão (diferença entre quartis, desvio padrão e valores mínimo e máximo) e o tamanho da amostra (n).

Tabela B02-9 – Estatísticas da amostra – cimento no serviço de alvenaria – Filete e Largura dos blocos

| ALVENARIA - FILETES | | | | | | |
|--------------------------------|--------|-------------------|-------------------|---------------|--------|--------|
| | OBRA | m3/ml Teó rico | kg/m3 Teó rico | kg/ml Real | | |
| | BR 015 | 0,0002 | 296,03 | 1,33 | | |
| | BR 042 | 0,0002 | 267,74 | 0,19 | | |
| | BR 083 | 0,0002 | 172,27 | 0,25 | | |
| ÍNDICES | Média | Mediana | Desvio P. | Dif. Quartil | Mínimo | Máximo |
| CONSUMO TEÓ RICO (kg/m3) | 245,35 | 267,74 | 64,85 | 61,88 | 172,27 | 296,03 |
| CONSUMO REAL (kg/ml) | 0,59 | 0,25 | 0,64 | 0,57 | 0,19 | 1,33 |
| n= | 3 | | | | | |
| ALVENARIA - LARGURA DOS BLOCOS | | | | | | |
| | OBRA | m3/ml Teó rico | kg/m3 Teó rico | kg/ml Real | | |
| | BR 021 | 0,0009 | 212,48 | 0,47 | | |
| | BR 023 | 0,0015 | 148,81 | 0,359 | | |
| | BR 029 | 0,0009 | 190,55 | 0,41 | | |
| | BR 030 | 0,0010 | 141,34 | 0,50 | | |
| | BR 040 | 0,0010 | 169,63 | 0,54 | | |
| | BR 053 | 0,0012 | 163,74 | 0,62 | | |
| | BR 054 | 0,0016 | 123,00 | 0,221 | | |
| | BR 062 | 0,0020 | 182,00 | 0,39 | | |
| | BR 063 | 0,0014 | 241,50 | 0,56 | | |
| | BR 081 | 0,0015 | 116,00 | 0,20 | | |
| ÍNDICES | Média | Mediana | Desvio P. | Dif. Quartil | Mínimo | Máximo |
| CONSUMO TEÓ RICO(kg/m3) | 168,91 | 166,69 | 39,31 | 45,20 | 116,00 | 241,50 |
| CONSUMO REAL (kg/m2) | 0,43 | 0,44 | 0,14 | 0,16 | 0,20 | 0,62 |
| n= | 10 | | | | | |

Com relação às perdas e/ou consumos de cimento neste serviço, pode-se tecer os seguintes comentários, respeitando-se as considerações iniciais feitas anteriormente:

- analisando-se os valores apresentados na Tabela B02-8 percebe-se uma grande variação nos traços adotados (116,0 a 296,03 kg/m3), o que se reflete em grandes variações quanto ao consumo teórico de cimento por m3 de argamassa;
- em se tratando das espessuras de juntas teóricas adotadas, nota-se também uma grande variação (de 1 a 2,5 cm) (Tabela B02-10);

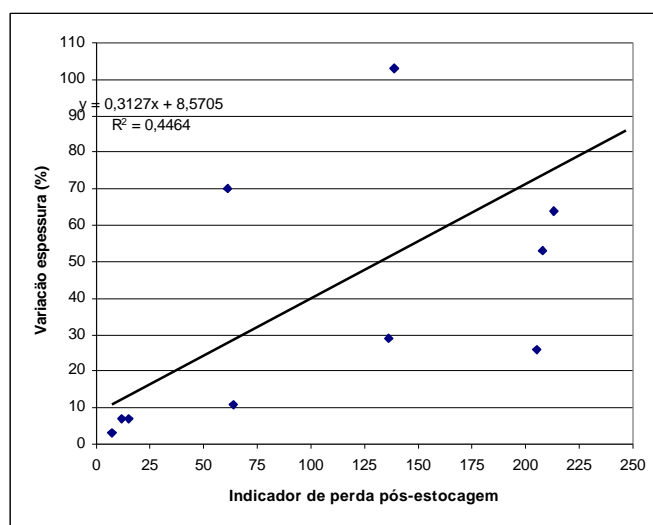
- (c) Os consumos (0,19 a 1,33 kg/ml) variaram significativamente, principalmente quando se compara os resultados entre as duas modalidades de alvenaria ou até mesmo entre resultados de uma mesma modalidade;
- (d) Ao se analisar um dos principais indicadores parciais de perdas na aplicação do material (variação da espessura de junta) através do Gráfico B02-11, fica evidente a correlação bem menor ($R^2=0.4679$) entre as perdas calculadas para este serviço e as sobressessuras de juntas detectadas. Tal constatação veio corroborar com uma verificação feita em obra, de que a argamassa excedente pode ter sido consumida de diversas outras maneiras (que não elevando a espessura da junta) como por exemplo por inserção nos furos dos blocos. Portanto, o padrão geométrico dos blocos pode ter grande influência no consumo de argamassa de assentamento. Para reforçar, na Tabela B02-10 pode-se verificar a representatividade bem menor (em comparação com os outros usos da argamassa) que a sobressessura das juntas horizontais tem em relação ao indicador global.

Tabela B02-10 – Representatividade da variação da espessura das juntas horizontais no índice global de perdas

| Obra | Perda (%) | Var. Esp. (%) | Esp. Ref.. (cm) | Esp. Real (cm) | Represent. (%) |
|--------------|------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|
| BR 021 | 136 | 29 | 1,5 | 1,94 | 22 |
| BR 023 | 61 | 70 | 1,5 | 2,50 | 100 |
| BR 029 | 139 | 103 | 1,0 | 2,03 | 74 |
| BR 030 | 247 | 130 | 1,0 | 2,30 | 53 |
| BR 040 | 208 | 53 | 1,0 | 1,53 | 25 |
| BR 053 | 213 | 64 | 1,0 | 1,64 | 30 |
| BR 054 | 12 | 7 | 2,0 | 2,13 | 54 |
| BR 062 | 7 | 3 | 2,0 | 2,06 | 47 |
| BR 063 | 64 | 11 | 1,5 | 1,66 | 17 |
| BR 078(*) | 205 | 26 | 1 | 1,26 | 12 |
| BR 081 | 15 | 7 | 1,5 | 1,61 | 49 |
| Média global | 119 | | | | 42 |

(*) Argamassa parcial ou totalmente produzida fora do canteiro de obras

Gráfico B02-11 Correlação entre a variação da espessura de juntas e o indicador global de perda pós-estocagem



(f) ESTRUTURA DE CONCRETO

A tabela B02-11 reúne os valores representativos da amostra estudada, destacando-se as medidas de posição (mediana e média), as medidas de dispersão (diferença entre quartis, desvio padrão e valores mínimo e máximo) e o tamanho da amostra (n).

Tabela B02-11 – Estatísticas da amostra – cimento no serviço de alvenaria – cimento no serviço de estrutura de concreto

| ESTRUTURA DE CONCRETO | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|---|------------------------------|----------------------|-------------------|--------|
| | OBRA | m ³ /m ³ Teórico | kg/m ³ Teórico | Perda (%) Teórico | kg/m ³ | |
| | BR 017 | 1 | 362,72 | 22 | 443,26 | |
| | BR 029 | 1 | 334,91 | 56 | 522,90 | |
| | BR 047 | 1 | 350,00 | 6 | 370,00 | |
| ÍNDICES | Média | Mediana | Desvio P. | Dif. Quartil | Mínimo | Máximo |
| PERDA (%) | 28 | 22 | 26 | 25 | 6 | 56 |
| CONSUMO TEÓRICO(kg/m ³) | 349,21 | 350,00 | 13,92 | 13,91 | 334,91 | 362,72 |
| CONSUMO REAL (kg/m ³) | 445,39 | 443,26 | 76,47 | 76,45 | 370,00 | 522,90 |
| n= | 3 | | | | | |

As perdas, neste caso, são calculadas com relação a um referencial teórico de consumo que, por sua vez, baseia-se no traço especificado para a obra. Assim, ao valor maior de perda não necessariamente se associa maior valor de consumo.

Apesar de se ter apenas três casos estudados, as perdas mostraram-se um pouco superior ao caso do concreto usinado. Note-se no entanto que, num dos casos, obteve-se o valor de 6%, que é inferior à mediana das perdas verificadas para o concreto usinado.