

**Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**  
**Departamento de Engenharia de Construção Civil**

ISSN 0103-9830  
**BT/PCC/176**

---

**SUBSÍDIOS PARA A OPÇÃO ENTRE:  
ELEVADOR OU GRUA, ANDAIME  
FACHADEIRO OU BALANCIM,  
ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA OU  
PRODUZIDA EM OBRA**

---

**Ubiraci Espinelli Lemes de Souza**  
**Luiz Sérgio Franco**

São Paulo – 1997

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Departamento de Engenharia de Construção Civil  
Boletim Técnico - Série BT/PCC

Diretor: Prof. Dr. Célio Taniguchi  
Vice-Diretor: Prof. Dr. Eduardo Camilher Damasceno

Chefe do Departamento: Prof. Dr. Vahan Agopyan  
Suplente do Chefe do Departamento: Prof. Dr. Paulo Helene

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alex Abiko  
Prof. Dr. Luiz Sérgio Franco  
Prof. Dr. João da Rocha Lima Jr.  
Prof. Dr. Orestes Marraccini Gonçalves  
Prof. Dr. Paulo Helene  
Prof. Dr. Vahan Agopyan

Coordenador Técnico  
Prof. Dr. Alex Abiko

O Boletim Técnico é uma publicação da Escola Politécnica da USP/Departamento de Engenharia de Construção Civil, fruto de pesquisas realizadas por docentes e pesquisadores desta Universidade.

**SUBSÍDIOS PARA A OPÇÃO ENTRE:  
ELEVADOR OU GRUA,  
ANDAIME FACHADEIRO OU BALANCIM,  
ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA OU PRODUZIDA  
EM OBRA.**

**UBIRACI ESPINELLI LEMES DE SOUZA**

**LUIZ SÉRGIO FRANCO**

**janeiro de 1997**

## SUMÁRIO

Resumo

Abstract

SUBSÍDIOS PARA A OPÇÃO ENTRE: ELEVADOR OU GRUA,  
ANDAIME FACHADEIRO OU BALANÇIM, ARGAMASSA  
INDUSTRIALIZADA OU PRODUZIDA EM OBRA.....01

1. IMPACTOS ADVINDOS DO USO DE NOVAS TECNOLOGIAS .....	01
1.1. Fluxograma dos processos .....	02
1.2. Estudo do transporte de materiais/componentes.....	03
1.3. Estudo da produtividade da mão-de-obra.....	05
2. O USO DA GRUA EM LUGAR DO ELEVADOR DE OBRAS .	07
2.1. Concretagem.....	07
2.2. Armadura .....	11
2.3. Alvenaria .....	11
2.4. Balanço final.....	12
3. O USO DO FACHADEIRO PARA REVESTIMENTO EXTERNO.....	14
4. DIFERENTES OPÇÕES QUANTO ÀS ARGAMASSAS.....	18
4.1. Argamassa para assentamento de alvenaria .....	19
4.2. Argamassa para contrapiso.....	22
4.3. Argamassa para revestimento externo .....	23
4.4. Argamassa para revestimento interno.....	23
5. BIBLIOGRAFIA.....	25

## **RESUMO**

Este trabalho discute diretrizes para algumas definições que se deve fazer quanto ao processo construtivo de edifícios. Apresenta subsídios para auxiliar no processo de decisão quanto a: adotar-se a grua como equipamento de transporte em lugar do elevador de obras; o uso de andaimes fachadeiros em lugar do balancim; e a possibilidade de se optar por uma argamassa industrializada em lugar de produzi-la em obra.

## **ABSTRACT**

### **CHOOSING CONSTRUCTION EQUIPMENTS AND MATERIALS: CRANE OR LIFTS, SCAFFOLDING OR SUSPENDED PLATFORMS; INDUSTRIALIZED OR SITE PRODUCED MORTAR**

This paper deals with decisions related to the construction process. It presents some procedures to support the choice between: crane and lifts as equipment to move materials; scaffolding or suspended platforms for facade work; and industrialized or site produced mortar as construction materials.

# **SUBSÍDIOS PARA A OPÇÃO ENTRE: ELEVADOR OU GRUA, ANDAIME FACHADEIRO OU BALANCIM, ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA OU PRODUZIDA EM OBRA**

Ao se planejar a execução de uma obra, freqüentemente se tem de optar entre várias possibilidades quanto à realização de um serviço: uso de diferentes equipamentos, materiais ou técnicas. Este trabalho procura fornecer subsídios para auxiliar no processo de tomada de decisões quanto a este tipo de escolha.

Discute-se inicialmente, de uma maneira conceitual, os tipos de impactos sobre o processo construtivo que podem advir de tais escolhas, passando-se a seguir ao estudo específico de três situações selecionadas pelas empresas como motivo atual de preocupação: a opção de se usar a grua em lugar do elevador de cargas, o uso de andaimes fachadeiros e diferentes opções quanto às argamassas. O enfoque será dado com relação às influências causadas quanto ao canteiro de obras.

É importante ressaltar que muitas das idéias aqui contidas foram discutidas com 5 empresas de construção (Alves Dinis, Barbara, Concima, Simão e Sinco), às quais se agradece o apoio recebido.

## **1. IMPACTOS ADVINDOS DO USO DE NOVAS TECNOLOGIAS**

A adoção de tecnologias diferentes das usualmente adotadas por uma empresa (incluindo novos equipamentos, materiais e técnicas), pode ter uma série de implicações quanto ao processo produtivo, como por exemplo:

- alteração da relação entre os tempos considerados produtivos e não produtivos
- redução no esforço físico dispendido pelo operário
- maior observância de recomendações ergonômicas
- alteração do tempo total demandado pelo serviço (ou obra)
- alteração da quantidade e composição da equipe necessária
- natureza, distribuição e continuidade das operações
- alteração da quantidade de manuseio necessário
- alteração do grau de precisão conseguido nas operações
- possibilidades de planejamento da execução em maior detalhe
- alteração na flexibilidade quanto ao replanejamento de prazos
- alteração da variabilidade do processo
- alteração da organização e gestão da produção (novo ritmo da equipe, duração da atividade, organização do canteiro, atuação dos operadores)
- mudanças nas quantidades de serviços, mão-de-obra, equipamentos e instalações no canteiro

- alteração no relacionamento cliente-fornecedor entre os vários serviços que compõem uma obra
- “status” da obra

Ao se optar, portanto, entre duas tecnologias, seriam inúmeras as considerações a serem feitas. Dentro deste contexto (ainda que isto signifique uma simplificação do raciocínio a ser desenvolvido) agrupam-se os diferentes efeitos, oriundos da adoção de diferentes tecnologias, quanto às modificações induzidas:

- na organização da produção;
- na produtividade do transporte;
- na produtividade da aplicação do material (elaboração do serviço).

Mais que isto, seria interessante dispor de técnicas quantitativas para auxiliar no processo decisório. Algumas delas são apresentadas a seguir, sendo sua aplicação promovida posteriormente, quando da discussão do uso da grua, do andaime fachadeiro e de diferentes opções quanto às argamassas.

## **1.1. FLUXOGRAMA DOS PROCESSOS**

É uma ferramenta bastante útil para se avaliar a organização da produção, elucidando quais as partes que a compõem e a interação entre estas.

### **Definições**

Cabem, inicialmente, as seguintes definições:

- a “produção” de um serviço é considerada como uma somatória de processos e operações;
- os processos dizem respeito ao fluxo do objeto do trabalho (exemplo: recebimento, estoque, etc.);
- as operações dizem respeito ao fluxo e atividades do sujeito do trabalho (exemplo: conferência da quantidade e qualidade dos insumos recebidos)

O fluxograma dos processos, portanto, relaciona e ordena os vários processos que compõem a execução de um serviço, permitindo um melhor entendimento do mesmo.

## **Simbologia**

Cada “tipo” de processo recebe um símbolo para representação no fluxograma. A classificação e os respectivos símbolos são:

- inspeção ..... □
- armazenamento ..... ▽
- elaboração ..... ○
- transporte ..... ⇒
- espera ..... D

## **Exemplo de fluxograma de processos**

Para o caso do serviço de alvenaria pode-se ter um fluxo de processos conforme ilustrado na Figura 1.

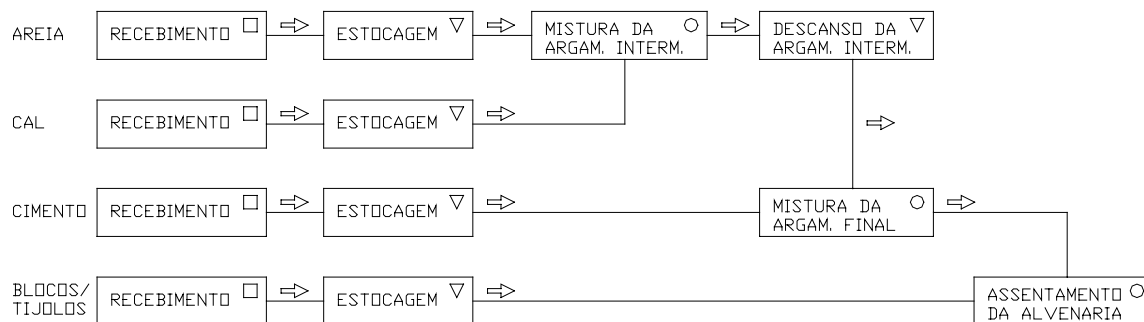


Figura 1 - Fluxograma de processos para a produção de alvenaria em processo tradicional.

## **1.2. ESTUDO DO TRANSPORTE DE MATERIAIS/COMPONENTES**

O primeiro passo para entendimento e estudo de um sistema de transportes é a percepção de que se pode subdividi-lo em “ciclos” que, embora interajam entre si, podem ser avaliados individualmente. É assim que o transporte de argamassa da betoneira ao local de execução do revestimento de parede pode ser subdividido nos ciclos: transporte da betoneira ao elevador (ciclo de carregamento); transporte pelo elevador (ciclo de deslocamento vertical); e transporte da chegada do elevador ao



andar até a caixa de argamassa do pedreiro revestidor da parede (ciclo de descarregamento).

Entendida a existência dos ciclos, o passo seguinte é o de avaliá-los. Para tanto é necessário detectar as partes que os compõem. A Figura 2 ilustra um ciclo genérico onde se depreende que o tempo necessário para a realização de um ciclo completo ( $T_c$ ) é a somatória de:

- tempo para inicializar o ciclo ( $T_i$ );
- tempo de ida ( $T_{ida}$ );
- tempo para finalizar a movimentação do material ( $T_f$ );
- tempo de volta ao ponto inicial da movimentação ( $T_{volta}$ ).

No caso, por exemplo, do transporte de areia do local de estoque à betoneira, ter-se-ia:

$T_i$  = tempo que o operário, fazendo uso de uma pá, demora para encher o carrinho de mão com areia;

$T_{ida}$  = tempo que despenderia para empurrar este carrinho cheio do estoque à betoneira;

$T_f$  = tempo demandado para remover a areia do carrinho passando-a para dentro da betoneira;

$T_{volta}$  = tempo para o retorno da carrinho vazio até o estoque (onde se iniciaria um novo ciclo).

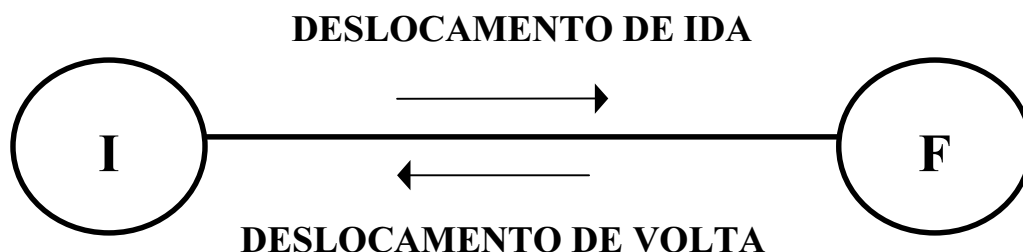


Figura 2- Representação genérica de um ciclo de transporte.

O estudo dos sistemas de transporte sob este enfoque pode ajudar na sua otimização, no desenvolvimento de novas soluções ou, finalmente, na quantificação de vantagens associadas à adoção de um novo equipamento frente a uma solução tradicional.

Para exemplificar o uso de raciocínios baseados no estudo do transporte, seja o caso dos dois carrinhos mostrados, na Figura 3, que poderiam ser utilizados para o transporte de tijolos de um local para outro de estoque. A redução de  $T_i$  e  $T_f$  relativos ao segundo caso, pode representar a diminuição de  $T_c$  significativa (por exemplo de 6 minutos para 1 minuto). Supondo que se transporte um número de tijolos

necessários à execução de 1 metro quadrado de alvenaria por ciclo, ter-se-ia uma economia de 5 minutos de servente por metro quadrado de alvenaria para cada etapa do transporte que se realize (se tiver-se 3 diferentes deslocamentos isto representaria 15 minutos de servente por m<sup>2</sup>). Tais valores podem ser bastante significativos quando comparados com o tempo demandado para a efetiva execução (assentamento) da alvenaria (por exemplo 50 minutos por m<sup>2</sup>).

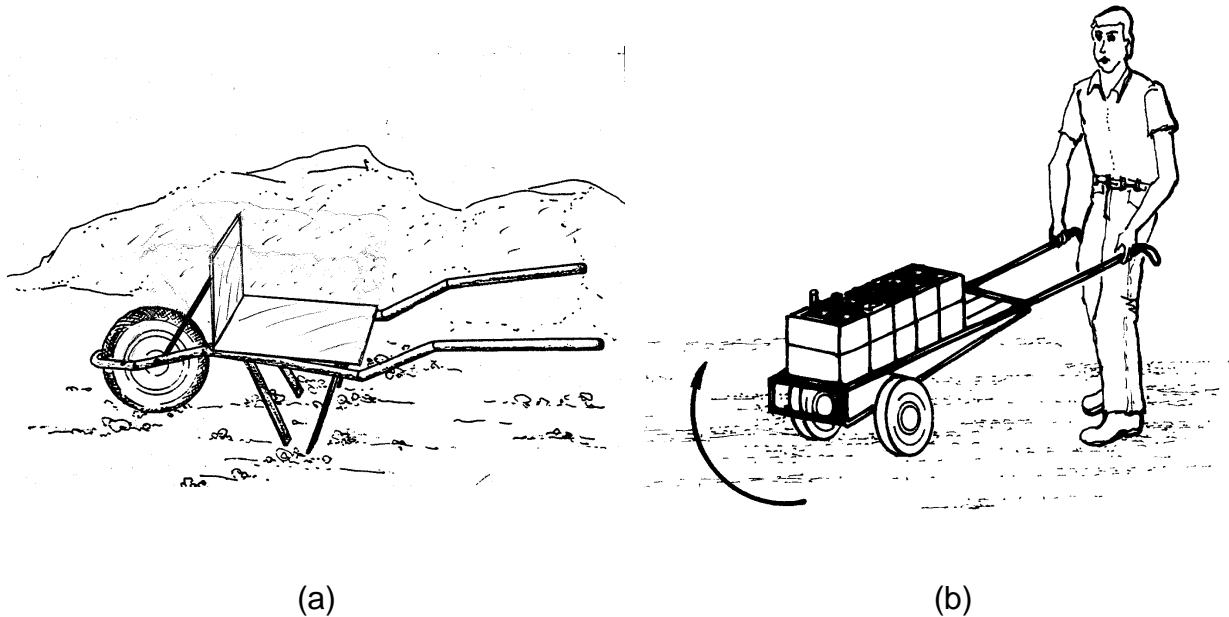


Figura 3 - Duas opções para o transporte de blocos: a) carrinho tradicional; b) carrinho especial.

### 1.3 ESTUDO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA

Uma das vantagens que pode ser trazida pela adoção de uma nova tecnologia é a diminuição do consumo de mão-de-obra para a realização do serviço. Um dos instrumentos para se avaliar tais benefícios é a medição da produtividade da mão-de-obra. Adota-se aqui, como indicador da produtividade, a Razão Unitária de Produção (RUP), calculada por:

$$RUP = Hh / \text{quantidade executada}$$

A RUP pode ser calculada com base diária, mostrando variações devidas a fatores presentes a cada dia de trabalho. A Tabela 1 e a Figura 4 ilustram a variação da RUP diária medida para um serviço de execução de fôrmas.

Tabela 1- Valor da RUP diária a cada dia de trabalho no serviço de fôrmas.

<b>dia</b>	<b>RUP diária</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
1	0,49	
2	9,92	trabalho sob chuva, para viabilizar concretagem
3	0,78	
4	1,72	montagem de plataforma de trabalho auxiliar
5	1,20	aguardo de decisão quanto à posição de elétrica
6	0,78	
7	3,15	espera para se alcançar o prazo mínimo para desfôrma
8	1,01	
9	2,40	concretagem
10	0,68	
11	1,09	concretagem
12	100,00	inviabilidade de desfôrma devido aos prazos de cura
13	0,45	
14	3,13	concretagem
15	0,73	
16	0,87	
17	1,33	chuva paralisou o trabalho mais cedo
18	1,13	
19	0,69	
20	1,45	interferência com montagem da armadura
21	1,42	interferência com montagem da armadura
22	1,37	chuva paralisou o trabalho mais cedo
23	2,45	descarregamento de fôrma e organização do estoque
24	0,61	
25	2,62	interferência com montagem da armadura
26	1,10	
27	0,80	
28	0,97	
29	0,89	
30	1,07	
31	5,13	retrabalho de montagem de fôrmas
32	0,96	

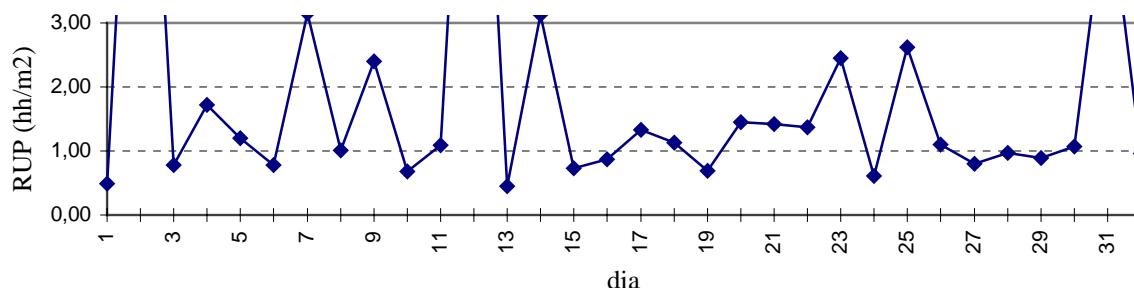


Figura 4 - Apresentação gráfica da RUP diária para serviço de fôrmas.

## 2. O USO DA GRUA EM LUGAR DO ELEVADOR DE OBRAS

Para se poder discutir a relação custo-benefício entre estas duas opções para transporte vertical em obra é necessário, além de se quantificar os desembolsos mensais associados a ter o equipamento disponível no canteiro, o levantamento de possíveis vantagens ou desvantagens que ele pode gerar quanto aos serviços em execução.

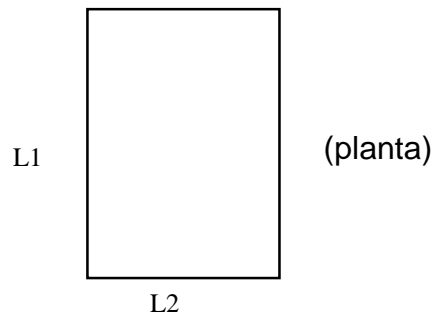
Para o caso da comparação grua-elevador, vai-se dar destaque (sem esquecer que outros serviços podem também ser analisados) à execução da concretagem, das armaduras e da alvenaria. Para cada serviço dá-se um destaque aos tempos e equipes de transporte envolvidas, bem como se faz algumas considerações quanto à produtividade induzida.

### 2.1. CONCRETAGEM

Como primeira etapa para a avaliação do transporte de concreto elaborou-se um modelo matemático para cálculo dos tempos totais demandados para a concretagem de lajes/vigas de todo um pavimento. Para comparação, escolheu-se as seguintes opções:

- uso de grua e caçamba de 500 litros
- elevador de obras e seis jericas

Estas opções foram analisadas para quatro diferentes situações de áreas de pavimento-tipo (vide Figura 5): 17x17 m<sup>2</sup> (caso 1), 13x23 m<sup>2</sup> (caso 2), 22x22 m<sup>2</sup> (caso 3) e 17x29 m<sup>2</sup> (caso 4). A Tabela 2 ilustra os resultados de tal cálculo, pavimento a pavimento, até um limite de 30 pavimentos.



CASO	L1 (m)	L2 (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )
1	17	17	289
2	23	13	299
3	22	22	484
4	29	17	493

Figura 5 - Ilustração genérica dos casos estudados.

Observe-se que no cálculo da capacidade horária bem como do tempo total necessário, considerou-se que a equipe de concretagem consiga utilizar toda a potencialidade de transporte do equipamento, o que pode não ser verdadeiro muitas vezes.

Tabela 2 - Tempo total e capacidade horária potencial para a concretagem de lajes/vigas de um pavimento, usando grua ou elevador, para quatro diferentes tipologias de andar-tipo.

N	1 ELEVADOR					GRUA				
	Tt1 (h)	CAP(m <sup>3</sup> /h)	Tt2 (h)	Tt3 (h)	Tt4(h)	Tt1 (h)	CAP(m <sup>3</sup> /h).	Tt2 (h)	Tt3 (h)	Tt4(h)
1.0	6.0	7.7	6.6	11.1	12.1	3.4	13.6	3.5	5.7	5.8
2.0	6.3	7.3	6.9	11.6	12.5	3.7	12.5	3.8	6.2	6.3
3.0	6.6	7.1	7.0	12.0	13.0	4.0	11.5	4.1	6.7	6.8
4.0	6.7	6.9	7.1	12.4	13.1	4.3	10.7	4.5	7.2	7.4
5.0	6.8	6.8	7.2	12.5	13.2	4.6	10.0	4.8	7.7	7.9
6.0	7.0	6.6	7.4	12.7	13.4	4.9	9.4	5.1	8.3	8.4
7.0	7.3	6.4	7.7	13.0	13.7	5.2	8.8	5.4	8.8	8.9
8.0	7.6	6.0	8.1	13.4	14.1	5.5	8.3	5.7	9.3	9.5
9.0	8.1	5.7	8.5	13.9	14.6	5.9	7.9	6.1	9.8	10.0
10.0	8.6	5.3	8.9	14.6	15.1	6.2	7.5	6.4	10.3	10.5
11.0	9.2	5.0	9.5	15.4	15.8	6.5	7.1	6.7	10.8	11.0
12.0	9.7	4.8	10.0	16.2	16.6	6.8	6.8	7.0	11.4	11.6
13.0	10.2	4.5	10.6	17.1	17.4	7.1	6.5	7.3	11.9	12.1
14.0	10.7	4.3	11.1	18.0	18.3	7.4	6.3	7.7	12.4	12.6
15.0	11.2	4.1	11.6	18.8	19.2	7.7	6.0	8.0	12.9	13.1
16.0	11.8	3.9	12.2	19.7	20.1	8.0	5.8	8.3	13.4	13.7
17.0	12.3	3.8	12.7	20.6	20.9	8.3	5.6	8.6	13.9	14.2
18.0	12.8	3.6	13.2	21.4	21.8	8.6	5.4	8.9	14.5	14.7
19.0	13.3	3.5	13.8	22.3	22.7	8.9	5.2	9.2	15.0	15.3
20.0	13.8	3.3	14.3	23.2	23.6	9.2	5.0	9.6	15.5	15.8
21.0	14.4	3.2	14.8	24.0	24.5	9.6	4.8	9.9	16.0	16.3
22.0	14.9	3.1	15.4	24.9	25.4	9.9	4.7	10.2	16.5	16.8
23.0	15.4	3.0	15.9	25.8	26.3	10.2	4.5	10.5	17.0	17.4
24.0	15.9	2.9	16.5	26.6	27.1	10.5	4.4	10.8	17.6	17.9
25.0	16.4	2.8	17.0	27.5	28.0	10.8	4.3	11.2	18.1	18.4
26.0	16.9	2.7	17.5	28.4	28.9	11.1	4.2	11.5	18.6	18.9
27.0	17.5	2.6	18.1	29.2	29.8	11.4	4.1	11.8	19.1	19.5
28.0	18.0	2.6	18.6	30.1	30.7	11.7	3.9	12.1	19.6	20.0
29.0	18.5	2.5	19.1	31.0	31.6	12.0	3.8	12.4	20.1	20.5
30.0	19.0	2.4	19.7	31.9	32.4	12.3	3.8	12.8	20.7	21.0

Procurando avaliar o quão confiável este modelo pode ser ou, em outras palavras, se estes valores tem um boa proximidade com os tempos reais, fez-se uma avaliação (a partir das notas fiscais e planilhas de controle) das quantidades médias concretadas por hora de trabalho em obra da Construtora Barbara, conforme mostrado na Tabela 3. Note-se que em algumas lajes se utilizou tanto a grua quanto o elevador de obras para o transporte do concreto, sendo que em outras apenas a grua foi usada.

Tabela 3 - avaliação das quantidades médias concretadas por hora de trabalho (obra da Construtora Barbara)

N	concretagem/hora (m <sup>3</sup> /h) por equipe servida pelo elevador		concretagem/hora (m <sup>3</sup> /h) por equipe servida pela grua	
	dados reais	modelagem	dados reais	modelagem
16 (lajes/vigas)	2,8	3,9	4,3	5.8
14 (lajes/vigas)	-	-	6,4	6.3
13 (lajes/vigas)	4,3	4,5	7,4	6.5
11 (lajes/vigas)	-	-	6,2	7.1
5 (lajes/vigas)	-	-	8,5	10.0
4 (lajes/vigas)	-	-	6,3	10.7
17 (pilares)	-	-	3,3	5.6
16 (pilares)	-	-	5,3	5.8

Note-se que, além de uma consistência com os resultados mostrados na Tabela 1.2, nos dias com simultâneo uso de grua e elevador as respectivas equipes responsáveis pelo espalhamento, vibração e acabamento superficial do concreto praticamente não diferiam, o que sugere um aumento da produtividade da equipe trabalhando associada à grua.

Os números abaixo são uma tentativa de quantificar a economia de mão-de-obra na concretagem usando grua em lugar do elevador como meio de transporte:

- diminuição da equipe (verificada na obra visitada) necessária para o transporte horizontal do concreto (serventes para empurrar jericas): 6 serventes por um dia (6 Sd)
- aumento da produtividade (suposição) da equipe total trabalhando: 10% da equipe por um dia =  $0,1 * (12 \text{ serventes} + 10 \text{ oficiais}) = 0,1 * (12 \text{ serventes} + 10 * 1,3 \text{ serventes}) = 2,5 \text{ Sd}$   
(Obs: utilizou-se o fator “1,3” para transformar horas de oficial em horas equivalentes de serventes).
- somando as duas contribuições: 8,5 Sd / pavimento de laje-viga concretado

## 2.2. ARMADURA

Fazendo-se uso do modelo matemático aplicado a um pavimento de  $\sim 300 \text{ m}^2$  de área de piso, chega-se a um consumo de mão-de-obra para transporte de armadura para pilar/laje/viga, para  $N=10$ , da ordem de:

- 38 Hh no caso de uso do elevador;
- 3 Hh no caso da grua.

Os dados de campo obtidos mostraram-se coerentes com estes valores:

- transporte com grua (informações do mestre da obra da Construtora Barbara): 10 Hh;
- transporte com elevador (dados apropriados em obra de outra construtora: 40 Hh).

É razoável, portanto, se pensar numa economia de 30 Hh por pavimento de área de  $300 \text{ m}^2$  (como aproximação poder-se-ia pensar, no caso de áreas de pavimento maiores, em se quantificar a economia proporcionalmente à relação entre áreas). Considerando-se que esta mão-de-obra diz respeito a oficiais (armadores), o equivalente em servente seria:  $30 * 1,3 = 39 \text{ Sh}$ .

Supondo que, além dos ganhos relativos ao transporte, se induza um aumento da produtividade do serviço de armação da ordem de 10% quando se usa a grua, ter-se-ia uma economia adicional de:  $0,1 * 6000 \text{ kg} * 0,1 \text{ Hh/kg} = 60 \text{ Hh}$ , que transformados em equivalente de servente seriam:  $60 * 1,3 = 78 \text{ Sh}$ .

A soma total destas economias seria de 117 Sh, que equivalem aproximadamente a 14 Sd/pavimento.

## 2.3. ALVENARIA

Usando o modelo matemático para estimativa do tempo do transporte dos tijolos a partir de estoque facilmente acessível pela grua ou elevador de obras, tem-se os resultados ilustrados na Tabela 4.

Como fonte para aferição dos resultados oriundos da modelagem matemática, para  $N=4$ , segundo depoimento do engenheiro residente de obra da Construtora Barbara, gasta-se de 4 a 8 Sh / andar, em obra semelhante às tipologias (vide Figura 5) 1 e 2.

Para o cálculo das horas totais de transporte referentes ao uso do elevador resta ainda considerar os deslocamentos horizontais feitos antes de se utilizar o elevador. Pode-se considerar 50% de acréscimo aos valores calculados se tiver-se dois deslocamentos adicionais (por exemplo: do descarregamento ao estoque geral e deste para as proximidades do elevador). Portanto, a economia relativa ao transporte dos blocos seria da ordem de 100 Sh para os casos 1 ou 2 e de 170 Sh para os casos 3 e 4.



Tabela 4 - Consumos de mão-de-obra no transporte de blocos para alvenaria.

N	grua		elevador	
	casos 1 ou 2	casos 3 ou 4	casos 1 ou 2	casos 3 ou 4
1	4 Sh	8 Sh	73 Sh	121 Sh
10	7 Sh	11 Sh	74 Sh	123 Sh
20	10 Sh	16 Sh	74 Sh	123 Sh

\* ver figura 5 quanto à definição dos 4 casos

Considerando-se ainda um ganho de produtividade de 10% quanto ao assentamento propriamente dito, ter-se-ia uma economia adicional de: 48 Hh (=  $0,1 \text{ Hh/m}^2 \text{ alvenaria} * 300 \text{m}^2 \text{ de piso} * 1,6 \text{ m}^2 \text{ alvenaria/m}^2 \text{ piso}$ ) para os casos 1 ou 2 e de 80 Hh para os casos 3 ou 4. Considerando ainda a relação de 1 oficial = 1,3 servente, tais economias poderiam ser expressas respectivamente como: 63 Sh e 104 Sh.

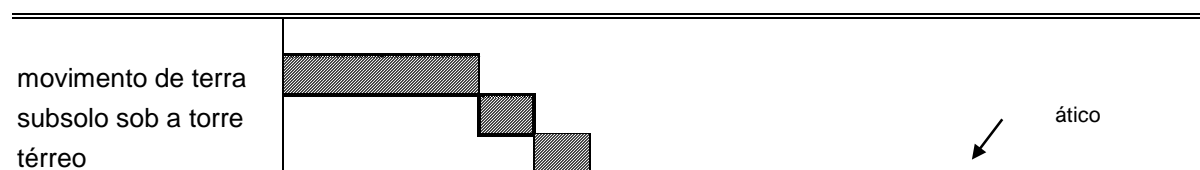
Somando-se as economias chega-se a: 163 Sh/pavimento para os casos 1 ou 2 e 274 Sh/pavimento para os casos 3 ou 4, o que equivale respectivamente a 21 Sd e 35 Sd.

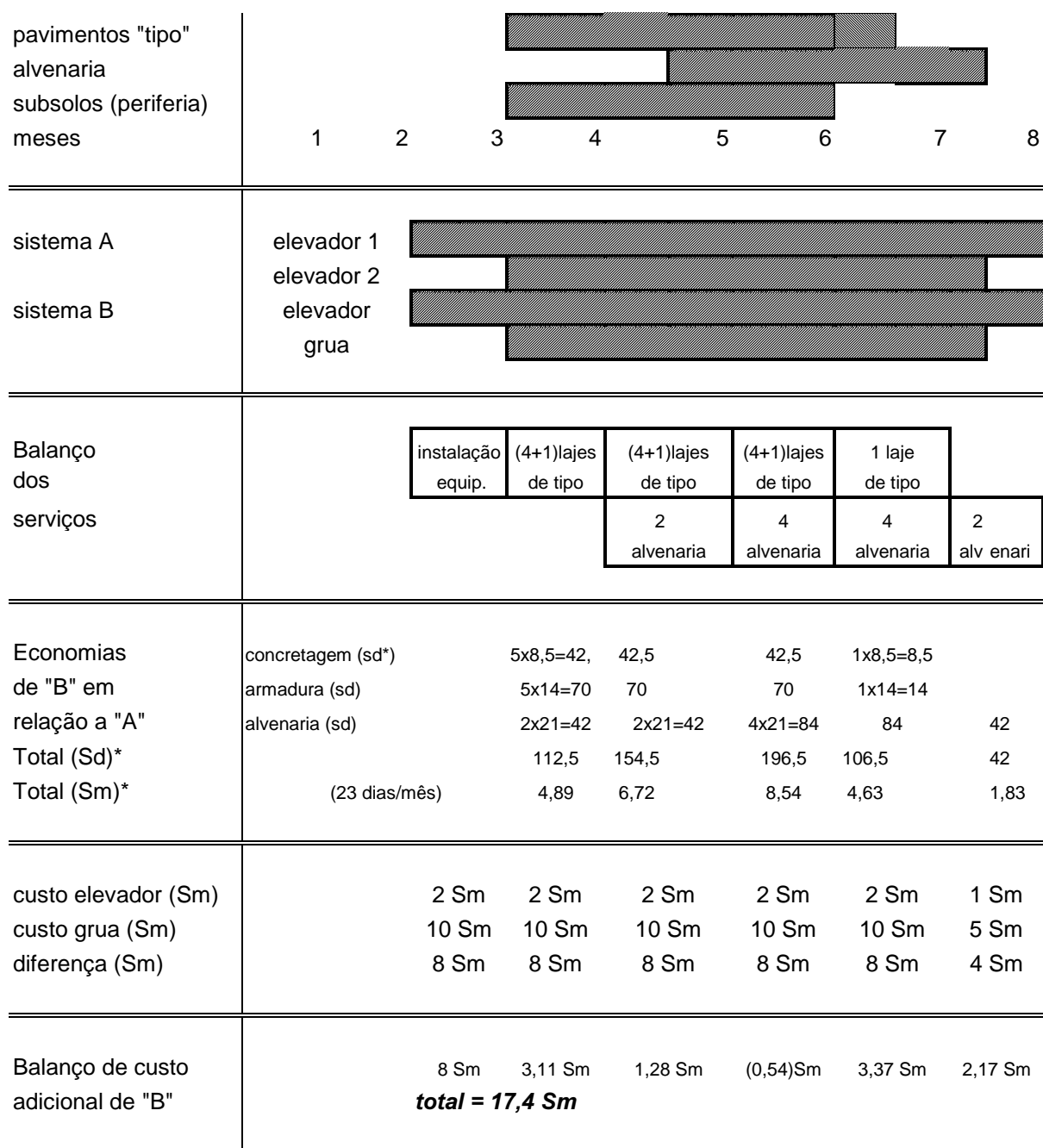
## 2.4. BALANÇO FINAL

Seja o caso de um edifício com um subsolo (com  $1200 \text{ m}^2$ ), 1 térreo e 12 pavimentos (com  $300 \text{ m}^2$  cada), a ser construído num ritmo que implique:

- quanto à estrutura de concreto armado, na execução de cada pavimento tipo em 1 semana, do térreo e do subsolo sob a torre em duas semanas cada e da periferia (subdividida em 12 partes, cada uma com aproximadamente 25% da área de 1 tipo) em 1 semana por parte;
- quanto à alvenaria, na execução de 1 pavimento tipo a cada semana.

Um cronograma físico parcial simplificado para a construção de tal edifício pode ser visto na Figura 6 , juntamente com a previsão do período de tempo durante o qual se terá à disposição duas opções diferentes quanto ao sistema para transporte vertical (sistema A: 2 elevadores; sistema B: 1 elevador + uma grua), as economias do sistema B em relação ao A, os custos mensais adicionais para se ter o sistema B em lugar do A e o balanço final quanto aos gastos adicionais de se ter A em relação a B. Note-se que, por simplificação, o elevador adicional em cada sistema não foi considerado como gerador de diferenças na avaliação comparativa.





\* Sd - salário-dia de servente; Sm - salário-mês de servente

Figura 6 - Comparação quanto ao uso de dois diferentes sistemas de transporte: sistema A = 2 elevadores; sistema B = 1 elevador + 1 gruas.

No caso de uma laje de 500 m<sup>2</sup>, supondo-se um mesmo cronograma, ter-se-ia um balanço conforme resumido na Tabela 5, o qual indica praticamente uma equivalência financeira para os dois sistemas.

Tabela 5 - Balanço custo benefício para laje de 500 m<sup>2</sup>.

Mês	3	4	5	6	7	8
economias	-	8,2	11,2	14,2	7,7	3,1
custo diferencial	8	8	8	8	8	4
balanço	8	-0,2	-3,2	-6,2	0,3	0,9

### 3. USO DO FACHADEIRO PARA REVESTIMENTO EXTERNO

O andaime fachadeiro é uma opção que pode ser adotada em lugar dos balancins para a execução de revestimentos nas fachadas dos edifícios. Cabe observar que pode ser conveniente, em algumas situações, entrar com o fachadeiro durante a execução da estrutura, procurando com isto substituir as plataformas principal (“bandeijão”) e secundárias (“apara-lixo”).

Para se avaliar a viabilidade quanto à adoção do andaime fachadeiro mostra-se interessante a discussão da seqüência executiva da torre do edifício no que se refere aos serviços de estrutura, alvenaria e revestimento externo, conforme se ilustra na Figura 7, que representa uma torre com 5 pavimentos com velocidade de execução de 1 pavimento / mês de estrutura e alvenaria (esta começando 4 pavimentos defasada da estrutura) e de 0,5 semana / pavimento para o revestimento externo.

	ESTRUTURA	ALVENARIA	REV. FACH.
Pavimento 5	5	9	10
Pavimento 4	4	8	10
Pavimento 3	3	7	11
Pavimento 2	2	6	11
Pavimento 1	1		

Figura 7 - Seqüência executiva, com tempo expresso em semanas, para torre com 5 pavimentos.

A Tabela 6 ilustra, semana a semana, a necessidade de “equipamentos” para três diferentes posturas: adoção de plataforma principal e balancim; adoção de fachadeiro substituindo plataforma e balancim; e adoção de fachadeiro substituindo apenas o balancim.

Tabela 6 - Necessidade semanal (torre de 5 pavimentos) de “equipamentos-andar” para três diferentes opções: a)plataforma + balancim; b)fachadeiro; c)plataforma + fachadeiro.

SEMANA	OPÇÃO a)		OPÇÃO b)	OPÇÃO c)	
	PLATAFORMA	BALANCIM	FACHADEIRO	PLATAFORMA	FACHADEIRO
1	0	0	0	0	0
2	1	0	1	1	0
3	1	0	1	1	0
4	1	0	1	1	0
5	1	0	1	1	0
6	1	0	1	1	0
7	1	0	1	1	0
8	1	0	1	1	0
9	1	0	1	1	0
10	1	1	5	0	5
11	1	1	3	0	3
TOTAL	1and x 10 sem	2and x sem	17and x sem	1and x 9sem	8and x sem

Para se estimar os custos comparativos entre as três opções disponíveis fez-se as seguintes considerações:

- custo da plataforma principal (do tipo tradicional): R\$ 60,00 / ml
- locação semanal do fachadeiro para 1 pavimento: R\$ 1,00 / ml
- montagem/desmontagem do fachadeiro: R\$ 3,00 / ml /pavimento
- material para plataforma de fachadeiro: R\$ 6,00 / ml
- locação semanal do balancim: R\$ 5,00 / ml
- material para plataforma do balancim: R\$ 10,00 / ml
- montagem/desmontagem do balancim: R\$ 10,00 / ml

Como balanço para as três opções tem-se:

$$a) 60 + (10 + 10 + 5*2) = R\$ 90/ml$$

$$b) 6 + 3*5 + 1*17 = R\$ 38/ml$$

$$c) 60 + (6 + 3*5 + 1*8) = R\$ 89/ml$$

No caso de uma torre com 12 pavimentos executada com mesma velocidade ter-se-ia, fazendo um raciocínio análogo, resultados conforme se mostra nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7 - Seqüência executiva, com tempo expresso em semanas, para torre com 12 pavimentos.

	ESTRUTURA	ALVENARIA	REV.FACH.
Pavimento 12	12	16	17
Pavimento 11	11	15	17
Pavimento 10	10	14	18
Pavimento 9	9	13	18
Pavimento 8	8	12	19
Pavimento 7	7	11	19
Pavimento 6	6	10	20
Pavimento 5	5	9	20
Pavimento 4	4	8	21
Pavimento 3	3	7	21
Pavimento 2	2	6	22
Pavimento 1	1		

Tabela 8 - Necessidade semanal (torre de 12 pavimentos) de “equipamentos-andar” para três diferentes opções: a)plataforma + balancim; b)fachadeiro; c)plataforma + fachadeiro.

	OPÇÃO a)			OPÇÃO b)		OPÇÃO c)	
SEMANA	PLAT. PRINC.	PLAT. SECUND.	BALANCIM	FACHADEIRO	PLATAFORMA	FACHADEIRO	
1	0	0	0	0	0	0	
2	1	0	0	1	1	0	
3	1	0	0	1	1	0	
4	1	0	0	1	1	0	
5	1	0	0	1	1	0	
6	1	1	0	4	1	0	
7	1	1	0	4	1	0	
8	1	1	0	4	1	0	
9	1	1+1	0	7	1	0	
10	1	1+1	0	7	1	0	
11	1	1+1	0	7	1	0	
12	1	1+1	0	10	1	0	
13	1	1+1	0	10	1	0	
14	1	1+1	0	10	1	0	
15	1	1+0	0	10	1	0	
16	1	1+0	0	10	1	0	
17	1	0	1	12	0	12	
18	1	0	1	10	0	10	
19	1	0	1	8	0	8	
20	1	0	1	6	0	6	
21	1	0	1	4	0	4	
22	1	0	1	2	0	2	
TOTAL	1 and x 21 sem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 plat x 11 sem e 1 mudança</li> <li>• 1 plat x 6 sem</li> </ul>	6 and x sem	129 andxsem	1 and x 15 sem	42 andxsem	

Como balanço para as três opções tem-se:

a)  $60 + 45 + (10+10+5*6) = 155/\text{ml}$

b)  $6*3+3*12+129*1 = 183/\text{ml}$

c)  $60+45+(42*1+6+3*12) = 189/\text{ml}$

Observe-se que, por simplificação e por falta de dados coletados, não se discutiu variações quanto à produtividade do serviço de revestimento.

#### 4. DIFERENTES OPÇÕES QUANTO ÀS ARGAMASSAS

Para se analisar diferentes opções quanto às argamassas (processo tradicional x argamassa industrializada x transporte automatizado), passa-se inicialmente pelo levantamento das quantidades necessárias a cada andar para os principais tipos de serviço onde a mesma seja utilizada.

Com base nos indicadores usuais de mercado estimou-se, para o caso de um andar tipo de 300 m<sup>2</sup> de área de piso, a quantidade de argamassa e os correspondentes insumos necessários para assentamento de alvenaria, contrapiso, revestimento externo e revestimento interno, conforme ilustrado na Tabela 9. Tais consumos foram obtidos de considerações teóricas e de informações de fabricantes, representando, portanto, situações de perdas mínimas.

Tabela 9 - Consumo de argamassa e respectivos insumos em diferentes serviços para um andar tipo de área de piso de 300 m<sup>2</sup>.

INSUMO	ALVENARIA	CONTRAPISO	REV.EXT.	REV.INT.
argamassa (m <sup>3</sup> )	9,0	12,0	9,0	13,5
areia (m <sup>3</sup> )	10,2	13,2	10,5	15,3
cal (sacos: 20 kg)	1.944 kg 98 sacos	---	1.755 kg 88 sacos	2.916 kg 59 sacos
arg. Interm. (m <sup>3</sup> )	8,4	---	8,1	11,7
cimento (sacos: 50 kg)	1.296 kg 26 sacos	3.000 kg 60 sacos	1575 kg 32 sacos	1944 kg 39 sacos
arg. Ind. (sacos: 40 kg)	14.400 kg 360 sacos	19.950 kg 499 sacos	14.400 kg 360 sacos	21.600 kg 540 sacos
arg. Ind. em silo (kg)	14.400 kg	19.080 kg	12.870 kg	19.350 kg

#### 4.1. ARGAMASSA PARA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA

A observação do fluxo dos processos para o caso do assentamento da alvenaria usando argamassa misturada em obra, conforme ilustrado na Figura 8, é útil para se entender as fontes de custos nas várias opções quanto ao tipo de argamassa a utilizar.

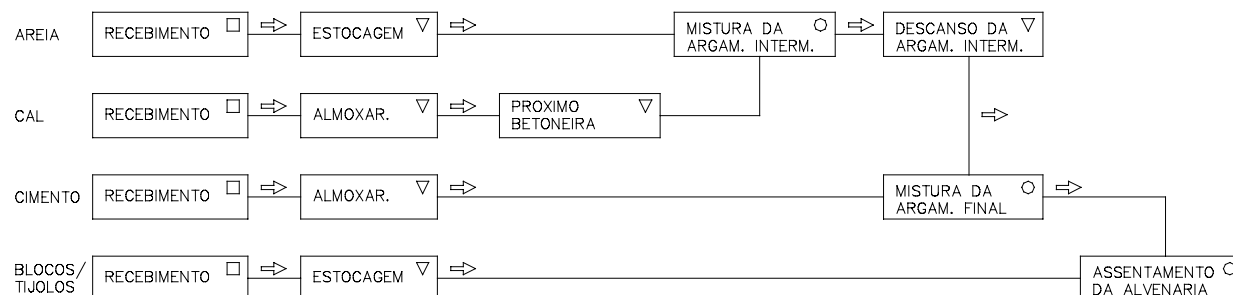


Figura 8 - Fluxo dos processos para o assentamento de alvenaria com argamassa misturada em obra (tradicional).

O custo da argamassa pode ser decomposto nas seguintes parcelas:

$$C_{arg} = C_{mat.exato} + C_{perdas\ mat} + C_{mist/transp} + C_{equip}$$

onde:  $C_{arg}$  = custo da argamassa necessária para um pavimento-tipo;  $C_{mat.exato}$  = custo dos materiais considerando-se perda nula;  $C_{perdas\ mat}$  = custos adicionais de materiais devido a perdas;  $C_{mist/transp}$  = custo da mão-de-obra necessária para realizar a mistura e o transporte dos insumos;  $C_{equip}$  = custo dos equipamentos necessários.

A partir dos consumos indicados na Tabela 9, pode-se elaborar a Tabela 10, relativa a  $C_{mat.exato}$  e  $C_{perdas\ mat}$ , tendo-se considerado os seguintes preços (a partir da consulta a fornecedores): R\$5,45/saco cimento; R\$2,20/saco de cal; R\$25,50/m<sup>3</sup> areia; R\$3,20/saco 40kg argamassa industr.; R\$70,00/ton arg.contrapiso silo; R\$100,00/ton outras arg. silo.

Tabela 10 - ( $C_{mat.exato} + C_{perdas\ mat}$ ) para três diferentes opções de argamassa para assentamento de alvenaria: 1-tradicional; 2-industrializada em sacos; 3-pré-misturada em silos.

opção	0% perdas	10% perdas	20% perdas	30% perdas
1	619	681	743	805
2	1152	1268	1383	1498
3	1440	1584	1728	1872

Convém lembrar que os fabricantes de argamassa industrializadas muitas vezes indicam como vantagem adicional a possibilidade de se utilizar uma espessura menor que a adotada tradicionalmente mantendo-se o desempenho do produto final (por exemplo redução da espessura das juntas de argamassa sem perder-se a capacidade de absorver deformações pela alvenaria final). Assim, em se verificando



a possibilidade de definir-se consumos menores que os previstos em projeto poder-se-ia reduzir proporcionalmente os custos de materiais (por exemplo, se tiver-se um consumo de 90% do previsto em projeto no caso de uma argamassa industrializada, os valores da Tabela 10 correspondentes a tal solução ficariam todos multiplicados por 0,9.

Para se estimar o  $C_{mist/transp}$  serão feitas as seguintes suposições:

- existe uma equipe de três serventes, que cuidam exclusivamente da produção das argamassas, que serão considerados responsáveis pelo transporte dos insumos e da argamassa produzida no andar de produção da argamassa;
- o transporte após a mistura final no andar de utilização da argamassa será considerado uma das tarefas dos ajudantes dos oficiais que a utilizam;

A incidência desta parcela de custo quanto ao valor total da argamassa, no caso tradicional, é função do ritmo do serviço que a utiliza e da eventual superposição de serviços que demandem argamassa; sejam por exemplo as seguintes duas situações: a) cada serviço que usa argamassa ocorre em momento distinto da obra, sendo cada um deles executado no ritmo de 1 pavimento por semana; b) as argamassas para alvenaria e contrapiso são necessárias simultaneamente, o mesmo se dando quanto aos revestimentos internos e externos, mantendo-se o ritmo de 1 pavimento por semana para cada serviço. No caso a) o custo de argamassa para cada serviço para um pavimento-tipo é acrescido de R\$396,00 (3serventes X 44horas X R\$3,00); no caso b), dividindo-se o  $C_{mist/transp}$  igualmente entre os serviços simultâneos, tal acréscimo cai à metade. Portanto, dentro de certos limites, ocorre uma tendência de o custo da argamassa no processo tradicional ser maior para ritmos menores de obra, em função de se sub-utilizar o grupo de operários alocados à produção da argamassa.

No caso da argamassa industrializada em sacos, vai-se considerar a necessidade de transporte dos sacos até o andar de utilização (onde existirá um misturador), através de 2 serventes; considera-se que cada ciclo de transporte demanda 5 minutos e deve ser repetido 180 vezes (360 sacos por pavimento / 2 sacos por ciclo), o que redundaria em um custo de R\$90,00 (30serventes-hora X R\$3,00). Quanto à mistura, por ser realizada pelo próprio servente diretamente associado aos oficiais trabalhando no serviço final que utiliza a argamassa, será a mesma desconsiderada neste caso.

No caso da argamassa em silos transportada automaticamente o  $C_{mist/transp}$  é nulo.

Quanto ao  $C_{equip}$ , no caso do tradicional deve-se, passar por um raciocínio análogo ao que se fez acima, isto é, a incidência desta parcela varia com o ritmo e a coincidência ou não entre serviços demandando argamassa. Assim é que, para serviços isolados e com ritmo de 1 semana por pavimento, chega-se a R\$ 90,00 por pavimento (locação semanal de uma betoneira de 580 l com carregador). Para o caso da argamassa industrializada em sacos, o valor por pavimento é de R\$70,00

(locação semanal de misturador para 80 kg), para um ritmo de 1 pavimento por semana. No caso da argamassa em silo, o custo dos equipamentos já está embutido no custo do material.

Um aspecto adicional a ser observado quando se compara as diferentes opções quanto às argamassa é que o uso de argamassas industrializadas pode reduzir o consumo de mão-de-obra necessário para a execução do processo final que faz uso da argamassa. Considerando-se que a alvenaria de 1 pavimento de 300 m<sup>2</sup> de área demande 720 homens-hora, e supondo-se o custo horário de R\$3,50, tem-se que o custo total de mão-de-obra seria R\$2.520,00. O aumento da produtividade da mão-de-obra, caso ocorra, representaria um benefício associado ao processo que o induziu. Assim torna-se possível atribuir valor aos ganhos de produtividade oriundos por exemplo da adoção de argamassa industrializada, que poderia se originar do fato de não se ter paralisações por falta de argamassa, cujo fluxo da central até o andar de uso, no caso do tradicional, pode ser dificultado por congestionamento do elevador; da mesma maneira o uso de argamassa transportada por tubos a partir de silos pode favorecer a produtividade do serviço final.

Portanto, ao se comparar os custos associados a diferentes opções quanto às argamassas, pode-se usar a seguinte expressão:

$$C_{\text{comparativo}} = C_{\text{arg}} + \Delta C_{\text{mo}} = (C_{\text{mat.exato}} + C_{\text{perdas mat}} + C_{\text{mist/transp}} + C_{\text{equip}}) + \Delta C_{\text{mo}}$$

onde:

$C_{\text{comparativo}}$  = custo comparativo entre opções

$\Delta C_{\text{mo}}$  = economia de mão-de-obra no serviço final

A Tabela 11 ilustra um exemplo de comparação entre três diferentes situações; note-se que os valores calculados dependem de uma prévia avaliação quanto às perdas esperadas, o ritmo de obra programado e as expectativas quanto ao aumento da produtividade no serviço final.

Tabela 11- Estimativa do custo comparativo ( $C_{\text{comparativo}}$ ) para um pavimento-tipo de 300 m<sup>2</sup> entre três situações relativas às argamassa para assentamento de alvenaria.

situação	$C_{\text{mat.exato}} + C_{\text{perdas mat}}$	$C_{\text{mist/transp}}$	$C_{\text{equip}}$	$\Delta C_{\text{mo}}$	$C_{\text{comparativo}}$
A*	805	396	90	-	1291
B**	1383 X 0,9	90	70	(0,1 X 2520)	1152
C***	1584 X 0,8	-	-	(0,1 X 2520)	1016

A\* = tradicional; ritmo: caso a); 30% de perdas.

B\* = industrializada em sacos; ritmo caso a); 20% de perdas; 10% de economia de mão-de-obra no serviço final.

C\* = industrializada em silos; 10% de perdas; 10% de economia de mão-de-obra no serviço final.

## 4.2. ARGAMASSA PARA CONTRAPISO

Pode-se fazer uso de um raciocínio análogo ao desenvolvido para o assentamento de alvenaria. A Tabela 12 ilustra as modificações relativas a ( $C_{\text{mat.exato}} + C_{\text{perdas mat}}$ ). O  $C_{\text{mist/transp}}$  para o caso da argamassa industrializada em sacos passa a ser: (499 sacos/2 sacos por ciclo) X (5/60 horas X 2 serventes) X (R\$3,00/homem-hora) = R\$126,00. O gasto com mão-de-obra para a execução do contrapiso de um pavimento de 300 m<sup>2</sup> passa a ser: 390 homens-hora X R\$3,50 = R\$1.365,00. A Tabela 13 ilustra o mesmo tipo de comparação feita anteriormente com os valores adaptados para a argamassa de contrapiso.

Tabela 12- ( $C_{\text{mat.exato}} + C_{\text{perdas mat}}$ ) para três diferentes opções de argamassa para contrapiso: 1-tradicional; 2-industrializada em sacos; 3-pré-misturada em silos.

opção	0% perdas	10% perdas	20% perdas	30% perdas
1	664	731	797	863
2	1597	1757	1917	2076
3	1397	1537	1397	1816

Tabela 13- Estimativa do custo comparativo ( $C_{\text{comparativo}}$ ) para um pavimento-tipo de 300 m<sup>2</sup> entre três situações relativas às argamassa para assentamento de alvenaria.

situação	$C_{\text{mat.exato}} + C_{\text{perdas mat}}$	$C_{\text{mist/transp}}$	$C_{\text{equip}}$	$\Delta C_{\text{mo}}$	$C_{\text{comparativo}}$
A*	863	396	90	-	1349
B**	1917 X 0,9	126	70	(0,1 X 1365)	1785
C***	1537 X 0,8	-	-	(0,1 X 1365)	1093

A\* = tradicional; ritmo: caso a); 30% de perdas.

B\* = industrializada em sacos; ritmo caso a); 20% de perdas; 10% de economia de mão-de-obra no serviço final.

C\* = industrializada em silos; 10% de perdas; 10% de economia de mão-de-obra no serviço final.

### 4.3. ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO EXTERNO

Pode-se fazer uso de um raciocínio análogo ao desenvolvido para o assentamento de alvenaria. A Tabela 14 ilustra as modificações relativas a  $(C_{\text{mat.exato}} + C_{\text{perdas mat}})$ . O  $C_{\text{mist/transp}}$  para o caso da argamassa industrializada em sacos passa a ser: (360 sacos/2 sacos por ciclo) X (5/60 horas X 2 serventes) X (R\$3,00/homem-hora) = R\$90,00. O gasto com mão-de-obra para a execução do contrapiso de um pavimento de 300 m<sup>2</sup> passa a ser: 450 homens-hora X R\$3,50 = R\$1.575,00. A Tabela 15 ilustra o mesmo tipo de comparação feita anteriormente com os valores adaptados para a argamassa de contrapiso.

Tabela 14 -  $(C_{\text{mat.exato}} + C_{\text{perdas mat}})$  para três diferentes opções de argamassa para contrapiso: 1-tradicional; 2-industrializada em sacos; 3-pré-misturada em silos.

opção	0% perdas	10% perdas	20% perdas	30% perdas
1	637	701	765	829
2	1152	1268	1383	1498
3	1287	1416	1545	1674

Tabela 15- Estimativa do custo comparativo ( $C_{\text{comparativo}}$ ) para um pavimento-tipo de 300 m<sup>2</sup> entre três situações relativas às argamassa para assentamento de alvenaria.

situação	$C_{\text{mat.exato}} + C_{\text{perdas mat}}$	$C_{\text{mist/transp}}$	$C_{\text{equip}}$	$\Delta C_{\text{mo}}$	$C_{\text{comparativo}}$
A*	829	396	90	-	1315
B**	1383 X 0,9	90	70	(0,1 X 1575)	1248
C***	1416 X 0,8	-	-	(0,1 X 1575)	976

A\* = tradicional; ritmo: caso a); 30% de perdas.

B\* = industrializada em sacos; ritmo caso a); 20% de perdas; 10% de economia de mão-de-obra no serviço final.

C\* = industrializada em silos; 10% de perdas; 10% de economia de mão-de-obra no serviço final.

### 4.4. ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO INTERNO

Pode-se fazer uso de um raciocínio análogo ao desenvolvido para o assentamento de alvenaria. A Tabela 16 ilustra as modificações relativas a  $(C_{\text{mat.exato}} + C_{\text{perdas mat}})$ . O  $C_{\text{mist/transp}}$  para o caso da argamassa industrializada em sacos passa a ser: (540 sacos/2 sacos por ciclo) X (5/60 horas X 2 serventes) X (R\$3,00/homem-hora) = R\$135,00. O gasto com mão-de-obra para a execução do revestimento interno de um pavimento de 300 m<sup>2</sup> (considerando argamassa em todas as alvenarias) passa a ser: 1350 homens-hora X R\$ 3,50 = R\$ 4.725,00. A Tabela 17 ilustra o mesmo tipo de comparação feita anteriormente com os valores adaptados para a argamassa de contrapiso.

Tabela 16 - ( $C_{\text{mat.exato}} + C_{\text{perdas mat}}$ ) para três diferentes opções de argamassa para contrapiso: 1-tradicional; 2-industrializada em sacos; 3-pré-misturada em silos.

opção	0% perdas	10% perdas	20% perdas	30% perdas
1	734	808	881	955
2	1728	1901	2074	2246
3	1935	2129	2322	2516

Tabela 17 - Estimativa do custo comparativo ( $C_{\text{comparativo}}$ ) para um pavimento-tipo de 300 m<sup>2</sup> entre três situações relativas às argamassa para assentamento de alvenaria.

situação	$C_{\text{mat.exato}} + C_{\text{perdas mat}}$	$C_{\text{mist/transp}}$	$C_{\text{equip}}$	$\Delta C_{\text{mo}}$	$C_{\text{comparativo}}$
A*	955	396	90	-	1441
B**	2074 X 0,9	135	70	(0,1 X 4725)	1599
C***	2129 X 0,8	-	-	(0,1 X 4725)	1231

A\* = tradicional; ritmo: caso a); 30% de perdas.

B\* = industrializada em sacos; ritmo caso a); 20% de perdas; 10% de economia de mão-de-obra no serviço final.

C\* = industrializada em silos; 10% de perdas; 10% de economia de mão-de-obra no serviço final.

## 5. BIBLIOGRAFIA

BETOMAQ. Catálogos técnicos.

CENTRAL LOCADORA DE EQUIPAMENTOS. Catálogos técnicos.

EQUIPAOBRA. Catálogo técnico.

GRUMONT. Catálogo técnico.

LICHTENSTEIN, N.B. Formulação de modelo para o dimensionamento do sistema de transporte em canteiro de obras de edifícios de múltiplos andares. Tese de doutoramento apresentada à EPUSP. São Paulo, PCC-EPUSP, 1987. 268 p.

MATRIX. Catálogo técnico.

MECAN. Catálogos técnicos.

PINI. TCPO 10: Tabelas de composição de preços para orçamentos. 10. Ed. São Paulo, Pini, 1996. 848 p.

REVISTA CONSTRUÇÃO SÃO PAULO. São Paulo, PINI, setembro de 1996. nº 2537.

REVISTA CONSTRUÇÃO SÃO PAULO. São Paulo, PINI, setembro de 1996. nº 2538.

SERRANA. Catálogo técnico.

SH. Catálogos técnicos.

SOUZA, U.E.L. Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado. São Paulo, tese de doutoramento - Universidade de São Paulo, 1996. 350p.