

EXERCÍCIO – PROJETO DO CANTEIRO DE OBRAS DE EDIFÍCIOS

Você foi incumbido do planejamento da execução do edifício habitacional, constituído por um subsolo, um pavimento térreo e oito pavimentos tipo, com área da laje de 240 m².

Dentre as etapas desta sua tarefa, encontra-se o de projetar o canteiro de obras, ou seja, a "fábrica de produção do edifício".

Sabendo que a construção deverá seguir o cronograma indicado na Figura 2, defina o projeto do canteiro no seu momento de "pico" de atividades -fase intermediária do canteiro – que inclui estrutura, alvenaria, instalações e parte dos revestimentos;

SERVIÇOS	MESES																	
	0 1	0 2	0 3	0 4	0 5	0 6	0 7	0 8	0 9	1 0	1 1	1 2	1 3	1 4	1 5	1 6	1 7	1 8
movim. de terra	■	■																
estrutura			■	■	■	■												
alvenaria					■	■	■	■										
instalações						■	■	■	■	■								
esquadrias							■	■	■	■	■	■						
revestimento						■	■	■	■	■	■	■	■	■				
outros													■	■	■	■	■	■

Figura 2 -Cronograma previsto para a obra.

Além da configuração proposta para a organização das atividades, defina também todos os aspectos de segurança que deverão fazer parte "da preocupação" da gerência da obra, segundo as diretrizes estabelecidas pela NR-18, com enfoque para: medidas de proteção contra quedas de alturas, incluindo as condições exigíveis para os andaimes e, ainda, as condições exigidas para o transporte de materiais e de pessoas.

Outros Dados: Levantamento quantitativo dos serviços (função do projeto do edifício)

QUANTITATIVOS PARA A PRODUÇÃO DA ESTRUTURA

	blocos de fundação e vigas baldrame	subsolo	térreo	1º andar tipo	Totais a comprar
Concreto (m ³)	50,2	107	41	41	526,2 (1)
Fôrmas (m ²)	200,8	856 (2x428)	410	492	492 (2)
Armadura (kg)	2510,00	10.800	4.100	8 x 4100 = 32800	50.110 (3)

(1) Consideração dos 8 andares-tipo na determinação do total a comprar; lembrar que o concreto é entregue parcialmente a cada etapa a executar;

(2) dentro da idéia de reutilização das fôrmas é necessário adquirir a quantidade relativa à etapa de maior demanda; note-se ainda que o subsolo será executado em duas etapas;

(3) será adotada a postura de se adquirir todo o aço necessário logo no início da obra.

Quantitativos para a produção da vedação vertical em alvenaria

- Definição de projeto: componentes de alvenaria cerâmicos 20 cm x 20 cm x 10 cm -2 kg/unidade
- Produção mensal: 3 pavimentos/mês
- Consumo de blocos: estimativo para dimensionamento do estoque: 1,5 m² parede/m² piso m².
- Para estimativo de quantidade de argamassa de assentamento a ser produzida, considerar as juntas horizontais e verticais preenchidas, com 1,0 cm de espessura.

- Argamassa a ser utilizada para assentamento e revestimentos em geral (traço básico para estimativa das áreas de estocagem – não se refere a traços reais a serem empregados na obra).

Tabela 1: Consumo de materiais para o traço de argamassa 1;1,5:8,5 (massa de materiais secos).

	Consumo de materiais por m ³ de argamassa produzida
Areia úmida	1,15 m ³
Cal	219 kg
Cimento	146 kg

- Argamassa para o contrapiso: espessura média dada em projeto: 4 cm
- Argamassa para o revestimento interno e externo das paredes, supondo uma espessura média de 2,5 cm em cada face da parede. (usualmente a espessura externa é bastante superior à interna)

As argamassas deverão ser produzidas considerando-se a produção inicial de argamassa intermediária (cal, areia e água) e, posteriormente à mistura desta com o cimento.

ESTOQUES SOBRE O TERRENO: observar altura de empilhamento máxima em função do material a ser estocado.

ESTOQUES SOBRE LAJES: limitados pela resistência da base que é função do cálculo estrutural. Para lajes comuns, considera-se um limite de 400 kg/m² de sobrecarga.

Materiais: parâmetro de densidade

- chapas de compensado -10 kg/m² de chapa; empilhamento de até 75 chapas; dimensões das chapas: 1,22 x 2,44 m²;
- barras de aço -7.865 kg/m³ (em pilha: metade); comprimento das barras: 12m
- areia úmida -1.400 kg/m³;
- blocos cerâmicos vazados -altura da pilha até 1,60 m, para facilitar manuseio;
- sacos de cimento -50 kg / (0,4 x 0,7) = dimensões do saco = 178,5 kg/m²;
- sacos de cal 20 kg / (0,4 x 0,6) = dimensões do saco = 83 kg/m²

(*) Para estocagem dos sacos de cimento e cal, deve-se prever espaçamento entre os sacos e limites de empilhamento de **até 10 sacos**:

- **Fator de segurança para dimensionamento das áreas de estocagem: 1,5**

AVALIAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA NECESSÁRIA

No pico da obra quanto às necessidades de mão-de-obra, tem-se as seguintes atividades, com suas respectivas produtividades conhecidas:

	blocos de fundação e vigas baldrame	subsolo	térreo	1º andar tipo	Totais a comprar
Concreto (m ³)	50,2	107	41	41	526,2 (1)
Fôrmas (m ²)	200,8	856 (2x428)	410	492	492 (2)
Armadura (kg)	2510,00	10.800	4.100	8 x 4100 = 32800	50.110 (3)

Considerando-se, ainda, a necessidade de mais 8 operários para a obra em serviços de apoio neste momento (2 encarregados, 1 almoxarife-apontador, 1 guarda, 4 serventes para transporte e outras atividades auxiliares).

EXERCÍCIO – PROJETO DO CANTEIRO DE OBRAS DE EDIFÍCIOS -RESOLUÇÃO

Quantitativos para a produção da vedação vertical em alvenaria

Alvenaria de blocos vazados cerâmicos

Definição de projeto: uso de componentes de alvenaria 20 cm x 20 cm x 10 cm 2 kg/unidade **Consumo mensal:** ~ 3 andares/mês x 240 m² x 1,5 m² parede/m² piso = 1080 m²/mês x 25 tijolos/m² parede

x 1,5 (fator de segurança de estoque) = **40.500 blocos/mês Consumo semanal:** aproximadamente 10.000 blocos no período de pico da execução da alvenaria

Quantitativos para a produção da argamassa de assentamento e de revestimento

Argamassa de Assentamento: definição dos volumes

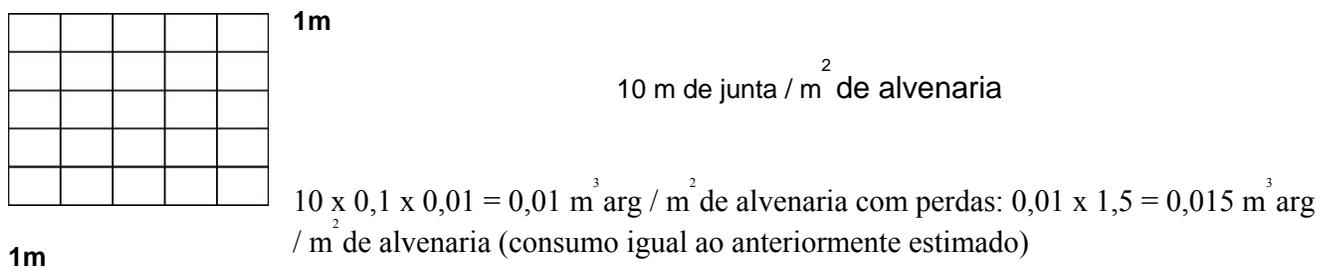
Volume de argamassa de assentamento: $V_{arg} = (0,1 \times V_{alv}) \times 1,5 =$ (considerando perda de 50%)

$V_{arg} = 1,5 \times (0,1 \times (0,10 \times A_{alv})) = 0,015 \text{ m}^3 \text{ arg} / \text{m}^2 \text{ alvenaria} \times 1080 \text{ m}^2 / \text{mês} = 16,2 \text{ m}^3 \text{ argamassa (mensal)}$

$16,2 / 4 \text{ semanas} = 4,05 \times 1,5 \text{ (fator de segurança para estocagem)} = 6,1 \text{ m}^3$

$V_{arg} = 6,1 \text{ m}^3$ por semana durante o pico de produção da alvenaria

Outra maneira de calcular o consumo:



Como será obtida a argamassa??? Possibilidades: ensacada, ensilada, produzida em obra

Supondo que a argamassa será produzida em obra, a partir do seguinte traço em massa de materiais secos: 1:1,5:8,5 (cimento : cal : areia) que resulta no consumo de materiais dado na tabela 1.

Tabela 1: Consumo de materiais para o traço de argamassa 1;1,5:8,5 (massa de materiais secos).

	blocos de fundação e vigas baldrame	subsolo	térreo	1o andar tipo	Totais a comprar
Concreto (m ³)	50,2	107	41	41	526,2 (1)
Fôrmas (m ²)	200,8	856 (2x428)	410	492	492 (2)
Armadura (kg)	2510,00	10.800	4.100	8 x 4100 = 32800	50.110 (3)
	quantidade		oficial		aiudante

Argamassa de Revestimentos: definição dos volumes

Argamassa para o contrapiso: espessura de projeto: 4 cm $V_{arg} = 0,04 \text{ m}^3 \text{ arg} / \text{m}^2 \text{ piso}$

Argamassa para o revestimento interno e externo das paredes, supondo uma espessura média de 2,5 cm

$V_{arg \text{ revest.}} = 0,025 \times 2 \text{ faces} \times 1,5 \text{ m}^2 \text{ parede/m}^2 \text{ piso} = 0,075 \text{ m}^3 \text{ arg/m}^2 \text{ piso}$

Volume total de argamassa para contrapiso e paredes = 0,115 m³ arg / m² piso Período para produção de 10 pavimentos = 5 meses; portanto, 2 pavimentos / mês.



$(0,115 \text{ m}^3 \text{ arg/m}^2 \text{ piso} \times 2 \text{ pavimentos/mês} \times 240 \text{ m}^2 \times 1,5)/4 = 20,7 \text{ m}^3$ (inclui a segurança de estocagem)

REVESTIMENTO: 20,7 m³ semanais durante o período de pico

Analogamente à argamassa de assentamento tem-se, na tabela 2, o consumo para as argamassas de revestimento:

Tabela 2: Consumo de materiais para o traço de argamassa 1;1,5:8,5 (massa de materiais secos), para revestimento.

	blocos de fundação e vigas baldrame	subsolo	térreo	1o andar tipo	Totais a comprar
Concreto (m ³)	50,2	107	41	41	526,2 (1)
Fôrmas (m ²)	200,8	856 (2x428)	410	492	492 (2)
Armadura (kg)	2510,00	10.800	4.100	8 x 4100 = 32800	50.110 (3)
		quantidade	oficial	auxiliante	

2.ª Atividade: Cálculo das áreas necessárias à estocagem dos materiais (função dos quantitativos identificados a partir projeto do edifício)

ESTOQUES SOBRE O TERRENO: observar altura de empilhamento máxima

ESTOQUES SOBRE LAJES: limitados pela resistência da base que é função do cálculo estrutural. Para lajes comuns, considera-se um limite de 400 kg/m² de sobrecarga.

Materiais: parâmetro de densidade

- chapas de compensado -10 kg/m² de chapa; empilhamento de até 75 chapas; dimensões das chapas: 1,22 x 2,44 m²;
- barras de aço -7.865 kg/m³ (em pilha: metade); comprimento das barras: 12m
- areia úmida -1.400 kg/m³;
- blocos cerâmicos vazados -altura da pilha até 1,60 m, para facilitar manuseio; 50 tijolos/m² x 2 kg = 100 kg/m²;
- sacos de cimento -50 kg / (0,4 x 0,7) = 178,6 kg/m²; (*)
- sacos de cal 20 kg / (0,4 x 0,6) = 83,3 kg/m² (*)

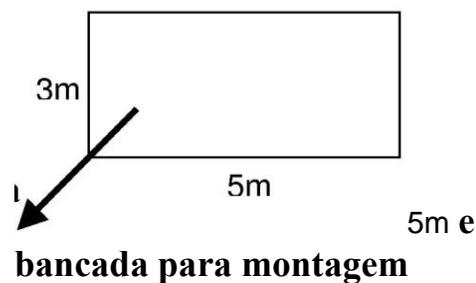
(*) Para estocagem dos sacos de cimento e cal, deve-se prever espaçamento entre os sacos e limites de empilhamento de **até 10 sacos**:

Avaliação da necessidade de áreas para estoque e processamento das fôrmas

- chapas de compensado de (1,22 x 2,44) m²; 10 kg/m² de chapa; pilhas de no máximo 75 chapas sobre o terreno e de 40 chapas (limite de 400 kg/m²) sobre a laje do térreo.

- área para processamento das fôrmas

3m



Avaliação da necessidade de áreas para estoque e processamento das armaduras

Estoque das barras de aço

- barras de 12 m de comprimento
- largura mínima necessária adotando altura de 0,40 m (para separação de diâmetros de barras):

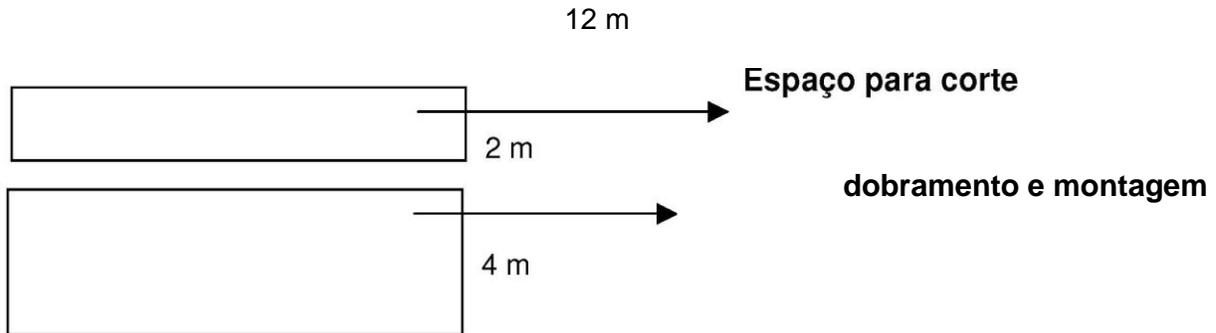
$$50.110 \text{ kg} = L \times 0,4 \times 12 \quad L = \mathbf{2,65 \text{ m}}$$

$$\frac{7.865 \text{ kg/m}^2}{2}$$



(vazios)

Processamento da armadura



Avaliação da necessidade de áreas para estoque de materiais

Cimento

- necessidade de local para estocar 200 sacos (uma viagem econômica)
- estoque sobre a laje do térreo (espaçamento de 0,20 m entre sacos):

- $200 \text{ sacos} \times (0,4 + 0,2) \times (0,7 + 0,2) = 54 \text{ m}^2$ 2 camadas

- estoque "sobre o terreno" (espaçamento de 0,20 m entre sacos) :

$$200 \text{ sacos} \times (0,4 + 0,2) \times (0,7 + 0,2) = 10,8 \text{ m}^2 \text{ 10 camadas}$$

Cal

- necessidade de local para estocar 230 sacos (consumo semanal)
- estoque sobre a laje do térreo (espaçamento de 0,20 m entre sacos) :

$$230 \text{ sacos} \times (0,4 + 0,2) \times (0,6 + 0,2) = 28 \text{ m}^2 \text{ 4 camadas}$$

- estoque "sobre o terreno" (espaçamento de 0,20 m entre sacos) :

$$230 \text{ sacos} \times (0,4 + 0,2) \times (0,6 + 0,2) = 11 \text{ m}^2 \text{ 10 camadas}$$

Areia

- necessidade de 24 m³ semanais durante o período de pico dos revestimentos
- supondo altura máxima de estocagem de 1,6 m (sobre o terreno) tem-se uma área de 15 m²
- estoque sobre a laje do térreo levaria a alturas máximas de 28 cm, implicando em área de 86 m² (excessiva)

Processamento das Argamassas

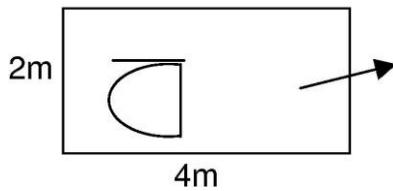
produção diária de 1 betoneira de capacidade útil de 320 litros de argamassa:

$$\frac{7 \text{ h} \times 60 \text{ min}}{\text{min/betonada}} = 42 \text{ betonadas/dia } 10$$

$$\frac{42 \times 0,32 \text{ m}^3/\text{betonada}}{\text{dias/semana}} = 6,7 \text{ m}^3/\text{dia} > \underline{20,7} \text{ m}^3/\text{semana } 2 \text{ 5}$$



• área para o processamento



Espaço para carregar e descarregar

- argamassa intermediária de cal (caixas de $h = 0,40$ m)

$(20,7) / 0,40 = 10,3$ m² o que resulta em: 2 caixas de $(1,8 \times 3)$ m² 5

Blocos vazados cerâmicos para alvenaria de vedação

- 10.000 unidades por semana
- com altura da pilha de estoque sobre terreno de 1,6 m consegue-se estocar $(5 \times 10 \times 8)$ tijolos/m², determinando uma área total de 25 m²
- para estoque sobre a laje do térreo tem-se a altura máxima deverá ser reduzida à metade em função da sobrecarga da laje, sendo necessários, portanto 50 m².

AVALIAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA NECESSÁRIA

	blocos de fundação e vigas baldrame	subsolo	térreo	1º andar tipo	Totais a comprar
Concreto (m ³)	50,2	107	41	41	526,2 (1)
Fôrmas (m ²)	200,8	856 (2x428)	410	492	492 (2)
Armadura (kg)	2510,00	10.800	4.100	$8 \times 4100 = 32800$	50.110 (3)

No pico da obra quanto às necessidades de mão-de-obra, tem-se as seguintes atividades, com suas respectivas produtividades conhecidas:

Considerando a necessidade de mais 8 operários para a obra em serviços de apoio neste momento (2 encarregados, 1 almoxarife-apontador, 1 guarda, 4 serventes para transporte e outras atividades auxiliares), totaliza-se:

$$(7+2) + (6+3) + (5+7) + (5+5) + 8 = 48$$

Fôrmas+ armadura+ concretagem+alvenaria +diversos= Total

Admitindo-se que 50% da mão-de-obra precisará de alojamento, o mesmo deverá ter condições de abrigar 24 operários no pico da obra.

DISCUSSÕES COMPLEMENTARES

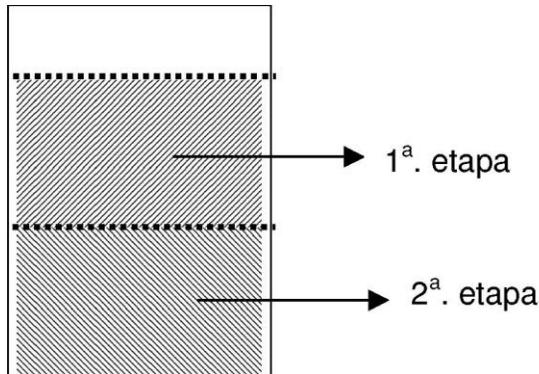
A existência de dois portões de entrada favorece bastante a otimização dos fluxos dentro do canteiro, bem como facilita a programação de recebimento de insumos. Durante a escavação vai-se construindo a área de escritório/alojamentos; neste momento tem-se já executada a rampa do lado direito (olhando-se de frente para o canteiro) .

A confecção das fôrmas só poderá ser deslocada para o andar térreo após a concretagem do primeiro pavimento; neste momento amplia-se o almoxarifado. O aço já entra na sua posição definitiva logo após a escavação. Nesta área o contrapiso só será executado após o uso do aço.

O pavimento subsolo será executado em duas etapas:



Frente



Fundo

À medida em que a estrutura vai sendo executada o espaço de canteiro se amplia: • o subsolo vai dar lugar a uma série de estoques e processamentos; • o térreo abrigará a carpintaria e parte do estoque de componentes de alvenaria

Dois dormitórios servirão inicialmente como refeitório. O estoque de cerâmica ocupará o local destinado aos tijolos nos subsolos.

Esquadrias:

- marcos de porta poderão ser alocados no térreo ou no subsolo;
- marcos e caixilhos de janelas ficarão em áreas delimitadas com alvenaria no andar térreo.

Após a execução de alvenaria do térreo surgem áreas delimitadas também para abrigar almoxarifados para empreiteiros.

AVALIAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA

QUANTIDADES MENSAIS

Fôrmas: área de fôrma de um andar-tipo (tabela do item 1.1): $492 \text{ m}^2 \times 3 \text{ andares/mês} = 1476 \text{ m}^2$ Armadura: total = 50.000 kg em 3 meses $\rightarrow 12.300 \text{ kg}$ Concretagem: 3 andares/mês $\rightarrow 3 \times 41 \text{ m}^3$ (ver 1.1) total em um mês: 123 m^3 Alvenaria: conforme item 1.2 $\rightarrow 1080 \text{ m}^2$ de parede/mês

CÁLCULO DA MÃO-DE-OBRA

OFICIAIS

- Fôrmas: $(1476 \text{ m}^2 \times 0,8 \text{ Hh} / \text{m}^2) / 160 \text{ h mensais de trabalho} =$ equipe de 7 oficiais
- Armadura: $(12.300 \text{ kg} \times 0,08 \text{ Hh} / \text{kg}) / 160 \text{ h} = 6$ oficiais
- Concretagem: $(123 \text{ m}^3 \times 1,7 \text{ Hh} / \text{m}^3) / 36 \text{ h} = 5$ oficiais (1)
- Alvenaria: $(1080 \text{ m}^2 \times 0,75 \text{ Hh} / \text{m}^2) / 160 \text{ h} = 5$ oficiais

(1) Foram consideradas 3 lajes por mês, o que equivale a 3 X (um dia e meio de trabalho= 12h), portanto 36 horas de concretagem por mês.

SERVENTES

- Fôrmas: $(1476 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ Hh} / \text{m}^2) / 160 \text{ h mensais de trabalho} =$ equipe de 2 ajudantes
- Armadura: $(12.300 \text{ kg} \times 0,04 \text{ Hh} / \text{kg}) / 160 \text{ h} = 3$ ajudantes
- Concretagem: $(123 \text{ m}^3 \times 2,55 \text{ Hh} / \text{m}^3) / 160 \text{ h} = 5$ ajudantes
- Alvenaria: $(1080 \text{ m}^2 \times 0,75 \text{ Hh} / \text{m}^2) / 160 \text{ h} = 5$ ajudantes

TOTAL: Somando-se aos anteriores mais uma equipe fixa de 8 operários, que seriam: 2 encarregados, 1 almoxarife/apontador, 1 guarda, 4 serventes gerais, tem-se uma estimativa total de: $(7 + 2) + (6 + 3) + (5 + 7) + (5 + 5) + 8 = 48$ operários, sendo previsto alojamento na obra para 50% = 24 pessoas.

OBS.: os cálculos acima são estimativas que não devem ser utilizadas para o planejamento operacional da execução da obra, quando o nível de detalhe e precisão na formação de equipes de trabalho deverá ser maior.

Os aspectos de segurança que deverão fazer parte “da preocupação” da gerência da obra, segundo as diretrizes estabelecidas pela NR-18.

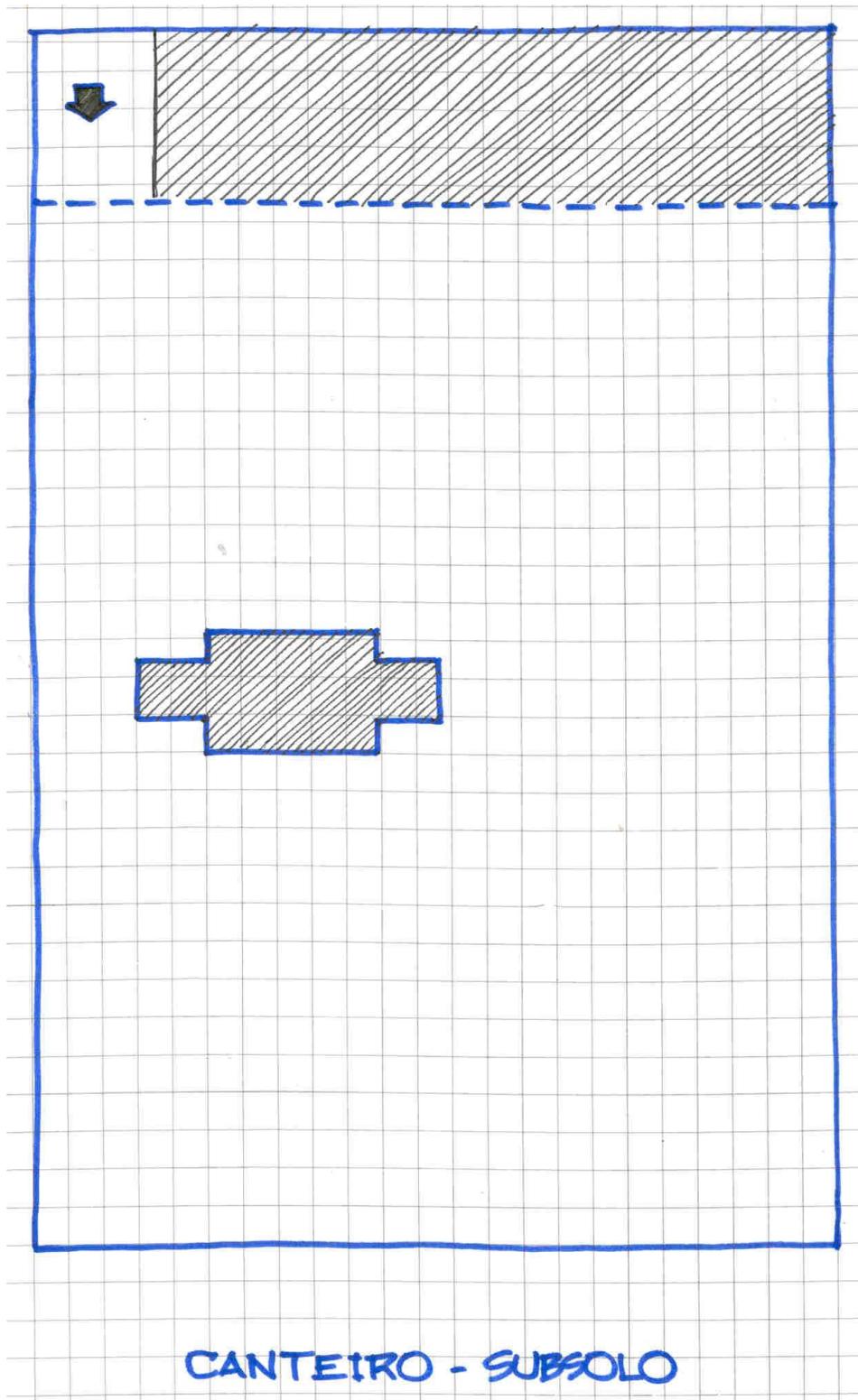


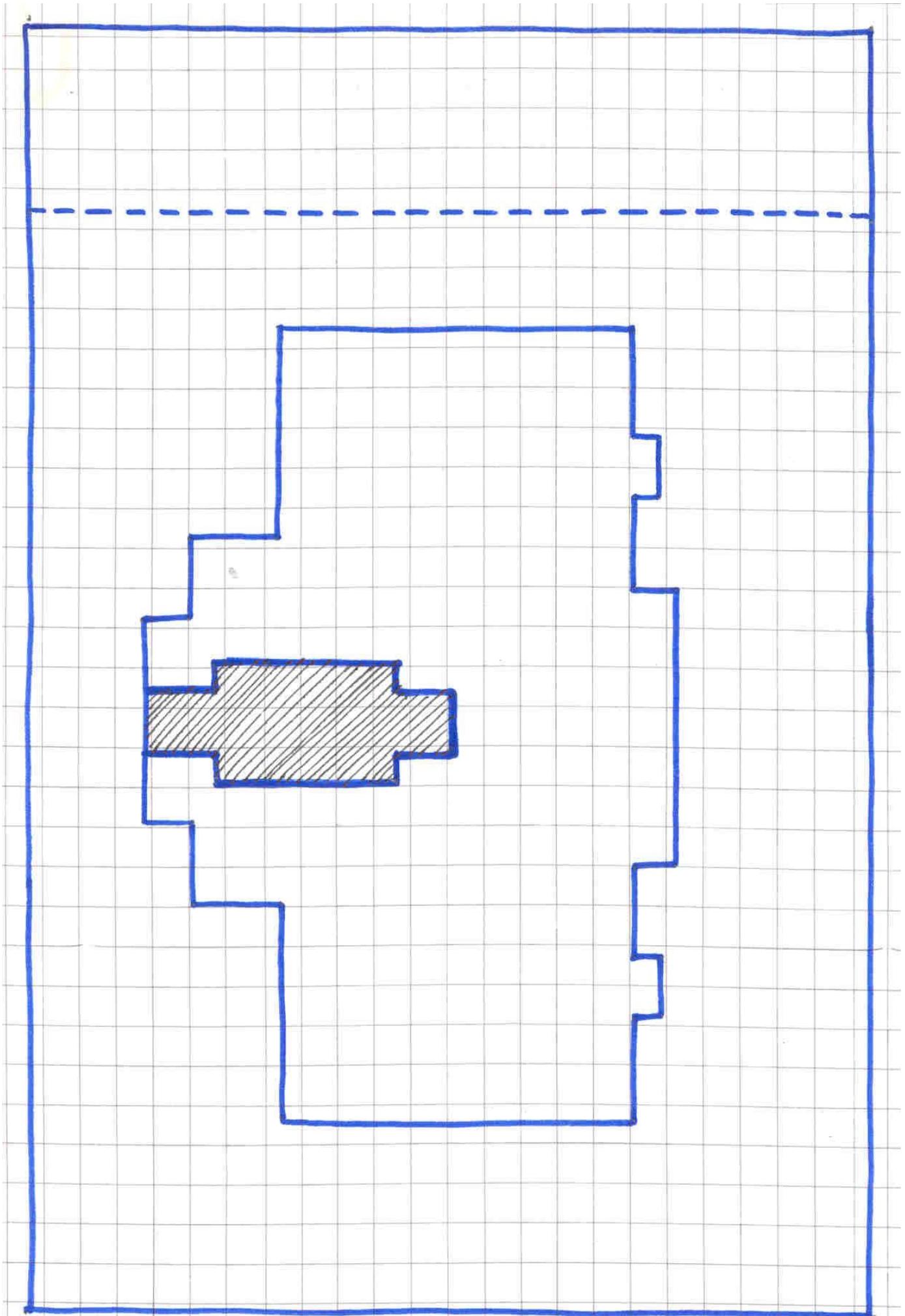
Medidas de proteção contra quedas de alturas (item 18.13)

- Proteções periféricas
- Plataformas de proteção
- Telas de proteção, guarda corpos, rodapés

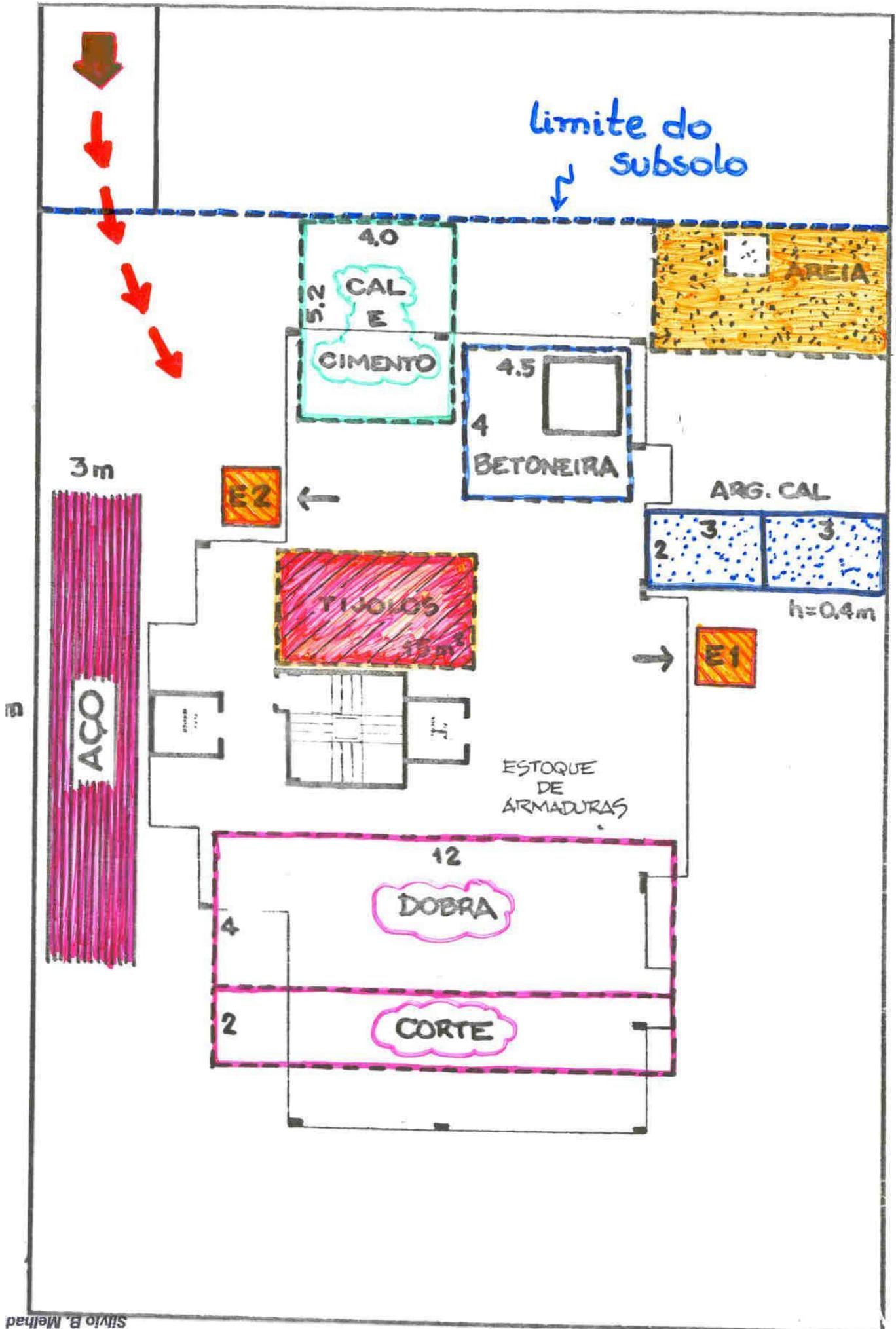
Condições exigidas para o transporte de materiais e de pessoas (item 18.14) Elevador de passageiro – necessário para edifícios em construção com 12 (doze) ou mais pavimentos; ou ainda, a partir da 7^a laje dos edifícios em construção com 08 (oito) ou mais pavimentos em cujo canteiro se tenha pelo menos 30 trabalhadores. (itens 18.14.23.1 e 18.14.23.1.1).

Condições exigíveis para os andaimes (item 18.15)





CANTEIRO - ANDAR TERREO



Silvio B. Melhad

Agradecemos a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e ao Departamento de Engenharia de Construção Civil, pela elaboração desta apostila.