

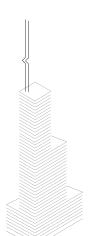
MARCO PÁDUA

TÉCNICAS E PRÁTICAS CONSTRUTIVAS  
**INFRAESTRUTURA, SUPERESTRUTURA E  
VEDAÇÃO**

*Ensino Médio e Técnico de Edificações*

1<sup>a</sup> edição

São Paulo  
Marco Antonio Cardoso de Pádua  
2025



**SOBRE O AUTOR:**

*Arquiteto e Urbanista – UNG – Guarulhos – 1.981*

*Especialização: Restauro e Conservação – UNICSUL – São Paulo – 2.002*

*Professor – CENTRO PAULA SOUZA – desde 1.994*

## PREPARANDO O TERRENO

De posse de todas as informações técnicas e as decisões já tomadas, é hora de dar início efetivo a construção.

Antes de qualquer interferência no terreno temos que considerar uma etapa preliminar que, muitas vezes, traz custos elevados. Toda edificação deve estar assentada sobre uma base plana e nivelada. Então, a simples limpeza do terreno pode não ser suficiente, exigindo movimentações de terra a fim de obter essas condições.

O estado natural da área em questão pode requerer meios manuais ou mecânicos para essas tarefas. Somente um estudo detalhado pode planejar e quantificar essas atividades. O custo sempre é significativo e não poderá ser desprezado.

Esta etapa partirá de um levantamento topográfico que, em pequenas obras, é feito com a mangueira de nível, conforme mencionado anteriormente. Então, os dados levantados são aplicados em um desenho em perfil mostrando as diversas elevações do terreno.

O “corte” é característico de áreas onde encontramos um acidente, ou seja, o perfil do terreno se eleva culminando num ponto mais elevado no fundo. Devemos cortar o excesso de material, remanejando-o. Esta operação gera uma desagregação, ocasionando um aumento no volume que deverá ser computado em valores gastos com transporte. Às vezes, parte deste material fica no local para nivelar áreas com depressões. Como parâmetro de medição do aumento de volume, quando não houver um ensaio em laboratório, adota-se 40 %.

As diferenças obtidas no volume de material escavado ou compactado é consequência de um fenômeno conhecido como **empolamento**.

O “aterro” acontece quando o perfil do terreno declina, tornando o fundo mais baixo que a rua. Então, nomeamos declive e assim temos que adicionar material de solo até obtermos um platô nivelado.

Esta operação demanda uma compactação com camadas de, no máximo, 30 cm. Ela pode ser manual através de um peso ou mecânica com equipamento próprio.

É necessário adicionar água para melhor acomodação, na proporção de 15% para aterro arenoso e 24% para o argiloso. A água funciona como um lubrificante das partículas de solo, facilitando a compactação.

Há também, aqueles terrenos que necessitam das duas operações ao mesmo tempo. São chamados de irregular, pois o perfil do terreno intercepta a linha referente ao nível da calçada pelo menos uma vez.

Não é recomendado o uso de entulho para não gerar espaços ocos.

Em relação ao aumento de volume necessário, nos dois casos, como cálculo estimativo, consideramos 40 %.

Justificando, o solo, sendo uma alteração de rocha que ainda se mantém sob forças coesivas naturais geram um aumento no seu volume quando da sua desagregação. No caso do aterro, usando equipamentos ou não, obtemos um encolhimento das camadas e, consequentemente, mais material.

O objetivo final dessas operações de terra é obter um platô nivelado, criando-se então, as condições necessárias para dar início a obra e a locação das futuras paredes da edificação.

Além de executar corretamente essas operações é necessário também, explorar duas questões importantes na definição dessa etapa do trabalho.

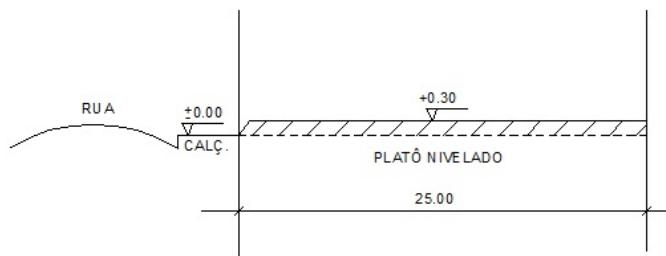
A primeira diz respeito ao propósito do projeto, ou seja, qual a função da edificação. A segunda é relacionada a situação em que se encontra o terreno em questão.

Dependendo do caso, elas podem até se justificarem, como veremos a seguir, explorando como exemplos, lotes urbanos normalmente encontrados em loteamentos.

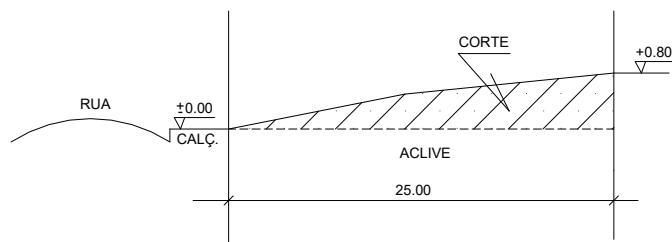
De posse dos dados obtidos na visita ao local fazemos um desenho de perfil, simples, marcando as alturas encontradas. Para valores acima da calçada (referencia) adicionamos um sinal positivo e, abaixo, negativo.

O terreno ideal seria aquele que fosse plano, ligeiramente mais alto que a rua proporcionando um piso interno elevado, de 30 a 50 cm tomado-se por base a calçada, facilitando o escoamento do esgoto

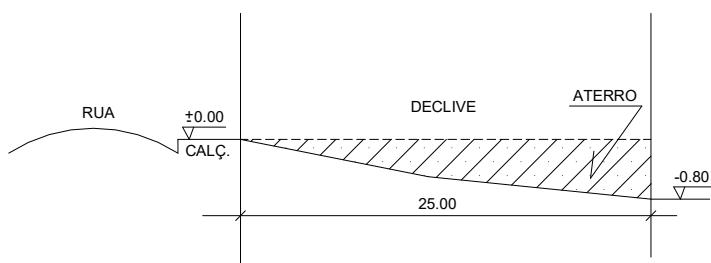
e protegendo o imóvel da invasão de possíveis enxurradas. Situações como essas são difíceis de encontrar. Quando encontrado, os serviços de terraplanagem podem estar embutido no valor da venda. Sendo assim, as operações de terra criam um platô nivelado tornando possível iniciar a obra.



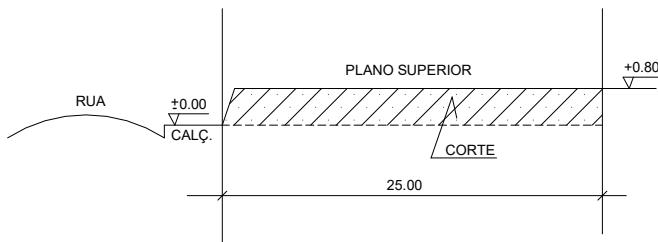
Nas situações caracterizadas por elevar-se positivamente em relação a calçada, que denominamos aclive, gerará um desmonte do solo existente. As operações de Corte serão baseadas na análise do terreno segundo sua conformação, presença de água, de rochas, etc. O processo de escavação, se manual ou mecânico, será importante na questão dos custos dessas operações. Em volumes pequenos, as operações de terra poderão ser realizadas com ferramentas manuais como pá, enxada e picareta. O transporte será feito com carrinhos de mão. Para o descarte deverá ser previsto o uso de caminhões. Se os volumes forem significativos, então, será necessário a contratação de empresa especializada em terraplanagem. Assim, máquinas adequadas serão utilizadas para desagregar os maciços terrosos.



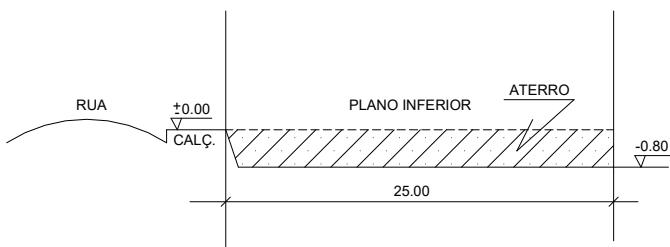
As depressões encontradas em certas ocasiões caracterizam o declive, acentuando a diferença em relação a calçada. As operações decorrentes visam aterrinar o terreno a fim de obter-se um platô nivelado. A utilização de equipamentos também dependerá dos volumes envolvidos. Normalmente executados com ferramentas manuais e carrinhos de mão, adicionamos o material em camadas, como visto anteriormente. Para a compactação de grandes volumes será necessário a utilização de equipamento apropriado, conhecido como “sapo mecânico”.



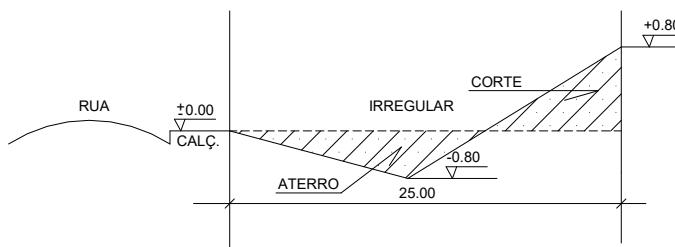
A situação abaixo não é frequente. Se existir demandará mais de uma decisão. Pode-se rebaixar o terreno até obter-se uma base plana, normalmente recomendada. Para reduzir custos é possível edificar sem as operações de corte, projetando acessos (degraus) que vençam o desnível. A terceira opção agrupa dois partidos, como rebaixar parte da área de maneira a criar vários níveis, dando mais dinamismo ao Projeto, sem abrir mão da redução de custos. Qualquer atitude deverá ser bem analisada.



Diferentemente da anterior, a situação a seguir é muito frequente e resulta de loteamentos novos onde são executados arruamentos, elevando o nível através de aterros. Com o passar do tempo a vegetação encobre essa ocorrência. Nesse caso também há várias atitudes a serem tomadas, dependendo da profundidade encontrada. Em primeiro lugar é preciso saber o custo do material para aterro na região da obra. Normalmente em níveis até -80 cm a melhor solução é o aterro. A partir daí a execução de uma laje de piso é mais recomendado com a possibilidade, ainda, de obter-se um espaço adicional sob a residência. Dependendo da situação um rebaixamento do existente também poderá gerar um espaço disponível ao Projeto com outras finalidades como garagem ou salão de festas. Porém, como no caso anterior, requer um estudo detalhado.



A situação a seguir, a princípio, poderá gerar mal aspecto, porém será economicamente favorável quanto as movimentações de terra. A partir do cálculo de volumes de corte e aterro será possível verificar se apenas o remanejamento do solo criará o plano nivelado necessário. Quando as seções do terreno são equivalentes e as diferenças de nível também, isto é possível. Se não, demandará volumes de compra ou bota-fora menores que os exemplos anteriores.



Para calcular os volumes e definir as operações de terra a serem realizadas devemos considerar os dados levantados quando da visita previa.

Será necessário mostrar os valores obtidos em duas vistas, ou seja, em planta e em corte para definirmos os volumes resultantes.

Em um desenho simples mostramos o contorno do terreno, a posição da rua e calçada assim como, as dimensões e níveis obtidos. Tomando-se como base o corte, dividimos o perfil em figuras geométricas que geralmente formam triângulos, trapézios e retângulos. Sabendo a área da figura multiplicamos pela largura do terreno para determinar o volume da seção correspondente. Em seguida aplicamos o fator de empolamento para saber os volumes reais a serem movimentados.

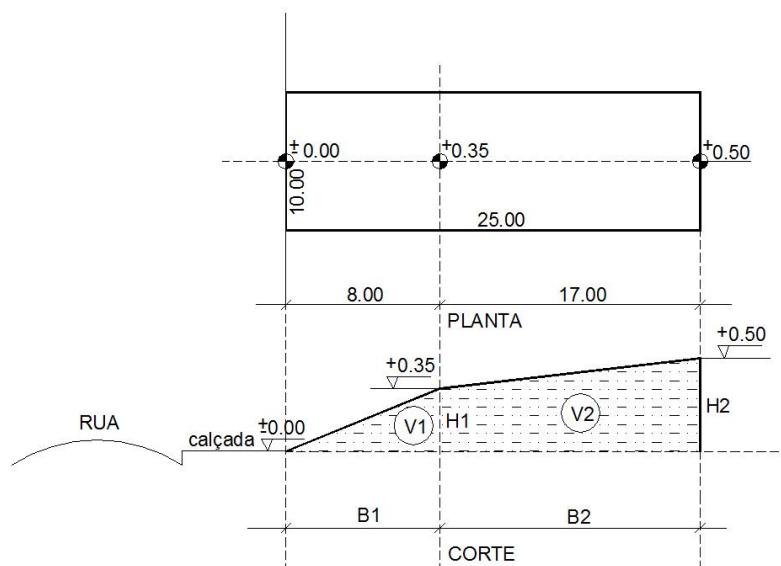
Quando em acrivo devemos prever a retirada do solo excedente, utilizando-se caminhões. Quando em declive a compra de material deverá ser prevista, assim como, a quantidade de água necessária. Esse custo, o da água e o seu armazenamento, também deverá ser contabilizado.

Se irregular o cálculo deverá determinar se o material cortado será suficiente para aterrar as depressões. Este também poderá exceder, caracterizando o bota-fora.

Vamos explorar a seguir algumas situações imaginárias para mostrar o procedimento de cálculo e dar a conclusão necessária.

**IMPORTANTE:** O referencial de nível será sempre a calçada (0.00). Se não houver arruamento, acrescentar 50 cm ao existente. O nível final do piso interno deverá ficar entre 30 a 50 cm acima da calçada para facilitar o escoamento do esgoto. O material para completar a elevação virá das escavações da fundação.

Exemplo 1:



Temos um terreno arenoso, previamente identificado, com dimensões de 10 metros de frente por 25 metros de fundo, o chamado lote padrão. O fator de empolamento, isto é, o quanto será acrescentado ao volume calculado é de 40%.

Para calcular o volume usaremos a formula  $V = A \times L$  (onde  $A$  = área da figura e  $L$  = largura do terreno).

Olhando o perfil do terreno vemos duas figuras geométricas, ou seja, um triângulo e um trapézio. Observe que as figuras estão “deitadas”. Então:

$$\text{Área do triângulo} = \frac{B1 \times H1}{2} \quad (\text{onde } B1 = \text{base} \text{ e } H1 = \text{altura})$$

$$\text{Área do trapézio} = \frac{(H1 + H2) \times B2}{2} \quad (\text{onde } H1 = \text{base menor}, H2 = \text{base maior} \text{ e } B2 = \text{altura})$$

$$\text{Área do triângulo} = \frac{8 \times 0.35}{2} = 1.4 \text{ m}^2$$

$$V1 = 1.4 \text{ (Multiplicando pela largura do terreno)} \times 10 = 14 \text{ m}^3$$

(Aplicando o empolamento)  $14 \times 1.4$  (somando os 40%) =  $19.6 \text{ m}^3$  (como está acima da linha da calçada consideramos um corte)

$$\text{Área do trapézio} = \frac{(0.35 + 0.50) \times 17}{2} = 7.22 \text{ m}^2$$

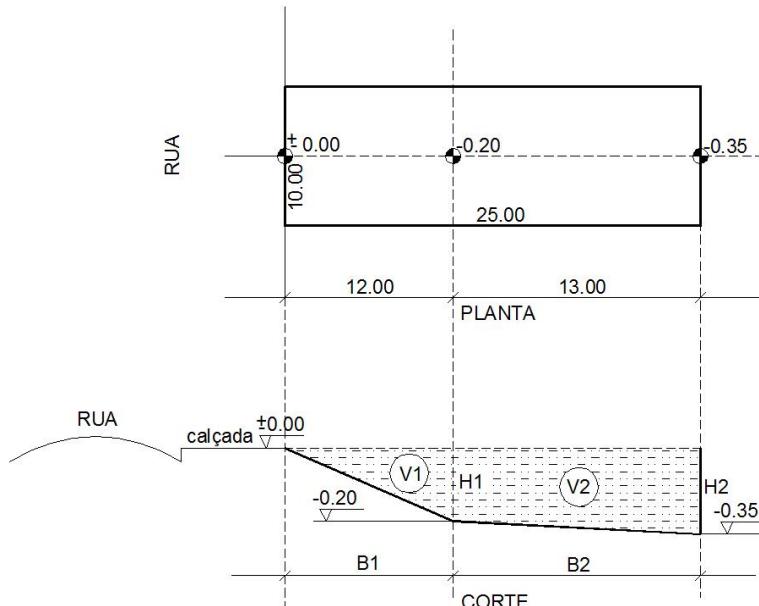
$$V2 = 7.22 \text{ (Multiplicando pela largura do terreno)} \times 10 = 72.25 \text{ m}^3$$

(Aplicando o empolamento)  $72.25 \times 1.4$  (somando os 40%) =  $101.15 \text{ m}^3$  (como está acima da linha da calçada consideramos um corte)

Conclusão:  $V1 + V2 = 19.6 + 101.15 = 120.75 \text{ m}^3$

Considerando um caminhão com capacidade de  $10 \text{ m}^3$  teremos  $120.75 / 10 = 12$  caminhões, para serem descartados.

Exemplo 2:



Temos um terreno argiloso, previamente identificado, com dimensões de 10 metros de frente por 25 metros de fundo. O fator de empolamento acrescentado ao volume calculado é de 40%.

Olhando o perfil do terreno vemos as mesmas duas figuras, ou seja, um triângulo e um trapézio, também “deitadas”. Então, proceder como no exercício anterior:

$$V = A \times L \quad (\text{Volume} = \text{Área da figura} \times \text{Largura do terreno})$$

$$\text{Área do triângulo} = \frac{B_1 \times H_1}{2}$$

$$\text{Área do trapézio} = \frac{(H_1 + H_2) \times B_2}{2}$$

$$\text{Área do triângulo} = \frac{12 \times 0.2}{2} = 1.2 \text{ m}^2$$

$$V1 = 1.2 \quad (\text{Multiplicando pela largura do terreno}) \times 10 = 12 \text{ m}^3$$

(Aplicando o empolamento)  $12 \times 1.4$  (somando os 40%) =  $16.8 \text{ m}^3$  (como está abaixo da linha da calçada consideramos um aterro)

$$\text{Área do trapézio} = \frac{(0.2 + 0.35) \times 13}{2} = 3.57 \text{ m}^2$$

$$V2 = 3.57 \quad (\text{Multiplicando pela largura do terreno}) \times 10 = 35.75 \text{ m}^3$$

(Aplicando o empolamento)  $35.75 \times 1.4$  (somando os 40%) =  $50.05 \text{ m}^3$  (como está abaixo da linha da calçada consideramos um aterro)

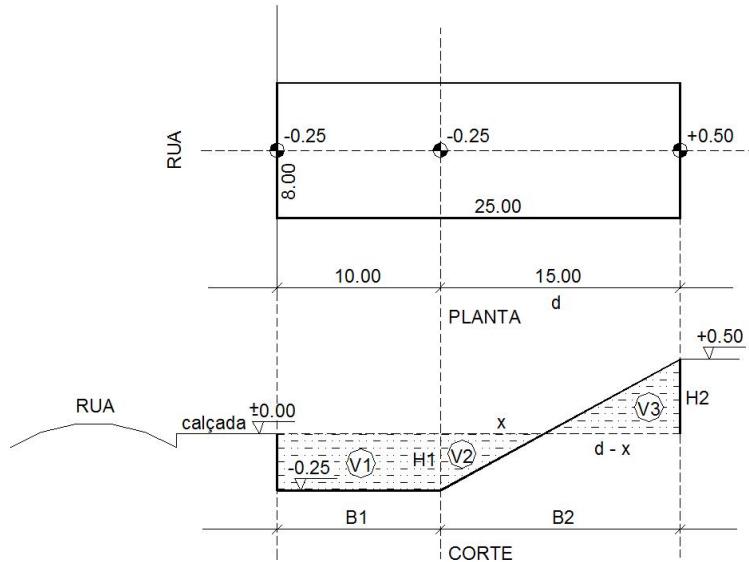
Conclusão:  $V1 + V2 = 16.8 + 50.05 = 66.85 \text{ m}^3$

Nesse caso, como se trata de um aterro, vamos calcular o volume de água que será usado na compactação.

Para solos argilosos adotamos 24% então,  $66.85 \times 0.24 = 16.04 \text{ m}^3$

Considerando um caminhão com capacidade de  $10 \text{ m}^3$  teremos  $66.85 \text{ m}^3 / 10 = 7$  caminhões para serem comprados e  $16.04 \text{ m}^3$  de água usados na compactação.

Exemplo 3:



Temos um terreno arenoso, previamente identificado, com dimensões de 8 metros de frente por 25 metros de fundo. O fator de empolamento acrescentado ao volume calculado é de 40%.

Esse caso é um pouco mais trabalhoso, pois temos níveis abaixo e acima da calçada. Então, teremos obras de aterro e corte, por termos um perfil irregular. Aqui cabe aquela situação onde podemos usar o material escavado para aterrarr, porém ainda dependendo do cálculo específico.

Observando o perfil do terreno nós vemos três figuras, representadas por um retângulo e dois triângulos. O cálculo de áreas é simples, porém a questão está em descobrir a base dos triângulos V2 e V3. Isto ocorre pelo fato da altura H1 (0.25) ser diferente da altura H2 (0.50). Se os valores fossem iguais nós teríamos a intersecção da linha do terreno com a calçada exatamente no centro da distância B2 (15.00). Como isto não ocorre, então os valores de "x" e "d-x" serão diferentes.

Começando pelo cálculo d o volume V1, temos:

$$V = A \times L \quad (Volume = Área da figura \times Largura do terreno)$$

$$\text{Área do retângulo} = B1 \times H1 = 10 \times 0.25 = 2.5 \text{ m}^2$$

$$V1 = 2.5 \quad (\text{Multiplicando pela largura do terreno}) \times 8 = 20 \text{ m}^3$$

(Aplicando o empolamento)  $20 \times 1.4$  (somando os 40%) =  $28 \text{ m}^3$  (como está abaixo da linha da calçada consideramos um aterro)

Para saber o volume V2 será necessário, primeiramente, calcular o valor de "x" (base). Depois subtraímos do valor "d" (15.00) para descobrir "d-x"

Para descobrir o valor de "x" usamos um recurso matemático chamada congruência de triângulos. Pulando o processo de demonstração para facilitar o entendimento vamos, diretamente, usar a fórmula específica:

$$x = \frac{H1 \times d}{H1 + H2}$$

$$x = \frac{0.25 \times 15.00}{0.25 + 0.50} = \frac{3.75}{0.75} = 5.00 \text{ m}$$

Se  $x = 5 \text{ m}$ , então,  $d - x = 15.00 - 5.00 = 10.00 \text{ m}$

$$\text{Área do triângulo } V2 = \frac{x}{2} \times \frac{H1}{2} = \frac{5}{2} \times \frac{0.25}{2} = 0.62 \text{ m}^2$$

$$V2 = 0.62 \text{ (Multiplicando pela largura do terreno) } \times 8 = 4.96 \text{ m}^3$$

(Aplicando o empolamento)  $4.96 \times 1.4$  (somando os 40%) =  $6.94 \text{ m}^3$  (como está abaixo da linha da calçada consideramos um aterro)

$$\text{Área do triângulo } V3 = \frac{(d-x)}{2} \times \frac{H2}{2} = \frac{10}{2} \times \frac{0.5}{2} = 2.5 \text{ m}^2$$

$$V3 = 2.5 \text{ (Multiplicando pela largura do terreno) } \times 8 = 20 \text{ m}^3$$

(Aplicando o empolamento)  $20 \times 1.4$  (somando os 40%) =  $28 \text{ m}^3$  (como está acima da linha da calçada consideramos um corte)

$$(\text{Compactação} - \text{solo arenoso}) \text{ Água (15\%)} = V1 + V2 = 34.94 \times 0.15 = 5.24 \text{ m}^3$$

Conclusão:  $(V1 + V2) - V3 = (28 + 6.94) - 28 = 6.94 \text{ m}^3 / 10$  (Capac. caminhão) = 1 caminhão / para ser comprado e  $5.24 \text{ m}^3$  de água usados na compactação.

Resumindo, essas demonstrações exploradas podem ajudá-lo a resolver essa etapa. Apesar de genéricas, a sistemática de cálculo pode ser aplicada em qualquer situação específica.

Subentende-se que agora você dispõe de um platô nivelado, pronto para dar início à obra.

Vale lembrar, que o nível final após as movimentações de terra, pode ter como referência, a calçada supondo que ela exista. Na sua ausência a guia poderá ser tomada como referência.

## CANTEIRO E LOCAÇÃO DE OBRA

A próxima etapa tem por objetivo transpor para o local da obra tudo o que foi definido na fase de Projeto. As fundações, as paredes e a superestrutura serão locadas em suas devidas posições, na escala real.

Legalmente falando, o proprietário já está de posse de um projeto aprovado pelos órgãos competentes e do alvará de construção. Assim, inicia-se a instalação do canteiro de obra.

Esta etapa consiste na distribuição do espaço de forma a otimizar as tarefas que serão executadas no desenrolar da construção. É necessário um desenho demarcando as áreas de estocagem de materiais, de circulação e a obra propriamente dita.

A indústria da construção civil difere da convencional no sentido em que o produto acabado fica no próprio local. Os materiais são processados através da mão de obra, ferramentas e equipamentos, sendo que o resultado final é a habitação.

Em um canteiro mesmo simples é necessário ter um local de armazenagem de materiais, dos equipamentos, de ferramentas, a circulação, preparo de materiais, etc. A boa organização implica em um rendimento normal de trabalho, a segurança dos profissionais, higiene e asseio de todos.

(\_) É importante ter materiais como areia e pedra, na frente do terreno e de preferência, com separação e contênsão. Isto se deve a proximidade com o cavalete de entrada de água, que será usada nas misturas. Assim sendo, será necessário reservar um espaço, também na frente, para essas misturas.

A produção das argamassas e do concreto, feitos manualmente, não podem ser processados em contato direto com o terreno. Existe duas formas de preparação desse espaço, sendo que na primeira um traço de concreto magro (pouco cimento) deve ser espalhado em forma circular com cimento para o centro. Isto auxilia no escoamento da nata do cimento durante as misturas. É uma pequena perda de cimento, mas importante no resultado final.

(\_) A maneira mais eficiente, porém, dispendiosa, se resume na montagem de um tablado com tábuas de 30 cm e dimensões de 3.00 X 3.00 m. São madeiras de construção que, geralmente, tem comprimento médio de 3.00 m. As laterais também serão feitas com tábuas, formando uma espécie de caixote. Dessa forma, não haverá desperdício ao preparar as misturas.

Se for optado pelo uso de uma betoneira, esta também deverá ser locada na posição frontal da obra pela necessidade de energia elétrica. Isto reforça o planejamento antecipado da entrada de força e água, antes do início da obra.

Outra providência importante é a proteção de materiais perecíveis, ou seja, o cimento e cal. Sacarias em geral precisam ser protegidos da umidade. Então, um pequeno galpão fechado e coberto precisa ser feito para essa finalidade. Normalmente, o espaço do fundo é utilizado para o galpão, então, é preciso garantir o trânsito livre do material até o ponto de consumo.

E preciso prever espaço para os blocos e tijolos que serão utilizados na obra. Eles geram bastante volume e podem nos surpreender. O terreno em questão tem que estar nivelado, pois a altura da pilha é expressiva e, além da queda, o desnivelamento pode danificar as peças.

É importante também, a proteção das barras e estruturas de ferro para não sofrer corrosão e ter sua capacidade prejudicada antes de sua utilização.

(\_) O bom arranjo das instalações deve otimizar as tarefas de modo a reduzir as circulações inúteis, daí a necessidade do planejamento cuidadoso dessa etapa da obra.

Por outro lado, é imperativo deixar totalmente liberado o local da futura edificação.

A próxima etapa, após a instalação do canteiro de obras, é a locação das fundações e futuras paredes.

A isto dá-se o nome de Locação de Obra, objeto a ser explorado neste capítulo.

Esta fase é tão importante que requer também um projeto específico cujo objetivo é definir as escavações e a posição das fundações. A planta de locação faz parte do conjunto de informações que compõe o Projeto Arquitetônico, além da estrutural, da hidráulica, da elétrica, etc.

Os elementos que servirão como referência são conhecidos como eixos de paredes. O eixo de parede é uma linha imaginária que admitimos existir em todas elas, quaisquer que sejam suas dimensões.

Este eixo servirá de referência para todas as dimensões necessárias para a execução das paredes tais como os alicerces e o revestimento. As linhas traçadas no desenho serão substituídas pelas do pedreiro, fixadas no gabarito, uma estrutura de madeira montada em volta da futura obra. Na primeira etapa, o cruzamento dessas linhas definirá o posicionamento das fundações e, a partir delas, a largura das valas.

(\_) Na planta de locação mostraremos somente o contorno do terreno e os eixos de paredes, com dimensões acumuladas a partir da testada (frente do lote) e da divisa lateral. É bom lembrar que os eixos devem ser representados com linhas traço-pontilhado.

É comum nas obras de pequeno porte, o costume de usar apenas a planta de Prefeitura, aquela usada para aprovação, para locar a futura edificação. Este procedimento é impreciso e pode gerar riscos consideráveis. Contendo apenas medidas internas, esta planta pode não mostrar claramente a dimensão das paredes e do revestimento. Um exemplo fácil de imaginar está naqueles casos em que o banheiro é, por alguma necessidade, estreito. Ao locar suas paredes pela face, segundo a planta de Prefeitura, resultará após a colocação dos azulejos que, muitas vezes consomem até 5 cm, num espaço aquém das necessidades básicas de utilização. Isto ocorre por que é necessário revestir a parede na maioria dos casos para corrigir imperfeições, aprumar e regularizar, antes da colocação dos azulejos, pois estes demonstram qualquer defeito.

A planta de Locação vem auxiliar nessas tarefas, evitando resultados inesperados. Ao locar as paredes pelo eixo, não corremos o risco de alterar as dimensões dos cômodos, qualquer que seja o revestimento utilizado.

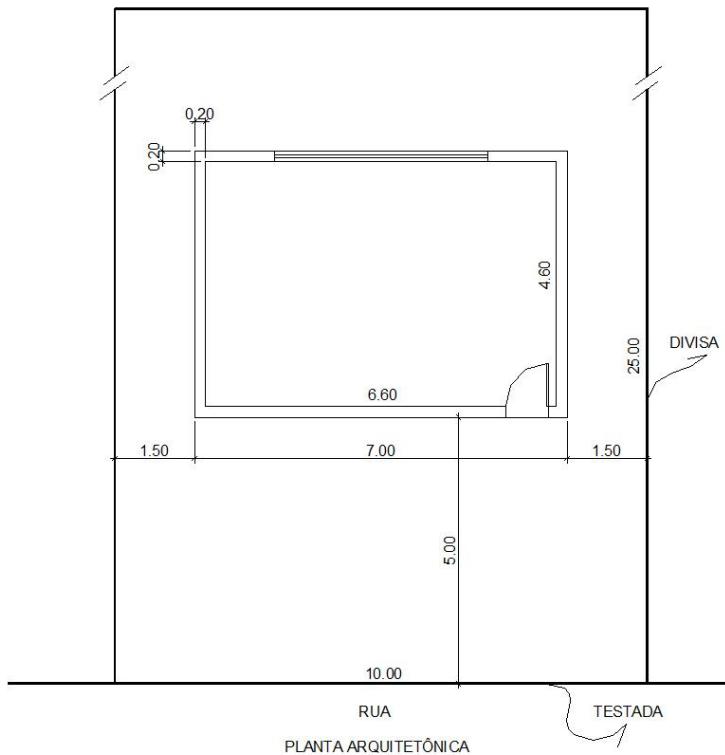
(\_) Outra atitude fundamental no traçado da planta de Locação está no distanciamento dos eixos de parede em relação aos pontos conhecidos, que são a testada e as divisas com os terrenos vizinhos. Cada eixo deverá ter uma distância total até os pontos de referência. Esta medida evita um transtorno maior se alguma dimensão for marcada de forma errada. Fato este que pode acontecer naquelas situações em que é necessário deslocar-se para outro município com a missão de locar a obra. Vários são os contratemplos que podem acontecer para atrapalhar o serviço. Atrasos, dificuldades em achar o local, chuvas ou falta de alimentação, são algumas variáveis que podem trazer dificuldades para esta operação.

Considerando que qualquer Projeto tenha várias paredes paralelas, qualquer dimensão que não seja acumulativa, demarcada erradamente, propagará este erro para as outras subsequentes. Por este método, caso haja algum erro, este será localizado. Essas falhas aparecem somente após a execução dos alicerces, quando é possível detectar visualmente essas irregularidades.

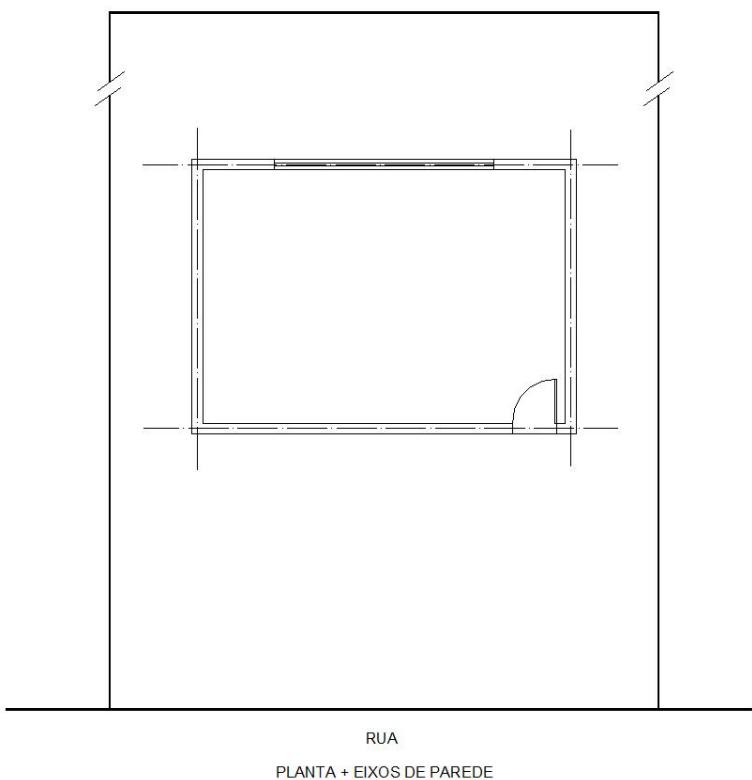
Outra atitude importante está em não cotar entre os eixos e sempre de forma acumulada.

(\_) Para marcar as cotas no gabarito é aconselhável também, fazer uso de uma caneta hidrocor, essas de ponta porosa, para que fique bem visível e fácil de conferir ao término do trabalho. Sim, tudo tem que ser conferido no final.

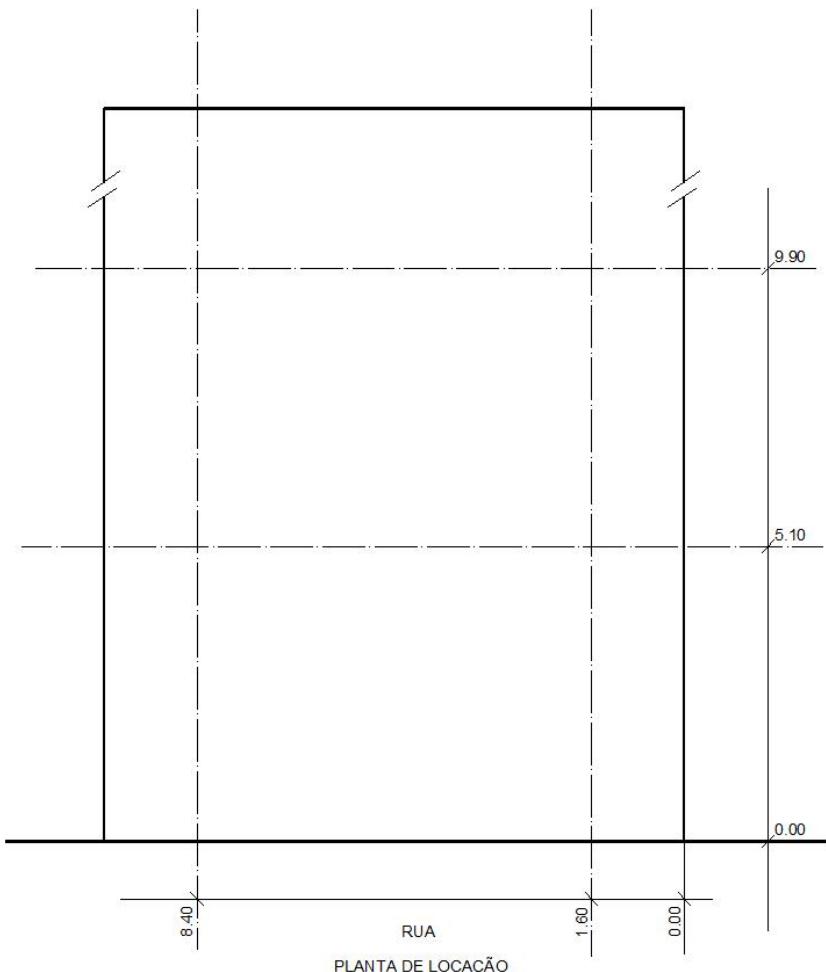
A seguir vamos considerar o Projeto de apenas um cômodo que viesse a ser construído em um terreno de 10 X 25 m, para demonstrar os conceitos básicos na elaboração de uma planta de Locação.



1<sup>a</sup>. Etapa: A partir da definição da ideia principal, dos compartimentos e da implantação do imóvel no terreno, especificamos todas as dimensões que venham a facilitar sua locação.



2<sup>a</sup>. Etapa: Considerando que as paredes tenham uma linha imaginária em seu centro, traçamos esse eixo em cada uma delas. Os eixos são representados graficamente por linhas traçopontilhado.

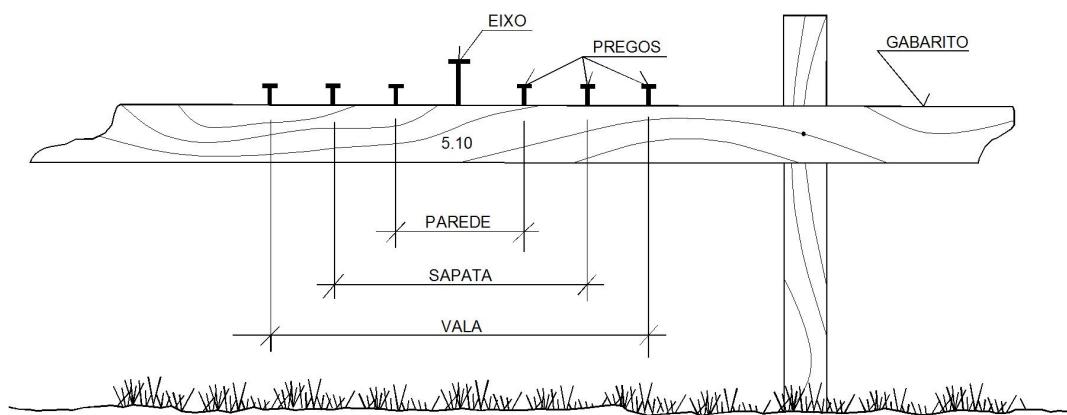


*3<sup>a</sup>. Etapa: Estendemos os eixos externamente ao contorno do lote e traçamos linhas de cotas amarradas aos pontos de referência, ou seja, a testada e a divisa. Em seguida somamos as medidas livres e espessuras das paredes assim como seus respectivos recuos, totalizando a distância dos eixos em relação aos pontos considerados. Essas cotas serão repetidas na estrutura de madeira em volta da obra chamada de gabarito.*

A estrutura chamada gabarito deve acompanhar as futuras paredes, servindo como referência às etapas iniciais da obra como: abertura e execução dos alicerces, nivelamento das paredes e definição do piso da edificação. (—) Após a finalização dos alicerces o gabarito pode ser desmontado.

(—) Algumas regras devem ser observadas para a montagem do gabarito:

- régua horizontal = sarrado de 10 cm
- suporte = pontaletes de 5 X 6 cm
- altura do solo = 80 cm
- distância das futuras paredes = 1.20 m
- distância entre os pontaletes = 2.00 m



(\_\_\_\_) A peça pela qual iniciamos a montagem do gabarito é aquela paralela à testada, com distância menor que o recuo para facilitar a execução do alicerço da fachada.

Antes da fixação da régua horizontal é necessário marcar sua posição nos pontaletes, já cravados, utilizando a mangueira de nível cujo referencial deverá ser a calçada.

Dessa maneira o gabarito também estará nivelado devendo ter uma altura do solo que facilite a passagem de carrinhos de mão. O nivelamento do gabarito é importante, pois ele servirá de referência para o piso interno quando da finalização dos alicerces. Feito isto fixamos a régua horizontal frontal.

(\_\_\_\_) As laterais são posicionadas tomando-se por base a regra do triângulo retângulo onde a proporção 3:4:5 determina um ângulo reto, ou seja, 90°.

Numa das laterais esticamos previamente uma linha para direcionar a cravação dos pontaletes que sustentará o sarrafo. Em seguida medimos os catetos que formarão o triângulo, ou seja, a régua frontal e a linha lateral, gerando um ângulo reto. Para maior precisão adotamos as medidas em metros onde num dos catetos medimos 3 m e no outro, 4 m. Entre esses dois pontos se estabelecerá a hipotenusa do triângulo, quando medir 5 m e, portanto, um ângulo reto. Feita a verificação passamos a cravação dos apoios do sarrafo lateral.

A verificação do esquadro é importante, pois, qualquer distorção acentuada irá repercutir dentro da futura edificação.

A montagem do outro lado deve obedecer ao mesmo procedimento. A peça paralela ao fundo do terreno será apenas fixada nas laterais já posicionadas. (\_\_\_\_) O formato do gabarito não precisará seguir o contorno da edificação, geralmente formando quadrados ou retângulos.

(\_\_\_\_) As marcações no gabarito são feitas com a trena fixada na testada ou na divisa do lote que são os referenciais, segundo as medidas acumuladas da planta de Locação.

As marcações devem ser feitas por duas pessoas e revisadas por uma terceira, a fim de não deixar nenhuma falha. Qualquer que haja, acarretará atraso e desperdício de material.

(\_\_\_\_) A prioridade na locação da obra é das fundações e, estas estando prontas, locamos as paredes. As demarcações no terreno são feitas com a cravação de pedaços de madeira conhecidos como piquetes.

Esticamos a trena e marcamos as dimensões sobre o sarrafo. Ao término fixamos pregos de onde sairão as linhas que representam os eixos de paredes. As marcações são feitas nos dois lados do gabarito. As linhas servirão de guias para a execução das fundações e das paredes. Elas serão posicionadas conforme o desenrolar do trabalho para não atrapalhar a movimentação no terreno.

(\_\_\_\_) Cada elemento de fundação ou encontro de paredes terão 4 (quatro) marcações no gabarito e estas servirão para todos os que se alinharem a elas.

(\_\_\_\_) Os pontos no terreno são encontrados usando-se o prumo de centro rente ao cruzamento das linhas, onde são cravados piquetes que podem ser pintados para melhor visualização.

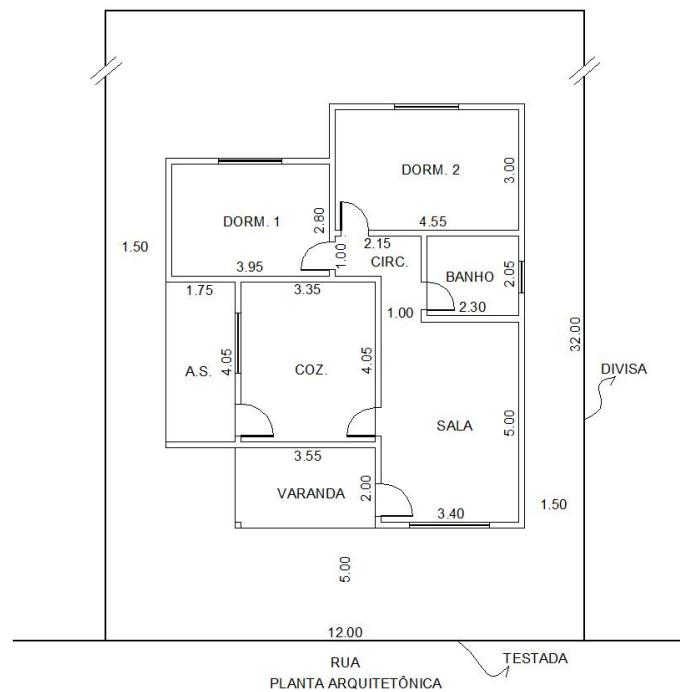
Os trabalhos de locação devem ser acompanhados pelo Técnico, Engenheiro ou Arquiteto devido sua complexidade e importância na obra.

É bom lembrar que:

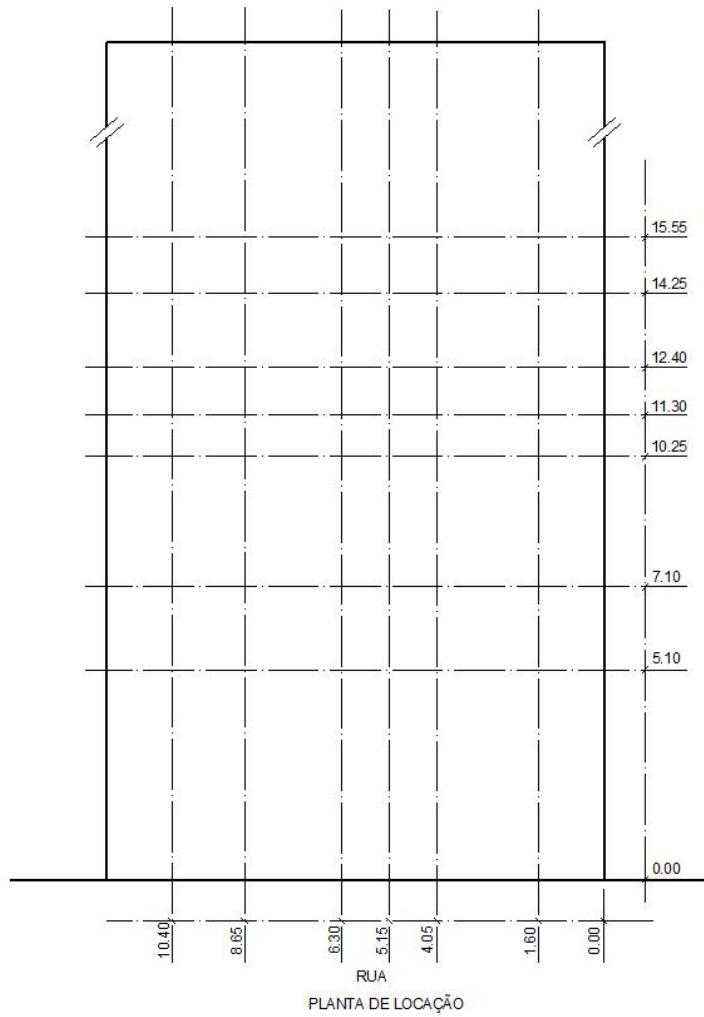
- Qualquer falha nesta fase significa perda de tempo e de material até que seja detectado;
- as marcações no gabarito devem ser feitas pelo eixo, sempre;
- (\_\_\_\_) para a abertura de valas medimos a partir do eixo, assim como as outras dimensões que servirão para a execução dos alicerces e das paredes.

Agora, vamos mostrar um exemplo típico usando uma planta residencial comum, considerando um terreno de 12 X 32 m. As restrições seguintes deverão ser respeitadas.

- Recuos laterais = 1.50 m
- Recuo frontal = 5.00 m
- Paredes - externas = 20 cm
  - internas = 15 cm



A planta de locação deste Projeto ficaria da seguinte forma:



## FORMAS E ESCORAMENTOS

### - FORMAS:

Se o sistema construtivo adotado para a superestrutura for o moldado “in loco”, chamado de convencional, então é preciso pensar no planejamento de formas, escoramentos e armaduras.

As formas servem de moldes para dar forma ao concreto. Elas devem obedecer a pré-requisitos de maneira a facilitar a execução, evitar erros e gastos desnecessários.

Sua execução deve estar rigorosamente de acordo com as dimensões indicadas em um projeto específico. Elas devem ter a resistência necessária para não se deformarem sob a ação dos esforços a que estarão sujeitas. Neles estão contidos o seu peso próprio, o do concreto fresco, o peso das armaduras e das cargas accidentais. Para compensar a deformação inevitável sob ação das cargas, vigas e lajes com grandes vãos deverão ter contra flecha (arqueamento para cima), dimensionada pelo engenheiro calculista.

Elas também devem ser estanques, isto é, não permitir vazamentos. Esta condição é importante para evitar a perda da nata de cimento. Então, devemos observar o alinhamento das tábuas ou chapas de maneira a permitir a melhor junção possível. Eventuais fendas deverão ser cuidadosamente tapadas, usando-se pedaços de papel umedecido. A embalagem do cimento é, geralmente, usada para esta finalidade como também um sarrafo sobreposto.

As formas devem permitir a desmontagem de seus elementos com relativa facilidade, principalmente sem choques à estrutura recém-concretada. Assim, o escoramento deve ser travado através de cunhas (complementos de altura) ou qualquer dispositivo apropriado. É importante obter um maior número de reutilizações possíveis das peças.

As obras de concreto aparente requerem chapas de compensado ou madeira aparelhada, em pequenas dimensões.

A responsabilidade de verificação deste trabalho está a cargo do Mestre da Obra e do Engenheiro Responsável.

Os resíduos de madeira e serragem gerados durante a execução das formas, assim como outros detritos devem ser retirados antes da utilização. É comum também, no processo de montagem dessas estruturas, a impregnação de outros tipos de resíduos como pedaços de eletrodutos, pontas de arame, cacos de lajotas ou tijolos, etc. Antes da concretagem, além da limpeza geral para evitar a mistura com o concreto, é necessário molhar as formas abundantemente.

Há casos, não muito comuns, de lajes rebaixadas, necessitando de cuidados especiais na execução das formas, que devem ser especificadas com detalhes no projeto estrutural.

Os profissionais envolvidos para execução de formas são denominados carpinteiros e ajudantes. Normalmente estes profissionais trabalham em duplas, que poderá estar composta de:

- Um Carpinteiro e um Ajudante;
- Um Carpinteiro e um Meio Oficial de Carpinteiro (aprendiz de carpinteiro);
- Dois Carpinteiros.

A experiência neste trabalho, tanto do carpinteiro como do ajudante, é de suma importância. A falta dela pode ocasionar, além da baixa produtividade, a exposição da equipe em risco de segurança. Lembre-se que normalmente estes profissionais estão trabalhando em grandes alturas, em locais de difícil acesso e com materiais de grandes dimensões (tábuas com 4 metros ou mais, chapas de compensado, etc.)

Acima da boa relação custo/benefício é preciso privilegiar a segurança.

Se um carpinteiro for questionado sobre a formação de sua equipe, geralmente em duplas, sua preferência será invariavelmente: outro carpinteiro. Todavia, será sempre a opção mais cara. O ideal é fazer alguns testes na obra para verificar esta compatibilidade entre os operários e assim, montar as duplas.

As operações de desmontagem das formas também obedecem a certos critérios em relação ao tempo de cura. A posição da peça concretada é que determina o prazo mínimo de desforma. Para os pilares são necessários um mínimo de três dias para serem desformados. Isto é importante para o

planejamento da montagem no andar de cima em obras prediais. As laterais das vigas também podem ser desformadas em três dias, porém, o fundo da forma deverá permanecer por sete dias. É imprescindível que se mantenha ainda o escoramento.

Assim, se justifica a versatilidade necessária para a desmontagem da forma e consequente reutilização.

Ainda falando sobre vigas, é preciso duplicar o fundo para sua remontagem, já que o anterior ainda aguardará a cura.

As lajes obedecem aos critérios pertinentes a sua espessura. As que possuem até dez centímetros podem ser desformadas após sete dias. Para espessuras maiores deve-se aguardar um mínimo de vinte e um dias, sendo que o ideal seria mesmo respeitar um prazo de vinte e oito dias.

#### - ESCORAMENTOS:

São os elementos que deverão manter as formas de vigas elevadas ou fundo de lajes estáveis durante o processo de lançamento do concreto e seu adensamento por vibração. Poderão ser construídos com:

- Pontaletes com secção quadrada (caibros) de 7,5 x 7,5 cm (bastante usual);
- Pontaletes redondos de madeira bruta (Eucalipto);
- Estrutura Metálica própria para esta finalidade;

Para o cálculo de consumo de peças, considerando estruturas usuais de concreto armado, é preciso considerar os vãos entre pilares. Se for de 3,00 a 4,00 metros e vigas com secção aproximada de 15x40 cm, será necessário 1 pontalete para cada 1 m<sup>2</sup> de laje.

É preciso frisar também que existem dois tipos de concretagem: a independente e em conjunto com a alvenaria. No segundo caso o consumo de madeiras é menor, pois, as paredes servem como contênsio do concreto. Este processo só é utilizado em obras de pequeno porte.

Para vigas aéreas, concretadas de forma independente, é indicado o uso de escoramento em forma de batente, usando-se dois pontaletes e uma travessa. A distância máxima entre eles deve ser de 1,20 m. Assim a sua estabilidade estará garantida. Outra forma usada seria a cruzeta, um triângulo de madeira, invertido e preso a um pontalete. Este deve ser usado somente nas extremidades.

Essas peças verticais deverão ser travadas horizontalmente com sarrafos de 10 cm, se o escoramento for de madeira. A isto dá-se o nome de contraventamento. Se metálico, o travamento se fará de forma apropriada. Para vãos de maiores dimensões e lajes espessas, os escoramentos necessários levarão em conta a quantidade e o peso do concreto, correspondente.

Cuidado especial com escoramentos de lajes ou vigas do primeiro pavimento, em que esses apoios estejam assentados sobre o terreno ao natural, mesmo que compactado. A carga concentrada sobre os pontaletes ou escoras metálicas, incidirão sobre o terreno, causando afundamento. Qualquer recalque durante a concretagem, gerará um desalinhamento ou arqueamento, prejudicando o trabalho.

Para evitar esses contratemplos devemos prever pedaços de tábuas sob esses apoios. Uma maior área de contato aumentará a resistência e anulará esta movimentação.

Os escoramentos deverão ser cortados mais curtos e receber calços, chamados de cunhas. Isto é importante para ajustar a altura e o nivelamento das formas.

As cunhas deverão ser usadas mesmo quando o escoramento se apoiar sobre o contra piso ou laje de concreto. Cuidar também para que o pé do pontalete esteja cortado no esquadro, sem inclinações em relação ao piso. As emendas são aceitáveis desde que sejam executadas no terço inferior ou superior da escora, sempre em forma de “sanduíche”.

Esta etapa é facilmente resolvida usando-se os escoramentos metálicos, que disponibilizam grampos presos a orifícios no tubo de sustentação.

Atualmente esse sistema não gera custos tão elevados, além de proporcionar praticidade e agilidade à obra. O uso da madeira está cada vez mais restrito pela razão de, quase sempre, ser descartada no final.

Usualmente, este tipo de escoramento é alugado de empresas especializadas, que no conjunto dos serviços propostos está incluso:

- Confecção do projeto de escoramento;

- Supervisão e orientação técnica para montagem e desmontagem;
- Entrega do material na obra e consequente retirada após a liberação das peças.

- QUANTIFICAÇÕES:

São necessárias cópias do projeto de formas e levantamento planialtimétrico do terreno para a cotação de preços. O escoramento é realizado por um conjunto de peças, montado conforme orientações do fabricante e pela equipe da obra (carpinteiros). As peças têm regulagem de altura e consiste num sistema simples de utilização.



EDIFÍCIOS

Atualmente existe um grande elenco de alternativas para confecção de formas estudadas e projetadas para todos os tipos de obras. As de pequeno porte, geralmente, são confeccionadas na própria obra. As de grande porte são confeccionadas por empresas especializadas. No caso de edifícios residenciais, um jogo de formas vai servir para todos os pavimentos.

O travamento das formas em obras de pequeno porte, são improvisados usando-se arames trançados. Ao transpassar as formas eles são esticados através de torniquete feitos com sarrofó.

Para grandes coberturas, há a possibilidade do aluguel de peças, geralmente chapas de compensado.

As formas significam cerca de 40% do custo total das estruturas de concreto armado. Considerando que a estrutura representa em média 20%, do custo total de um edifício concluímos que racionalizar ou otimizar o sistema, corresponde a um ganho de 8% no custo da construção.

Nessa análise, estamos considerando os custos diretos, mas existem também os chamados indiretos, que podem alcançar níveis representativos.

Durante a execução da estrutura (forma, armação e concretagem) a montagem das formas é geralmente uma fase delicada e responde por cerca de 50% do prazo de execução do empreendimento. Portanto, o seu ritmo estabelece o ritmo das demais atividades e eventuais atrasos. As formas são responsáveis por 60% das horas-homem gastas para execução da estrutura e os 40% restantes ficam para as atividades de armação e concretagem. Portanto, é necessário ter atenção a esses detalhes para satisfazer todos os requisitos e ter uma perfeita execução.

- **Materiais e ferramentas:**

O tipo de material a ser empregado na execução de formas, deve estar de acordo com o acabamento superficial das peças concretas. Podem ser tábuas de madeira serrada, chapas de madeira compensada resinada, chapas de madeira compensada plastificada, além dos pregos e barras de ferro redondo para serem utilizados sob forma de tirantes. Existem também, diferentes tipos de formas metálicas assim como pontaletes tubulares.

As pontes e viadutos servem-se de formas metálicas em razão do longo vão a ser vencido. Elas são montadas com chapas metálicas e fixadas com porcas e parafusos. Pode ser previsto também o uso de solda para a fixação. Geralmente elas são montadas ao lado da obra, em terreno plano e compactado para não haver movimentações. Após a cura e desforma, essas vigas são lançadas através de guindastes sobre os pilares já concretados.

Há também o sistema conhecido como balanços sucessivos, onde a forma metálica é lançada e suspensa por guindaste no próprio tabuleiro já curado. Após as sucessivas concretagens o corpo da ponte avança até encontrar o lado oposto. Isto é feito ao mesmo tempo nos dois lados do pilar de sustentação. Assim é conseguido o equilíbrio do conjunto. Este sistema foi inventado por um brasileiro, Emílio Baumgart, em 1.930.



BALANÇOS SUCESSIVOS

a) Especificações para tábuas de madeira serrada:

- Elevado módulo de elasticidade e resistência razoável e não ser excessivamente dura; baixo custo.
- As madeiras utilizadas são o pinho, cedrinho, timburi e similares. As bitolas comerciais mais comuns são as de 2.5 x 30 cm, 2.5 x 25 cm e 2.5 x 20 cm.
- As tábuas podem ser recortadas e desdobradas em sarrafos, sempre com a espessura de 2.5 cm e largura de 15, 10 e 5 cm.

b) Especificações para chapas de madeira compensada:

- As mais usadas para formas têm dimensões de 1.10 x 2.20 m e a espessura varia de 6, 10 e 12 mm. As chapas têm acabamento resinado quando as estruturas de concreto armado forem revestidas ou argamassadas. Serão plastificadas quando as estruturas ficarem aparente.
- As chapas compensadas são compostas por diversas lâminas coladas com cola branca PVA ou fenólica. As chapas coladas com cola fenólica são mais resistentes ao descolamento das lâminas quando submetidas à umidade.

c) Especificações para os escoramentos:

- Podemos utilizar pontaletes de eucaliptos, que é um tipo de madeira bruta e de baixo custo. São cortadas e utilizadas sem nenhum beneficiamento.
- Outra opção está nos caibros, madeiras utilizadas em estruturas de telhado. São padronizados em 5 x 6 cm, 5 x 7 cm e 8 x 8 cm. Vigas também podem ser utilizadas, encontradas em dimensões padronizadas de 6 x 12 cm e 6 x 16 cm.

d) Especificações para Pregos:

- Eles obedecem às normas ER-73 e PB-581 ABNT.
- Os mais utilizados para a execução das formas são: Formas de tábuas = 18 x 27 cm e 19 x 36 cm; Formas de chapas = 15 x 15 cm e 18 x 27 cm; Escoramentos = 19 x 36 cm e 18 x 27 cm.
- O diâmetro deve ser escolhido entre 1/8 e 1/10 da espessura da peça de menor espessura.

Devemos deixar os materiais em locais cobertos e protegidos do sol e da chuva.

Em relação ao manuseio das chapas de compensado deve-se tomar o cuidado para não danificar os bordos. As ferramentas utilizadas para a execução das formas são as de uso do carpinteiro, como o

martelo, serrote, lima, etc. Também utilizamos uma mesa de serra circular e uma bancada com gabarito para a montagem dos painéis.

A mesa de serra deve ter altura e todos os sistemas de proteção que permita proceder ao corte da seção, de uma só vez. Suas dimensões devem ser coerentes com as dimensões das peças a serrar. É importante também, adotar-se um disco de serra com dentes compatíveis com o corte a ser feito.



ESCORAMENTO METÁLICO

#### - Componentes e função:

- Painéis: Superfícies planas formadas por tábuas ou chapas, etc. Formam os pisos das lajes, as faces das vigas, dos pilares e paredes.
- Travessas: Peças de ligações entre tábuas ou chapas dos painéis de vigas, pilares e paredes, geralmente feitas de sarrafos ou caibros.
- Travessões: Peças de suporte empregadas apenas nos escoramentos dos painéis de lajes, geralmente feitos de sarrafos ou caibros.
- Guias: Peças de suporte das travessões geralmente feitas de caibros ou tábuas trabalhando a cutelo (espelho). Usando-se tábuas, os travessões são suprimidos.
- Faces: Painéis que formam os lados das formas das vigas.
- Fundo das vigas: Painéis que formam a parte inferior das vigas.
- Travessas de apoio: Peças fixadas sobre as travessas verticais das faces das vigas destinadas ao apoio dos painéis de lajes e dos suportes dos painéis de laje (travessões e guias).
- Cantoneiras: Peças triangulares pregadas nos ângulos internos das formas.
- Gravatas: Peças que fixam os painéis das formas dos pilares e vigas.
- Montantes: Peças destinadas a reforçar as gravatas dos pilares.
- Pés direito: Suportes das formas de lajes, geralmente feitos de caibros ou troncos de eucaliptos.
- Pontaletes: Suportes das formas das vigas, geralmente feitos de caibros ou troncos de eucaliptos.
- Escoras: (mãos - francesas) Peças inclinadas, trabalhando a compressão.
- Chapuzes: Pequenas peças feitas de sarrafos, geralmente empregadas como suporte e reforço de fixação das peças de escoramento, ou como apoio extremo das escoras.
- Talas: Peças idênticas aos chapuzes destinadas à ligação e a emenda das peças de escoramento.
- Cunhas: Peças prismáticas, geralmente usadas aos pares.
- Calços: Peças de madeira as quais se apoiam os pontaletes e pés direitos por intermédio de cunhas.

- Espaçadores: Peças destinadas a manter a distância interna entre os painéis das formas de paredes, fundações e vigas.
- Janela ou óculo: Aberturas localizadas nas formas de pilares destinadas a limpeza ou concretagem.
- Travamento: Ligação transversal das peças de escoramento que trabalham a flambagem.
- Contraventamento: Ligação destinada a evitar qualquer deslocamento das formas interligando-as entre si.

#### - Soluções aplicadas à pequenas obras: Detalhes de montagem

Como já comentado anteriormente, existem duas formas de montagem das formas. Isto é fundamental para planejar o consumo de madeiras durante a obra.

Em obras de médio e grande porte adota-se a concretagem independente por questões de segurança. Neste processo todo o esqueleto estrutural é executado primeiramente e os fechamentos e divisórias de alvenaria, ficam em segundo plano. Assim, esses últimos não têm nenhuma função estrutural, apenas delimitarão os espaços.

Nesse sistema o consumo de madeiras é maior e as quantidades dependerão da área construída, caso dos edifícios por exemplo. Neles, os andares são concretados de uma só vez.

Nas obras de pequeno porte geralmente usa-se a concretagem em conjunto com a alvenaria por razões de economia. Isto é aceitável por se tratar de pequenas cargas, desde que não ultrapasse a dois pavimentos.

A quantidade necessária dependerá exclusivamente ao ritmo que se quer dar à obra, balizado logicamente pelo capital disponível.



#### - Concretagem independente:

Pilares – os painéis verticais são compostos por quatro faces e travados por gravatas que abraçam totalmente a caixa. Quando forem concretados antes das vigas, garantimos o prumo prevendo contraventamentos em duas direções, pelo menos, sendo que nas quatro, o ideal. Colocados em ângulo sobre o piso, devem ser travados adequadamente. Na fixação usar pregos 18 x 27 cm ou 19 x 36 cm nas ligações entre a forma e os apoios. Em pilares altos prever contraventamentos em dois ou mais pontos na altura. As peças muito longas devem ser reforçadas com travessas de sarrafos para evitar a flambagem.

As gravatas são proporcionais à altura dos pilares para que possam resistir ao empuxo lateral do concreto fresco. A distância entre as gravatas deve estar entre 30 e 40 cm.

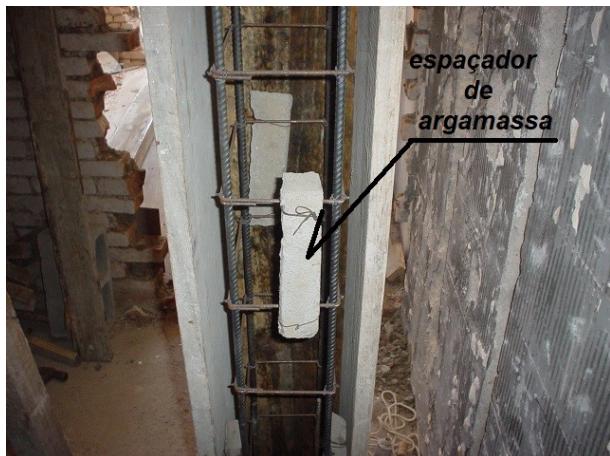
Deixar na base das formas dos pilares, uma janela (óculo) para a limpeza e verificação do preenchimento de concreto. Após o lançamento ela deverá ser fechada com uma peça previamente preparada.

Prever janela intermediária a cada 2,00 m para concretagem em etapas. Esta tem a função de facilitar a vibração e evitar a desagregação do concreto quando lançado de maior altura. Isto poderá gerar espaços ociosos dentro da forma, conhecidos como bicheiras.

Usa-se poucos pregos e o sistema de encaixe garante sua reutilização por mais vezes.

O consumo de madeiras pode ser conhecido pela fórmula:

$$\text{Total (m)} = (\text{altura} \times 4) \times \text{nº pilares}$$



Quando a armadura do pilar estiver presa na broca, já com os espaçadores, “vestimos” a caixa com três faces. Daí então, fixamos a 4ª face.



Após o fechamento, “abraçamos” a caixa com gravatas pregadas em forma de “L” e amarramos com arame recozido. Isto anulará o esforço do concreto quando ocorrer o preenchimento. Por esta razão o espaçamento das gravatas não deve exceder a 40 cm.

Além das gravatas, o travamento é feito através de barras metálicas que atravessam a forma, chamados de “espaguetes”. Eles são fixados com porcas conhecidas como “borboletas”. Isto é usado principalmente nos pilares delgados, comprimindo a forma contra a armadura.

Para o consumo de madeiras destinada às gravatas (sarrafos de 5 cm), podemos adotar a fórmula abaixo supondo pilares quadrados ou retangulares.

Considerando:

- altura entre vigas

- espaçamento entre 30 e 40 cm
- 4 lados
- nº pilares (total)
- c = comprimento da gravata (largura do pilar + 10 cm)

$$\text{Total (m)} = (\text{altura} / \text{espaçamento}) + 1 \times 4 \times \text{nº pilares} \times c$$

Obs.: O resultado, em todos os casos, é expresso em metros lineares.

Vigas – após o travamento do escoramento devidamente alinhado e nivelado, montamos a caixa com três faces, isto é, com fundo. Um reforço de madeira fixado na caixa do pilar servirá de apoio para a extremidade da forma.



Com a caixa devidamente apoiada sobre o escoramento já nivelado, acomodamos a armadura com seus espaçadores para garantir o seu recobrimento.

É necessário também, um contraventamento, ou seja, um travamento na horizontal feito com sarrafos de 10 cm para evitar a flambagem das escoras.

Quantidades:

$$\text{Total (m)} = (\text{comprimento X 3}) \times \text{nº vigas}$$

O consumo de sarrafos para a confecção de gravatas deve seguir ao espaçamento exigido, entre 60 e 80 cm. Aplicamos a fórmula correspondente e definimos a metragem necessária.

$$\text{Total (m)} = (\text{comprimento/ espaçoam.}) + 1 \times \text{nº vigas} \times c$$

#### - Concretagem em conjunto:

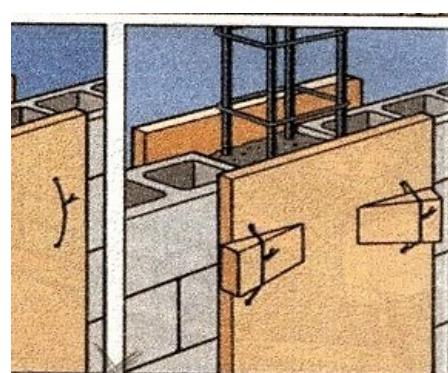
Pilares – Esta modalidade construtiva é aplicada em quase todas as obras de pequeno porte. Isto incluem casas térreas e sobrados, bem como edificações comerciais. A razão para esta atitude está no menor consumo de madeiras. Nesse processo a montagem das formas se dá junto com a elevação da alvenaria. Então, ela acaba servindo de forma também.

Quando as paredes estiverem à meia altura e a ferragem posicionada, fixamos uma tábua de cada lado em vãos previamente locados, conforme a malha estrutural. Então, concretamos a primeira etapa do pilar. As tábuas, geralmente usadas neste processo, podem ou não serem retiradas, dependendo da necessidade.

Quando a parede estiver no respaldo, a segunda etapa do pilar é executada.

A fórmula para o consumo ficaria assim:

$$\text{Total (m)} = (\text{altura X 2}) \times \text{nº pilares}$$



Esta prática de executar a estrutura junto com a alvenaria pode trazer alguns inconvenientes e não só economia. A montagem das formas deve receber um cuidado especial, pois, estando “frouxas”

permitem a perda do concreto. Naturalmente já são difíceis de serem ajustadas por não permitir que as gravatas as abracem.

No caso dos pilares, as gravatas deverão ter um comprimento bem maior que a tábua (geralmente 30 cm), para que sejam amarradas com o arame recocido. A parede deverá ser furada para a passagem do arame, sendo que este deverá ser tracionado através de um torniquete. Além disso, cunhas também podem auxiliar nesta tarefa, como mostrado acima.

O consumo de sarrafos pode ser previsto usando a fórmula abaixo, lembrando que o espaçamento deve ficar entre 30 e 40 cm.

$$\text{Total (m)} = (\text{altura} / \text{espaçamento}) + 1 \times 2 \times n^{\circ} \text{ pilares} \times 0.4$$

**Vigas** – Em relação a vigas, a situação é ainda mais difícil. A começar pela sustentação da tábua que deve ficar pelo lado externo.

Nos dois casos a dificuldade está no fato delas ficarem soltas e não como uma caixa, igual ao sistema independente.

Começamos pela fixação de pedaços de sarrafo ao longo da parede já na altura definitiva. Vale lembrar que esta fixação deve ser feita com pregos e estes não aderem corretamente nos blocos de concreto. Os blocos cerâmicos dificultam mais ainda esta fixação. Uma solução para esse caso está no transpasse de arame pelo bloco para fixação do sarrafo de apoio.

Em seguida, posicionamos a armadura com os espaçadores presos a ela, sobre as paredes, ao contrário do que fazemos na concretagem independente. Então, as tábuas são colocadas nas laterais sobre os apoios. É importante que as tábuas estejam furadas previamente para a passagem do arame que manterá o conjunto tracionado.

Estando todo esse conjunto devidamente firme, a fixação das gravatas na parte superior garantirá um bom trabalho. Sempre é bom lembrar que o concreto, além de esforçar as formas, pode vazar pelas frestas entre as emendas de formas. A fixação de pedaços de madeira resolverá essa questão, além de servir de reforço.

Esta etapa deve ser preparada com cuidado para não haver desperdícios, atrasos e dificuldades na execução do acabamento.

O consumo de tábuas pode ser conhecido através da fórmula abaixo.

$$\text{Total (m)} = (\text{comprimento} \times 2) \times n^{\circ} \text{ vigas}$$

A quantidade de sarrafos para confecção das gravatas, que geralmente tem comprimento de 30 cm e espaçamento entre 60 e 80 cm, pode ser determinada pela fórmula abaixo.

$$\text{Total (m)} = (\text{comprimento} / \text{espaçamento}) + 1 \times n^{\circ} \text{ vigas} \times 0.3$$

Após a definição das quantidades necessárias de madeiras para as formas e escoramentos, em cada etapa, somamos os valores e aplicamos a porcentagem de perda. É comum o acréscimo de 10% na metragem total. Dessa forma, é possível prever o custo desses itens e especificar o padrão de entrega.

Normalmente, as tábuas e sarrafos são vendidas em peças de 3 metros ou pedaços de meio em meio metro.

#### - Resumo:

TIPO	SAPATAS	VIGAS	PILARES	TOTAL (m)	TOTAL + 10 % (m)
Tábua de 30 cm					
Sarrafo de 5 cm					

## ARMADURAS

### - Função:

As armaduras complementam as estruturas de concreto, dando-lhes flexibilidade e sustentação. Elas podem ser montadas na própria obra ou compradas prontas.

Elas requerem um dimensionamento quanto a “bitola” e posicionamento. Sua função é anular os esforços provocados pela força peso, exercida pelos materiais usados na construção.

Em obras de médio e grande porte são efetuados ensaios de tração em cada lote recebido para verificar sua resistência. Assim, são escolhidos dois pedaços de 2.2 m que não sejam da extremidade, para serem tracionados.

Depois de montadas, as armaduras devem ser estocadas em local seco e coberto, assim como estar isentas de graxas ou sujeiras antes da concretagem. Sua integridade favorece a aderência.

A configuração final depende do posicionamento da mesma, mas basicamente, as grelhas caracterizam as lajes. As vigas e pilares formam paralelepípedos e as gaiolas identificam as fundações.

### - Projeto:

O projeto estrutural conterá, além da planta de Formas (que são os moldes para o concreto ), a planta de Armaduras, contendo o detalhamento das armações.

Os aços para construção civil são classificados como: CA 50 e CA 60. Além do que, acompanham as letras A e B. Os de classe B são os mais comuns. Os de classe A possuem patamar de escoamento, o que significa que esse aço excede as especificações, caso necessário eles resistirão mais do que o esperado.

O projeto conterá detalhadamente cada ferro da estrutura com informações de diâmetro, comprimento e dobras, além de especificar o seu posicionamento no interior da peça de concreto. Há uma simbologia específica para a identificação dos componentes no projeto, de maneira a uniformizar o entendimento.

O projeto apresentará também, uma tabela resumo por folha de desenho com os comprimentos e quantidades em quilos de ferro, necessários para realizar a armação projetada. Por esta tabela se fará a compra do aço para a obra.

### - Execução:

Estríbos – As barras precisam ser dobradas para que possam compor a armadura e cumprir sua função. Quando dobradas recebem o nome de estríbos. Para isso usamos as barras finas como: 3.4 – 4.2 – 5.0 – 6.3 mm.

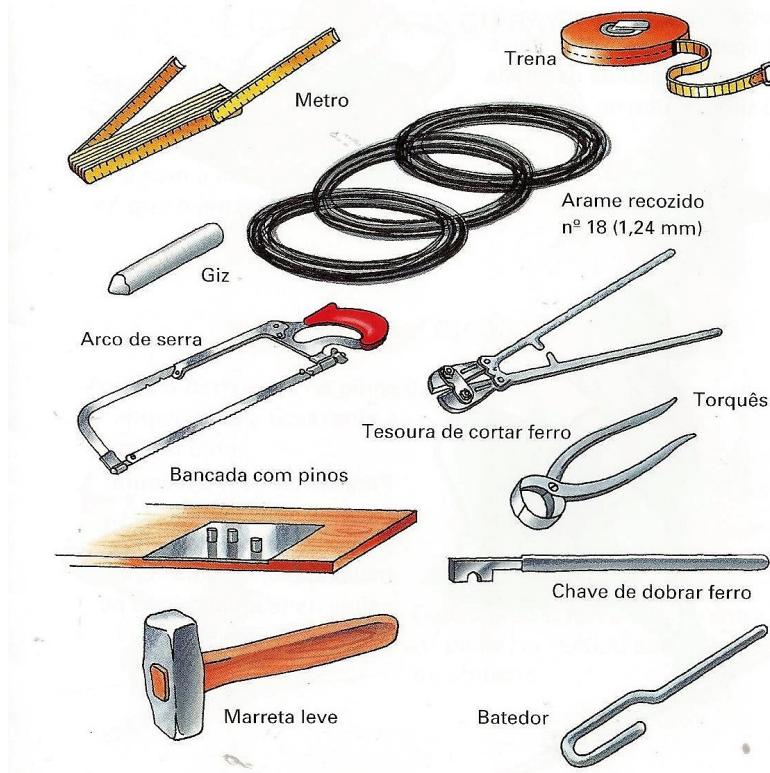
São peças transversais ao sentido da peça e tem a função de resistir à esforços de cisalhamento. Também apresentam a função construtiva, de manter os outros ferros em sua posição, amarrados com arame recoberto numero 18. As que são oferecidas no comércio em geral, são soldadas. O projeto estrutural irá definir o diâmetro deste ferro, forma de dobrá-lo e espaçamento (distância entre os estríbos).

Barras longitudinais – Posicionadas na parte superior e inferior, tem a função de resistir à esforços no interior da peça de concreto, podendo ser de flexão, tração e compressão. Essas barras longitudinais, mais grossas, dão forma a peça. São elas: 8.0 – 10.0 – 12.5 – 19.0 – 25.0 mm. As vigas de grande altura (acima de 60 cm) recebem também barras nas laterais, conhecidas como “costela”. É importante saber os nomes dos ferros e sua função dentro da peça, porém, cabe ao Engenheiro calculista o correto dimensionamento e posicionamento desses elementos no concreto armado. É imprescindível que toda a montagem obedeça a um projeto específico e nada poderá ser alterado sem o conhecimento de um profissional devidamente habilitado.

A obtenção das armaduras poderá ser efetuada de três modos:

- a) escolher um modelo pronto que melhor se encaixe nas formas do projeto;
- b) usar os serviços de empresas especializadas em montagem de ferragens, a partir do projeto;
- c) montar a armadura na obra, dobrando os estríbos ou comprando-os dobrados e apenas efetuando a montagem.

Vamos explorar o modo mais comum e barato, que é a montagem na obra. Abaixo temos as ferramentas e acessórios necessários para efetuar esta tarefa.



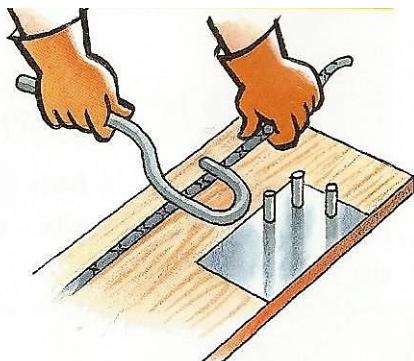
O passo a passo da dobra é o seguinte:



A barra deverá ser medida e marcada com giz para não haver erro no corte, evitando desperdícios. Em barras mais grossas, geralmente se usa o arco de serra.

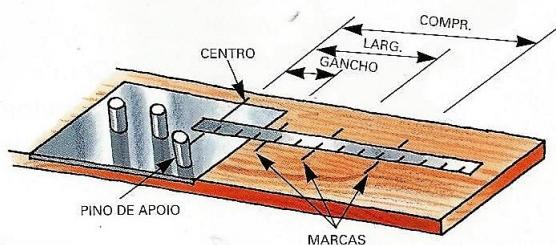
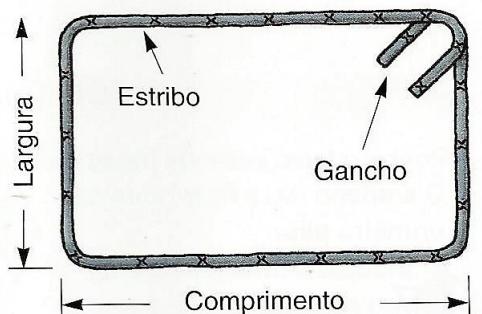
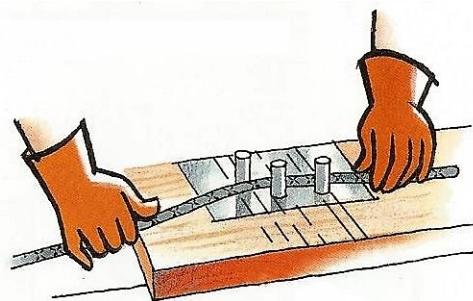
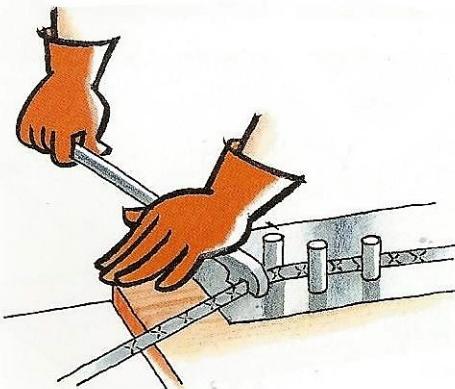


Em barras mais finas poderá ser usada a tesoura. Coloque a lâmina no ponto marcado e, para maior apoio, “segure” um dos cabos com o pé.

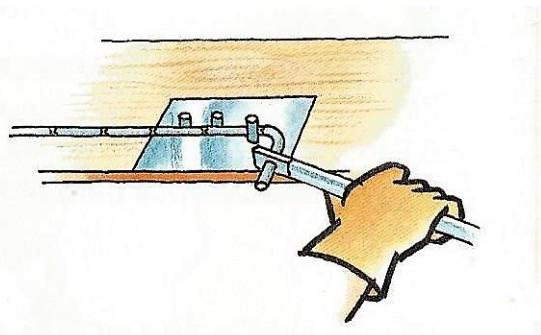


Antes de dobrar, é preciso endireitar as barras, caso seja necessário. Isto poderá ser feito usando a marreta ou batedor sobre a bancada. As barras finas obedecem mais a este procedimento.

As barras grossas necessitam da chave de virar ferro e do apoio entre os pinos da bancada.

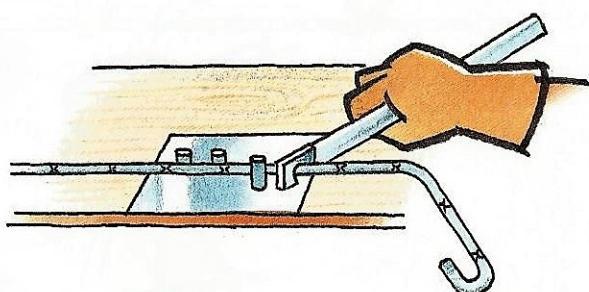


Marque à direita da bancada as medidas de gancho, largura e comprimento do estribo, colocando o início do metro no centro do pino de apoio.

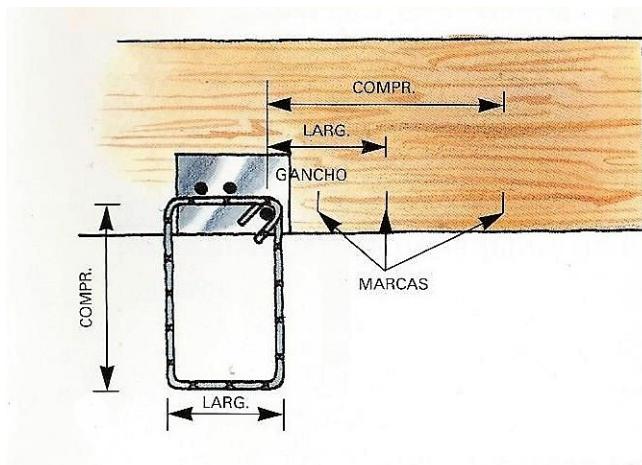


Ponha o ferro entre os pinos da bancada. Deixe a ponta do ferro na marca do gancho inscrito previamente na bancada.

Em seguida sobre a barra com a chave de virar ferro. Esta dobragem é importante, pois, servirá para abraçar a barra longitudinal.



Agora, empurre a barra até coincidir com a marca do comprimento e dobre. Faça o mesmo com a marca da largura, continuando a dobragem.



Repeta as operações anteriores na mesma ordem.

Se o procedimento for correto sobrarão apenas a ponta da barra para a dobragem do outro gancho. Está pronto o estribo.

Confira as medidas e faça ajustes, se necessário.

Quando todos os estribos estiverem prontos partimos para

O próximo passo da montagem é a preparação do arame recoberto. Este, sendo fino, deverá ser trançado usando-se dois fios. Seguindo o projeto, fixamos os estribos enrolando o arame com o uso da torquíe, mantendo o espaçamento especificado. É indicado intercalar a posição do gancho em relação às barras longitudinais.

Dependendo da situação é preciso emendar as barras ou armaduras prontas. Nesse caso, seguindo normas, as emendas deverão ser de transpasso, com um comprimento mínimo de 50 cm para barras até 8,6 mm e 60 cm se for acima deste diâmetro. Isto vale também para os chamados “ferros de espera”, quando há intenção de continuidade da concretagem. Se houver emendas entre barras, estas deverão manter uma distância mínima de 4 m.

O profissional que irá montar as armações de ferro é o armador ou ferreiro. O seu trabalho consiste em:

- Interpretar corretamente o desenho do projeto estrutural, sabendo montar as armações conforme projetado;
- saber identificar os diferentes tipos de ferros e seus diâmetros;
- cortar as barras de ferro de acordo com as dimensões indicadas;
- dobrá-las de acordo com o solicitado, respeitando os raios de curvatura dos dobramentos;
- montar os diversos ferros que compõe a armadura amarrando-os com arame.

Em algumas obras ocorrem casos de quebra de barras de aço. Este fato é observado quando do seu dobramento através de ferramentas manuais e, na maioria das vezes, em obras onde existem grande variação de bitolas. Operários menos experientes não atentam para a necessidade de substituir o diâmetro do pino de dobramento, e estas chegam a se romper por tração.

A recomendação para estes casos é que os diâmetros dos pinos sejam os mais próximos possíveis aos especificados. Caso as barras continuem quebrando, é recomendado que sejam feitos ensaios de caracterização do lote.

Não devemos apoiar o aço diretamente no solo, pois, a umidade irá gerar oxidação e consequentemente a perda do material. Lembrando que aço oxidado perde a resistência. Guardar longe do chão.

Ocasionalmente as barras de espera não coincidem com sua localização em planta. Isto ocorre por causas diversas tais como:

- 1) Falta de amarração adequada;
- 2) movimentação das barras durante a concretagem;
- 3) descuidos na locação dos pilares.

Para evitar o problema, recomenda-se um melhor controle na montagem para melhor rigidez da estrutura, impedindo o seu deslocamento. A execução de um quadro de madeira para servir de apoio às barras de espera, tem resultado positivo. Dobras de correção para que as mesmas alcancem sua posição (engarrafamento das armaduras), não são permitidas, devendo-se nesses casos, consultar o projetista.

As estruturas das fundações podem ser expostas a agentes agressivos presentes na água contida nos solos. Elas merecem atenção especial devido ao ataque de agentes agressivos presentes nessas circunstâncias, levando a expansão e desagregação do concreto. Vigas baldrames, blocos de estacas e sapatas, não devem ter suas armaduras apoiadas diretamente sobre o solo. Ficando descobertas pelo concreto ocorrerá a corrosão. Para que isso não ocorra recomenda-se que seja colocado no fundo das valas uma camada de concreto magro (lastro de concreto não estrutural).

#### - Opções prontas:

Quando a opção for a montagem feita por empresa, se faz necessário um projeto para que saia conforme o esperado. Não é simplesmente pedir algo genérico.

Abaixo tem alguns exemplos de montagem ideal para cada caso, que são seguros para obras de pequeno porte (até dois pavimentos) e que não possuam um projeto específico.

Os ferros longitudinais são de 10 mm e os estribos de 4.2 mm.



3 X 10 mm c/ estribos em espiral, feito em máquina



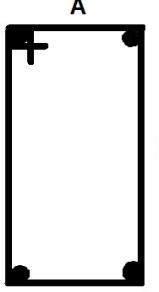
4 X 10 mm – estribos c/ 20 cm



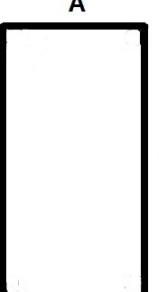
4 X 10 mm (embaixo) – 2 X 4.2 mm (em cima) – estribos c/ 15 cm

Quando a intenção for a de usar ferragens prontas, as opções a seguir mostram as situações encontradas no comércio em geral.

- Tabela: Coluna POP (pronta)

Formato dos estribos	Dimensões A X B (cm)	Bitola dos ferros CA 50 (mm)	Bitola dos estribos CA 60 (mm)
	7 X 14	6.3	4.2
		8.0	4.2
		10.0	4.2
	7 X 17	10.0	4.2
		6.3	4.2
		8.0	4.2
	7 X 27	10.0	4.2
		8.0	4.2
		10.0	4.2
	9 X 14	8.0	4.2
		10.0	4.2
	10 X 20	10.0	4.2

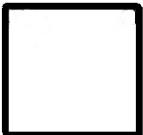
- Tabela: Estribos retangulares

Formato dos estribos	Dimensões A X B (cm)	Bitola dos ferros CA 60 (mm)	Peso do feixe (Kg) 100 un.
	7 X	12	5.2
		17	6.3
		22	7.4
		27	8.2
	9 X	15	6.1
		17	6.8
		22	7.8
		27	8.9
	10 X	15	6.5
		20	7.6
		25	8.7
		15	9.2
		20	10.0
		25	12.3
	12 X	17	7.4
		22	8.5
		27	9.6
		17	10.5
		22	12.0
		27	13.6
	15 X	20	8.7
		25	9.8
		20	12.3
		25	13.9
	17 X	22	9.6
		27	10.7
		22	13.6
		27	15.1

Essas dimensões consideradas “genéricas” são muito usadas em obras de pequeno porte, normalmente em todas as fases da obra sem maiores problemas.

O inconveniente está no fato delas não se encaixarem corretamente nas formas, desobedecendo as regras do recobrimento.

- Tabela: Estripos quadrados

Formato dos estribos	Dimensões A X B (cm)	Bitola dos ferros CA 60 (mm)	Peso do feixe (Kg) 100 un.
	12 X 12	4.2	6.3
		5.0	8.9
	15 X 15	4.2	7.6
		5.0	10.8
	17 X 17	4.2	8.5
		5.2	12.0

Nesses dois últimos casos encontramos um maior número de opções, permitindo uma montagem mais adequada. Além do mais, resolve um grande problema que é a dobragem dos estribos.

Assim como as colunas prontas, existem também as telas oferecidas no comércio em geral, destinadas à aplicação em lajes maciças ou pré-fabricadas. Elas facilitam em muito, pois, já vem soldadas, bastando apenas estendê-las sobre o tabuleiro ou sobre as treliças.

Elas são oferecidas em rolos quando tiver a malha mais espaçada. Quando não, as encontramos em placas como a tabela a seguir.

- Tabela: Malha POP (pronta)

Tipos	Malha (cm)	Bitola dos ferros (mm)	Peso do painel (Kg) 2.00 X 3.00 m
Leve	20 X 20	3.4	4.3
Médio	15 X 15	3.4	6.0
Reforçado	15 X 15	4.2	9.0
Pesado	10 X 10	4.2	13.2

#### - Quantificação:

Para esta etapa é fundamental que se tenha um projeto estrutural definido e detalhado. Através dos desenhos podemos planejar a aquisição das barras, caso se opte por produzir as armaduras na obra. Mesmo que elas sejam confeccionadas por empresas, o detalhamento se faz necessário.

Focando ainda, nas obras de pequeno porte, as ferragens são quantificadas conforme seu formato final, definido pelo seu posicionamento estrutural. Vale lembrar que as barras são fornecidas com 12 metros.

Sapatas – Os ferros são dobrados em forma de retângulos. A metragem necessária pode ser conhecida pela fórmula:

$$\text{Total (m)} = (\text{perímetro} \times \text{nº retângulos}) \times \text{nº sapatas}$$

Vigas – Como comentado anteriormente elas devem possuir mais de 4 barras, ao contrário dos modelos genéricos. Saberemos a quantidade de ferros pela fórmula:

$$\text{Total (m)} = (\text{comprimento} \times \text{nº barras}) \times \text{nº vigas}$$

Os estribos, que dão corpo à armadura, são dobrados usando-se barras mais finas, formando retângulos ou quadrados. Ao cálculo do perímetro adicionamos 6 cm para que as pontas sejam dobradas. É necessário saber o espaçamento e usar a fórmula:

$$\text{Total (m)} = (\text{comprimento / espaçam.}) + 1 \times \text{nº vigas} \times (\text{perímetro} + 6 \text{ cm})$$

Pilares – Nesse caso, 4 barras são suficientes e o cálculo é semelhante às vigas. O mesmo vale para os estribos, apenas substituindo o comprimento pela altura do pilar.

# PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DO CONCRETO

O uso do concreto nas construções em geral divide-se em: mistura, transporte, lançamento, adensamento e cura.

## - MISTURA:

Conhecido também como amassamento do concreto, tem por objetivo mesclar os materiais componentes de modo a obter-se uma mistura homogênea em forma de pasta de cimento sobre as partículas dos agregados.

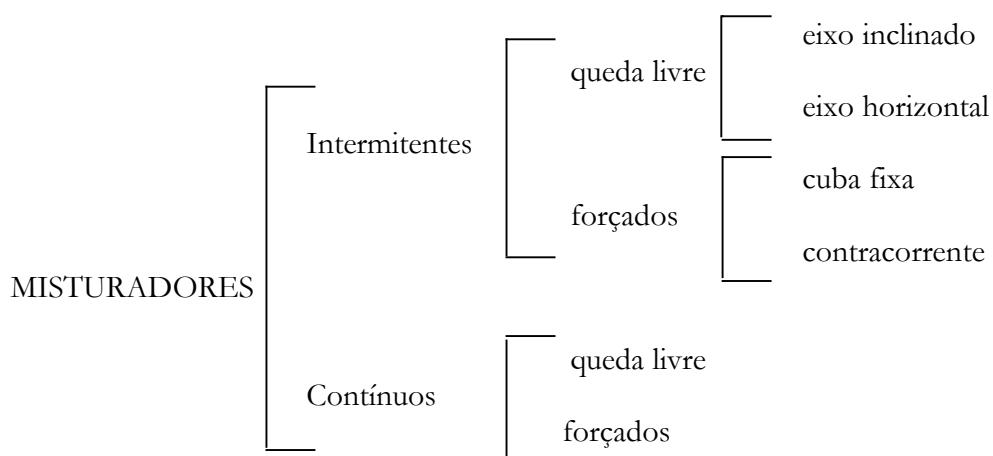
(\_) A falta de homogeneidade da mistura resulta na diminuição da resistência mecânica e da durabilidade dos concretos.

A mistura poderá ser manual ou mecanizada.

(\_) O amassamento manual, conforme a NB-1/77, item 12.3, é permitido somente em obras de pequeno porte e quando o volume e a responsabilidade do concreto não justificarem o emprego de equipamento mecânico.

A mistura mecânica é feita em máquinas especiais denominadas betoneiras. São constituídas essencialmente por um tambor ou cuba, fixa ou móvel em torno de um eixo central. Por meio de pás, que podem ser fixas ou móveis, as misturas são produzidas.

Classificam-se as betoneiras de acordo com o seguinte esquema:



(\_) A distinção entre intermitentes e contínuos está no fato de não ser necessário interromper o funcionamento da máquina para carregá-la.

Tanto as betoneiras intermitentes como as contínuas subdividem-se em queda livre ou forçada.

Para calcular o rendimento da betoneira e o número de betonadas necessárias à execução de uma determinada parte da estrutura, utiliza-se, então, a capacidade de produção. (\_) Nos traços mais fracos é indicado usar números inteiros de sacos, por ser menos trabalhoso e evitar a dosagem em volume, menos confiável.

O quadro abaixo dá algumas indicações úteis:

CAPACIDADE DA BETONEIRA		CONSUMO MÍNIMO DE CIMENTO Kg/m <sup>3</sup> (usando sacos inteiros)
Mistura (lts.)	Produção (lts.)	
300	210	250
250	180	300
210	150	350

As betoneiras de eixo inclinado ou basculante têm uma única abertura, tanto para carga como para descarga, variando sua inclinação conforme o necessário. O ângulo formado pelo eixo com a horizontal varia de 15° a 20°.

(\_\_\_\_) A ordem mais aconselhável de colocação de materiais nas betoneiras é:

- 1º) Parte do agregado graúdo mais parte da água de amassamento;
- 2º) cimento mais o restante da água e a areia;
- 3º) restante do agregado graúdo.

#### - TRANSPORTE:

O concreto deve ser transportado do local de amassamento para o de lançamento tão rapidamente quanto possível e de maneira tal que mantenha sua homogeneidade, evitando-se a segregação dos materiais (NB-1/77, item 13.1).

(\_\_\_\_) Esse transporte poderá ser na direção horizontal, vertical ou oblíqua, sendo que na horizontal, utilizam-se vagonetes e carrinhos, preferencialmente providos de rodas pneumáticas; na direção vertical, caçambas e guinchos; na oblíqua, correias transportadoras e calhas.

O transporte horizontal ou vertical, também poderá ser realizado por meio de bombas, recalcando o concreto através de canalizações. (\_\_\_\_) O diâmetro interno do tubo deverá ter, no mínimo, três vezes o diâmetro máximo do agregado (NB-1/77, item 13.1).

Esses meios de transporte podem ser classificados em descontínuos e contínuos.

(\_\_\_\_) Para o transporte descontínuo serão empregues vagonetes, carrinhos de mão, caçambas e caminhões, sendo que o ideal será que esses elementos tenham capacidade para uma maçada completa, evitando sua segregação que ocorreria com a divisão de uma betonada em várias frações.

Seja qual for o sistema, as ações de carga e descarga deverão ser facilitadas a fim de evitar o depósito intermediário. Para o transporte de longa distância efetuado por caminhões, faz-se necessário o uso de agitação para evitar a segregação. Nesta situação o transporte sem agitadores deverá ser substituído por algum sistema que gere uma estanqueidade aérea, impedindo a entrada ou saída do ar, suficiente para impedir a segregação do concreto.

Os principais transportadores contínuos são: calhas, correias transportadoras e bombas.

(\_\_\_\_) As calhas são caneleiras de madeira revestidas de chapa com ângulo da inclinação mínimo de 13°, por onde desliza o concreto que deve ter consistência fluída, o que lhe restringe a aplicação. Deve-se tomar cuidado para que o transporte seja o mais contínuo possível, provendo-se a extremidade da calha de dispositivos que assegurem um concreto homogêneo, sem segregação. Uma dosagem cuidadosa poderá favorecer tal meio de transporte.

(\_\_\_\_) O concreto bombeado deve ter consistência plástica e, para facilitar o transporte, fazer uso do seixo rolado como agregado graúdo ou empregar um aditivo que melhore a trabalhabilidade.

A corrente de concreto na tubulação deve ser a mais contínua possível. A limpeza cuidadosa da tubulação após a utilização também é importante.

#### - LANÇAMENTO:

(\_\_\_\_) O concreto deve ser lançado logo após a mistura, não sendo permitido, entre o amassamento e o lançamento, intervalo superior a uma hora. Não é admissível o uso de concreto remisturado. Para os lançamentos em recintos sujeitos à penetração de águas, estes deverão ter as precauções necessárias para que não haja inundação capaz de comprometer o serviço. Antes do lançamento do concreto, as formas devem ser molhadas abundantemente, a fim de que elas não absorvam a água de amassamento. Estas também deverão ser estanques, para não permitir a fuga da nata de cimento.

Ao lançar o concreto de grande altura ou deixá-lo correr livremente, haverá tendência à separação entre a argamassa e o agregado graúdo. (\_\_\_\_) Para evitar a separação e incrustação da argamassa nas formas e armaduras, o concreto, em peças muito delgadas, tais como paredes, deve ser colocado através de canaletas de borracha ou tubos flexíveis, conhecidos por trombas de elefante.

A altura de lançamento em concretagem comum não deve ultrapassar 2 metros. Quando for necessário lançar o concreto de altura superior, este deve ser lançado por janela, abertas na parte lateral,

que serão fechadas à medida que a concretagem avança. Este lançamento deve ser pontual, não devendo fluir dentro das formas. As camadas de lançamento devem ter altura igual a, aproximadamente,  $\frac{3}{4}$  da altura do vibrador.

#### - Plano de concretagem: Juntas

Nas grandes estruturas, o lançamento do concreto é feito de acordo com um plano, que será organizado tendo em vista o projeto do escoramento e as deformações que nele serão provocados pelo peso próprio do concreto fresco e pelas eventuais cargas de serviço. Para limitar ou prevenir as tensões desenvolvidas pelas variações sofridas, as estruturas de concreto são providas de juntas. Além dessas juntas originárias das prováveis deformações possíveis de afetar a estrutura, ainda podem ser feitas outras, em função da interrupção do trabalho de execução, de acordo com o cronograma de obra.

(\_\_\_\_) Existem dois tipos de juntas. São elas:

- Juntas de dilatação, cuja finalidade é permitir as deformações da estrutura (juntas permanentes);
- juntas de construção, feitas de acordo com as interrupções da execução (juntas de concretagem).

(\_\_\_\_) As juntas permanentes são feitas para permitir deformações provenientes de: retracções, expansões e contrações devidas a variações de umidade e temperatura, bem como escorregamentos e empenamentos devidos às mesmas causas.

(\_\_\_\_) É aconselhável organizar o programa de execução de tal modo que a interrupção da concretagem se dê numa junta permanente, aproveitando-a assim também como junta de construção. É frequente um maior número de juntas de concretagem para evitar as de dilatação, por razões diversas durante a obra. Se o concreto tiver que ser lançado em camadas sucessivas, a interrupção entre duas camadas dá origem a uma junta de concretagem horizontal.

A superfície do concreto antigo deve estar rugosa, podendo ser usado para isto, escova de aço, jato de areia ou jato de água (se concreto novo), de tal maneira que o agregado graúdo fique exposto. Para a continuidade da concretagem, a rugosidade da superfície de acabamento deverá manter-se rugosa; a superfície deve ser perfeitamente limpa, isentas de pó ou qualquer material solto, podendo ser usado jato de água ou ar comprimido, se necessário; se não for utilizado jato de água, a superfície deve ser molhada abundantemente; logo em seguida é lançado o concreto, misturando ambas as camadas no adensamento, se for concreto novo.

#### - ADENSAMENTO:

(\_\_\_\_) Esta operação tem por objetivo acomodar as partículas de maneira a preencher todo o espaço das formas uniformemente, eliminando por completo o ar contido na mistura. (\_\_\_\_) Os processos de adensamento podem ser manuais, conhecidos como “socamento” ou apiloamento, e mecânicos por meio de vibrações ou centrifugação, além de outros especiais como a concretagem a vácuo.

(\_\_\_\_) O adensamento manual é o modo mais simples utilizado para acomodar o concreto na forma e entre as armaduras, mediante uma barra metálica, cilíndrica e fina, ou por meio de soquetes mais pesados sobre um concreto, preferencialmente plástico.

No caso da barra, esta deve atravessar a camada de concreto e penetrar parcialmente na inferior. Quando se utilizam soquetes, sua eficiência está num maior número de golpes do que na energia de cada um, desde que seja respeitado um valor determinado.

(\_\_\_\_) No adensamento manual as camadas não deverão exceder a 20 cm e  $\frac{3}{4}$  do comprimento da agulha, quando for empregado os vibradores de imersão. (NB-1/77, item 13.2.2).

(\_\_\_\_) A vibração aplicada diretamente à armadura tem sérios inconvenientes, pois, poderá gerar um espaço vazio ao seu redor, eliminando assim a aderência. As peças pré-fabricadas em usina próprias passam por esta operação utilizando-se um equipamento conhecido como mesa vibratória.

Fabricam-se, assim, peças ornamentais, blocos, telhas, postes, dormentes, etc. A centrifugação é particularmente interessante no caso de fabricação de elementos de revolução pré-fabricados: postes, tubos, etc.

Este processo é caracterizado pela separação das partículas da mistura conforme seu diâmetro. Assim os elementos mais graúdos são lançados para a parte exterior da peça, ficando no interior uma alta concentração de pasta de cimento.

(\_\_\_\_) Conforme sua aplicação distingue-se 3 tipos de vibradores: de imersão ou internos, de superfície e externos ou de formas, podendo ser elétricos, com motor de explosão, a ar comprimido e eletromagnético.

A característica principal de um vibrador é frequência, amplitude e potência.

Quanto à frequência, os vibradores podem ser:

- de baixa frequência: 1.500 vibr./min
- de média frequência: 3.000 - 6.000 vibr./min
- de alta frequência: 6.000 - 20.000 vibr./min

Cada partícula que compõe a mistura tem uma frequência específica de vibração, isto é, ela vibra em ressonância com a fonte vibratória. A baixa frequência põe em movimento os grãos maiores do agregado graúdo e a alta frequência, vibra a argamassa. A vibração de baixa frequência exige maior potência, pois, movimentam os grãos maiores do agregado graúdo, de maior massa. Os vibradores de argamassa são, sob este aspecto, mais econômicos. A argamassa, quando em vibração, atua como um lubrificante entre os agregados graúdos, facilitando sua acomodação.

A aplicação de um vibrador deve ater-se aos seguintes cuidados: (\_\_\_\_)

- As posições sucessivas devem estar a distâncias inferiores ou iguais ao raio de ação do vibrador;
- o aparecimento de leve camada de argamassa na superfície do concreto, assim como a cessação quase completa de desprendimento de bolhas de ar, corresponde ao término do período útil de vibração;
- as camadas de concreto lançadas devem ter altura inferior ao comprimento da ponta vibrante dos vibradores de imersão, a fim de homogeneizar perfeitamente o concreto em toda a altura da peça;
- a inserção da ponta vibrante no concreto deve ser rápida e sua retirada muito lenta, ambas com o aparelho em funcionamento.

- CURA:

(\_\_\_\_) Dá-se o nome de cura ao conjunto de medidas com a finalidade de evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento, que rege a pega e seu endurecimento.

(\_\_\_\_) A Norma Brasileira NB-1/77 exige que a proteção contra a perda de unidade seja feita nos 7 primeiros dias contados do lançamento e o mesmo é desejável nos 14 dias seguintes, assim garantindo, o não aparecimento de fissuras devidas à retração. As condições de umidade e temperatura, principalmente nas primeiras idades, têm importância muito grande nas propriedades do concreto endurecido.

As principais conclusões são:

- A cura úmida melhora as características finais;
- o ensaio saturado dá valores mais baixos que o ensaio a seco;
- é possível recuperar parte da resistência, em uma cura imperfeita, facilmente se mais cedo for retomada;
- o resultado entre uma cura ao ar livre e a protegida acrescenta 40% considerando os 28 dias, idade geralmente considerada como referência.

As conclusões mais importantes são:

- As condições de temperatura nos primeiros dias são as mais importantes;
- a diminuição da temperatura prejudica consideravelmente o aumento da resistência;
- é possível a recuperação parcial da resistência após uma queda acentuada de temperatura, desde que não seja muito prolongada, pela exposição a condições normais.

(\_\_\_\_) Na obra, a cura do concreto pode ser realizada por vários processos:

- Irrigação periódica das superfícies;

- recobrimento das áreas com areia ou sacos de aniagem rompidos, mantidos sempre úmidos;
- emprego de compostos impermeabilizantes de cura;
- recobrimento com papéis impermeáveis especiais (Sizalkraft), que impedem a evaporação, dispensando o uso de água;
- aplicação superficial do cloreto de cálcio, na razão de 800 g/m<sup>2</sup>, indicados para climas úmidos, pois absorvem e retém a água do ambiente e propiciam a cura.

## **PREPARANDO O TERRENO**

ATIVIDADE 6 – CÁLCULO DE VOLUMES E OPERAÇÕES DE TERRA

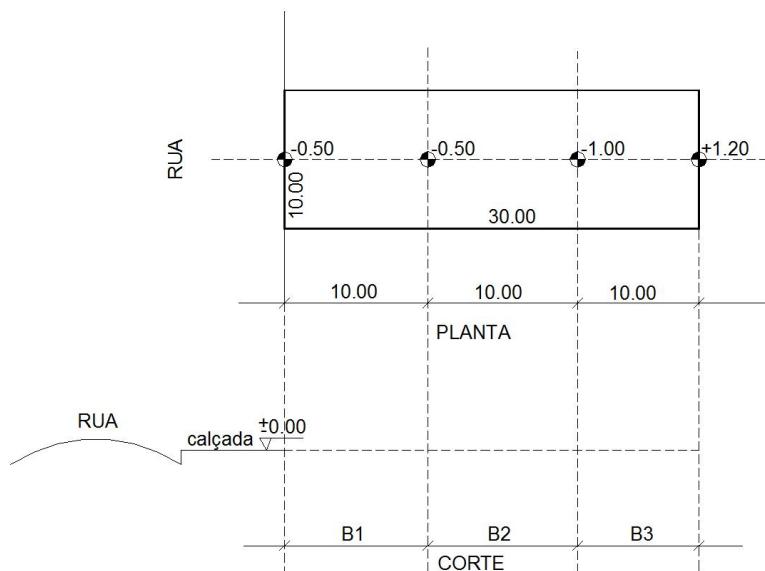
## **EXERCÍCIOS PROPOSTOS:**

A seguir vamos sugerir algumas situações para que sejam calculados os volumes, as operações de terra e o número de caminhões necessários para compra ou descarte do solo.

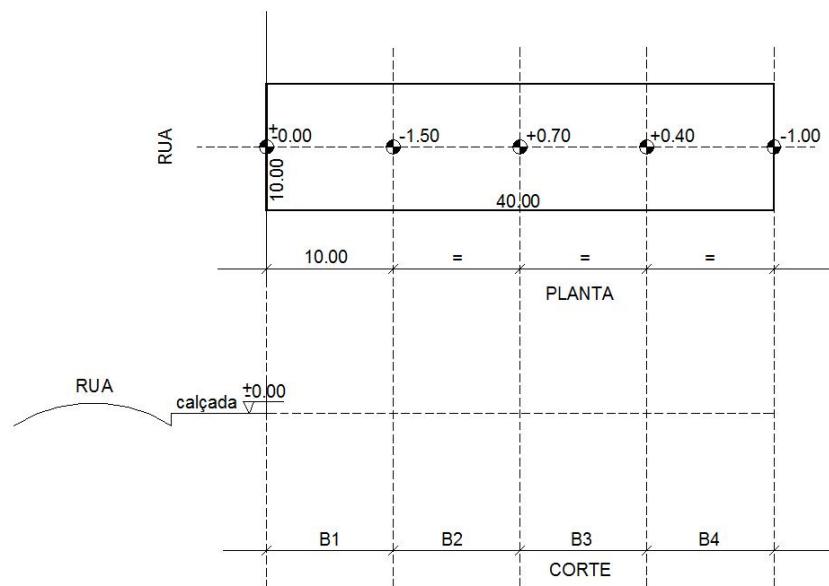
Considere o volume de transporte para cada caminhão igual a  $10\text{ m}^3$ .

Os desenhos estão sem escala para ressaltar os volumes envolvidos e as situações **podem parecer exageradas, mas, ocasionalmente encontradas**, tendo como objetivo explorar as habilidades matemáticas.

- 1) Terreno arenoso = 10 X 30 m  
Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 40%)



2) Terreno argiloso = 10 X 40 m – Fatores de empolamento diferentes.  
Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 30%)

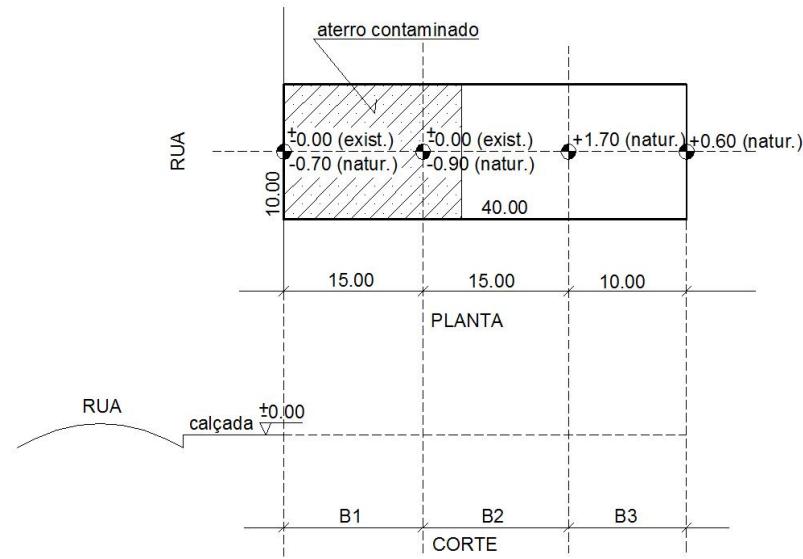


3) Terreno argiloso = 10 X 40 m – Fatores de empolamento diferentes e troca de solo.  
Corte (Emp. = 40 %) – será descartado

Corte (Emp. = 40 %) – será descartado

Aterro existente (Emp. = 15 %) – será descartado

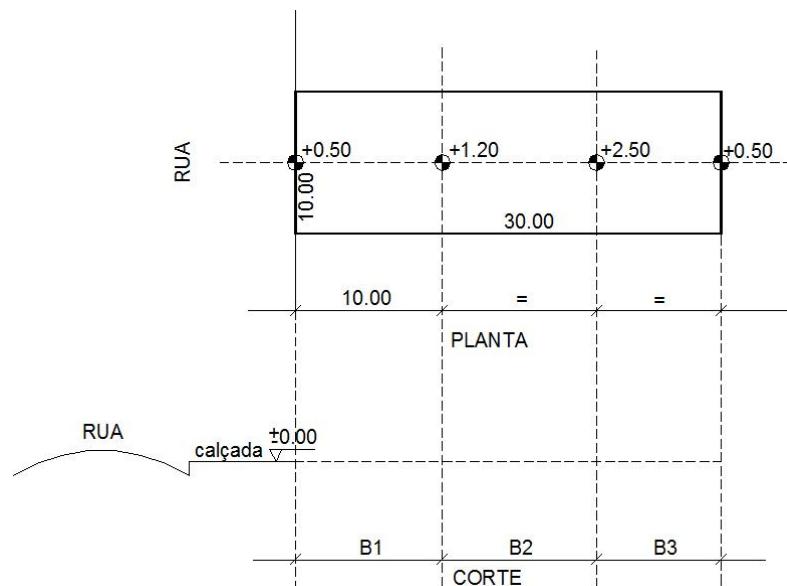
Aterro arenoso (Emp. = 30 %) – será comprado



4) Terreno argiloso = 10 X 30 m – Fatores de empolamento diferentes.

Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 30%)

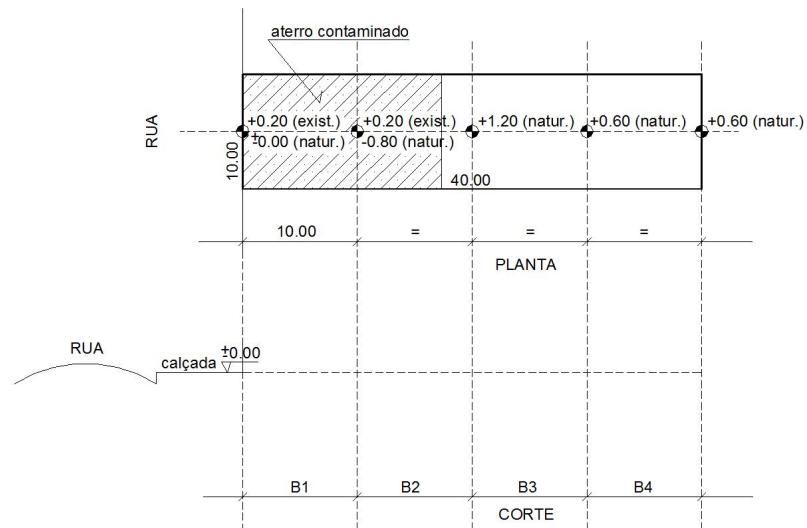
Obs.: Criar platôs com altura de 50 cm e comprimento de 10 m.



5) Terreno argiloso = 10 X 40 m – Fatores de empolamento diferentes e troca de solo.

Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 30%)

Aterro existente (Emp. = 15 %) – será descartado

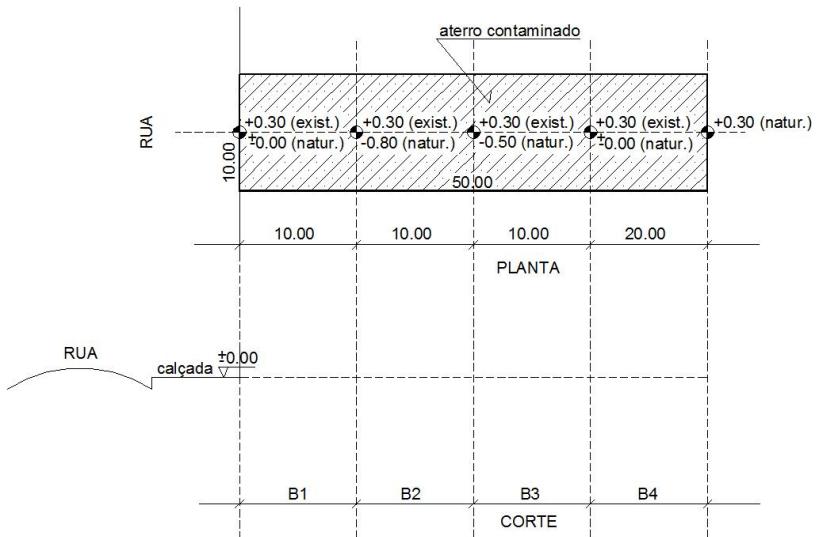


6) Terreno argiloso = 10 X 50 m – Fatores de empolamento diferentes e troca de solo.

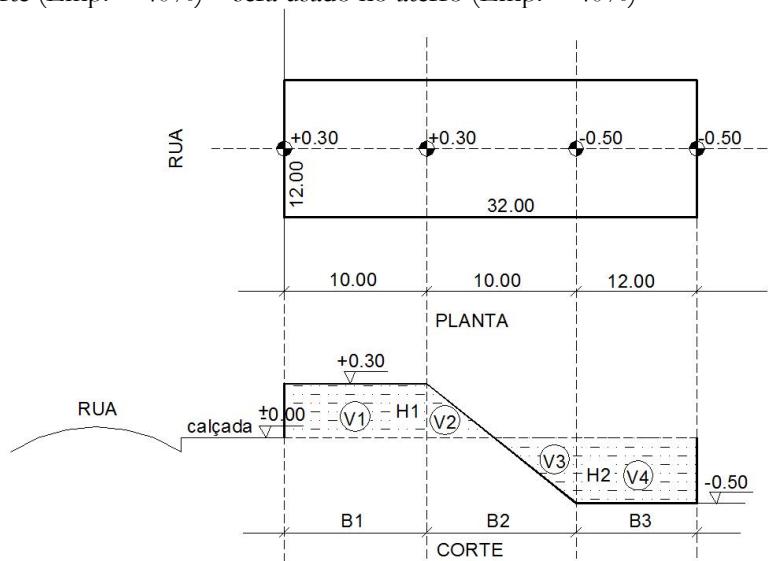
Corte (Emp. = 40 %)

Aterro existente (Emp. = 20 %) – será descartado

Aterro (Emp. = 30 %) – deverá consumir pouca água

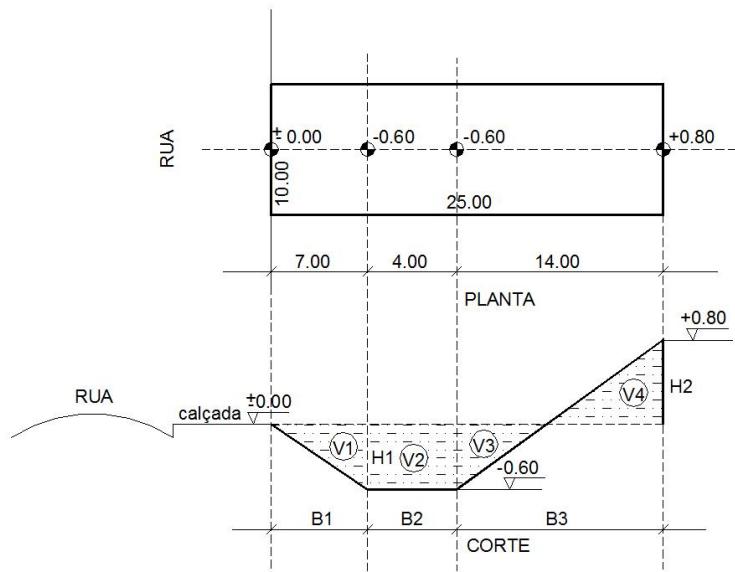


7) Terreno argiloso = 12 X 32 m  
Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 40%)



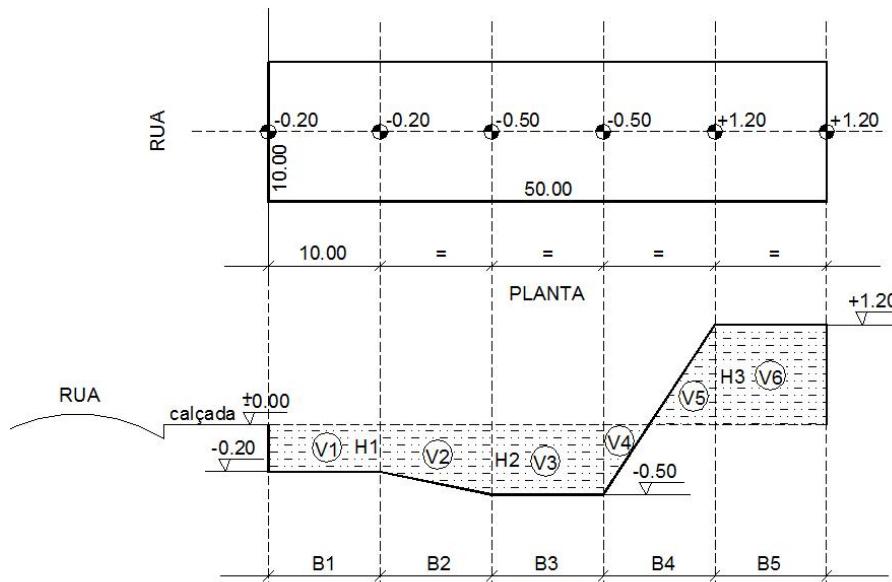
Resp.: - Compra = 7 Caminhões – Água para compactação = 30.49 m<sup>3</sup>

8) Terreno arenoso = 10 X 25 m  
Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 40%)



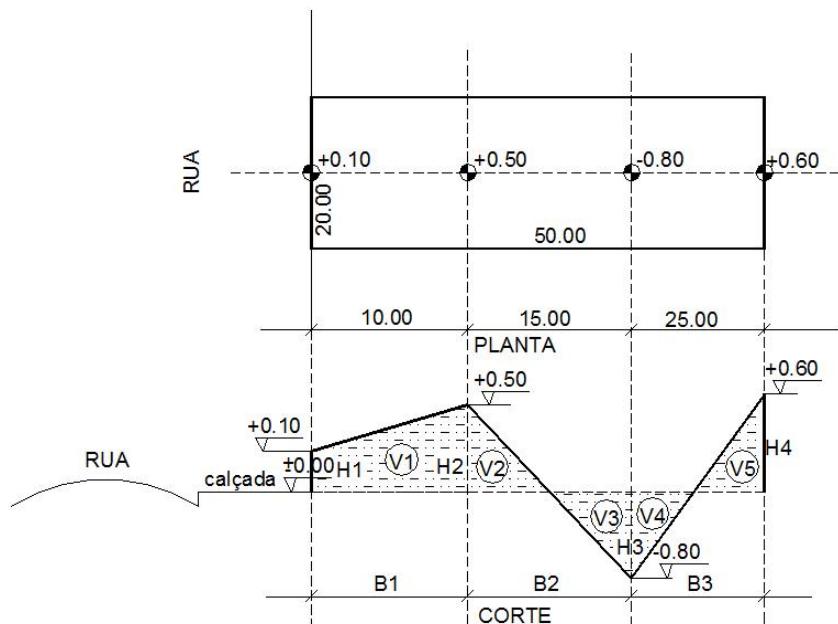
Resp.: - Compra = 5 Caminhões – Água para compactação = 13.23 m<sup>3</sup>

- 9) Terreno argiloso = 10 X 50 m  
 Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 40%)



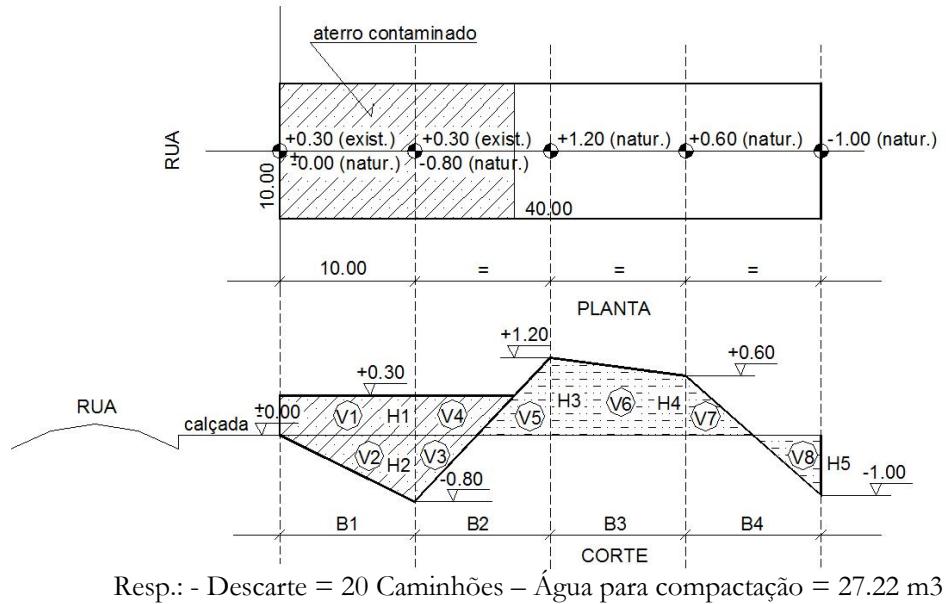
Resp.: - Descarte = 7 Caminhões – Água para compactação = 37.74 m<sup>3</sup>

- 10) Terreno argiloso = 20 X 50 m – Fatores de empolamento diferentes.  
 Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 30%)

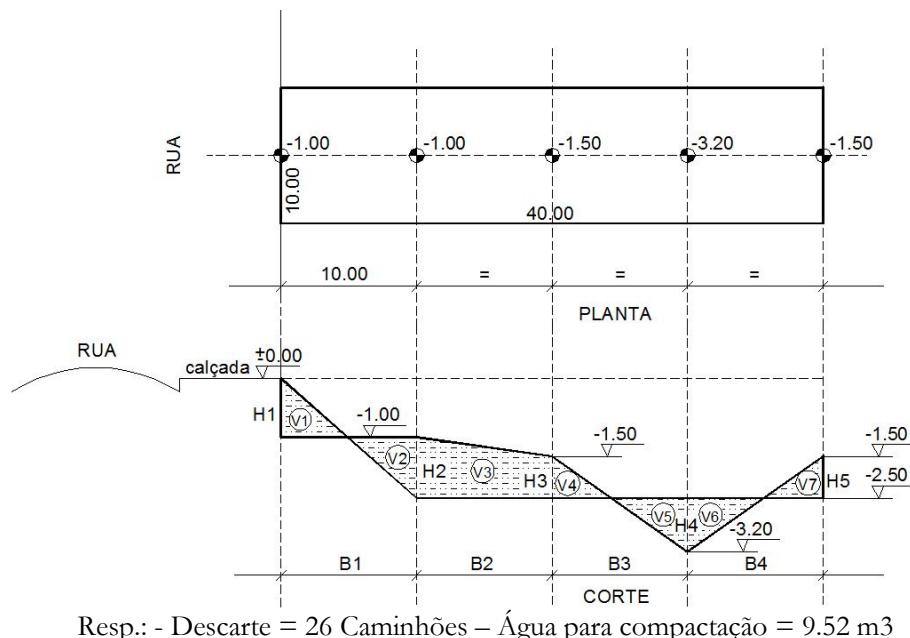


Resp.: - Compra = 3 Caminhões – Água para compactação = 58.68 m<sup>3</sup>

- 11) Terreno argiloso = 10 X 40 m – Fatores de empolamento diferentes e troca de solo.  
 Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 30%)  
 Aterro existente (Emp. = 20 %) – será descartado



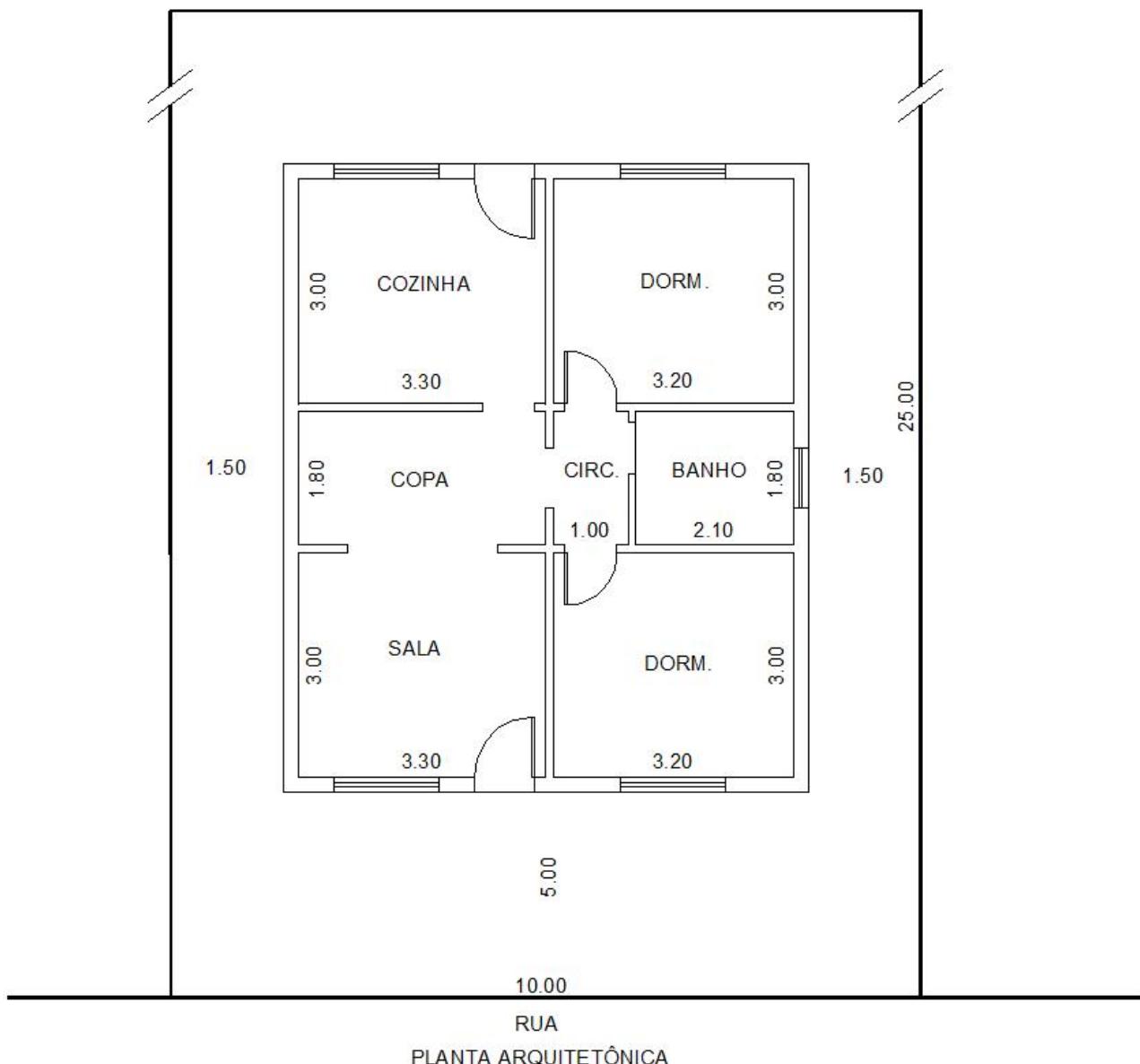
- 12) Terreno arenoso = 10 X 40 m – Fatores de empolamento diferentes.  
 Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 30%)  
 Obs.: Criar um pavimento abaixo da calçada com h = 2.50 m.



## CANTEIRO E LOCAÇÃO DE OBRA

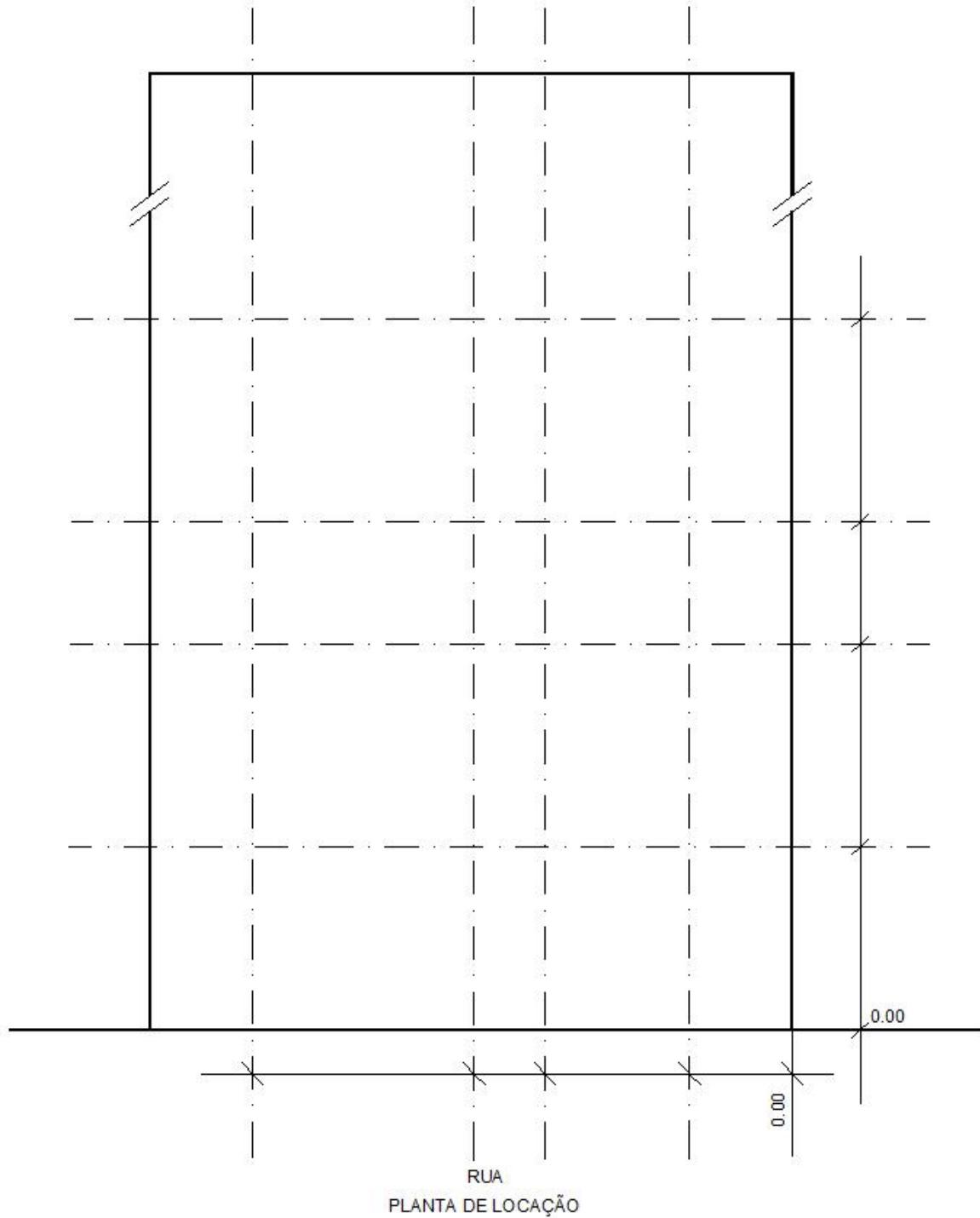
ATIVIDADE 7 – PLANTA DE LOCAÇÃO

A partir da planta arquitetônica abaixo, elabore a planta de locação.



Considere:  
- Paredes externas = 20 cm  
- Paredes internas = 10 cm

*Obs.: Como método de resolução a orientação é para, primeiramente, uma somatória dos vãos livres entre paredes e depois as paredes que estejam neste intervalo. Finalmente, somamos metade da parede ao qual queremos saber o eixo.*



ATIVIDADE 8 – QUESTIONÁRIO: CANTEIRO E LOCAÇÃO DE OBRA

1) O que deve mostrar a planta de locação e qual o seu formato?

2) Quando podemos desmontar o gabarito?

3) Qual a prioridade na locação da obra?

4) Quais são as regras básicas para a montagem do gabarito?

5) De que forma encontramos os pontos no terreno?

6) A partir de qual peça montamos o gabarito?

7) As marcações no gabarito são feitas de que maneira?

8) Qual o objetivo no arranjo do canteiro de obras?

9) Quantas marcações serão necessárias para cada elemento de fundação?

10) Como iniciamos a abertura de valas para os alicerces?

11) O formato do gabarito deve acompanhar o contorno da edificação?

12) De que forma posicionamos as laterais do gabarito?

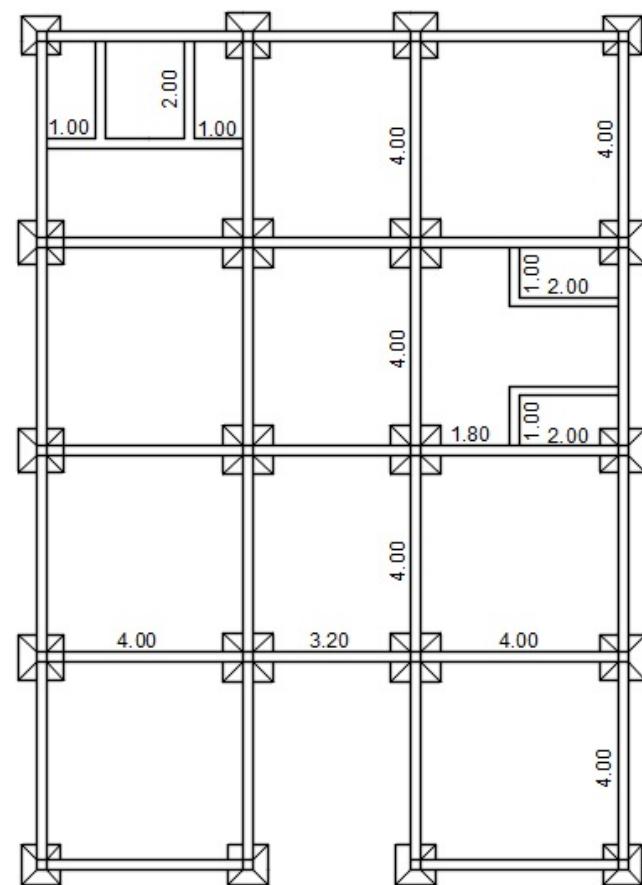
13) Para marcar as cotas no gabarito usamos qual instrumento?

14) Qual atitude é fundamental para a cotagem dos eixos na elaboração da planta de Locação?

15) Qual maneira é mais eficiente para produzir as misturas?

16) Qual lugar é melhor para armazenar a areia e a pedra?

- 1) Identifique as sapatas conforme o número de vetores-carga suportado;
- 2) Determine as dimensões das sapatas identificadas:  
Considere vãos máximos de 4.00 m e 2 pavimentos
- 3) Trace a Planta de Locação do Projeto de fundações.  
Dados: Terreno = 16.00 X 32.00 m  
Recuos – Frontal = 7.00 m / Lateral = 2.00 m



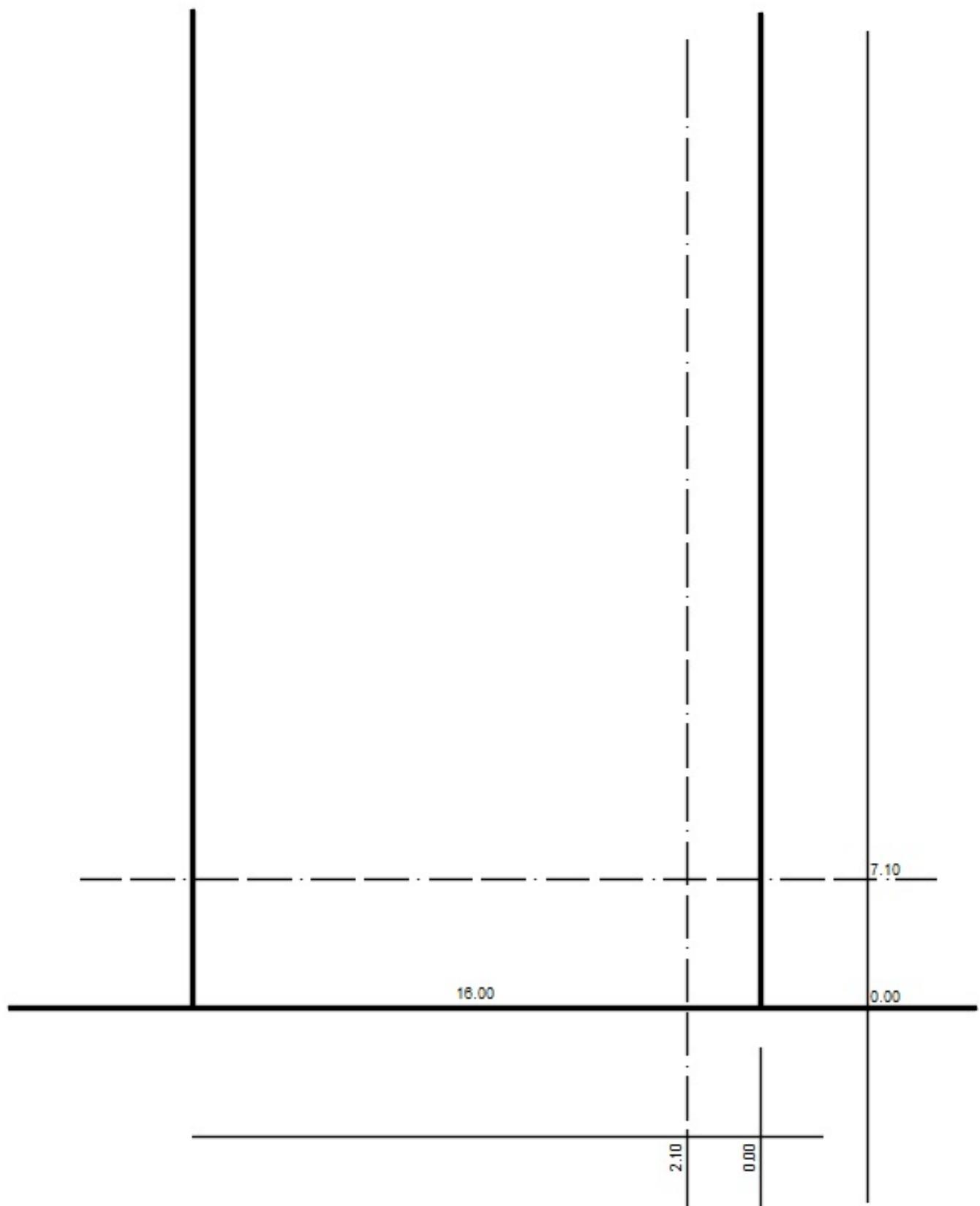
Sapatas (dimensões):

$S_1 = \underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}}$

$S_2 = \underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}}$

$S_3 = \underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}}$

$S_4 = \underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}}$



PLANTA DE LOCAÇÃO

## FORMAS E ESCORAMENTOS

### ATIVIDADE 9 – QUESTIONÁRIO

1) Cite 10 restrições ou cuidados exigidos na produção de formas.

---

---

---

---

2) Qual a composição das equipes de trabalho para a produção de formas?

---

---

---

---

3) Quais são os critérios exigidos para a desforma?

---

---

---

---

4) Quais os materiais e os critérios adotados na utilização dos escoramentos?

---

---

---

---

5) Quais são as opções na aquisição de formas e qual a sua parcela no custo total da obra?

---

---

---

---

6) Cite 6 componentes e sua função na montagem das formas em geral.

---

---

---

---

---

---

7) Descreva os processos da concretagem independente e em conjunto com a alvenaria, bem como, suas respectivas fórmulas para quantificação das caixarias e gravatas.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

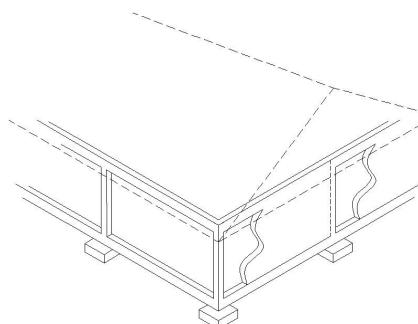
---

## FORMAS E ARMADURAS: Aplicações

### ATIVIDADE 10 – CONCRETAGEM INDEPENDENTE: CONSUMO DE MATERIAIS

A seguir vamos fornecer os dados necessários para planejar a execução das formas e escoramentos, das armaduras, tomando-se por base o projeto de um galpão. Para as formas utilizaremos tábuas de 30 cm compondo as caixas. Fazendo o travamento das caixas, gravatas, que serão feitas com sarrafos de 5 cm. O escoramento será executado com caibros travados com sarrafos de 10 cm. Para as armaduras dimensionamos barras de 10 mm como peças longitudinais e as de 4,2 mm como transversais, ou seja, os estribos. Exceto a sapata cuja gaiola terá apenas barras de 10 mm entrelaçadas.

A seguir uma noção do que pretendemos.

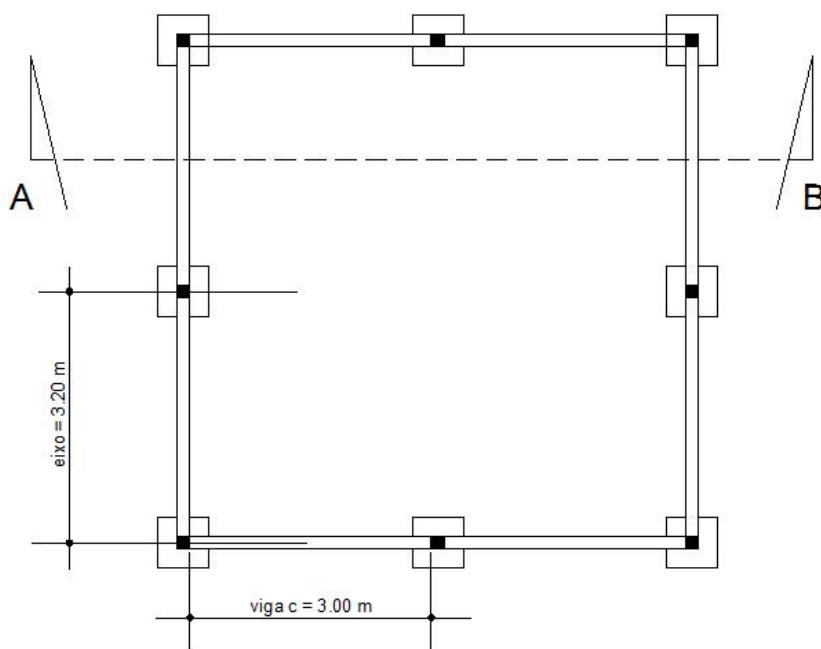


PERSPECTIVA

O galpão é composto de uma estrutura de concreto armado formado por sapatas armadas, vigas baldrames, pilares, vigas aéreas e uma cobertura estruturada por treliças e telhas metálicas. As extremidades são fechadas com alvenaria de blocos de concreto elevando-se acima das vigas formando o oitão de fechamento.

A estrutura foi dimensionada da seguinte forma: sapatas = 80 X 80 cm; vigas = 20 X 30 cm; pilares = 20 X 20 cm

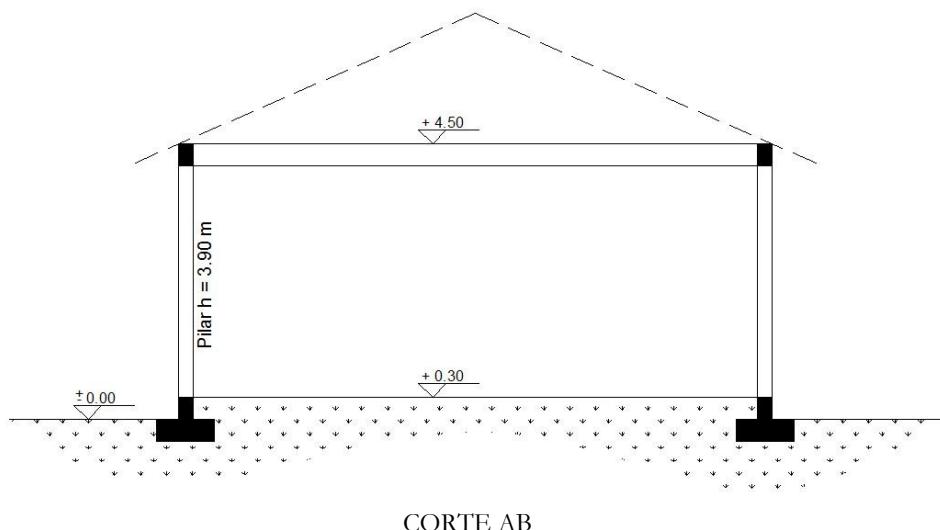
O esquema modular tem 3.20 X 3.20 m de eixo como mostramos a seguir na Planta abaixo.



A ideia é planejar passo a passo o consumo de madeiras e ferros necessários para a execução dessa estrutura assim como fornecer dados complementares aos conceitos técnicos já explorados em classe.

O pé direito é de 4.20 m a partir do piso interno até o respaldo da viga que servirá de apoio para o telhado. Descontando a largura dos pilares, teremos a mesma dimensão das vigas, ou seja, todas iguais, facilitando o cálculo. O vazio entre o pilar e a viga (lado externo) que não é contabilizado será compensado no final através da porcentagem de perda. Usando o mesmo raciocínio, vamos considerar a altura do pilar entre as vigas aéreas e baldrames. Contudo é preciso ter em mente que o processo de produção das formas deverá obedecer a um critério específico, ou seja, nas vigas as peças externas deverão ser maiores do que as internas. Nesse caso acrescentamos a largura do pilar nos cantos e a metade deste nas posições intermediárias.

O corte a seguir mostra a altura do pilar.



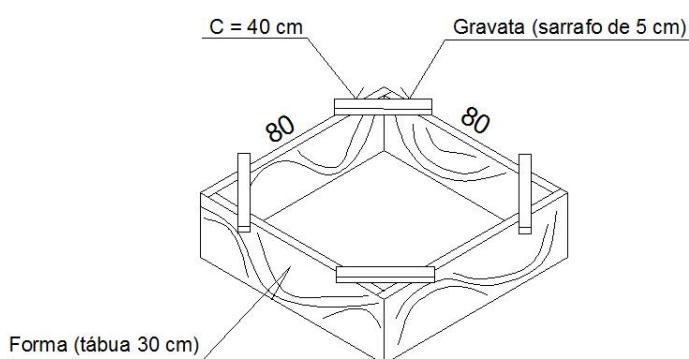
Obs.: Considerar as dimensões contidas no Projeto em todos os casos.

#### - FORMAS:

Medidas em cm.

**Sapatas** - As fundações sendo rasas, as escavações também serão. O desenho abaixo mostra como será a montagem da forma da sapata. As tábuas são pregadas de topo.

Obs.: A fixação das gravatas é feita depois da colocação da armadura.

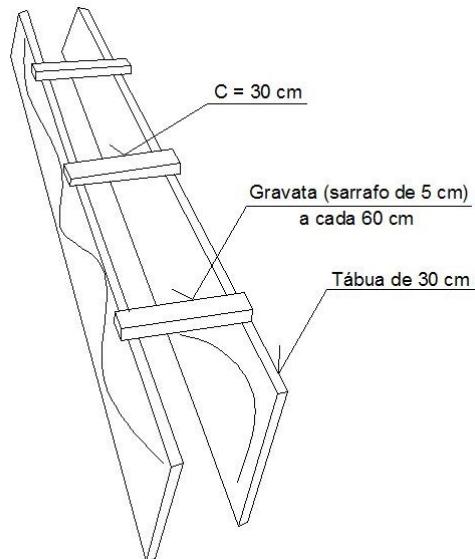


Calcular a metragem das madeiras e multiplicar pelo total de sapatas necessárias: 8 un.

Obs.: As perdas serão acrescentadas no final.

Tipo	Por sapata (m)	Total de sapatas (m)
Tábua de 30 cm		
Sarrafo de 5 cm		

**Vigas baldrames** - O esquema abaixo mostra como serão as formas e o espaçamento das gravatas, bem como sua dimensão. Vamos desprezar o travamento junto ao solo, pois, normalmente são utilizadas sobras de madeira. Descontando os pilares teremos vigas de 3.00 m.



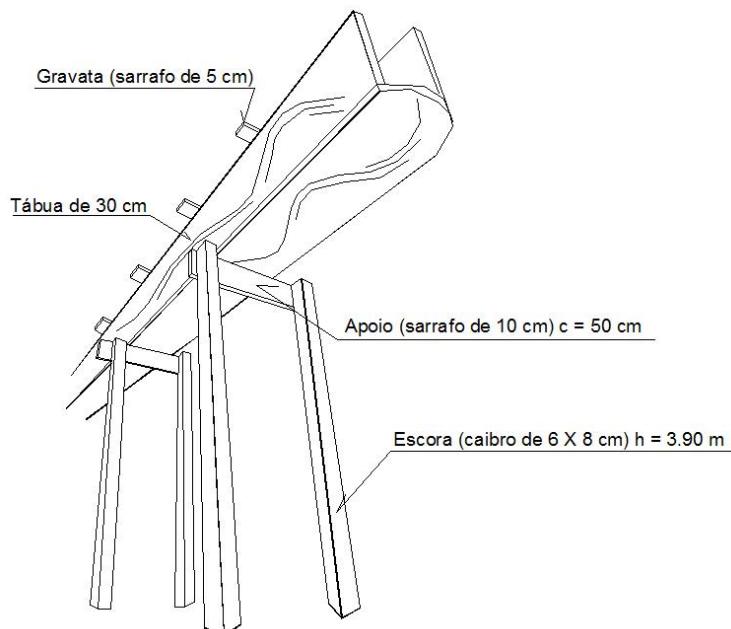
Calcular a metragem das madeiras e multiplicar pelo total de vigas necessárias: 8 un.

Obs.: Consideramos as peças com a mesma dimensão por simplicidade, embora não sejam.

$$\text{Determinando o N° de gravatas} = \left[ \frac{\text{comprimento da viga}}{\text{espaçamento}} \right] + 1$$

Tipo	Por viga (m)	Total das vigas (m)
Tábua de 30 cm		
Sarrafo de 5 cm		

**Vigas aéreas** - Quando a concretagem é feita de forma independente, precisamos considerar uma peça a mais para o fundo da caixa. Para as gravatas valem os mesmos dados das vigas baldrames. O número de escoramentos para um vão de 3.00 m deverá ser dois como discriminados abaixo.

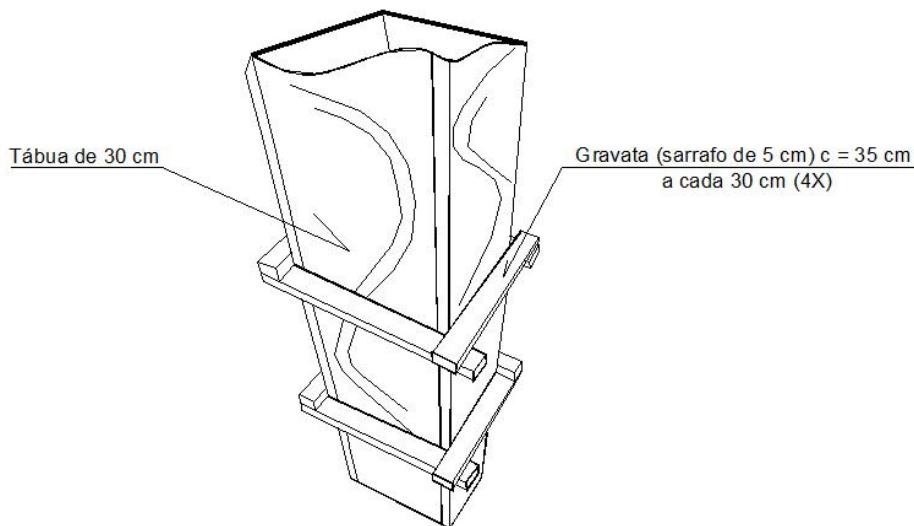


Calcular a metragem das madeiras e multiplicar pelo total de vigas necessárias: 8 un.

$$\text{Determinando o N° de gravatas} = \left[ \frac{\text{comprimento da viga}}{\text{espaçamento}} \right] + 1$$

Tipo	Por viga (m)	Total das vigas (m)
Tábua de 30 cm		
Sarrafo de 5 cm		
Sarrafo de 10 cm		
Caibro 6 X 8 cm		

**Pilares** - Quando a concretagem dos pilares é feita de forma previa e isolada, a alvenaria tem apenas papel de fechamento e sua execução fica a critério do projetista. Precisamos então de quatro peças para formar a caixa e travamento com quatro camadas de gravatas. O desenho abaixo relembra a situação. Considerando o intervalo entre vigas teremos o pilar com 3.90 m.



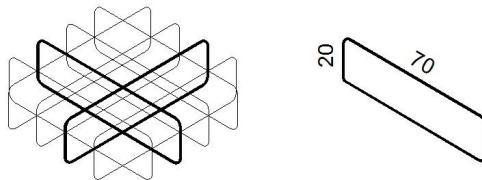
Calcular a metragem das madeiras e multiplicar pelo total de pilares necessários: 8 un.

$$\text{Determinando o N° de gravatas} = \left[ \frac{\text{altura do pilar}}{\text{espaçamento}} \right] + 1$$

Tipo	Por pilar (m)	Total dos pilares (m)
Tábua de 30 cm		
Sarrafo de 5 cm		

#### - ARMADURAS:

**Sapatas** - São conhecidas como gaiola e seu formato depende das forças atuantes sobre as mesmas e tem a finalidade de transmitir para o solo as cargas do edifício. Em pequenas obras elas acabam tendo formato quadrangular e as barras retangulares devido ao uso de tábuas de 30 cm para as formas, como já vimos. Essas barras, geralmente de 10 mm, podem ser dobradas na própria obra ou compradas prontas em embalagem plástica bastando apenas entrelaçá-las perpendicularmente, fixando-as com arame recosido. A seguir temos uma representação da gaiola necessária ao nosso projeto.



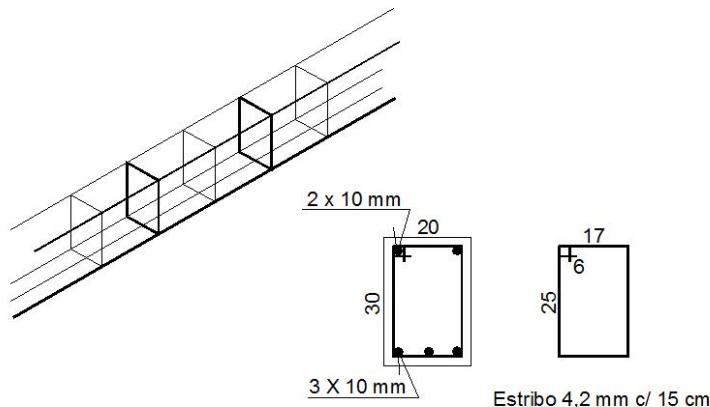
Obs.: - O espaçamento e o diâmetro das barras foram adotados, porém, essas dimensões devem ser calculadas.

- Quanto ao recobrimento de concreto consideramos 5 cm, como pede a Norma Técnica.

Considere as dimensões sugeridas e calcule a quantidade de barras necessárias para todas as sapatas: 8 un.

Tipo	Por sapata (m)	Total das sapatas (m)
Barra de 10 mm		

**Vigas** - Formando um paralelepípedo essas estruturas garantem a rigidez da peça através da sua flexibilidade e sustentação. Vamos considerar que serão montadas na obra, portanto através do desenho abaixo é possível ter uma estimativa da quantidade de ferros necessários.



(distância entre os estribos = 15 cm)

Nota: Somar 6 cm ao perímetro do estribo para dobrar o gancho.

Calcular a metragem das barras e multiplicar pelo total de vigas necessárias: 16 un.

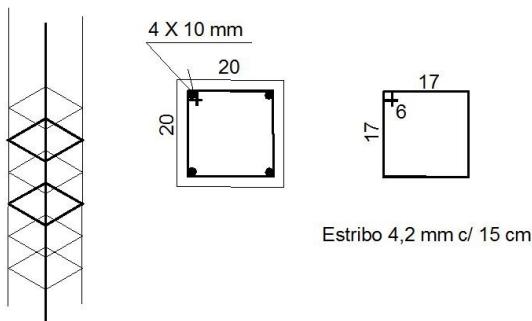
Obs.: - As barras consideradas são normalmente usadas, porém devem ser calculadas quanto ao número e diâmetro.  
 - O espaçamento dos estribos está de conformidade ao usado na prática.  
 - O recobrimento mínimo das barras é de 1,5 cm sendo que na base deve ter 3 cm, segundo a Norma Técnica.

$$\text{Determinando o N° de estribos} = \left[ \frac{\text{comprimento da viga}}{\text{espaçamento}} \right] + 1$$

Tipo	Por viga (m)	Total das vigas (m)
Barra de 10 mm		
Barra de 4,2 mm		

**Pilares** - Como as vigas, vamos considerar as armaduras dos pilares também montadas na obra. A configuração mínima é a de quatro barras. As observações anteriores também valem para os pilares salvo o recobrimento que deve ser de 1,5 cm em todos os lados.

Abaixo discriminamos seu dimensionamento.



(distância entre os estribos = 15 cm)

Calcular a metragem das barras e multiplicar pelo total de pilares necessários: 8 un.

$$\text{Determinando o N\textdegree de estribos} = \left[ \frac{\text{altura do pilar}}{\text{espaçamento}} \right] + 1$$

Tipo	Por pilar (m)	Total dos pilares (m)
Barra de 10 mm		
Barra de 4,2 mm		

### Resumo:

Madeiras: somar as várias etapas e acrescentar as perdas.

TIPO	SAPATAS	VIGAS	PILARES	TOTAL (m)	TOTAL + 10 % (m)
Tábua de 30 cm					
Sarrafo de 5 cm					
Sarrafo de 10 cm					
Caibro 6 X 8 cm					

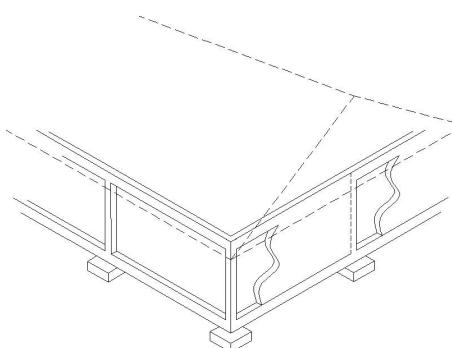
Ferros: somar as várias etapas e acrescentar as perdas.

TIPO	SAPATAS	VIGAS	PILARES	TOTAL (m)	TOTAL + 10 % (m)
Barra de 10 mm					
Barra de 4,2 mm					

## ATIVIDADE 11 – CONCRETAGEM EM CONJUNTO: CONSUMO DE MATERIAIS

A seguir vamos fornecer os dados necessários para planejar a execução das formas e escoramentos, das armaduras, tomando-se por base o projeto de um galpão. Para as formas utilizaremos tábuas de 30 cm compondo as caixas. Fazendo o travamento das caixas, gravatas, que serão feitas com sarrafos de 5 cm. Como a concretagem será executada em conjunto com a alvenaria não precisaremos de escoramentos. Para as armaduras dimensionamos barras de 10 mm como peças longitudinais e as de 4,2 mm como transversais, ou seja, os estribos. Exceto a sapata cuja gaiola terá apenas barras de 10 mm entrelaçadas.

A seguir uma noção do que pretendemos.

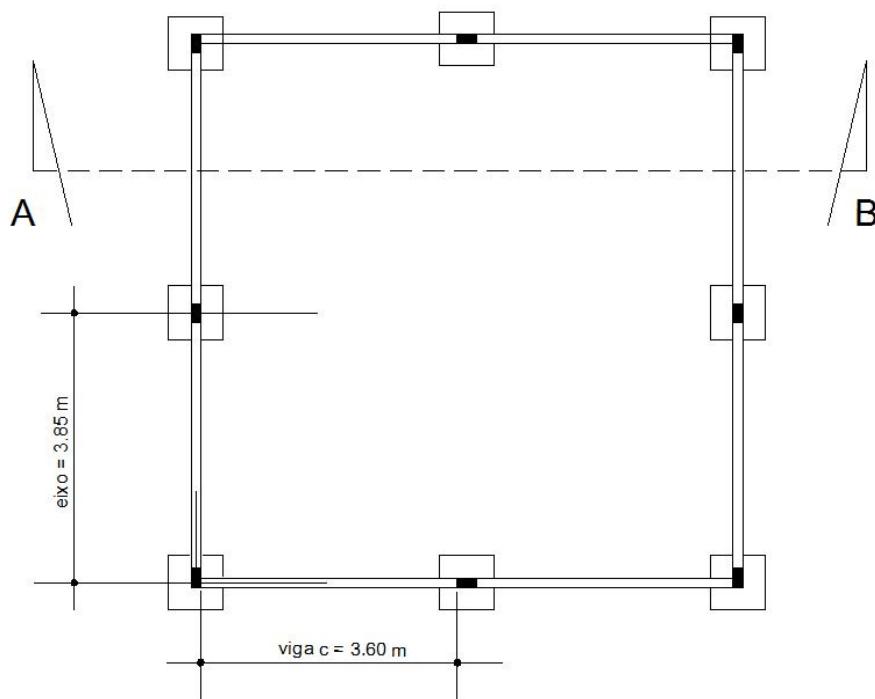


PERSPECTIVA

O galpão é composto de uma estrutura de concreto armado formado por sapatas armadas, vigas baldrames, pilares, vigas aéreas e uma cobertura estruturada por treliças e telhas metálicas. As extremidades serão fechadas com alvenaria de blocos de concreto elevando-se acima das vigas formando o oitão de fechamento. Nesta proposta pretendemos fechar o Galpão totalmente. Daí a estrutura será dimensionada de maneira a ficar embutida na alvenaria.

A estrutura foi dimensionada da seguinte forma: sapatas = 90 X 90 cm; vigas = 14 X 25 cm; pilares = 14 X 25 cm.

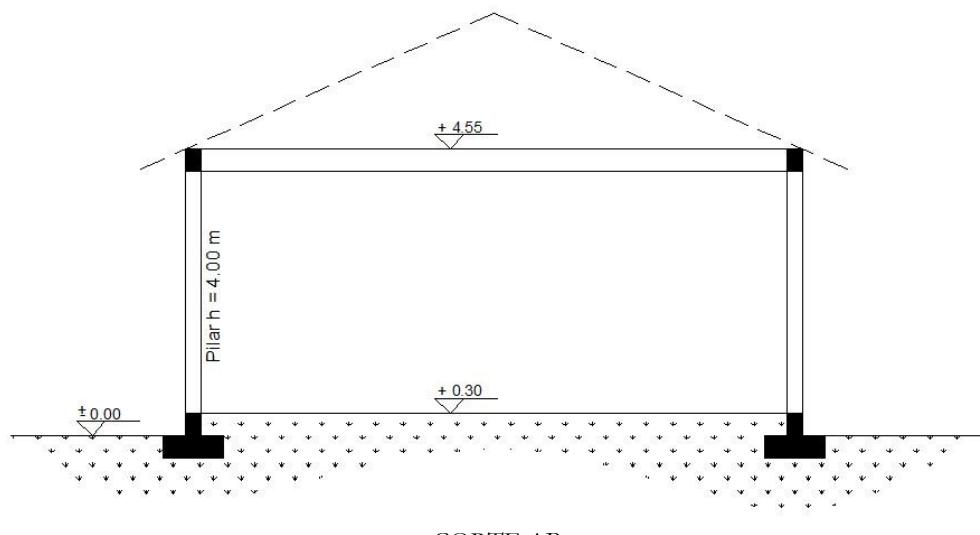
O esquema modular tem 3.85 X 3.85 m de eixo como mostramos a seguir na Planta abaixo.



A ideia é planejar passo a passo o consumo de madeiras e ferros necessários para a execução dessa estrutura assim como fornecer dados complementares aos conceitos técnicos já explorados em classe.

O pé direito é de 4.25 m a partir do piso interno até o respaldo da viga que servirá de apoio para o telhado. Descontando a largura dos pilares, teremos a mesma dimensão das vigas, ou seja, todas iguais, facilitando o cálculo. O vazio entre o pilar e a viga (lado externo) que não é contabilizado será compensado no final através da porcentagem de perda. Usando o mesmo raciocínio, vamos considerar a altura do pilar entre as vigas aéreas e baldrames. Contudo é preciso ter em mente que o processo de produção das formas deverá obedecer a um critério específico, ou seja, nas vigas as peças externas deverão ser maiores do que as internas. Nesse caso acrescentamos a largura do pilar nos cantos e a metade deste nas posições intermediárias.

O corte a seguir mostra a altura do pilar.



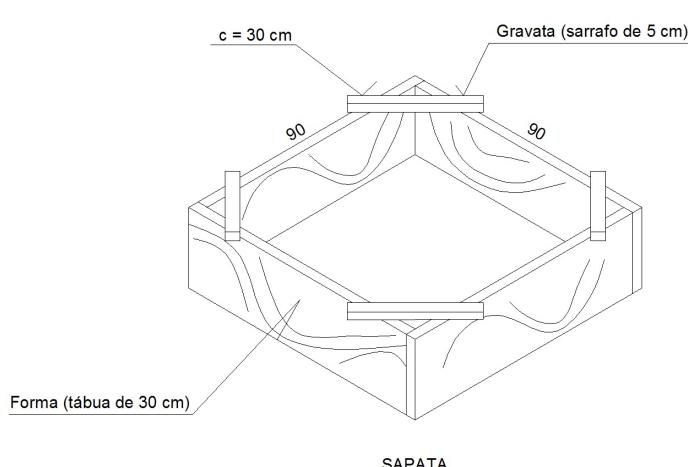
Obs.: Considerar as dimensões contidas no Projeto em todos os casos.

- FORMAS:

Medidas em cm:

**Sapatas** - As fundações sendo rasas, as escavações também serão. O desenho abaixo mostra como será a montagem da forma da sapata. As tábuas são pregadas de topo.

Obs.: A fixação das gravatas é feita depois da colocação da armadura.

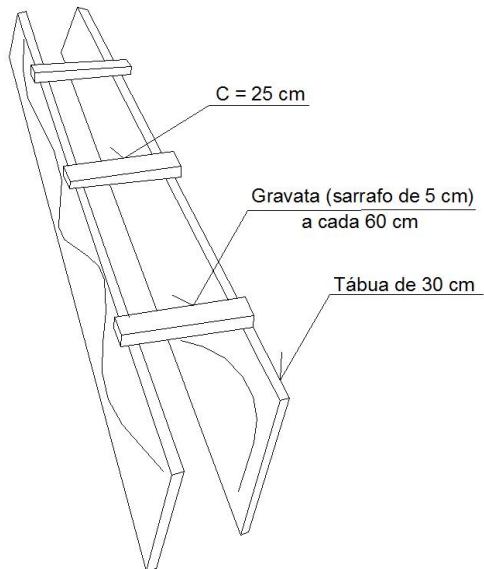


Calcular a metragem das madeiras e multiplicar pelo total de sapatas necessárias: 8 un.

Obs: As perdas serão acrescentadas no final.

Tipo	Por sapata (m)	Total das sapatas (m)
Tábua de 30 cm		
Sarrafo de 5 cm		

**Vigas baldrames** - O esquema abaixo mostra como serão as caixas e o espaçamento das gravatas, bem como sua dimensão. Vamos desprezar o travamento junto ao solo, pois normalmente são utilizadas sobras de madeira. Descontando os pilares teremos vigas de 3.60 m (média).



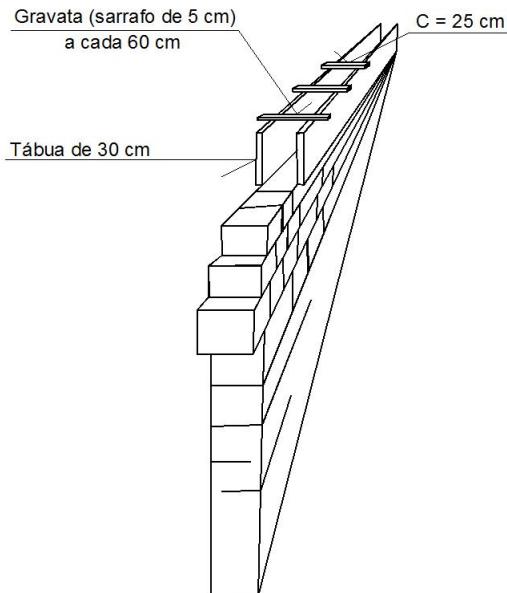
Calcular a metragem das madeiras e multiplicar pelo total de vigas necessárias: 8 un.

Obs.: Consideramos as peças com a mesma dimensão por simplicidade, embora não sejam.

$$\text{Determinando o N° de gravatas} = \left[ \frac{\text{comprimento da viga}}{\text{espaçamento}} \right] + 1$$

Tipo	Por viga (m)	Total das vigas (m)
Tábua de 30 cm		
Sarrof de 5 cm		

**Vigas aéreas** - Quando a concretagem é feita em conjunto com a alvenaria, estas servem de fundo para as formas. Neste caso NÃO precisamos considerar uma peça a mais para o fundo da caixa. Para as gravatas valem os mesmos dados das vigas baldrames.

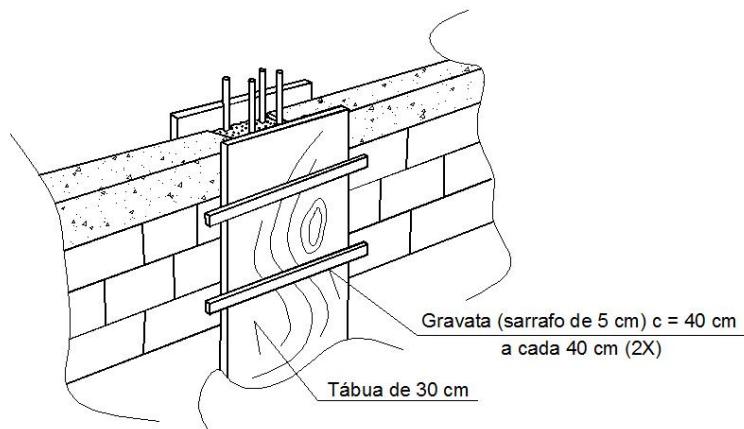


Calcular a metragem das madeiras e multiplicar pelo total de vigas necessárias: 8 un.

$$\text{Determinando o N° de gravatas} = \left[ \frac{\text{comprimento da viga}}{\text{espaçamento}} \right] + 1$$

Tipo	Por viga (m)	Total das vigas (m)
Tábua de 30 cm		
Sarrafo de 5 cm		

**Pilares** - Quando a concretagem é feita em conjunto com a alvenaria, estas servem de formas para os pilares, como já mencionamos para as vigas. Usamos duas tábuas de fechamento e duas camadas de gravatas. A alvenaria mesmo tendo apenas papel de fechamento, determinará a largura do pilar que será concretado quando esta estiver a meia altura e finalmente em seu respaldo. O desenho abaixo relembra a situação. Considerando o intervalo entre vigas teremos o pilar com 4.00 m.



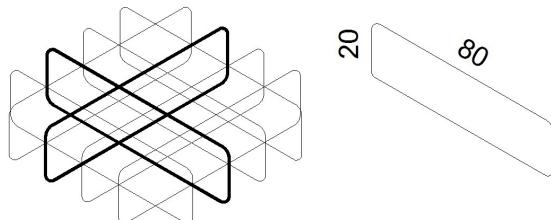
Calcular a metragem das madeiras e multiplicar pelo total de pilares necessários: 8 un.

$$\text{Determinando o N° de gravatas} = \left[ \frac{\text{altura do pilar}}{\text{espaçamento}} \right] + 1$$

Tipo	Por pilar (m)	Total dos pilares (m)
Tábua de 30 cm		
Sarrafo de 5 cm		

#### ARMADURAS:

**Sapatas** - São conhecidas como gaiola e seu formato depende das forças atuantes sobre as mesmas e tem a finalidade de transmitir para o solo as cargas do edifício. Em pequenas obras elas acabam tendo formato quadrangular e as barras retangulares devido ao uso de tábuas de 30 cm para as formas, como já vimos. Essas barras, geralmente de 10 mm, podem ser dobradas na própria obra ou compradas prontas em embalagem plástica bastando apenas entrelaçá-las perpendicularmente fixando-as com arame recosido. A seguir temos uma representação da gaiola necessária ao nosso projeto.



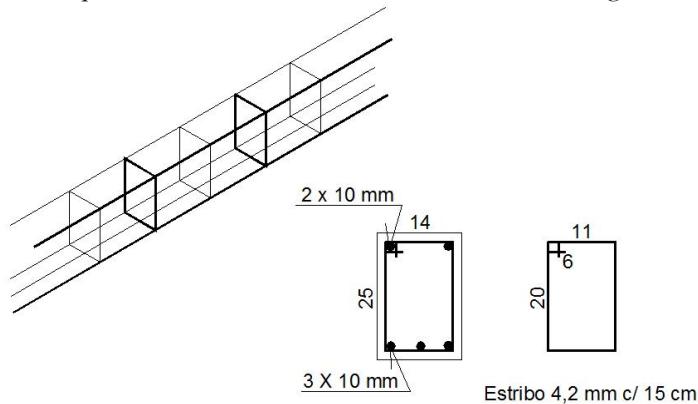
Obs.: - O espaçamento e o diâmetro das barras foram adotados, porém, essas dimensões devem ser calculadas.

- Quanto ao recobrimento de concreto consideramos 5 cm, como pede a Norma Técnica.

Considere as dimensões sugeridas e calcule a quantidade de barras necessárias para todas as sapatas: 8 un.

Tipo	Por sapata (m)	Total das sapatas (m)
Barra de 10 mm		

**Vigas** - Formando um paralelepípedo essas estruturas garantem a rigidez da peça através da sua flexibilidade e sustentação. Vamos considerar que serão montadas na obra, portanto através do desenho abaixo é possível ter-se uma estimativa da quantidade de ferros necessários. Considerar vigas baldramas e aéreas.



(distância entre os estribos = 15 cm)

Nota: Somar 6 cm ao perímetro do estribo para dobrar o gancho.

Calcular a metragem das barras e multiplicar pelo total de vigas necessárias: 16 un.

Obs.: - As barras consideradas são normalmente usadas, porém devem ser calculadas quanto ao número e diâmetro.

- O espaçamento dos estribos está de conformidade ao usado na prática.

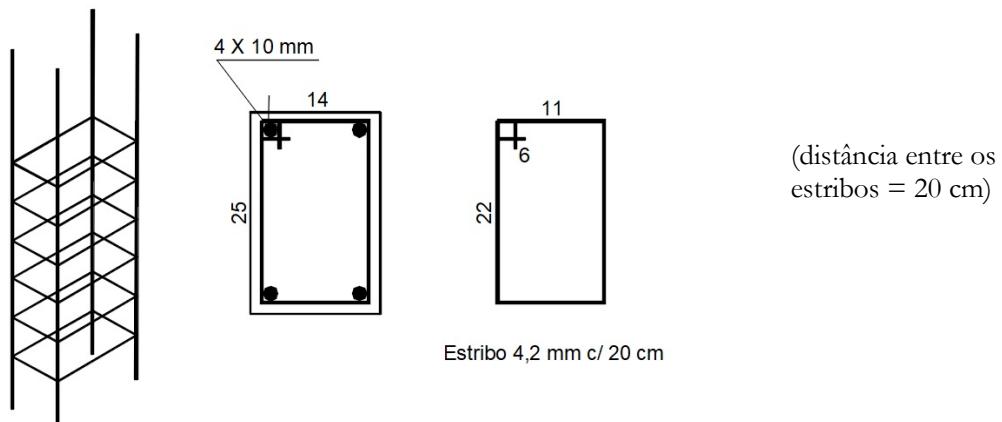
- O recobrimento mínimo das barras é de 1,5 cm sendo que na base deve ter 3 cm, segundo a Norma Técnica.

$$\text{Determinando o N° de estribos} = \left[ \frac{\text{comprimento da viga}}{\text{espaçamento}} \right] + 1$$

Tipo	Por viga (m)	Total das vigas (m)
Barra de 10 mm		
Barra de 4,2 mm		

**Pilares** - Como as vigas, vamos considerar as armaduras dos pilares também montadas na obra. A configuração mínima é a de quatro barras. As observações anteriores também valem para os pilares salvo o recobrimento que deve ser de 1,5 cm em todos os lados.

Abaixo discriminamos seu dimensionamento.



Nota: Somar 6 cm ao perímetro do estribo para dobrar o gancho.

Calcular a metragem das barras e multiplicar pelo total de pilares necessários: 8 un.

$$\text{Determinando o N° de estribos} = \left[ \frac{\text{altura do pilar}}{\text{espaçamento}} \right] + 1$$

Tipo	Por pilar (m)	Total dos pilares (m)
Barra de 10 mm		
Barra de 4,2 mm		

### Resumo:

Madeiras: somar as várias etapas e acrescentar as perdas.

TIPO	SAPATAS	VIGAS	PILARES	TOTAL (m)	TOTAL + 10 % (m)
Tábua de 30 cm					
Sarrafo de 5 cm					

Ferros: somar as várias etapas e acrescentar as perdas.

TIPO	SAPATAS	VIGAS	PILARES	TOTAL (m)	TOTAL + 10 % (m)
Barra de 10 mm					
Barra de 4,2 mm					

## PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DO CONCRETO

### ATIVIDADE 12 – QUESTIONÁRIO

#### - Questionário:

Leia o texto e marque as respostas mais relevantes nos parênteses.

- 1) Qual a principal exigência relacionada com a mistura e quais suas consequências?
- 2) Em quais condições admite-se o amassamento manual?
- 3) Qual a razão preponderante para a divisão entre as betoneiras quanto ao seu funcionamento?
- 4) Quais cuidados devemos ter com os traços mais pobres?
- 5) Como funcionam as betoneiras de eixo horizontal?
- 6) Qual a ordem de colocação dos materiais na betoneira?
- 7) Quais instrumentos são utilizados para transportar o concreto nas direções necessárias?
- 8) Qual seria o diâmetro mínimo para bombeiar o concreto, segundo a NB-1/77?
- 9) No que consiste o transporte descontínuo e quais suas exigências?
- 10) Quais exigências devem ser obedecidas no transporte contínuo efetuado por calhas?
- 11) Qual a aparência que deve ter o concreto bombeado?
- 12) Qual prazo máximo de lançamento do concreto após misturado?
- 13) Como fazer para evitar a segregação nas concretagens de formas delgadas?
- 14) Quais são os tipos de juntas executadas nas concretagens em geral?
- 15) Quais são as características das juntas permanentes?
- 16) De que maneira podemos usar juntas de construção como permanentes?
- 17) Qual a finalidade do adensamento?
- 18) Quais são os processos do adensamento?
- 19) Descreva o adensamento manual?
- 20) Quais restrições há quanto à espessura das camadas de concreto em relação aos vibradores no adensamento?
- 21) O que pode ocorrer quando a vibração é aplicada à armadura?
- 22) Quais são os tipos de vibradores existentes?
- 23) Explique dois cuidados necessários à aplicação do vibrador?
- 24) O que é e qual a finalidade da cura?
- 25) O que exige a Norma Brasileira NB-1/77 com relação à cura?
- 26) Quais são os processos realizados em obra para facilitar a cura do concreto?

Continua em CADERNO 1 Parte 3