

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL**

**João Batista Queiroz de Carvalho**

**ESTÁGIO SUPERVISIONADO  
Construção da Central de Aulas da Universidade Estadual da Paraíba  
Campus Campina Grande**

**Campina Grande - PB  
2011**

**RENAN PORTO LIMA**

**ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

**Construção da Central de Aulas da Universidade Estadual da Paraíba  
Campus Campina Grande**

Relatório de Estágio  
Supervisionado a ser apresentado  
a Unidade Acadêmica de  
Engenharia Civil da Universidade  
Federal de Campina Grande, para  
apreciação e obtenção do grau de  
Engenheiro Civil.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. João Batista Queiroz de Carvalho

**Campina Grande - PB**

**2011**



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

**Orientador:** João Batista de Queiroz

**Aluno:** Renan Porto Lima

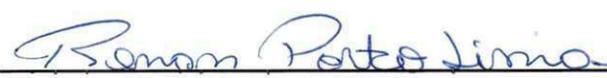
**Matricula:** 20511254

**Carga Horária Cumprida:** 312h

**Nota atribuída ao Aluno:** \_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_  
**Assinatura do Orientador** João B. Queiroz de Carvalho, Ph.D.  
Link Engenharia Ind. e Com. Ltda. PROFESSOR TITULAR  
ENGENHARIA CIVIL - UFCG

.....  
Enzo da Silva Maia  
\_\_\_\_\_  
**Assinatura do Supervisor**  
CBEA 1602/20234

  
\_\_\_\_\_  
**Assinatura do Aluno**

## Agradecimentos

Agradecer à Deus neste momento é mais que um reconhecimento, é uma obrigação, pois Ele esteve em cada momento de minha vida e permitiu que eu chegasse até aqui;

Aos meus pais (Geraldo da Silva Porto e Maria Auxiliadora Porto Lima), que me proporcionam educação, experiências e ética; que acreditaram no meu sonho e fizeram o possível e impossível afim de concretizá-lo . Aos meus irmãos (Rosângela, Rosimere, Raniere, Robson, Robéria e Ralison) e demais familiares pelo incentivo, que foi de grande importância, principalmente nos momentos mais difíceis;

Aos meus amigos e companheiros de curso que dividiram os sucessos e fracassos ao longo desta segunda escola que é a universidade;

Ao professor Drº João Batista Queiroz de Carvalho pelo auxílio e orientação no que diz respeito ao estágio e aprendizado da prática na construção civil, a quem estendo aos demais docentes da unidade acadêmica de Engenharia Civil da UFCG;

Ao engenheiro responsável da obra Érico da Silva Maia, bem como à todos que fazem a Link Engenharia pela oportunidade de estagiar na execução da obra de construção da Central de Aulas da Universidade Estadual da Paraíba, prestando todos e quaisquer esclarecimentos e assistência necessária ao meu aprendizado prático;

À Hemília Gabrielly de Oliveira Cartaxo, que de forma especial esteve ao meu lado em momentos difíceis e decisivos desta graduação, me auxiliando com sua experiência acadêmica e com todo o seu companheirismo;

Agradeço ainda aos que contribuíram de forma direta ou indireta para minha formação, sintam-se abraçados por quem em algum momento recebeu o seu apoio.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>06</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>08</b>
	2.1 FASES DA CONSTRUÇÃO.....	08
	2.2 Instalação de Canteiro de Serviços ou Canteiro de Obras....	12
	2.2.1 Locação da Obra.....	14
	2.2.2 Noções de Segurança para Movimentação de Terra.....	19
	2.3 FUNDAÇÕES.....	20
	2.3.1 SONDAgens.....	20
	2.3.2 Escolha do tipo de fundação,.....	21
	2.3.3 Tipos de fundações.....	22
	2.3.4 Noções de segurança na execução de fundação.....	26
	5.5 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS.....	15
	5.6 ASPECTOS ÉTICOS.....	17
	2.4 Noções de segurança na execução de fundação.....	18
	2.4.1 Peças Utilizadas na Execução das Fôrmas.....	28
	2.4.2 Características da fôrma da laje.....	30
	2.4.3 Características da fôrma de viga.....	31
	2.4.4 Características da fôrma do pilar.....	34
	2.4.5 Sistemas de Fôrmas Racionalizadas.....	36
	2.4.6 Escoramentos.....	37
	2.5 Montagem da Armadura.....	38
	2.5.1 Barras de espera de pilares.....	41
	2.5.2 Emendas.....	42

2.5.3 Afastamento mínimo das barras.....	42
2.5.4 Cobrimento da Armadura.....	43
2.6 Execução de Obras com Concreto Armado.....	45
2.6.1 Materiais Empregados em Concreto Armado.....	46
2.6.2 Concreto preparado em betoneira.....	52
2.6.3 Concreto preparado em Central Dosadora de Concreto (CDC).....	55
2.6.4 Aplicação do Concreto em Estruturas.....	56
2.6.5 Cura.....	61
2.6.6 Desforma.....	63
2.6.7 Noções de Segurança.....	65
2.7 Lajes.....	65
2.7.1 Lajes Maciças.....	66
2.7.2 Lajes Pré – Fabricadas.....	66
2.7.3 Lajes Nervuradas.....	67
2.8 Alvenaria.....	68
2.8.1 Elementos de Alvenaria.....	69
2.8.2 Parede de Tijolos Furados e Baianos.....	72
2.8.3 Argamassa - Preparo e Aplicação.....	73
2.8.4 Noções de segurança.....	74
2.9 Revestimento das Paredes, Tetos e Muros.....	78
2.9.1 Argamassas.....	78
2.9.2 Chapisco.....	79
	80

	2.9.3 Emboço.....	84
		85
	2.9.4 Gesso.....	88
	2.9.5 Azulejos.....	89
		99
	2.9.6 Pastilhas.....	99
		99
	2.9.7 Revestimento de Pisos.....	99
<b>3</b>	<b>Atividades Desenvolvidas durante o Estágio.....</b>	<b>99</b>
	3.1 Execuções de Estruturas de Concreto Armado.....	99
	3.2 Controle Tecnológico.....	100
	3.3 Outras atividades desenvolvidas.....	100
<b>4</b>	<b>Características Gerais do Empreendimento.....</b>	<b>101</b>
	4.1 Localização.....	101
	4.2 Características.....	101
	4.3 Prazo de entrega.....	101
	4.4 Ficha Técnica dos Profissionais.....	102
<b>5</b>	<b>Considerações Finais.....</b>	<b>103</b>
<b>6</b>	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>105</b>
	<b>Anexos.....</b>	<b>106</b>

## **Lista de Figura**

Figura 1: Ilustração de corte de solo

Figura 2: Ilustração de aterro de solo

Figura 3: Ilustração de barracão para canteiro

Figura 4: Detalhe dos pregos para alinhamento no processo das tábuas corridas

Figura 5: Ilustração de locação da obra pelo processo da tábua corrida

Figura 6: Ilustração da disposição de estacas para locação de obra

Figura 7: Ilustração de locação da obra pelo processo da tábua corrida

Figura 8: Ilustração de elemento estrutural de fundação

Figura 9: Sapata de fundação da obra

Figura 10: Ilustração de elemento de fundação tipo Radier

Figura 11: Fôrma de laje pavimento tipo da obra (vista superior)

Figura 12: Fôrma de laje pavimento tipo da obra (vista inferior)

Figura 13: Fôrma de viga e detalhe das ferragens de viga

Figura 14: Fôrma de viga e escoramento

Figura 15: Ilustração de fôrma de pila

Figura 16: *Montagem das fôrmas de pilar e a mesma pronta para concretagem*

Figura 17: Detalhes das fôrmas de pila

Figura 18: Detalhe de painéis e fundo de vigotas

Figura 19: *Detalhe das peças que compõem a torre e torre armada na obra*

Figura 20: Detalhe da armadura de espera de pilar

Figura 21: *Ilustração de pastilha de argamassa (cocada)*

Figura 22: Espaçadores de pilar e laje

Figura 23: Ilustração para correto armazenamento de sacos de cimento

Figura 24: *Ilustração para correto armazenamento de areia*

Figura 25: Armadura de vigas e pilares

Figura 26: Dosagem de agregado graúdo

Figura 27: Dosagem de agregado miúdo

Figura 28: Mistura dos matérias componentes do concreto em betoneira e o mesmo pronto

Figura 29: *Ilustração de equipamentos utilizados na obra*

Figura 30: Execução de concreto dosado em central

Figura 31: Concretagem de viga e pilar

Figura 32: *Ilustração para correta concretagem de pilares*

Figura 33: Ilustração para concretagem de vigas

Figura 34: Laje pronta para concretagem

Figura 35: Detalhe da régua vibratória durante concretagem

Figura 36: Ilustração do detalhe de falha em concretagem

Figura 37: Laje nervurada de um edifício garagem (cortesia Atex)

Figura 38: Laje nervurada em uma direção da obra

Figura 39: Execução de alvenaria na obra

Figura 40: Blocos cerâmico (tijolo) e profissional executando alvenaria

Figura 41: Ilustração de alvenaria  $\frac{1}{2}$  vez e de 1 vez

Figura 42: Ilustração de preparo de argamassa

Figura 43: Execução tradicional de alvenaria

Figura 44: Execução tipo cordão para alvenaria

Figura 45: Ilustração de junta para alvenaria

Figura 46: Transporte de bloco cerâmico

Figura 47: *Verificação de prumo da alvenaria*

Figura 48: Ilustração de talisca/mestra para reboco

Figura 49: Ilustração do desempenho de reboco

Figura 50: *Formas de assentamento de azulejos*

Figura 51: Ilustração da distribuição de azulejos na alvenaria

## **Lista de Tabela**

Tabela 1: Percentagem de empolamento de solos

Tabela 2: Número de sondagens pela área construída

Tabela 3: Tempo de cura (em dias) conforme a/c e tipo de cimento

Tabela 4: Quadro resumo para preparo de argamassa

Tabela 5: Conversão de milímetro (mm) em polegada

Tabela 6: Dimensões para juntas entre azulejos

## **Apresentação**

O presente relatório traz em seu conteúdo os conceitos teóricos que poderão ser aplicados à prática da Engenharia Civil, para minimizar os imprevistos e garantir uma obra planejada e sem riscos. É grande a importância do planejamento em todas as fases de um empreendimento.

Ele define, em primeiro lugar, a descrição do empreendimento, depois as atividades desenvolvidas durante o estágio, como a situação em que o edifício encontrava-se antes do estágio, as estruturas de concreto armado, o levantamento de alvenarias, e por fim as considerações finais do relatório.

Espera-se que as descrições do que foi visto no estágio e passadas para este relatório sejam, claras, objetivas e suficientes para mostrar o que foi visto durante o período que estagiei na construção da Central de Aulas na UEPB.

## **1. Introdução**

O presente relatório tem por objetivo descrever as atividades desenvolvidas durante o período de estágio, de 01 de março à 22 de junho do corrente ano. Foram cumpridos 23 horas semanais totalizando 312 horas, sendo 4 horas de segunda-feira à sexta-feira. O acompanhamento diário da obra proporcionou um bom desenvolvimento dos conteúdos passados em sala de aula.

As atividades foram desenvolvidas na construção da Central de Aulas da Universidade Estadual da Paraíba, campus de Campina Grande, localizado na Rua Capitão João Alves de Lira, Bodocongó, na Cidade de Campina Grande, tendo como Administrador Responsável o Eng<sup>o</sup> Civil Érico da Silva Maia. Podemos desenvolver um bom processo de aprendizagem, no qual as atividades no decorrer deste período diz respeito à:

- Verificação da montagem das formas, escoramentos e andaimes metálicos para lajes, vigas e pilares;
- Verificação das ferragens da laje e vigas;
- Verificação do prumo das formas de pilares antes da concretagem;
- Acompanhamento de concretagem de lajes e vigas;
- Concretagem de pilares;
- Controle dos corpos de prova;
- Verificação de prumo de alvenarias e formas de pilares;
- Elaboração de planilhas de quantitativo de materiais;
- Verificação das proteções e segurança no ambiente da obra;

Este estágio supervisionado nos proporcionou:

- Aplicação, dos conhecimentos teóricos adquiridos no curso até o momento na prática;
- Aquisição de novos conhecimentos gerais e termos utilizados no cotidiano da construção civil;

- Aquisição de novos conhecimentos gerais e termos utilizados no cotidiano da construção civil;
- Desenvolver a capacidade de analisar e solucionar possíveis problemas que possam vir a surgir no decorrer das atividades;
- Promover e desenvolver um bom relacionamento profissional com as pessoas envolvidas no trabalho.

## 2. Revisão Bibliográfica

A obra de construção de edifícios tem seu início propriamente dito, com a implantação do canteiro de obras. Isso requer um projeto específico, que deve ser cuidadosamente elaborado a partir das necessidades da obra e das condições do local de implantação. Porém, antes mesmo do início da implantação do canteiro, algumas atividades prévias, comumente necessárias, podem estar a cargo do engenheiro de obras. Tais atividades são usualmente denominados "Serviços Preliminares" e envolvem, entre outras atividades: a verificação da disponibilidade de instalações provisórias; as demolições, quando existem construções remanescentes no local em que será construído o edifício; a retirada de entulho e também, o movimento de terra necessário para a obtenção do nível de terreno desejado para o edifício.

### 2.1 Fases da Construção

No ato da construção, podemos distinguir três fases:

- *Trabalhos Preliminares;*

São os iniciais, os que precedem a própria execução da obra. Na ordem em que se sucedem, são os seguintes:

- *Programa;*
- *Escolha do local;*
- *Aquisição do terreno;*
- *Estudo do projeto;*
- *Concorrência;*
- *Ajuste de execução;*
- *Organização da praça de trabalho;*

- Aprovação do projeto;
- Estudo do sub-solo;
- Terraplanagem e locação.

Efetuada o levantamento planimétrico, temos condições de elaborar os projetos e iniciar sua execução.

Começamos pelo acerto da topografia do terreno.

### **Terraplenagem**

Podemos executar, conforme o levantamento altimétrico, cortes, aterros, ou ambos:

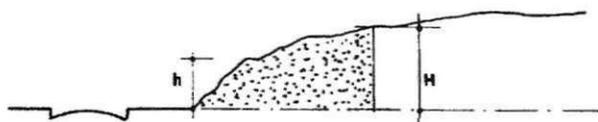
Cortes: No caso de cortes, deverá ser adotado um volume de solo correspondente à área da seção multiplicada pela altura média, acrescentando-se um percentual de empolamento. O empolamento é o aumento de volume de um material, quando removido de seu estado natural e é expresso como uma porcentagem do volume no corte. Relacionamos abaixo alguns empolamentos.

<b>MATERIAIS</b>	<b>%</b>
Argila natural	22
Argila escavada, seca.	23
Argila escavada, úmida.	25
Argila e cascalho seco	41
Argila e cascalho úmido	11
Rocha decomposta	
75% rocha e 25%	43

terra	33
50% rocha e 50% terra	25
25% rocha e 75% terra	
Terra natural seca	25
Terra natural úmida	27
Areia solta, seca.	12
Areia úmida	12
Areia molhada	12
Solo superficial	43

**TABELA 1: Percentagem de empolamento de solos**

OBS.: Quando não se conhece o tipo de solo, podemos considerar o empolamento entre 30 a 40%.



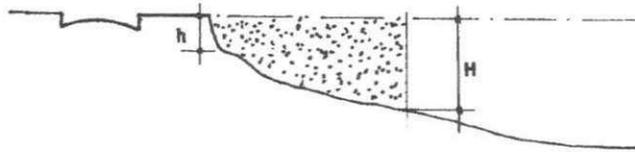
$$h_m = \frac{H+h}{2}$$

**Figura 1: Ilustração de corte de solo**

$$V_c = Ab \cdot h_m \cdot 1,4$$

O corte é facilitado quando não se tem construções vizinhas, podendo mesmo fazê-lo maior, mas quando efetuado nas proximidades de edificações ou vias públicas, devemos empregar métodos que evitem ocorrências, como: ruptura do terreno, descompressão do terreno de fundação ou do terreno pela água.

Aterros e re-aterros: No caso de aterros, deverá ser adotado um volume de solo correspondente a área da seção multiplicada pela altura média, acrescentando em 30% devido à contração considerada que o solo sofrerá, quando compactado.



$$h_m = \frac{H+h}{2}$$

**Figura 2: Ilustração de aterro de solo**

$$V_a = A_b \times h_m \times 1,3$$

Para os aterros as superfícies deverão ser previamente limpas, sem vegetação nem entulhos. O material escolhido para os aterros e reaterros devem ser de preferência areia ou terra, sem detritos, pedras ou entulhos, em camadas sucessivas de no máximo 30 cm, devidamente molhadas e apiloadas manual ou mecanicamente.

- Trabalhos de Execução;

Estes são os trabalhos da construção propriamente dita. Pertencem a essa categoria:

- Abertura das cavas;
- Consolidação do terreno;
- Execução dos alicerces;
- Apiloamento;
- Fundação das obras de concreto;
- Levantamentos das paredes;

- Armação dos andaimes;
- Engradamento dos telhados;
- Colocação da cobertura;
- Assentamento das canalizações;
- Revestimento das paredes.

- **Trabalhos de Acabamento.**

Estes trabalhos compreendem as obras finais da construção, como sejam: assentamento das esquadrias e dos rodapés, envidraçamento dos caixilhos de ferro e de madeira, pintura geral, colocação dos aparelhos de iluminação, sinalização e controle, calafetagem e acabamento dos pisos, limpeza geral e arremate final.

## **2.2 Instalação de Canteiro de Serviços ou Canteiro de Obras**

O canteiro é preparado de acordo com as necessidades, depois do terreno limpo e com o movimento de terra executado. Deverá ser localizado e feito um barracão de madeira, chapas compensadas, ou então de tijolos assentados com argamassa de barro, geralmente usando-se materiais usados. Nesse barracão serão depositados os materiais e ferramentas, servindo também para o guarda-noturno da obra.

O dimensionamento do canteiro compreende o estudo geral do volume da obra. Este estudo pode ser dividido como segue:

- Área disponível para as instalações;
- Empresas empreiteiras previstas;
- Máquinas e equipamentos necessários;

- *Serviços a serem executados;*
- *Materiais a serem utilizados;*
- *Prazos a serem atendidos.*

Deverá ser providenciada a ligação de água e construído o abrigo para o cavalete e respectivo hidrômetro.

Deve-se providenciar a ligação de energia se necessário.

*No barracão será depositados o cimento e a cal, para protegê-los da intempérie.*

Áreas para areia, pedras, tijolos, madeiras, ferro, etc., deverão se escolhidos locais para esse fim, próximo a ponto de utilização, tudo dependendo do vulto da obra, sendo que nela também poderão ser construídos escritórios, alojamento para operários, refeitório e instalação sanitária, bem como distribuição de máquinas, se houver.

*Em zonas urbanas de movimento de pedestres, deve ser feito um tapume, "encaixotamento" do prédio, com tábuas alternadas ou chapas compensadas, para evitar que materiais caiam na rua.*

### **Exemplo de barracão para obra de pequeno porte**

Utilizando chapas compensadas, pontalete de eucalipto ou caibros 8x8, e telha de fibrocimento pode montar um barracão de pequenas dimensões, desmontável para utilizar em obras, como segue:

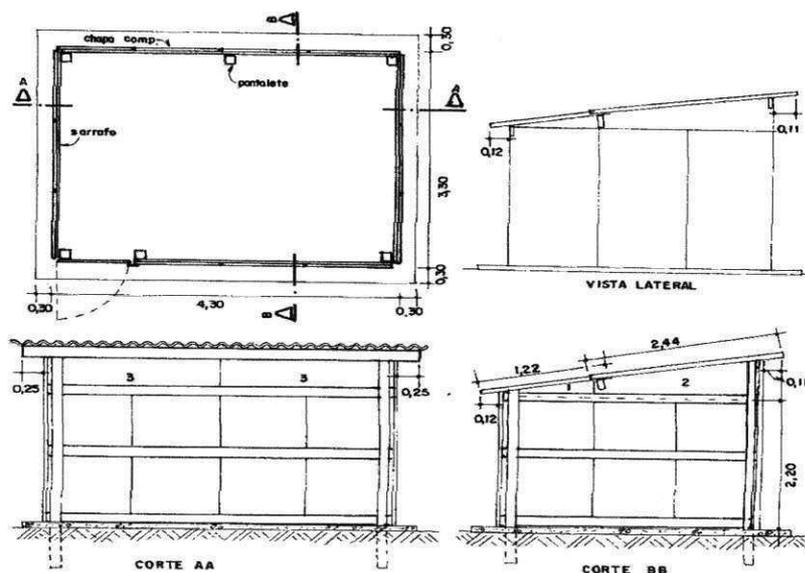


Figura 3: Ilustração de barracão para canteiro

## 2.2.1 Locação da Obra

Podemos efetuar a locação da obra, nos casos de obras de pequeno porte, com métodos simples, sem o auxílio de aparelhos, que nos garantam uma certa precisão. No entanto, os métodos descritos abaixo, em caso de obras de grande área, poderão acumular erros, sendo conveniente, portanto, o auxílio da topografia.

Os métodos mais utilizados são:

- 1 – Processo dos cavaletes

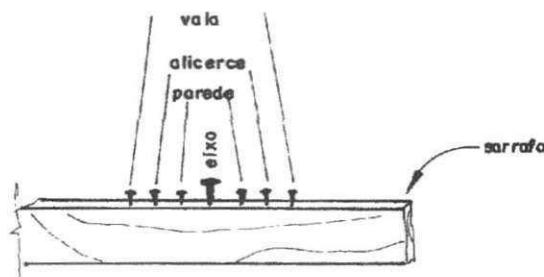
Os alinhamentos são fixados por pregos cravados em cavaletes. Estes são constituídos de duas estacas cravadas no solo e uma travessa pregada sobre elas.

Deve-se sempre que possível, evitar esse processo, pois não nos oferece grande segurança devido ao seu fácil deslocamento com batidas de carrinhos de mão, tropeços, etc...

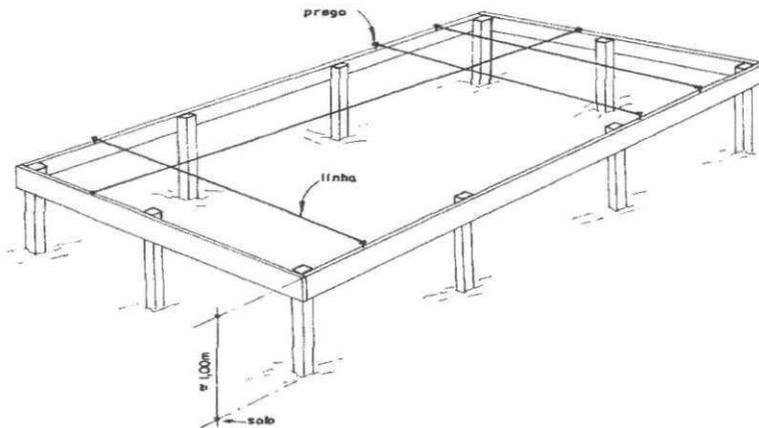
## 2 – Processo da tábua corrida (gabarito)

Este método se executa cravando-se pontaletes de pinho de (3" x 3" ou 3" x 4") ou ainda varas de eucalipto a uma distância entre si de 1,50m e a 1,20m das paredes da futura construção, que posteriormente poderão ser utilizadas para andaimes.

Nos pontaletes serão pregadas tábuas na volta toda da construção (geralmente de 15 ou 20cm), em nível e aproximadamente 1,00m do piso. Pregos fincados na tábuas determinam os alinhamentos. Este processo é o ideal.



**Figura 4: Detalhe dos pregos para alinhamento no processo das tábuas corridas**



**Figura 5: Ilustração de locação da obra pelo processo da tábua corrida**

Como podemos observar o processo de “Tábua Corrida” é mais seguro e as marcações nele efetuadas permanecem por muito tempo, possibilitando a conferência durante o andamento das obras. Não obstante, para auxiliar este processo, pode utilizar o processo dos cavaletes.

Portanto, com o auxílio do gabarito, inicialmente devemos locar as fundações profundas do tipo estacas, tubulões ou fundações que necessitam de equipamentos mecânicos para a sua execução, caso contrário podemos iniciar a locação das obras pelas “paredes”.

#### **a) Locação de estacas**

Serão feitas locações de estacas, inicialmente visto que qualquer marcação das “paredes” irá ser desmarcada pelo deslocamento do bate-estaca. O posicionamento das estacas é feito conforme a planta de locação de estacas, fornecida pelo cálculo estrutural.

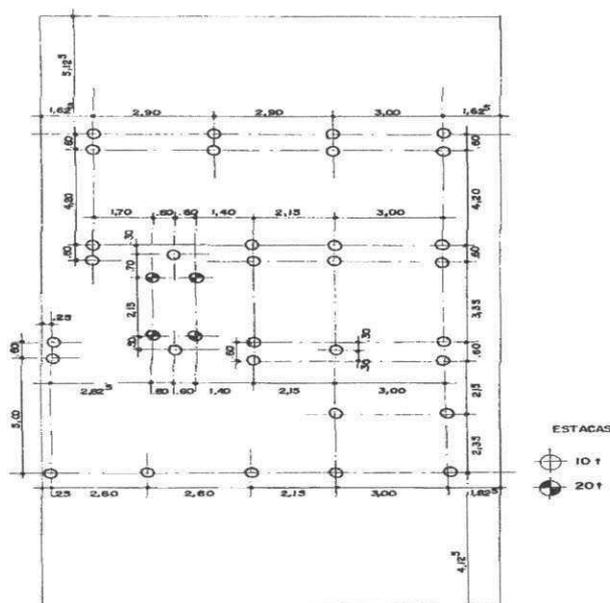
A locação das estacas é definida pelo cruzamento das linhas fixadas por pregos no gabarito. Transfere-se esta interseção ao terreno, através de um prumo de centro.

No ponto marcado pelo prumo, crava-se uma estaca de madeira (piquete), geralmente de peroba, com dimensões 2,5 x 2,5 x 15,0 cm.

## Exemplo

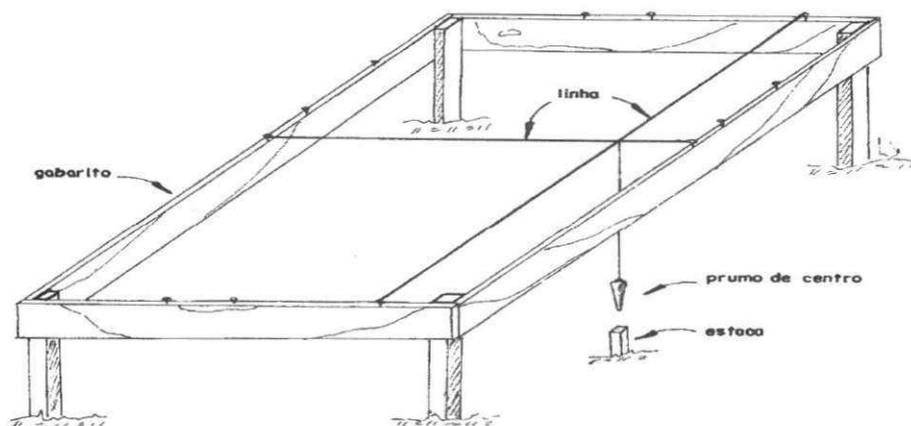
### Projeto de Locação de Estacas

Tendo o projeto estrutural de fundação, onde estarão dispostas todas as estacas em eixos pré-determinados pelo projetista como no exemplo abaixo;



**Figura 6: Ilustração da disposição de estacas para locação de obra**

Utilizando o gabarito, podemos passar todos os pontos das estacas para o terreno, utilizando como já descrito a linha o prumo de centro e estacas de madeira:



**Figura 7: Ilustração de locação da obra pelo processo da tábua corrida**

Após a execução das estacas e com a saída dos equipamentos e limpeza do local podemos efetuar, com o auxílio do projeto estrutural de formas a locação das paredes.

#### **b) Locação de “paredes”**

Devemos locar a obra utilizando os eixos, para evitarmos o acúmulo de erros provenientes das variações de espessuras das paredes.

Em obras de pequeno porte ainda é usual o pedreiro marcar a construção utilizando as espessuras das paredes. No projeto de arquitetura adotamos as paredes externas com 25cm e as internas com 15cm, na realidade as paredes externas giram em torno de 26 a 27cm e as internas 14 a 14,5cm difícil de serem desenhadas a pena nas escalas usuais de desenho 1:100 ou 1:50, por isso da adoção de medidas arredondadas. Hoje com o uso do computador ficou bem mais fácil.

### **2.2.2 Noções de Segurança para Movimentação de Terra**

Depositar os materiais de escavação a uma distância superior à metade da profundidade do corte.

Os taludes instáveis com mais de 1,30m de profundidade devem ser estabilizados com escoramentos.

Estudo da fundação das edificações vizinhas e escoramentos dos taludes.

Sinalizar os locais de trabalho com placas indicativas.

Somente deve ser permitido o acesso à obra de terraplenagem de pessoas autorizadas.

A pressão das construções vizinhas deve ser contida por meio de escoramento.

#### **Observações Importantes**

1. Nos cálculos dos volumes de corte e aterro, os valores são mais precisos se o número de seções for maior.
2. Na execução do gabarito, as tábuas devem ser pregadas em nível.
3. A locação da obra deve, de preferência, ser efetuada pelo engenheiro ou conferido pelo mesmo.
4. A marcação pelo eixo, além de mais precisa, facilita a conferência pelo engenheiro.
5. Verificar os afastamentos da obra, em relação às divisas do terreno.
6. Constatar no terreno a existência ou não de obras subterrâneas (galerias de águas pluviais, ou redes de esgoto, elétrica) e suas implicações.
7. Verificar se o terreno em relação às ruas está sujeito a inundação ou necessita de drenagem para águas pluviais.

8. Confirmar a perfeita locação da obra no que se refere aos eixos das paredes, pilares, sapatas, blocos e estacas.

## **2.3 Fundações**

Fundações são os elementos estruturais cuja função é transmitir as cargas da estrutura ao terreno onde ela se apóia (AZEVEDO, 1988). Assim as fundações devem ter resistência adequada para suportar as tensões causadas pelos esforços solicitantes. Além disso, solo necessita de resistência e rigidez apropriadas para não sofrer ruptura e não apresentar deformações exageradas ou diferenciais.

Para se escolher a fundação mais adequada, deve-se escolher os esforços mais atuantes sobre a edificação, as características do solo e os elementos estruturais que formam as fundações. Assim analisa-se as possibilidades de utilizar os vários tipos de fundações, em ordem crescente de complexidade e custo (WOLLE, 1993). Fundações bem projetadas correspondem de 3% a 10% do custo total do edifício: porém se forem mal concebidas e mal projetadas podem atingir de 5 a 10 vezes o custo da fundação mais apropriada para o caso. O custo da fundação aumenta também em casos em que as características de resistência do solo são incompatíveis com os esforços que serão a ele transmitidos, pois nestas situações, elementos de fundações mais complexos são exigidos podendo-se ter, inclusive, a necessidade de troca de solo, com re-aterro e compactação. Tudo isso levando a custos, muitas vezes, não previstos inicialmente.

### **2.3.1 Sondagens**

É sempre aconselhável a execução de sondagens, no sentido de reconhecer o subsolo e escolher a fundação adequada, fazendo com isso, o barateamento das fundações. As sondagens representam, em média, apenas 0,05 à 0,005% do custo total da obra, aproximadamente.

Determinação do número de sondagens a executar

- No mínimo, três furos para determinação da disposição e espessura das camadas.

À distância entre os furos de sondagem deve ser de 15 a 20m, evitando que fiquem numa mesma reta e de preferência, próximos aos limites da área em estudo.

Número de sondagens pela ABNT:

ÁREA CONSTRUÍDA	Nº DE SONDAgens
de 200m <sup>2</sup> até 1,200m <sup>2</sup>	1 sondagem para cada 200m <sup>2</sup>
de 1,200m <sup>2</sup> até 2,400m <sup>2</sup>	1 sondagem para cada 400m <sup>2</sup> que exceder a 1,200m <sup>2</sup>
acima de 2,400m <sup>2</sup>	Será fixada a critério, dependendo do plano de construção.

**Tabela 2: Número de sondagens pela área construída**

### 2.3.2 Escolha do tipo de fundação

Com os resultados das sondagens, de grandeza e natureza das cargas estruturais e conhecendo as condições de estabilidade, fundações, etc... das construções vizinhas, pode, o engenheiro, proceder a escolha do tipo de fundação mais adequada, técnica e economicamente.

O estudo é conduzido inicialmente, pela verificação da possibilidade do emprego de fundações diretas.

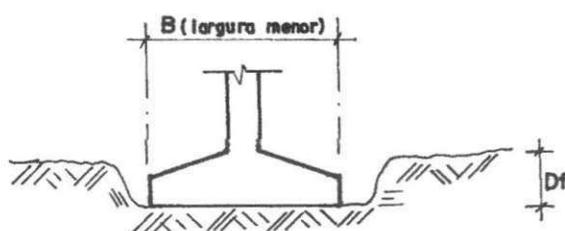
Mesmo sendo viável a adoção das fundações diretas é aconselhável comparar o seu custo com o de uma fundação indireta.

E finalmente, verificando a impossibilidade da execução das fundações diretas, estuda-se o tipo de fundação profunda mais adequada.

### 2.3.3 Tipos de fundações

Os principais tipos de fundações são:

- a) Fundações diretas ou rasas;
- b) Fundações indiretas ou profundas.



**Figura 8: Ilustração de elemento estrutural de fundação**

**Fundações diretas:** quando  $D_f \leq B$

**Fundações profundas:** quando  $D_f > B$  (sendo "B" a menor dimensão da sapata)

Se a camada ideal situa-se à profundidade de 5,0 a 6,0m, pode-se fazer brocas. Em terrenos firmes a mais de 6,0m, devemos utilizar estacas ou tubulões.

### 2.3.3.1 Fundações Diretas

Fundações diretas são aquelas que transferem as cargas para as camadas de solo capazes de suportá-las (FABIANI, s.d.), sem deforma-se exageradamente. Esta transmissão é feita através da base do elemento estrutural, da fundação considerando apenas o apoio da peça nas camadas do solo, sendo desprezada qualquer outra forma de transferência das cargas (BRITO, 1987). As fundações diretas podem ser divididas em rasas e profundas.

A fundação rasa se caracteriza quando a camada de suporte está próxima a superfície do solo (profundidade até 2,0m) (FABIANI, S.d.) ou quando a cota de apoio é inferior a largura do elemento da fundação (BRITO, 1987). Por outro lado a fundação é considerada profunda se suas dimensões ultrapassam todos os limites acima mencionados.

#### ✓ Sapata isolada

São fundações de concreto simples ou armado, de pequena altura em relação à base:

$\bar{\sigma}_s$  = Tensão admissível do solo (taxa)

ótimo = 4,0 kg/cm<sup>2</sup>

regular = 2,0 kg/cm<sup>2</sup>

fraco = 0,5 kg/cm<sup>2</sup>

Condições econômicas:  $A - a = B - b$

$$A - B = a - b$$

$$S_{nec} = \frac{P}{\bar{\sigma}_s}, \quad \bar{\sigma} \cong \frac{SPT}{5}$$

Com o auxílio da sondagem, obtemos o SPT na profundidade adotada e calculamos a  $\bar{\sigma}$  do solo. Dividindo a carga  $P$  pela  $\bar{\sigma}$  do solo, encontramos a área necessária da sapata ( $S_{nec}$ ).

Encontrada a área, adota-se as dimensões e verificamos se são econômicas.

O alicerce adotado para a obra onde ocorreu o estágio foram as sapatas isoladas devido ao fato de o terreno estar localizado numa área com presença, na grande maioria de seu território, de rochas.



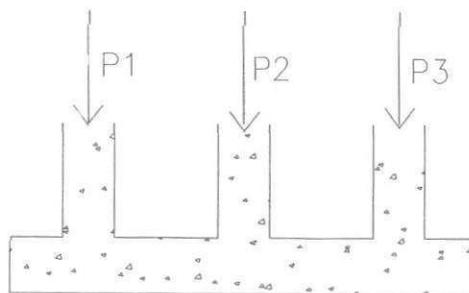
**Figura 9: Sapata de fundação da obra**

✓ **Blocos de Fundação**

Blocos de fundação → Assumem a forma de bloco escalonado, ou pedestal, ou de um tronco de cone. Alturas relativamente grandes e resistem principalmente por compressão.

✓ **Radier**

Quando todos pilares de uma estrutura transmitirem as cargas ao solo através de uma única sapata. Este tipo de fundação envolve grande volume de concreto, é relativamente onerosa e de difícil execução. Quando a área das sapatas ocuparem cerca de 70 % da área coberta pela construção ou quando se deseja reduzir ao máximo os recalques diferenciais.



**Figura 10: Ilustração de elemento de fundação tipo Radier**

### **2.3.4 Noções de segurança na execução de fundação**

1. Evitar queda de pessoas nas aberturas utilizando proteção com guarda corpos de madeira, metal ou telas.
2. O canteiro de obra deverá ser mantido limpo, organizado e desimpedido, para evitar escorregões, e tropeços.
3. Sinalizar com guarda-corpo, fitas, bandeirolas, cavaletes as valas, taludes poços e buracos.

### **Observações Importantes**

1. Verificar se o terreno confirma a sondagem quando da execução da fundação.
2. Verificar a exata correspondência entre os projetos, arquitetônico, estrutural e o de fundações.
3. Verificar se o traço e o preparo do concreto atendem as especificações de projeto.
4. Verificar qual o sistema de impermeabilização indicada no projeto. Constatar se as especificações dos materiais, bem como as

recomendações técnicas dos fabricantes estão sendo rigorosamente obedecidas.

## **2.4 Fôrmas**

As fôrmas são estruturas provisórias, porém, são estruturas e como tais devem ser concebidas.

Os esforços atuantes em quaisquer peças constituintes do sistema de formas são dados por:

- Peso próprio das formas;
- Peso do concreto e do aço;
- Sobrecarga: trabalhadores e equipamentos;
- Empuxo adicional devido à vibração.

O esforço atua sobre o painel que constitui o molde, isto é, sobre a chapa de madeira, compensado, metálica ou mista. Complementando e equilibrando a estrutura do molde têm-se as escoras, transmitindo a carga para o solo ou para a estrutura já executada.

Para se ter a garantia de que uma estrutura ou qualquer peça de concreto armado seja executado fielmente ao projeto e tenha a fôrma correta, depende da exatidão e rigidez das formas e de seus escoramentos.

Geralmente as fôrmas têm a sua execução atribuída aos mestres de obra ou encarregados de carpintaria, estes procedimentos resultam em consumo intenso de materiais e mão-de-obra, fazendo um serviço empírico, as fôrmas podem ficar superdimensionadas ou sub-dimensionadas. Hoje existe um grande elenco de alternativas para confecção de fôrmas, estudadas e projetadas, para todos os tipos de obras.

As fôrmas podem variar cerca de 40%<sup>2</sup> do custo total das estruturas de concreto armado. Considerando que a estrutura representa 20% do custo total

de um edifício, concluímos que racionalizar ou otimizar a forma corresponde a 8% do custo de construção.

Nessa análise, estamos considerando os custos diretos, existem os chamados indiretos, que podem alcançar níveis representativos. No ciclo de execução da estrutura (forma, armação e concreto), o item forma é geralmente, o caminho crítico, responsável por cerca de 50% do prazo de execução do empreendimento. Portanto, o seu ritmo estabelece o ritmo das demais atividades e, eventuais atrasos. A forma é responsável por 60% das horas-homem gastas para execução da estrutura os outros 40% para atividade de armação e concretagem.

Portanto devemos satisfazer alguns requisitos para a sua perfeita execução, que são:

Devem ser executadas rigorosamente de acordo com as dimensões indicadas no projeto, e ter a resistência necessária.

Devem ser praticamente estanques.

Devem ser projetadas para serem utilizadas o maior número possíveis de vezes.

Na concretagem devemos tomar algumas precauções para que a estrutura não seja prejudicada:

Antes de concretar, as fôrmas devem ser limpas, devem ser molhadas até a saturação e devem ser molhadas até a saturação.

#### **2.4.1 Peças Utilizadas na Execução das Fôrmas**

São dados diversos nomes às peças que compõem as fôrmas e seus escoramentos as mais comuns são:

**1 -Painéis:** Superfícies planas, formadas por tábuas ou chapas, etc. Os painéis formam os pisos das lajes e as faces das vigas, pilares, paredes.

**2 -Travessas:** Peças de ligações das tábuas ou chapas, dos painéis de vigas, pilares, paredes, geralmente feitas de sarrafos ou caibros.

**3 -Travessões:** Peças de suporte empregadas somente nos escoramentos dos painéis de lajes, geralmente feitas de sarrafos ou caibros.

**4 -Guias:** Peças de suporte dos travessões. Geralmente feitas de caibros ou tábuas trabalhando a cutelo (espelho), no caso de utilizar tábuas, os travessões são suprimidos.

**5 -Faces:** Painéis que formam os lados das fôrmas das vigas.

**6 -Fundo das Vigas:** Painéis que forma a parte inferior das vigas.

**7-Travessas de Apoio:** Peças fixadas sobre as travessas verticais das faces da viga, destinadas ao apoio dos painéis de lajes e das peças de suporte dos painéis de laje (travessões e guias).

**8-Cantoneiras:** Peças triangulares pregadas nos ângulos internos das fôrmas.

**9-Gravatas:** Peças que ligam os painéis das formas dos pilares, colunas e vigas.

**10-Montantes:** Peças destinadas a reforçar as gravatas dos pilares.

**11-Pés - Direitos:** Suportes das fôrmas das lajes. Geralmente feitos a de caibros ou varas de eucaliptos.

**12-Pontaletes:** Suportes das fôrmas das vigas. Geralmente feitos de caibros ou varas de eucaliptos.

**13-Escoras (mãos - francesas):** Peças inclinadas, trabalhando a compressão.

**14-Chapuzes:** Pequenas peças feitas de sarrafos, geralmente empregadas como suporte e reforço de pregação das peças de escoramento, ou como apoio extremo das escoras.

**15-Talas:** Peças idênticas aos chapuzes, destinadas à ligação e a emenda das peças de escoramento.

**16-Cunhas:** Peças prismáticas, geralmente usadas aos pares.

**17-Calços:** Peças de madeira os quais se apóiam os pontaletes e pés direitos por intermédio de cunhas.

**18-Espaçadores:** Peças destinadas a manter a distância interna entre os painéis das formas de paredes, fundações e vigas.

**19-Janelas:** Aberturas localizadas na base das fôrmas, destinadas a limpeza.

**20-Travamento:** Ligação transversal das peças de escoramento que trabalham a flambagem.

**21-Contraventamento:** Ligação destinada a evitar qualquer deslocamento das fôrmas. Consiste na ligação das fôrmas entre si.

#### **2.4.2 Características da fôrma da laje**

Elementos principais: painéis, guias, pés-direitos, cunhas, e calços.

Ainda com relação às lajes, pode-se dizer que existem variações no processo tradicional, ou seja, é comum a substituição da laje de concreto moldada no local, maciça ou nervurada, por componentes pré-fabricados.

Estes tipos de laje podem ser entendidos como um avanço no processo de produção, na medida em que sua execução, quando bem planejada, pode implicar em elevado nível de racionalização do processo produtivo, uma vez que otimizam o emprego dos materiais e diminuem consideravelmente a

utilização de fôrmas e escoramentos na obra, se empregada em edifícios de múltiplos pavimentos.



**Figura 11: Fôrma de laje pavimento tipo da obra (vista superior)**



**Figura 12: Fôrma de laje pavimento tipo da obra (vista inferior)**

### **2.4.3 Características da fôrma de viga**

Elementos principais: faces de viga, fundos de viga, travessa de apoio (das gravatas), gravatas, pontaletes.

Devemos de nos certificar se as formas tem as amarrações, escoramentos e contraventamentos suficientes para não sofrerem deslocamentos ou deformações durante o lançamento do concreto, e verificarmos se as distâncias entre eixos são as seguintes:

- para as gravatas : 0,50, 0,60 a 0,80m
- para caibros horizontais das lajes : 0,50 m
- entre mestras ou até apoio nas vigas : 1,00 a 1,20m
- entre pontaletes das vigas e mestras das lajes : 1,00m

Quando os pontaletes forem apoiar no terreno, para evitar recalques, devemos colocar tábuas ou pranchas que deverão ser maiores quando mais fraco for os terrenos, de modo que as cargas dos pontaletes seja distribuída numa área maior.

Prever cunhas duplas nos pés de todos os pontaletes para possibilitar uma desforma mais fácil, e nos vãos intermediários dos escoramentos, devem com certeza serem colocados, de modo a permitir a colocação das contra flechas.

Nos pontaletes com mais de 3,00m, prever travamentos horizontais e contraventamentos para evitar flambagem.

Cuidado com emendas nos pontaletes !

Cada pontalete de madeira só poderá ter uma emenda, a qual não pode se feita no terço médio do seu comprimento. Nas emendas, os topos das duas peças devem ser planos e normais ao eixo comum. Devem, nestes casos, ser pregados sobre juntas de sarrafos em toda a volta das emendas.

Nas formas laterais das vigas, não é suficiente a colocação de gravatas ancoradas através do espaço interior das fôrmas com arame grosso (arame recozido nº 10) , principalmente nas vigas altas, é necessário prever também um bom escoramento lateral com as mãos francesas entre a parte superior da gravata e a travessa de apoio ou contra o piso ou terreno, evitando as “barrigas” ou superfícies tortas. Podemos ainda utilizar, nestes casos, os espaguetes ou tensores.

Na base da forma e sobre as guias é importante pregar um sarrafo denominado “sarrafo de pressão”, para evitar a abertura da forma.



**Figura 13: Fôrma de viga e detalhe das ferragens de viga**



**Figura 14: Fôrma de viga e escoramento**

#### **2.4.4 Características da fôrma do pilar**

Elementos principais: faces do pilar, gravatas, gachalhos de pé de pilar, escoras para aprumar o pilar.

Temos que prever contraventamentos em duas direções perpendiculares entre si os quais deverão estar bem apoiados no terreno em estacas firmemente batidas ou nas formas da estrutura inferior, devem ser bem fixados com bastantes pregos nas ligações com a fôrma e com os apoios no solo.

Em pilares altos, prever contraventamentos em dois ou mais pontos de altura, e nos casos de contraventamentos longos prever travessas com sarrafos para evitar flambagem.

*Devemos colocar gravatas com dimensões proporcionais às alturas dos pilares para que possam resistir ao empuxo lateral do concreto fresco.*

Na parte inferior dos pilares, a distância entre as gravatas devem ser de 30 a 40 cm, não devemos esquecer de deixar na base dos pilares uma janela para a limpeza e lavagem do fundo, bem como deixar janelas intermediárias para concretagem em etapas nos pilares altos.

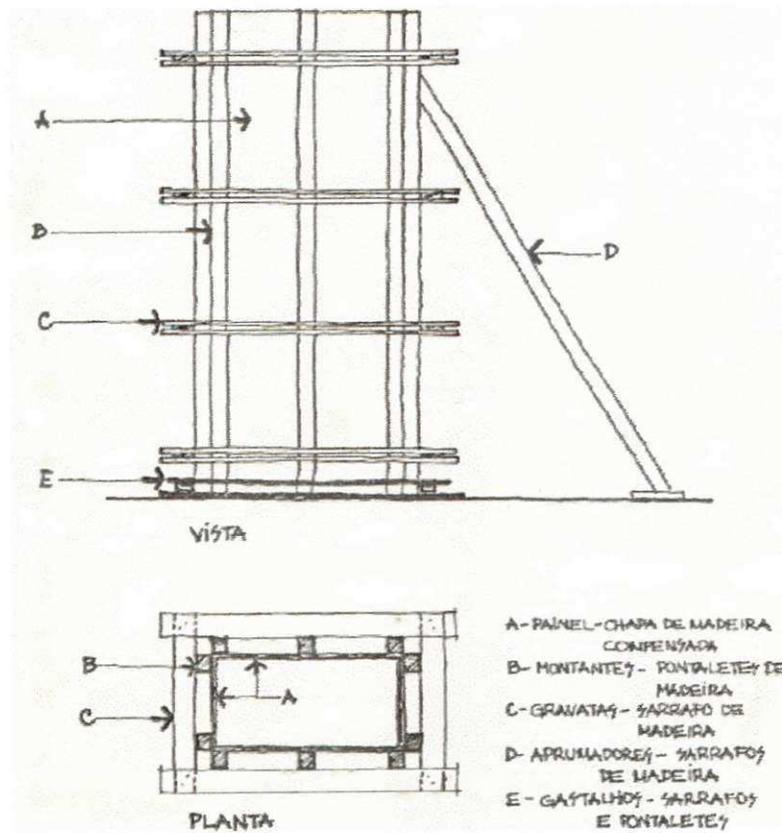
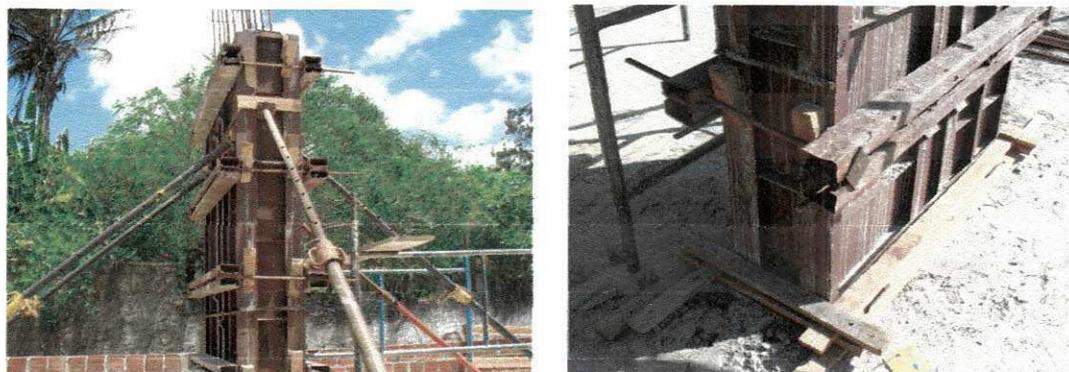


Figura 15: Ilustração de fôrma de pilar



Figura 16: Montagem das fôrmas de pilar e a mesma pronta para concretagem



**Figura 17: Detalhes das fôrmas de pilar**

#### **2.4.5 Sistemas de Fôrmas Racionalizadas**

Tem-se como principais objetivos da racionalização:

- O máximo de aproveitamento da capacidade resistente dos componentes;
- O aumento da segurança nas operações de utilização;
- Aumento da vida útil e reaproveitamento dos componentes da fôrma;
- A redução do consumo de mão-de-obra em recortes, montagens e desmontagens.

Recomendações de projeto do edifício para aumentar a racionalização

- Padronização de estrutura: isto é, pavimentos-tipo iguais;
- Padronização das dimensões dos pilares;
- Modulação: modular os vãos desde a concepção arquitetônica, buscando o uso de formas regulares;
- Adoção de um projeto de sistemas de formas.

*Ações de Racionalização no sistema de Fôrmas*

- Pilares e Vigas: uso de tensor e esticador ou de barras de ancoragem com tubo perdido em substituição a gravatas;
- Redução do número de pontos de escoramento em lajes com uso de escoras metálicas (substituir escoras de madeira por metálicas);
- Empregar escoras metálicas para sustentação de formas de vigas;

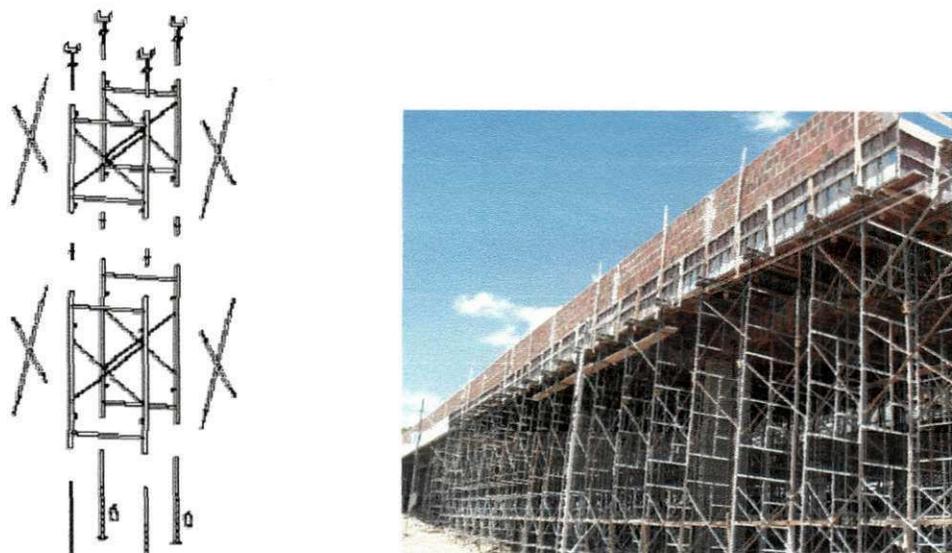
- Empregar escoras telescópicas, facilitando as operações de nivelamento e evitando o número de calços;
- Substituição de pregos por encaixes e colocação de cunhas;
- Utilizar fundos de vigas e faixas de centro de laje em duplicata para permitir transferência das formas para próximo pavimento



**Figura 18: Detalhe de painéis e fundo de vigotas**

#### **2.4.6 Escoramentos**

Todos os vãos superiores a 1,50m para as lajes pré-fabricadas "comuns" e 1,20 a 1,40m para as lajes treliças. Deverão ser escoradas por meio de tábuas colocadas em espelho, sobre chapuz, e pontaletadas. Os pontaletes deverão ser em nº de 1(um) para cada metro, e são contraventados transversal e longitudinalmente, assentados sobre calços e cunhas, em base firme, que possibilitem a regulagem da contra fecha fornecida pelo fabricante, geralmente de aproximadamente 0,4% do vão livre.



**Figura 19: Detalhe das peças que compõem a torre e torre armada na obra**

## **2.5 Montagem da Armadura**

Os problemas existentes com as barras de aço é a possibilidade de corrosão em maior ou menor grau de intensidade, em função de meio ambiente existente na região da obra.

O que provoca a diminuição da aderência ao concreto armado e diminuição de seção das barras. No primeiro caso, esta diminuição é provocada pela formação de uma película não aderente às barras de aço, impedindo o contacto com o concreto. No segundo caso de diminuição de seção, o problema é de ordem estrutural, devendo ser criteriosamente avaliada a perda de seção da armadura.

### **✓ Recomendações**

- *Meios fortemente agressivos (regiões marítimas, ou altamente poluídas)*
  - Armazenar o menor tempo possível;
  - Receber na obra as barras de aço já cortadas e dobradas, em pequenas quantidades;
  - Armazenar as barras em galpões fechados e cobertos com lona plástica;
  - Pintar as barras com pasta de cimento de baixa consistência (avaliar a eficiência periodicamente).
  
- *Meios mediamente agressivos*
  - Armazenar as barras sobre travessas de madeira de 30 cm de espessura, apoiadas em solo limpo de vegetação e protegido de pedra britada.
  - Cobrir com lonas plásticas;
  - Pintar as barras com pasta de cimento de baixa consistência.(avaliar a eficiência periodicamente);
  
- *Meios pouco agressivos*
  - Armazenar as barras em travessas de madeira de 20 cm de espessura, apoiadas em solo limpo de vegetação e protegido por camada de brita.
  
- Para a limpeza das barras com corrosão deveremos fazer em ordem de eficiência

- jateamento de areia;
- limpeza manual com escova de aço;
- limpeza manual com saco de estopa úmido.

As barras que foram pintadas com camadas de cimento, para sua utilização na estrutura deverão ser removidas, a qual pode ser feito manualmente através de impacto de pedaço de barra de aço estriada e ajudar a limpeza através de fricção das mesmas.

#### ▪ Tipos de Aço

Os aços estruturais de fabricação nacional em uso no Brasil podem ser classificados em três grupos:

Aços de dureza natural laminados a quente: utilizados a muito tempo no concreto armado. Nos dias de hoje possui saliências para aumentar a aderência do concreto.

Aços encruados a frio: obtidos por tratamento a frio trabalho mecânico feito abaixo da zona crítica, os grãos permanecem deformados aumentando a resistência.

Aços para concreto protendido: aços duros e pertencem ao grupo de aços usados para concreto protendido. Pode ser encontrado em fios isolados ou formando uma cordoalha.

No Brasil a indicação do aço é feita pelas letras CA (concreto armado) seguida de um número que caracteriza a tensão de escoamento em kg/mm<sup>2</sup>. Segue ainda uma letra maiúscula A ou B, que indica se o aço é de dureza natural ou encruado a frio.

Os mais utilizados são: CA 25

CA 50 A, CA 50 B;

CA 60 A, CA 60 B.

Obs.: O comprimento usual das barras é de 11, com tolerância de mais ou menos 9%. E sua unidade é em milímetros.

### **2.5.1 Barras de espera de pilares**

O que acontece com as barras de espera, são quanto ao seu posicionamento pois

acontece em obras em que as esperas dos pilares não coincidem com sua localização em

planta.

*Para que isso ocorra, as causas podem ser diversas, tais como:*

- falta de amarração adequada;
- movimentação das barras durante a concretagem
- descuidos na locação dos pilares, etc.

Para evitar esse problema, recomendamos como principal a fiscalização das ferragens.

*Para melhorar a rigidez da armadura impedindo o seu deslocamento, recomendamos que se execute um quadro de madeira para servir de apoio às barras de espera e que o mesmo seja fixado no restante da armadura.*

As esperas de pilares (arranques) tem o comprimento mínimo dado por Norma NBR 6118/1980 , o que deve ser respeitado, salvo recomendações do calculista.



**Figura 20: Detalhe da armadura de espera de pilar**

### 2.5.2 Emendas

As emendas de barras por transpasses devem ser feitas rigorosamente de acordo com as recomendações do projetista. Quando não houver indicações, as emendas devem ser feitas na zona de menor esforço de tração, alternadas em diversos locais de uma seção (NBR 6118/1980), em várias barras, se necessário, mas nunca em mais barras do que a metade.

Em qualquer caso o comprimento da emenda mínima deve ser  $3l_f$  ou  $30\text{cm}$ . As emendas com luvas são excelentes. Emendas soldadas de aço CA-50 podem ser feitas com solda especial.

### 2.5.3 Afastamento mínimo das barras

Como o concreto deve envolver toda a armadura e que não se apresente falhas de concretagem, é necessário que haja um mínimo de afastamento entre as barras. Admite-se que entre as barras tanto na vertical como na horizontal pelo menos 2cm e não menos do que o próprio diâmetro da barra.

Cuidado com o congestionamento formado pelas armaduras das vigas com as dos pilares, a fim de facilitar o lançamento do concreto.

#### **2.5.4 Cobrimento da Armadura**

A importância do cobrimento de concreto da armadura é de vital importância na durabilidade, mas também pelos benefícios adicionais, como por exemplo a resistência ao fogo. É preocupante ao constatar que esse ponto é freqüentemente negligenciado.

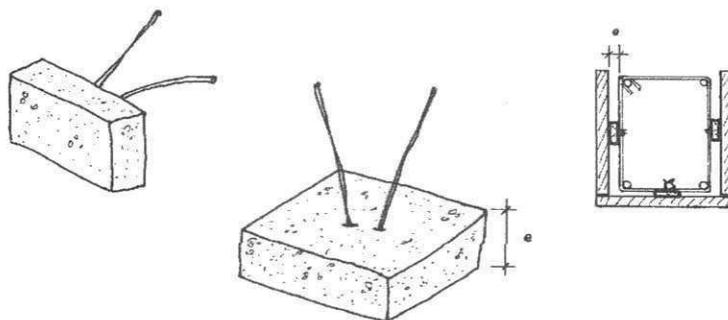
Na execução, deve ser dada atenção apropriada aos espaçadores para armadura e uso de dispositivos para garantia efetiva do cobrimento especificado.

Devemos em todos os casos garantir o total cobrimento das armaduras, lembrando que o aço para concreto armado estará apassivado e protegido da corrosão quando estiver em um meio fortemente alcalino propiciando pelas reações de hidratação do cimento, devemos fazer cumprir os cobrimentos mínimos exigidos no projeto, para tal pode-se empregar:

pastilhas (espaçadores): plásticas ou de argamassa, que além de mais econômicas, aderem melhor ao concreto e podem ser facilmente obtidas na obra, com o auxílio de formas de madeira, isopor (caixa de ovos), (para fazer gelo), metálica etc...

cordões de argamassa.

### Pastilhas de argamassa



**Figura 21: Ilustração de pastilha de argamassa (cocada)**

*e = recobrimento*

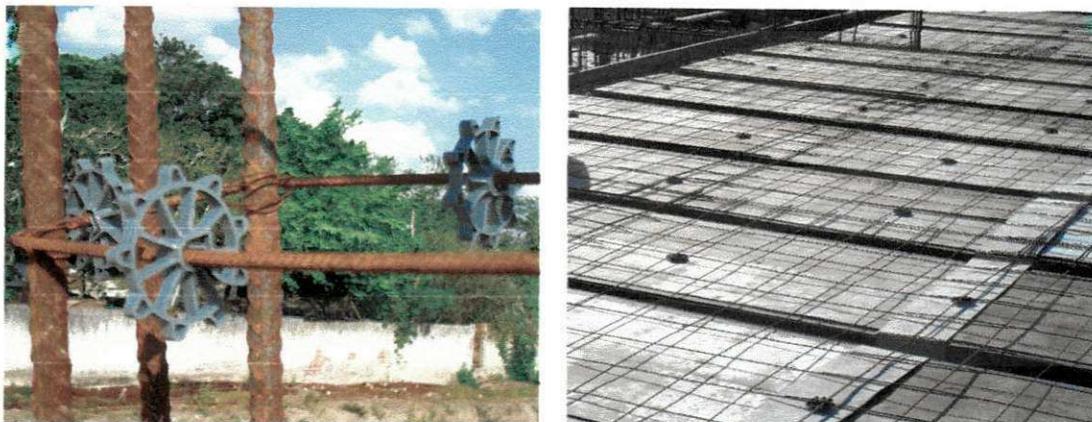
Em casos que uma concretagem deva ser interrompida por mais do que cerca de três horas a sua retomada só poderá ser feita 72 horas - após a interrupção; este cuidado é necessário para evitar que a vibração do concreto novo, transmitida pela armadura, prejudique o concreto em início de endurecimento. A superfície deve ser limpa, isenta de partículas soltas, e para maior garantia de aderência do concreto novo com o velho devemos:

1º retirar com ponteiro as partículas soltas;

2º molhar bem a superfície e aplicar;

3º ou uma pasta de cimento ou um adesivo estrutural para preencher os vazios e garantir a aderência;

4º o reinício da concretagem deve ser feito preferencialmente pelo sentido oposto.



**Figura 22: Espaçadores de pilar e laje**

## **2.6 Execução de Obras com Concreto Armado**

Sabemos, que apesar da grande evolução na tecnologia do concreto, nas obras de pequeno e médio porte não se consegue executar um concreto com todas as suas características, de resistência à compressão, pega, trabalhabilidade, perda ao fogo etc..., o que fará com que as construções sejam prejudicadas quanto a estabilidade, funcionalidade das estruturas em concreto armado, devido sempre a problemas referentes a custos, e também por falta de tecnologia por parte de pequenos construtores.

*Seriam óbvias as vantagens em economia propiciadas pela utilização de concreto de maior resistência, mas é importante frisar que grandes benefícios poderiam também ser obtidos no que concerne à durabilidade das estruturas, pois concretos mais fortes tem também, em geral, maior resistência à abrasão e baixa permeabilidade.*

No que se refere aos constituintes da mistura os pontos-chaves são o fator água-cimento, consumo de cimento e resistência. Atenção também deve ser dada às especificações sobre agregados, cimentos, aditivos e cuidado especial é recomendável quanto aos teores de cloretos e sulfatos no concreto.

Vamos abordar de modo prático alguns detalhes para uma boa execução de obras em concreto armado, ficando aqui em ressalva que qualquer problema em obra deverá ser bem estudado para se fornecer uma solução adequada, pois cada uma tem seus aspectos exclusivos e particulares.

## **2.6.1 Materiais Empregados em Concreto Armado**

### **2.6.1.1 Cimento**

O projeto deverá estabelecer os tipos de cimento adequados, tecnicamente e economicamente, a cada tipo de concreto, estrutura, método construtivo, ou mesmo, em relação aos materiais inertes disponíveis.

Exemplo de alguns tipos de cimento passíveis de emprego em aplicações específicas<sup>1</sup>:

- ✓ Cimento Portland comum:

concreto armado em ambientes não agressivos

lançamento de pequenos volumes ou grandes volumes desde que empregados, na mistura, outros aglomerantes ativos (tais como materiais pozolânicos ou escória de alto forno) para redução do calor de hidratação.

*Concreto protendido ou pré-moldado*

Não recomendado para emprego em ambientes agressivos;

- ✓ Cimento Portland de alta resistência inicial

- pré-moldados;
- para descimbramento a curto prazo;
- não recomendado para lançamento de grandes volumes;
- cimento de moderada e alta resistência a sulfatos;

- estruturas em contato com sulfatos;
- estruturas em meios ligeiramente ácidos;
- concreto massa;
- pouco recomendável o emprego em estruturas onde sejam necessárias a desforma e o descombramento rápido.
- cimento portland de alto forno:
- recomendável para estruturas em meios ácidos ou sujeitas a ataque de sulfatos e/ou ácidos;
- aplicável a concreto massa;
- possível o emprego com agregados álcali-reativos;
- cimento portland pozolânico;
- recomendável para concreto massa e para uso com agregados reativos com álcalis;
- aplicável a estruturas sujeitas a ataques ácidos fracos ou de sulfatos;
- cimento aluminoso:
- para refratários em ambientes ligeiramente ácido.

O cimento, ao sair da fábrica acondicionado em sacos de várias folhas de papel impermeável, apresenta-se finamente pulverizado e praticamente seco, assim devendo ser conservado até o momento da sua utilização.

Quando o intervalo de tempo decorrido entre a fabricação e a utilização não é demasiado grande, a proteção oferecida e em geral, suficiente.

Caso contrário, precauções suplementares devem ser tomadas para que a integridade dos característicos iniciais do aglomerante seja preservada.

A principal causa da deterioração do cimento é a umidade que, por ele absorvida, hidrata-o pouco a pouco, reduzindo-lhe sensivelmente as suas características de aglomerante.

O cimento hidratado é facilmente reconhecível. Ao esfregá-lo entre os dedos sente-se que não está finamente pulverizado, constata-se mesmo,

freqüentemente, a presença de torrões e pedras que caracterizam fases mais adiantadas de hidratação.

✓ Recomendações

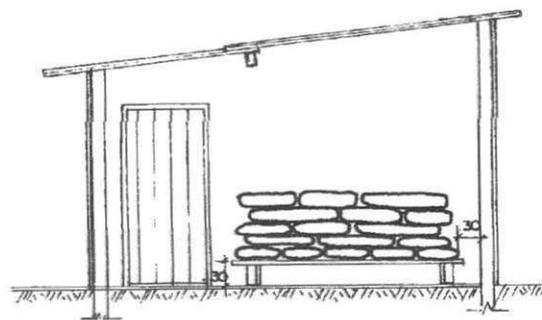
O cimento sendo fornecido em sacos deve-se verificar sua integridade, não aceitando os que estiverem rasgados ou úmidos. Os sacos que contém cimento *parcialmente hidratado*, isto é, com formação de grumos que não são total e facilmente desfeitos com leve pressão dos dedos, não devem ser aceitos para utilização em concreto estrutural.

Para armazenar cimento é preciso, em primeiro lugar, preservá-lo, tanto quanto possível, de ambientes úmidos e em segundo, não ser estocado em pilhas de alturas excessivas, pois o cimento ainda é possível de hidratar-se. É que ele nunca se apresenta completamente seco e a pressão elevada a que ficam sujeitos os sacos das camadas inferiores reduz os vazios, forçando um contato mais intenso entre as partículas do aglomerante e a umidade existente.

Portanto para evitar essas duas principais causas de deterioração do cimento é aconselhável:

1º- As pilhas não excederem de mais de 10 sacos, salvo se o tempo de armazenamento for no máximo 15 dias, caso em que pode atingir 15 sacos.

2º- As pilhas devem ser feitas a 30 cm do piso sobre estrado de madeira e a 30 cm das paredes e 50 cm do teto.



**Figura 23: Ilustração para correto armazenamento de sacos de cimento**

Os lotes recebidos em épocas diferentes e diversas não podem ser misturados, mas devem ser colocados separadamente de maneira a facilitar sua inspeção e seu emprego na ordem cronológica de recebimento. Deve-se tomar cuidados especiais no armazenamento utilizando cimento de marcas, tipos e classes diferentes. O tempo de estocagem máxima de cimento deve ficar em torno de 30 dias.

A capacidade total armazenada deve ser suficiente para garantir as concretagens em um período de produção máxima, sem reabastecimento.

### **2.6.1.2 Agregados**

Devemos tomar o cuidado para que em nossas obras não se receba agregados com grande variabilidade, algumas vezes por motivo de abastecimento ou econômico, daqueles inicialmente escolhidos.

Esta variabilidade prejudica a homogeneidade e características mecânicas do concreto. Se recebemos, com granulometria mais fina que o material usado na dosagem inicial, necessitaremos uma maior quantidade de água para mantermos a mesma trabalhabilidade e, conseqüentemente, haverá uma redução na resistência mecânica. Se ocorrer o inverso haverá um excesso de água para a mesma trabalhabilidade, aumentando a resistência pela diminuição do fator água/cimento, o qual será desnecessário, pois se torna antieconômico, além de provocar uma redução de finos, que prejudicará sua coesão e capacidade de reter água em seu interior, provocando exudação do mesmo.

✓ Recomendações

Deve-se ao chegar os agregados, verificar a procedência, a quantidade, e o local de armazenamento e devem estar praticamente isentos de materiais orgânicos como humus, etc.... e também, siltes, carvão.

Quando da aprovação de jazida para fornecer agregados para concreto devemos ter conhecimento de resultados dos seguintes ensaios e/ou análises:

- reatividade aos álcalis do cimento (álcali-sílica, álcali-silicato, álcali-carbonato);
- estabilidade do material frente a variações de temperatura e umidade;
- análise petrográfica e mineralógica;
- presença de impurezas ou materiais dielétricos;
- resistência à abrasão;

*absorção do material.*

No entanto, no caso de obras de pequeno porte, é praticamente inviável a execução de tais ensaios e análises. Neste caso, deve-se optar pelo uso de material já consagrado no local ou pela adoção de medidas preventivas, em casos específicos (uso de material pozolânicos, por exemplo).

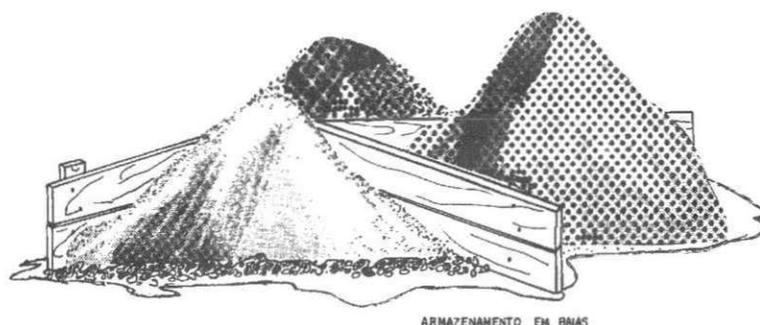
Para evitarmos a variabilidade dos agregados devemos esclarecer junto aos fornecedores a qualidade desejada e solicitar rigoroso cumprimento no fornecimento.

Para o armazenamento dos agregados poderemos fazê-lo em baias com tapumes laterais de madeira ou em pilhas separadas, evitando a mistura de agregados de diferentes dimensões, deveremos fazer uma inclinação no solo, para que a água escoar no sentido inverso da retirada dos agregados, e colocar uma camada com aproximadamente 10 cm de brita, 1 e 2 para possibilitar a drenagem do excesso de água.

Recomenda-se que as alturas máximas de armazenamento sejam de 1,50m, diminuindo-se o gradiente de umidade, principalmente nas areias e

pedriscos, evitando-se constantes correções na quantidade de água lançado ao concreto.

Estando a areia com elevada saturação, deve-se ter o cuidado de verificar no lançamento do material na betoneira, se parte da mesma não ficou retida nas caixas ou latas, pedindo que seja bem batida para a sua total liberação.



**Figura 24: Ilustração para correto armazenamento de areia**

### 2.6.1.3 Água

A resistência mecânica do concreto poderá ser reduzida, se a água utilizada no amassamento conter substâncias nocivas em quantidades prejudiciais.

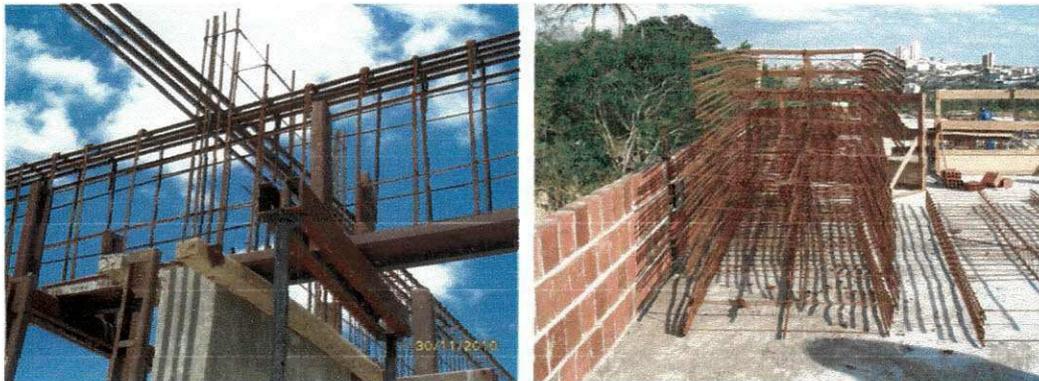
Portanto, a água destinada ao amassamento deverá ser as águas potáveis.

Do ponto de vista da durabilidade dos concretos, o emprego de águas não potáveis no amassamento do concreto pode criar problemas a curto ou longo prazo.

Se, para o concreto simples, o uso de águas contendo impurezas, dentro de certos limites, pode não trazer conseqüências danosas, o mesmo não ocorre

com o concreto armado, onde a existência de cloretos pode ocasionar corrosão das armaduras, além de manchas e eflorescências superficiais.

#### **2.6.1.4 Armaduras**



**Figura 25: Armadura de vigas e pilares**

#### **2.6.2 Concreto preparado em betoneira**

Recomenda-se o mesmo cuidado no enchimento das caixas ou latas, medidas de areia e pedra.

Os materiais devem ser colocados no misturador na seguinte ordem:

- É boa a prática de colocação, em primeiro lugar, parte da água, e em seguida do agregado graúdo, pois a betoneira ficará limpa;
- É boa a regra de colocar em seguida o cimento, pois havendo água e pedra, haverá uma boa distribuição de água para cada partícula de cimento, haverá ainda uma moagem dos grãos de cimento;
- Finalmente, coloca-se o agregado miúdo, que faz um tamponamento nos materiais já colocados, não deixando sair o graúdo em primeiro lugar;

- Colocar o restante da água gradativamente até atingir a consistência ideal.

O tempo de mistura deve ser contado a partir do primeiro momento em que todos os materiais estiverem misturados.

Podemos estabelecer os tempos mínimos com relação ao diâmetro "d" da caçamba do misturador, em metros.



**Figura 26: Dosagem de agregado graúdo**



**Figura 27: Dosagem de agregado miúdo**

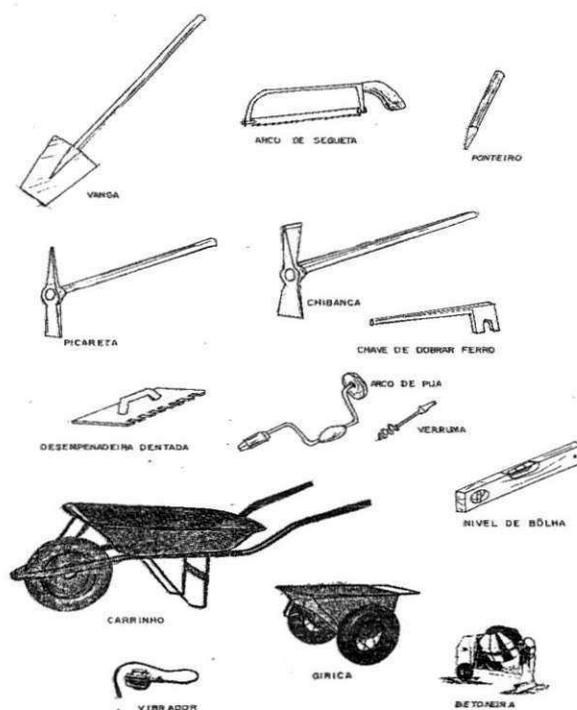


**Figura 28: Mistura dos matérias componentes do concreto em betoneira e o mesmo pronto**

Molhar bem o material antes de lançar o concreto, este deve ser socado com a colher de pedreiro, para que penetre nas juntas entre as vigas pré-fabricadas e os blocos cerâmicos.

Salvo alguma restrição do calculista, o concreto da capa será de traço 1:2:3 com resistência mínima aos 28 dias de 15 MPa.

Para se concretar lajes que foram executadas sem escoramento (pequenos vãos), ou com uma linha de escoramento, é conveniente que se concrete primeiramente junto aos apoios para solidarizar as pontas das vigotas pré-fabricadas.



**Figura 29: Ilustração de equipamentos utilizados na obra**

### **2.6.3 Concreto preparado em Central Dosadora de Concreto (CDC)**

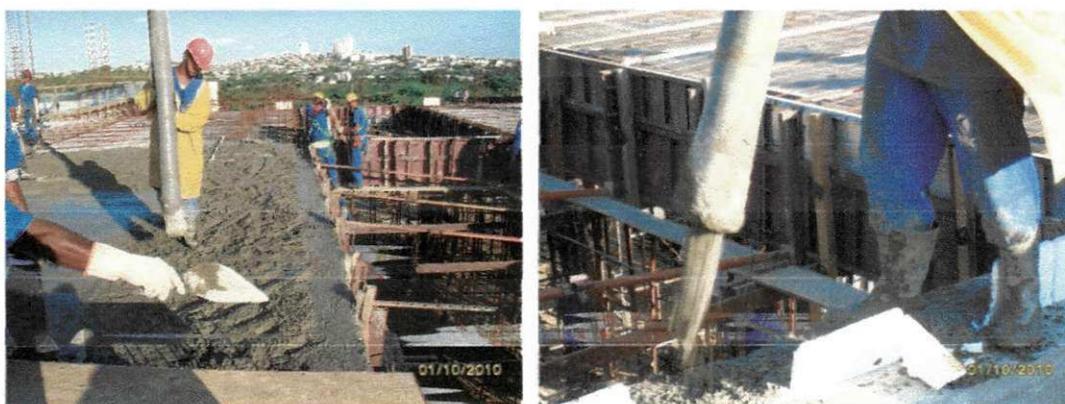
As centrais dosadoras de concreto surgiram na busca por maior produtividade, necessidade da redução de custo, melhor qualidade (controle) do concreto e a racionalização do canteiro. Outro grande fator para o crescimento deste tipo de fornecimento é a agilidade e facilidade de se bombear o material a longas distâncias, tanto horizontais quanto verticais. Entre as vantagens de se aplicar o concreto dosado em central, destacamos:

- Eliminação das perdas de areia, brita e cimento;
- Racionalização do número de operários da obra, com consequente diminuição dos encargos sociais e trabalhistas;
- Maior agilidade e produtividade da equipe de trabalho;

- *Garantia da qualidade do concreto graças ao rígido controle adotado pelas centrais dosadoras;*

- *Redução no controle de suprimentos, materiais e equipamentos, bem como eliminação da área de estoque, com melhor aproveitamento do canteiro de obras;*

Redução do custo total da obra.



**Figura 30: Execução de concreto dosado em central**

#### **2.6.4 Aplicação do Concreto em Estruturas**

Na aplicação do concreto devemos efetuar o adensamento de modo a torná-lo o mais compacto possível.

O método mais utilizado para o adensamento do concreto é por meio de vibrador de imersão, para isso devemos ter alguns cuidados:

- aplicar sempre o vibrador na vertical;
- vibrar o maior número possível de pontos;
- o comprimento da agulha do vibrador deve ser maior que a camada a ser concretada;

- não vibrar a armadura;
- não imergir o vibrador a menos de 10 ou 15 cm da parede da fôrma;
- mudar o vibrador de posição quando a superfície apresentar-se brilhante.



**Figura 31: Concretagem de viga e pilar**

Porém antes da aplicação do concreto nas estruturas devemos ter alguns cuidados:

- a altura da camada de concretagem deve ser inferior a 50 cm, facilitando assim a saída das bolhas deve ser inferior a 50 cm, facilitando assim a saída das bolhas de ar.
- e alguns cuidados nos pilares, vigas, lajes como segue:

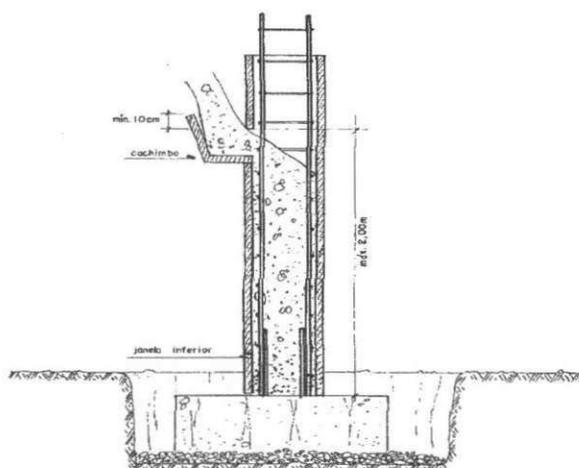
#### **2.6.4.1 Nos Pilares**

Verificar o seu prumo, e fazer com que a fôrma fique apoiada no mesmo quadro já comentado quando dos arranques dos pilares, e contraventá-las.

Engravatar a fôrma a cada aproximadamente 50 cm, e em casos de pilares altos a 2,00m fazer uma abertura "janela" para o lançamento do concreto, evitando com isso a queda do concreto de uma altura fazendo com que os agregados graúdos permaneçam no pé do pilar formando ninhos de pedra a vulgarmente chamado "bicheira".

Podemos ainda fazer uma outra abertura no pé do pilar para, antes da concretagem, fazer a remoção e limpeza da sua base.

O concreto deverá ser vibrado com vibrador específico para tal, e não a "marteladas" como o usual.

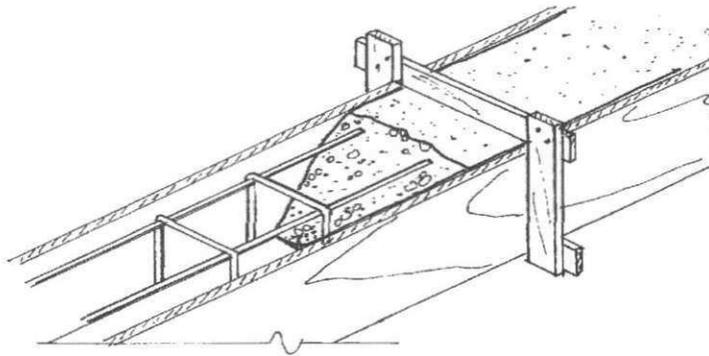


**Figura 32: Ilustração para correta concretagem de pilares**

#### **2.6.4.2 Nas Vigas**

Deverá ser feitas formas, contraventadas a cada 50cm, para evitar, no momento de vibração, a sua abertura e vazamento da pasta de cimento.

Deverão ser concretadas de uma só vez, caso não haja possibilidade, fazer as emendas à 45° e quando retornamos a concretar devemos limpar e molhar bem colocando uma pasta de cimento antes da concretagem.



**Figura 33: Ilustração para concretagem de vigas**

#### **2.6.4.3 Nas Lajes**

Após a armação, devemos fazer a limpeza das pontas de arame utilizadas na fixação das barras, através de imã, fazer a limpeza e umedecimento das formas antes de concretagem, evitando que a mesma absorva água do concreto. O umedecimento não pode originar acúmulo de água, formando poças.

Garantir que a armadura negativa fique posicionada na face superior, com a utilização dos chamados "Caranguejos".



**Figura 34: Laje pronta para concretagem**

Recomendamos o uso de guias de nivelamento e não de pilares de madeira para nivelarmos a superfície das lajes.

Recomendamos ainda que as passarelas, para movimentação de pessoal no transporte de concreto, seja feita móveis e apoiadas diretamente sobre as formas, independentes da armadura. Desta forma evitaremos a vibração excessiva das armaduras com eventual risco de aderência na parte de concreto já parcialmente endurecido, e a deslocação das mesmas principalmente as armaduras negativas.



### **Figura 35: Detalhe da régua vibratória durante concretagem**

#### **2.6.5 Cura**

A cura é um processo mediante o qual mantém-se um teor de umidade satisfatório, evitando a evaporação da água da mistura, garantindo ainda, uma temperatura favorável ao concreto, durante o processo de hidratação dos materiais aglomerantes.

A cura é essencial para a obtenção de um concreto de boa qualidade. A resistência potencial, bem como a durabilidade do concreto, somente serão desenvolvidas totalmente, se a cura for realizada adequadamente.

Existem dois sistemas básicos para obtenção da perfeita hidratação do cimento:

1 – Criar um ambiente úmido quer por meio de aplicação contínua e/ou freqüente de água por meio de alagamento, molhagem, vapor d'água ou materiais de recobrimento saturados de água, como mantas de algodão ou juta, terra, areia, serragem, palha, etc.

2 – Prevenir a perda d'água de amassamento do concreto através do emprego de materiais selantes, como folhas de papel ou plástico impermeabilizante, ou por aplicação de compostos líquidos para formação de membranas.

OBS.: Deve-se ter cuidados para que os materiais utilizados não sequem e absorvam a água do concreto.

##### **2.6.5.1 Tempo De Cura**

Para definir o prazo de cura, motivo de constante preocupação de engenheiros e construtores nacionais, é necessário considerar dois aspectos fundamentais:

a relação a/c e o grau de hidratação do concreto;

tipo de cimento.

Para concretos com resistência da ordem de 15Mpa devemos curar o concreto num período de 2 a dez dias, de acordo com a relação a/c utilizada e o tipo de cimento, conforme mostra a TABELA abaixo:

a/c	0,35	0,55	0,65	0,70
Cimento				
CPI e II 32	2	3	7	10
CPIV – POZ 32	2	3	7	10
CPIII – AF – 32	2	5	7	10
CPI e II – 40	2	3	5	5
CPV – ARI	2	3	5	5

**Tabela 3: Tempo de cura (em dias) conforme a/c e tipo de cimento**

Há, também, outros aspectos importantes na determinação do tempo total de cura e não podem deixar de ser mencionados, uma vez que, de alguma forma, atuam sobre a cinética da reação de hidratação do cimento:

- condições locais, temperatura, vento e umidade relativa do ar;
- geometria das peças, que pode ser definida pela relação, área de exposição/volume da peça.

Em certas condições, haverá necessidade de concretos mais compactos (menos porosos), exigindo um prolongamento do período em que serão necessárias as operações de cura. Nessas condições haverá necessidade de considerar também a variável agressividade do meio ambiente.

O maior dano causado ao concreto pela falta da cura não será uma redução nas resistências à compressão, pelo menos nas peças espessas, que retêm mais água e garantem o grau de umidade necessário para hidratar o cimento. A falta de uma cura adequada age principalmente contra a durabilidade das estruturas, a qual é inicialmente controlada pelas propriedades das camadas superficiais desse concreto. Secagens prematuras resultam em camadas superficiais porosas com baixa resistência ao ataque de agentes agressivos. Ironicamente, as obras mais carentes de uma cura criteriosa – pequenas estruturas, com concreto de relação a/c elevada – são as que menos cuidados recebem, especialmente componentes estruturais, como pilares e vigas. Além disso, é prática usual nos canteiros de obras cuidar da cura somente na parte superior das lajes.

### **2.6.6 Desforma**

Quando os cimentos não forem de alta resistência inicial ou não for colocado aditivos que acelerem o endurecimento e a temperatura local for adequada, a retirada das fôrmas e do escoramento não deverá ser feito antes dos seguintes prazos:

- |   |  |         |
|---|--|---------|
| - | faces laterais                           | 3 dias  |
| - | retirada de algumas escoras              | 7 dias  |
| - | faces inferiores, deixando-se algumas    |         |
|   | escoras bem encunhadas                   | 14 dias |
| - | desforma total, exceto as do item abaixo | 21 dias |
| - | vigas e arcos com vão maior do que 10 m  | 28 dias |

A desforma de estruturas mais esbeltas deve ser feita com muito cuidado, evitando-se desformas ou retiradas de escoras bruscas ou choques fortes.

Em estruturas com vãos grandes ou com balanços, deve-se pedir ao calculista um programa de desforma progressiva, para evitar tensões internas não previstas no concreto, que podem provocar fissuras e até trincas.

### 2.6.6.1 Consertos de Falhas

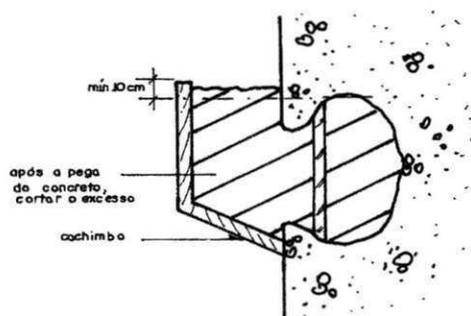
Devemos proibir, nas obras, que após a desforma de qualquer elemento da estrutura de concreto armado sejam fechadas falhas (bicheiras) do concreto, para esconder eventuais descuidos durante a concretagem ou por outro qualquer motivo.

Para os concertos nas falhas devemos assim proceder:

- remover o concreto solto, picotar e limpar bem o lugar a ser reparado.
- limpar bem as barras das armaduras descoberta removendo toda a ferrugem.
- aplicar um adesivo a base de epóxi na superfície de contacto do concreto e das barras de aço com o novo concreto de enchimento.

preenchimento do vazio, com concreto forte, sendo aconselhável aplicar aditivo inibidor de retração (expansor).

Método mais comum de concertos de falhas



## **Figura 36: Ilustração do detalhe de falha em concretagem**

### **2.6.7 Noções de Segurança**

- Para evitar quedas de pessoas em aberturas, beirada das Lages, escorregões ocasionados pela desforma, emprego de escadas inadequadas devemos: proteger as beiradas das Lages, poços, com guarda-corpos de madeira, metal ou telados. As escadas devem ser dimensionadas em função do fluxo de trabalhadores, ser fixadas nos pisos inferiores e superiores.

Para evitar quedas de materiais e objetos, devemos evitar o empilhamento e armazenamento próximo a beiradas de laje. Madeira de desforma e estroncas devem ser armazenadas no centro do pavimento.

- O içamento de materiais só deve ser feito por pessoal qualificado
- Para o transporte, corte, dobra e manipulação de armações de aço devem ser utilizados os equipamentos de proteção individual obrigatórios (capacete, óculos de segurança contra impactos, avental, luva e mangote de raspa, protetor auricular, calçado, cinturão de segurança tipo pára-quedista e trava-quedas).

Retirar da área de produção as ferramentas defeituosas, danificadas ou improvisadas.

## **2.7 Lajes**

Lajes são partes elementares dos sistemas estruturais dos edifícios de concreto armado. As lajes são componentes planos, de comportamento bidimensional, utilizados para a transferência das cargas que atuam sobre os pavimentos para os elementos que as sustentam.

As principais ocorrências de lajes incidem nas estruturas de edifícios residenciais, comerciais e industriais, pontes, reservatórios, escadas, obras de contenção de terra, pavimentos rígidos de rodovias, aeroportos, dentre outras. No caso particular de edifícios de concreto, existem diversos métodos construtivos com ampla aceitação no mercado da construção civil. A seguir, serão apresentados os principais sistemas estruturais de pavimentos de concreto armado (ou protendido) utilizados pela grande gama de profissionais que atuam no âmbito da engenharia estrutural.

### **2.7.1 Lajes Maciças**

São constituídas por peças maciças de concreto armado ou protendido. Foi, durante muitas décadas, o sistema estrutural mais utilizado nas edificações correntes em concreto armado. Graças a sua grande utilização, o mercado oferece uma mão-de-obra bastante treinada. Este tipo de laje não tem grande capacidade, portanto, devido à pequena relação rigidez/peso. Os vãos encontrados na prática variam, geralmente, entre 3 e 6 metros, podendo-se encontrar vãos até 8 metros. Dentro dos limites práticos, esta solução estrutural apresenta uma grande quantidade de vigas, o que dificulta a execução das fôrmas. Estruturalmente, as lajes são importantes elementos de contraventamento (diafragmas rígidos nos pórticos tridimensionais) e de enrijecimento (mesas de compressão das vigas "T" ou paredes portantes).

A maior desvantagem neste tipo de solução estrutural é a necessidade de execução de uma estrutura de cimbramento (fôrmas), tornando-a anti-econômica quando não houver repetitividade do pavimento.

### **2.7.2 Lajes Pré – Fabricadas**

Existem diversos tipos de lajes pré-fabricadas, que seguem um rígido controle de qualidade das peças, inerente ao próprio sistema de produção. Podem ser constituídas por vigotas treliçadas ou armadas, que funcionam como elementos resistentes, cujos vãos são preenchidos com blocos cerâmicos ou de cimento ou por painéis pré-fabricados protendidos ou

treliçados, apoiados diretamente sobre as vigas de concreto ou metálicas, (estrutura mista), dispensando-se o elemento de vedação.

No caso das lajes compostas por vigotas e blocos cerâmicos, ao contrário dos painéis pré-fabricados, deve ser feita a solidarização do conjunto com uma capa superior de concreto, geralmente de 4 cm de espessura. A grande vantagem deste tipo de solução é a velocidade de execução e a dispensa de fôrmas. Seus vãos variam de 4 a 8 metros, podendo-se chegar a 15 metros.

### **2.7.3 Lajes Nervuradas**

São empregadas quando se deseja vencer grandes vãos e/ou grandes sobrecargas. O aumento do desempenho estrutural é obtido em decorrência da ausência de concreto entre as nervuras, que possibilita um alívio de peso não comprometendo sua inércia. Devido à alta relação entre rigidez e peso apresentam elevadas frequências naturais. Tal fato permite a aplicação de cargas dinâmicas (equipamentos em operação, multidões e veículos em circulação) sem causar vibrações sensíveis ao limite de percepção humano. Para a execução das nervuras são empregadas fôrmas reutilizáveis ou não, confeccionadas normalmente em material plástico, polipropileno ou poliestireno expandido.

Devido a grande concentração de tensões na região de encontro da laje nervurada com o pilar, deve-se criar uma região maciça para absorver os momentos decorrentes do efeito da punção. Pode-se simular o comportamento de uma laje nervurada com laje pré-fabricada, vista anteriormente, colocando-se blocos de isopor junto à camada superior.



**Figura 37: Laje nervurada de um edifício garagem (cortesia Atex)**



**Figura 38: Laje nervurada em uma direção da obra**

## **2.8 Alvenaria**

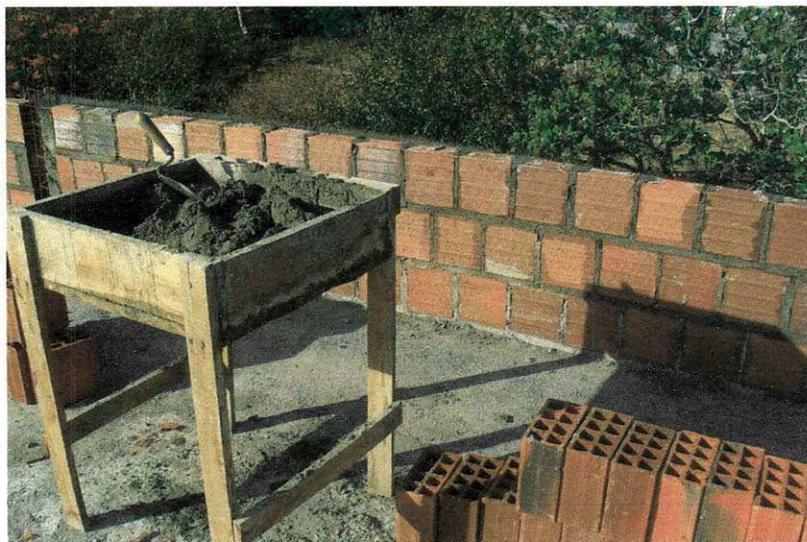
Alvenaria, pelo dicionário da língua portuguesa, é a arte ou ofício de pedreiro ou alvanel, ou ainda, obra composta de pedras naturais ou artificiais, ligadas ou não por argamassa.

Modernamente se entende por alvenaria, um conjunto coeso e rígido, de tijolos ou blocos (elementos de alvenaria) unidos entre si por argamassa.

A alvenaria pode ser empregada na confecção de diversos elementos construtivos (paredes, abóbadas, sapatas, etc...) e pode ter função estrutural, de vedação etc...Quando a alvenaria é empregada na construção para resistir

cargas, ela é chamada alvenaria resistente, pois além do seu peso próprio, ela suporta cargas (peso das lajes, telhados, pavim. superior, etc...).

Quando a alvenaria não é dimensionada para resistir cargas verticais além de seu peso próprio é denominada alvenaria de vedação.



**Figura 39: Execução de alvenaria na obra**

### **2.8.1 Elementos de Alvenaria**

Produto industrializado, de formato paralelepípedo, para compor uma alvenaria, podendo ser:

#### **Tijolos de barro cozido**

- ✓ Tijolo comum (maciço, caipira):

São blocos de barro comum, moldados com arestas vivas e retilíneas, obtidos após a queima das peças em fornos contínuos ou periódicos com temperaturas das ordens de 900 a 1000°C.

dimensões mais comuns: 21x10x5

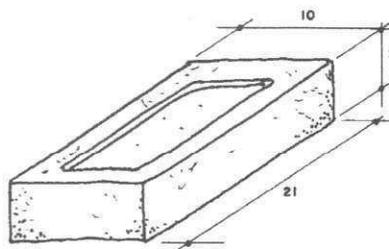
peso: 2,50kg

resistência do tijolo: 20kgf/cm<sup>2</sup>

quantidades por m<sup>2</sup>:

parede de 1/2 tijolo: 77un

parede de 1 tijolo: 148un



✓ Tijolo baiano (11 furos)

Tijolo cerâmico vazado, moldado com arestas vivas retilíneas.

dimensões: 19x19x9cm;

quantidade por m<sup>2</sup>:

parede de 1/2 tijolo: 22un

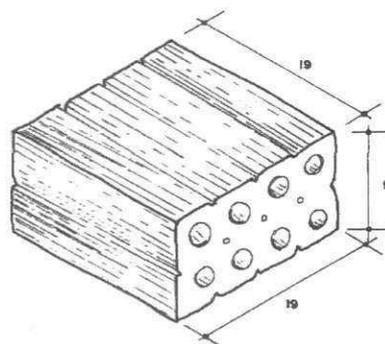
parede de 1 tijolo: 42un

peso  $\cong$  3,0kg;

resistência do tijolo  $\cong$  espelho: 30kgf/cm<sup>2</sup> e

um tijolo: 10kgf/cm<sup>2</sup>;

- resistência da parede  $\cong$  45kgf/cm<sup>2</sup>.



✓ Tijolo furado (4 - 6 - 8 furos)

Tijolos cerâmicos vazados, moldados com arestas vivas retilíneas.

dimensões: 19x19x9cm

quantidade por m<sup>2</sup>:

parede de 1/2 tijolo: 22un

parede de 1 tijolo: 42un

peso aproximado  $\cong$  2,10kg

resistência do tijolo  $\cong$  espelho: 60kgf/cm<sup>2</sup> e

um tijolo: 15kgf/cm<sup>2</sup>

resistência da parede: 65kgf/cm<sup>2</sup>

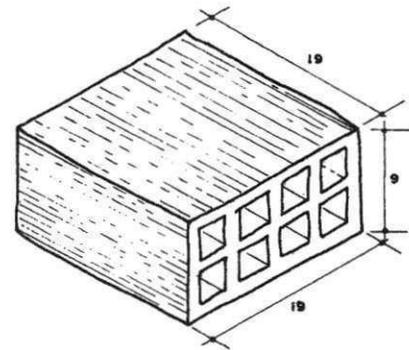
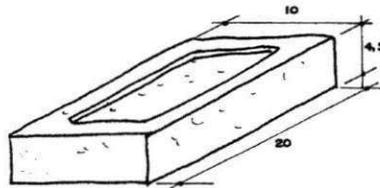


Figura 40: Blocos cerâmico (tijolo) e profissional executando alvenaria

✓ Tijolos de solo cimento

Material obtido pela mistura de solo arenoso - 50 a 80% do próprio terreno onde se processa a construção, cimento portland de 4 a 10%, e água, prensados mecanicamente ou manualmente.

- dimensões: 20 x 10 x 4,5cm;
- quantidade: a mesma do tijolo maciço de barro cozido;
- resistência à compressão: 30kgf/cm<sup>2</sup>.



### 2.8.2 Parede de Tijolos Furados e Baianos

São utilizados com a finalidade principal de diminuição de peso e economia, não oferecem grande resistência e, portanto, só devem ser aplicados com a única função de vedarem um painel na estrutura de concreto.

Sobre elas não devem ser aplicados nenhuma carga direta.

No entanto, os tijolos baianos também são utilizados para a elevação das paredes, e o seu assentamento é feito em amarração, tanto para paredes de 1/2 tijolo como para 1 tijolo.



**Figura 41: Ilustração de alvenaria  $\frac{1}{2}$  vez e de 1 vez**

A amarração dos cantos e da parede interna com as externas se faz através de pilares de concreto, pois não se consegue uma amarração perfeita devido às diferenças de dimensões.

### **2.8.3 Argamassa - Preparo e Aplicação**

As argamassas, junto com os elementos de alvenaria, são os componentes que formam a parede de alvenaria não armada, sendo a sua função:

unir solidamente os elementos de alvenaria

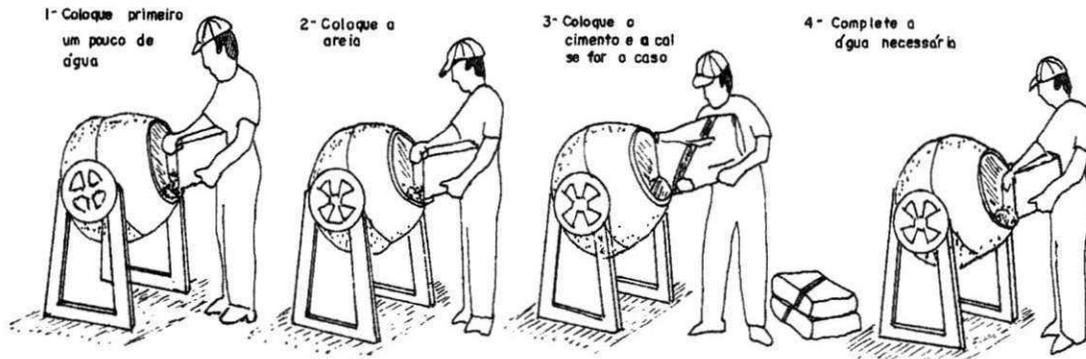
distribuir uniformemente as cargas

vedar as juntas impedindo a infiltração de água e a passagem de insetos, etc...

As argamassas devem ter boa trabalhabilidade. Difícil é aquilatar esta trabalhabilidade, pois são fatores subjetivos que a definem. Ela pode ser mais ou menos trabalhável, conforme o desejo de quem vai manuseá-la. Podemos considerar que ela é trabalhável quando distribui-se com facilidade ao ser assentada, não "agarra" a colher do pedreiro; não endurece rapidamente permanecendo plástica por tempo suficiente para os ajustes (nível e prumo) do elemento de alvenaria.

- ✓ Preparo: da argamassa para assentamento de alvenaria de vedação

### Com betoneira



**Figura 42: Ilustração de preparo de argamassa**

Traço de argamassa em latas de 18 litros

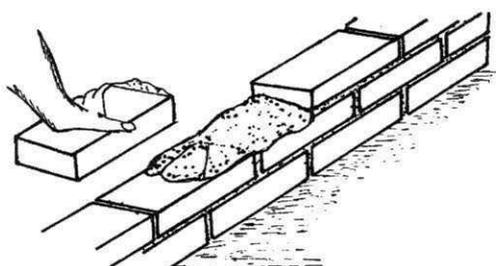
Aplicação	Traço	Rendimento por saco de cimento
Alvenaria de tijolos de barro cozido (maciço)	1 lata de cimento 2 latas de cal 8 latas de areia	10m <sup>2</sup>
Alvenaria de tijolos baianos ou furados	1 lata de cimento 2 latas de cal 8 latas de areia	16m <sup>2</sup>

Alvenaria de blocos de concreto	1 lata de cimento	30m <sup>2</sup>
	1/2 lata de cal	
	6 latas de areia	

**Tabela 4: Quadro resumo para preparo de argamassa**

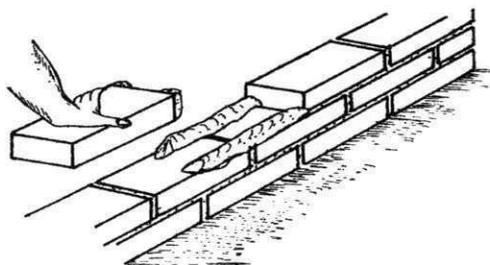
✓ Aplicação

Tradicional: onde o pedreiro espalha a argamassa com a colher e depois pressiona o tijolo ou bloco conferindo o alinhamento e o prumo:



**Figura 43: Execução tradicional de alvenaria**

Cordão: onde o pedreiro forma dois cordões de argamassa, melhorando o desempenho da parede em relação à penetração de água de chuva, ideal para paredes em alvenaria aparente.



**Figura 44: Execução tipo cordão para alvenaria**

Quando a alvenaria for utilizada aparente, pode-se frisar a junta de argamassa, que deve ser comprimida e nunca arrancada, conferindo mais resistência além de um efeito estético.



**Figura 45: Ilustração de junta para alvenaria**

a,b,c mais aconselhável para painéis externos, pois evita o acúmulo de água.

#### **2.8.4 Noções de segurança**

A operação de guinchos, gruas e equipamentos de elevação só deve ser feita por trabalhador qualificado.

A utilização de andaimes para a elevação da alvenaria devem ser executados com estruturas de madeira pregadas e não amarradas ou em estruturas metálicas contraventadas e apoiadas em solo resistente e nivelado.

Não acumular muitos tijolos e argamassa sobre os andaimes.



**Figura 46: Transporte de bloco cerâmico**

### Observações Importantes

1. As bitolas dos ferros das vergas e das cintas de amarração, estão colocadas em polegadas, por ser a nomenclatura mais usual entre os pedreiros na obra.

mm	polegadas
5,0	3/16
6,3	1/4
8,0	5/16
10,0	3/8
12,5	1/2

**Tabela 5: Conversão de mm em polegadas**

2. Verificação para um bom assentamento:

Juntas de argamassa, entre os tijolos, completamente cheias;

Painéis de paredes perfeitamente a prumo e alinhadas, pois, do contrário, será necessário uma grande espessura de revestimento;

Fiadas em nível para se evitar o aumento de espessura de argamassa de assentamento.

Desencontro de juntas para uma perfeita amarração.



Figura 47: Verificação de prumo da alvenaria

## **2.9 Revestimento das Paredes, Tetos e Muros**

### **2.9.1 Argamassas**

Os revestimentos são executados para dar às alvenarias maior resistência ao choque ou abrasão, impermeabilizá-las, tornar as paredes mais higiênicas (laváveis) ou ainda aumentar as qualidades de isolamento térmico e acústico.

Os revestimentos internos e externos devem ser constituídos por uma camada ou camadas superpostas, contínuas e uniformes. O consumo de cimento deve, preferencialmente, ser decrescente, sendo maior na primeira camada, em contato com a base. As superfícies precisam estar perfeitamente desempenadas, prumadas ou niveladas e com textura uniforme, bem como

apresentar boa aderência entre as camadas e com a base. Os revestimentos externos devem, além disso, resistir à ação de variação de temperatura e umidade.

Quando se pretende revestir uma superfície, ela deve estar sempre isenta de poeira, substâncias gordurosas, eflorescências ou outros materiais soltos, todos os dutos e redes de água, esgoto e gás deverão ser ensaiados sob pressão recomendada para cada caso antes do início dos serviços de revestimento. Precisa apresentar-se suficientemente áspera a fim de que se consiga a adequada aderência da argamassa de revestimento. No caso de superfícies lisas, pouco absorventes ou com absorção heterogênea de água, aplica-se uniformemente um chapisco.

### **2.9.2 Chapisco**

É um revestimento rústico empregado nos paramentos lisos de alvenaria, pedra ou concreto; a fim de facilitar o revestimento posterior, dando maior pega, devido a sua superfície porosa. Pode ser acrescido de adesivo para argamassa.

Consiste em lançar sobre o paramento previamente umedecido e com auxílio da colher, uma camada de argamassa.

O chapisco é uma argamassa de cimento e areia média ou grossa sem peneirar no traço 1:3.

Consumo de materiais por	cimento = 2,25
m <sup>2</sup> :	kg
	areia =
	0,0053m <sup>3</sup>

É usado ainda como acabamento rústico, para reboco externos, podendo ser executado com vassoura ou peneira para salpicar a superfície.

Os tetos, independentemente das características de seus materiais, devem ser previamente preparados mediante a aplicação de chapisco.

Portanto a camada de chapisco deve ser uniforme, com pequena espessura e acabamento áspero.

Após 24hs da aplicação do chapisco, podemos executar o emboço.

### **2.9.3 Emboço**

O emboço é uma argamassa mista de cimento, cal e areia nas proporções, conforme a superfície a ser aplicada.

Portanto, o emboço de superfície externas, acima do nível do terreno, deve ser executado com argamassa de cimento e cal, nas internas, com argamassa de cal, ou preferivelmente, mista de cimento e cal. Nas paredes externas, em contacto com o solo, o emboço é executado com argamassa de cimento e recomenda-se a incorporação de aditivos impermeabilizantes. No caso de tetos, com argamassas mistas de cimento e cal.

A areia empregada é a média ou grossa de preferência a areia média.

O revestimento é iniciado de cima para baixo, ou seja, do telhado para as fundações. A superfície deve estar previamente molhada. A umidade não pode ser excessiva, pois a massa escorre pela parede. Por outro lado, se lançarmos a argamassa sobre o tijolo, completamente seco, este absorverá a água existente na argamassa e da mesma forma se desprenderá.

O emboço deve ter uma espessura média de 1,5cm, pois o seu excesso, além do consumo inútil, corre o risco de desprender, depois de seca.

Infelizmente esta espessura não é uniforme porque os tijolos têm certas diferenças de medidas, resultando um painel de alvenaria, principalmente o interno, com saliências e reentrâncias que aumentam essa espessura.

As irregularidades da alvenaria são mais freqüentes na face não aparelhada das paredes de um tijolo.

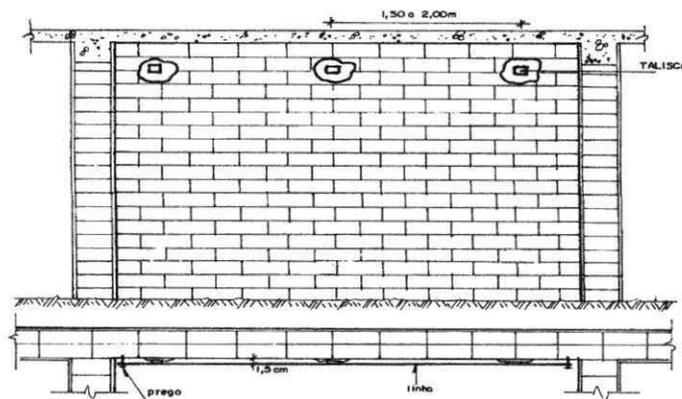
Para conseguirmos uma uniformidade do emboço e tirar todos os defeitos da parede, devemos seguir com bastante rigor ao prumo e ao alinhamento. Para isso devemos fazer:

#### **2.9.3.1 Assentamento da Taliscas (tacos ou calços)**

No caso de paredes, quando forem colocadas as taliscas, é preciso fixar uma linha na sua parte superior e ao longo de seu comprimento. A distância entre a linha e a superfície da parede deve ser menor ou igual a 1,5cm. As taliscas (calços de madeira de aproximadamente 1x5x12cm) devem ser assentados com argamassa mista de cimento e cal para emboço, com a superfície superior faceando a linha.

Sob esta linha, recomenda-se a colocação das taliscas em distâncias de 1,5m a 2m entre si.

Obs. Além de madeira, as taliscas podem ser pedaços de material cerâmico (cacos de piso, azulejo, etc.).



**Figura 48: Ilustração de talisca/mestra para reboco**

A partir da sua disposição na parte superior da parede, com o auxílio de fio de prumo, devem ser assentadas outras na parte inferior (a 30cm de piso) e as intermediárias.

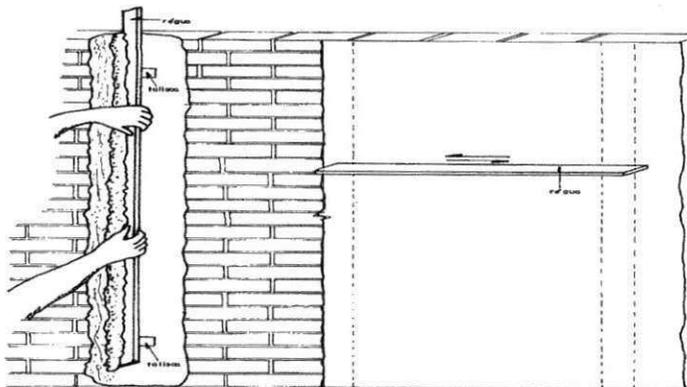
### **2.9.3.2 Guias ou Mestras**

São constituídas por faixas de argamassa, em toda a altura da parede (ou largura do teto) e são executadas na superfície ao longo de cada fila de taliscas já umedecidas.

A argamassa mista, depois de lançada, deve ser comprimida com a colher de pedreiro e, em seguida, sarrafeada, apoiando-se a régua nas taliscas superiores e inferiores ou intermediárias.

Em seguida, as taliscas devem ser removidas e os vazios preenchidos com argamassa e a superfície regularizada.

O desempenamento do emboço pode ser efetuada com régua apoiada sobre as guias. A régua deve sempre ser movimentada da direita para a esquerda e vice-versa.



**Figura 49: Ilustração do desempenho de reboco**

Nos dias muito quentes, recomenda-se que os revestimentos, principalmente aqueles diretamente expostos à radiação solar, seja mantidos úmidos durante pelo menos 48 horas após a aplicação.

O período de cura do emboço, antes da aplicação de qualquer revestimento, deve ser igual ou maior a sete dias.

### **2.9.3.3 Reboco**

A colocação do reboco é iniciada somente após a colocação de peitoris e batentes e antes da colocação das guarnições e rodapés.

A superfície a ser revestida com reboco deve estar adequadamente áspera, absorvente, limpa e também umedecida.

O reboco é aplicado sobre a base, com desempenadeira e deverá ter uma espessura de 2mm até 5mm. Em paredes, a aplicação deve ser efetuada de baixo para cima, a superfície deve ser regularizada e o desempenamento feito com a superfície ligeiramente umedecida através de aspersão de água com brocha e com movimentos circulares.

O reboco é constituído, mais comumente, de argamassa de cal e areia no traço 1:2.

#### **2.9.4 Gesso**

A crescente utilização de revestimentos de gesso nas edificações contribuiu para uma boa alternativa e muitas vezes econômica.

O gesso é preparado em pasta, e devido à pega rápida o volume preparado para cada vez é em geral na ordem de um saco comercial. A quantidade de água deverá ser entre 60% a 80% da massa do gesso seco dependendo da finura. A mistura é feita manualmente polvilhando o gesso sobre a água para que todo o pó seja disperso e molhado, evitando a formação de grumos.

Depois de concluído o polvilhamento do gesso sobre a água, esperar cerca de 10 min. Para que as partículas absorvam água, e a suspensão passe do estado líquido a um estado fluído consistente. Com a colher de pedreiro agitar parte da pasta e aguardar cerca de 5 min. para o repouso final da pasta e até que adquira consistência adequada para ser aplicada com boa aderência e sem escorrer sobre a base.

##### **2.9.4.1 Aplicação**

O gesso pode ser aplicado em duas, três ou quatro camadas, ou muitas vezes em uma só camada, se a planeza, nível ou prumo da base assim o permitir. O serviço inicia-se pelo teto. Depois cada plano de parede é revestido na sua metade superior. Para a execução de uma camada de espalhamento,

cada plano de parede ou teto é dividido em faixas de espalhamento, com aproximadamente a mesma largura da desempenadeira de PVC.

Uma vez concluída a camada o gesso passa à camada seguinte em faixas perpendiculares as primeiras (camadas cruzadas), antes da pega estar muito avançada o gesso verifica a planeza da última camada aplicada e, com uma régua de alumínio, faz o seu sarrafeamento, cortando os excessos grosseiros de pasta, a fim de dar ao revestimento um plano medianamente regular, que irá receber os retoques, a raspagem e a camada final de acabamento de pasta.

#### **2.9.4.2 Verificação visual dos serviços**

Utilizando uma régua de 2,0m de comprimento aplicada sobre o revestimento em qualquer direção, não deve apresentar desvio superior a 3 mm e em pontos localizados 1 mm.

Antes da aplicação de pintura, o revestimento não deve apresentar pulverulência superficial excessiva, gretamento, falhas ou estrias com profundidade superior a 1 mm.

Obs.: O revestimento com gesso deve ser aplicado somente em ambientes internos e sem umidade.

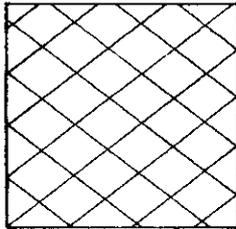
Qualquer componente metálico deve ser protegido.

#### **2.9.5 Azulejos**

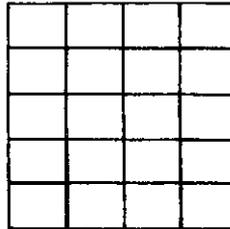
São materiais cerâmicos ou louça vidrada, que é fabricada originalmente em quadrados de 15x15, mas existem outras dimensões. Podem ser lisos ou decorados.

Os azulejos podem ser assentados nas seguintes formas:

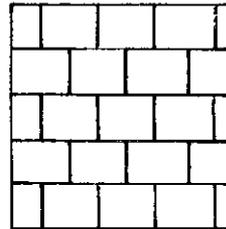
a) em diagonal



b) junta à prumo



c) em amarração



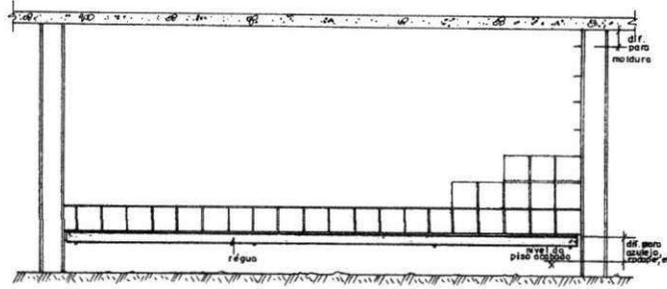
**Figura 50: Formas de assentamento de azulejos**

O assentamento se faz de baixo para cima, de fiada em fiada, com argamassa de cal e areia no traço 1:3 com 100kg de cimento por m<sup>3</sup> de argamassa (pelo processo convencional), ou com cimento-colante, colas etc...

Teremos comentários ao final desta a respeito das diferenças e conclusões para melhor assentamento de azulejos e materiais cerâmicos.

Para garantirmos que o azulejo fique na horizontal devemos proceder da seguinte maneira:

- 1 - Fixar uma régua em nível acima do nível de piso acabado.
- 2 - Deixar um espaço para colocação de rodapés ou uma fiada de azulejos.
- 3 - Verificar, para melhor distribuição dos azulejos, se será colocado moldura de gesso, deixando neste caso uma espaço próximo à laje.



**Figura 51: Ilustração da distribuição de azulejos na alvenaria**

✓ Recortes de azulejos

É muito difícil em um painel de alvenaria não ocorrer recortes, visto que na maioria das vezes, nos projetos não é levado em consideração as dimensões dos azulejos.

Portanto, para que os recortes não fiquem muito visíveis, podemos deixá-los atrás das portas, dentro dos boxes, ou ainda dividi-los em partes iguais nos painéis.

As juntas entre os azulejos deverão ter largura suficiente para que haja perfeita penetração da pasta de rejuntamento e para que o revestimento de azulejo tenha relativo poder de acomodação, no mínimo como segue:

Dim. do azulejo (cm)	Parede interna (mm)	Parede externa (mm)
11x11	1,0	2,0
11x22	2,0	3,0
15x15	1,5	3,0
15x20	2,0	3,0

20x20	2,0	4,0
20x25	2,5	4,0

**Tabela 6: Dimensões para juntas entre azulejos**

O rejuntamento pode ser efetuado utilizando cimento branco e alvaiade na proporção de 2:1 ou seja, duas partes de cimento branco e uma de alvaiade, o alvaiade tem a propriedade de conservar a cor branca por mais tempo. Podemos utilizar ainda o rejunte (material industrializado), estes normalmente vem agregado a outros componentes, que conferem características especiais a ele: retenção de água, flexibilidade, dureza, estabilidade de cor, resistência à manchas etc. Portanto, na hora de escolher a argamassa de rejuntamento, esteja atento às suas características.

Esta pasta deve ser aplicada em excesso. O excedente será retirado, com pano, assim que começar a secar. A esta operação dá-se o nome de rejuntamento.

O rejuntamento não deve ser efetuado logo após o assentamento, mas sim se dando um intervalo de 3 a 5 dias, de modo a permitir que a argamassa seque com as juntas abertas.

Quando os painéis internos excederem a 32m<sup>2</sup> e os externos 24m<sup>2</sup> ou sempre que a extensão do lado for maior que 8,0m ou 6,0m respectivamente, devemos prever juntas de movimentação longitudinais e/ou transversais.

As juntas de movimentação necessitam aprofundar-se até a superfície da alvenaria e preenchida com material deformável. vedada com selante flexível e devem ter entre 8 a 15mm de largura.

### **2.9.6 Pastilhas**

É outro revestimento impermeável, empregado nas paredes, principalmente nas fachadas de edifícios. É constituída de pequenas peças coladas sobre papel grosso.

A preparação do fundo para sua aplicação deve ser feita como segue:

para pisos: fundo de argamassa de cimento e areia (1:3) com cabamento desempenado.

para paredes: o fundo será a própria massa grossa (emboço) dosada com cimento, bem desempenada.

A argamassa de assentamento será de cimento branco e caolin em proporção igual (1:1), ou argamassa colante, de uso interno ou externo, própria para pastilhas. O rejuntamento é executado com nata de cimento branco ou rejunte.

A argamassa de assentamento é estendida sobre o painel e as placas de pastilhas são arrumadas sobre ela fazendo pressão por meio de batidas com a desempenadeira. O papelão ficará na face externa e após a pega, que se dá aproximadamente em dois dias, o papelão é retirado por meio de água.

## **2.9.7 Revestimento de Pisos**

### **2.9.7.1 Preparo da Base**

Todas as vezes que vamos aplicar qualquer tipo de piso, não podemos fazê-lo diretamente sobre o solo. Devemos executar uma camada de preparação em concreto magro, que chamamos de *contrapiso, base ou lastro*.

O lastros mais comuns são: 1:4:8, 1:3:5 e 1:3:6.

Para aplicarmos o concreto devemos preparar o terreno, nivelando e apiloando, ficando claro que o apiloamento não tem a finalidade de aumentar a resistência do solo mais sim uniformizá-lo.

Quando se tem um aterro e este for maior que 1,00m, deve ser executado com cuidados especiais. Quando não se puder confiar num aterro recente, convém armar o concreto com ferro e nesses casos o concreto é mais resistente, podendo usar o traço 1:2, 5:4.

A espessura mínima do contrapiso deverá ser de 5cm; podendo atingir até  $\pm 8$ cm, pois o terreno nunca estará completamente plano e em nível.

Para termos uma superfície acabada de concreto plana e nivelada devemos proceder da seguinte forma:

1º- determinamos o nível do piso acabado em vários pontos do ambiente, que se faz utilizando o nível de mangueira.

2º- descontar a espessura do piso e da argamassa de assentamento, cimento cola ou cola.

3º- colocar tacos cujo nivelamento é obtido com o auxílio de linha.

4º- entre os tacos fazemos as guias em concreto.

5º- entre duas guias consecutivas será preenchido com concreto e passando a régua, apoiadas nas guias se retira o excesso de concreto.

Devemos ter cuidado quanto à umidade no contrapiso, pois prejudica todo e qualquer tipo de piso, seja ele natural, cerâmico ou sintético.

Caso haja umidade, deverá ser feito um tratamento impermeabilizante para que o piso não sofra danos na fixação (desprendimento do piso), no acabamento (aparecimento de manchas) e na estrutura do piso (empenamento, etc.).

Esse tratamento consiste em colocar aditivo impermeabilizante no concreto do contrapiso ou na argamassa de assentamento ou ainda a colocação de lona plástica sob o contrapiso.

Nos pavimentos superiores (sobre as lajes), quando as mesmas não forem executadas com nível zero, devemos realizar uma argamassa de regularização, que em certos casos poderá ser a própria argamassa de assentamento. Para cada tipo de piso existe um tipo mais indicado de traço de argamassa de regularização.

✓ **Cimentados**

É feito com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, com espessura entre 2,0 a 2,5cm e nunca inferior a 1,0cm.

- Se desejamos um acabamento liso devemos polvilhar cimento em pó e alisar com a colher de pedreiro ou desempenadeira de aço;
- Se desejamos um acabamento áspero, usamos apenas a desempenadeira de madeira.

Quando o cimentado for aplicado em superfícies muito extensas, devemos dividi-las em painéis de 2,0x2,00m, com juntas de dilatação, sendo geralmente ripas de pinho, ou junta seca.

- A cura será efetuada pela conservação da superfície levemente molhada, coberta com sacos de estopa ou mantas, durante no mínimo 7 dias.

### **2.9.7.2 Pisos cerâmicos**

✓ **Regularização de base para pisos cerâmicos**

É feita com argamassa de cimento e areia média sem peneirar no traço 1:4 ou 1:6 com espessura de 3,0cm.

✓ **Assentamento**

- Utilizando argamassa

Utiliza-se uma argamassa mista de cimento com areia média seca no traço 1:0,5:4 ou 1:0,5:6 , o processo é o mesmo do assentamento de pisos de madeira e também devemos polvilhar a massa.

O rejuntamento sobre o piso é feito com pasta de cimento comum, estendida sobre o piso e puxada com rodo, espera-se que forme um pouco de pega e se limpa com um pano.

A espessura da argamassa de assentamento gira em torno de 2 a 2,5cm.

- Utilizando cimento cola

O cimento cola é estendido sobre a regularização da base com o auxílio da desempenadeira dentada em pequenos panos.

✓ **Importante**

Na colocação de pisos cerâmico em grandes áreas deve-se prever juntas de dilatação (expansão). Todo revestimento cerâmico precisa de juntas e suas especificações devem ser informadas pelo fabricante. As juntas são

obrigatórias e evitam que movimentos térmicos causem estufamento e, conseqüentemente, destacamento da peça.

Existem três tipos básicos de juntas: as superficiais, que definem a posição das peças; as estruturais, que devem existir na estrutura de concreto; e as de expansão, que devem existir em grandes áreas de piso cerâmico, e entre as paredes ou anteparos verticais auxiliando a movimentação dos mesmos. Além de possibilitar a movimentação de todo o conjunto do revestimento durante as dilatações e contrações, as juntas são importantes para melhorar o alinhamento das peças (juntas superficiais) e permitir a troca de uma única placa sem a necessidade de quebrar outras.

Quando temos juntas estruturais no contrapiso estas precisam ser reproduzidas no revestimento cerâmico.

✓ No assentamento com cimento cola

Para o assentamento com cimento cola deixar na regularização da base as caídas para os ralos, às saídas, etc... pois a espessura do cimento cola é muito pequena, em torno de 5mm, não conseguindo dar as caídas.

✓ Comentários sobre revestimentos cerâmicos

Como os pisos cerâmicos e os azulejos são materiais mais difundidos atualmente para revestimentos impermeáveis, sendo raro o edifício que não os contém, coube aqui nesta apostila, transcrever alguns comentários sobre pesquisas efetuadas na área, fazendo comparações e recomendações quanto ao assentamento desses materiais em nossas construções.

- ✓ A melhor colocação no processo convencional

A partir de todos os estudos resultarem conclusões importantes que levaram as normas ideais para a fixação de revestimentos cerâmicos no método denominado convencional.

**Superfície de laje** - varrer e eliminar poeiras soltas; umedecer e aplicar pó de cimento, formando pasta imediatamente antes de estender a argamassa de assentamento. Isto proporcionará melhor ligação da argamassa à laje.

**Espessura de argamassa de assentamento** - nunca ultrapassar 2 cm a 2,5cm, a fim de minorar as tensões de retração. Caso haja necessidade de maior espessura, deverá ser efetuada em duas camadas, sendo a segunda depois de completada a secagem da primeira camada.

**Traço da argamassa de assentamento** - nunca utilizar argamassas ricas. O traço 1:6 de cimento e areia, mais meia parte de cal hidratada é correspondente indicado. A cal proporciona melhor trabalhabilidade e retenção de água, melhorando as condições de cura e menor retração. Atenção especial será dada para a água adicionada. O excesso formará pasta de cimento aguado e pouco resistente.

**Quantidade de argamassa a preparar** - será tal, de modo a evitar que o início do seu endurecimento - início de pega do cimento - se dê antes do

término do assentamento. Na prática, isso corresponde a espalhar e sarrafeiar argamassa em área de cerca de 2m<sup>2</sup> por vez.

**Aplicação da argamassa** - será apertada firmemente com a colher e, depois, sarrafeada. Lembre-se que apertar significa reduzir os vazios preenchidos de água. Isso diminuirá o valor da retração e reduzirá os riscos de soltura.

**Camada de pó de cimento** - espalhar pó de cimento de modo uniforme e na espessura aproximada de 1mm ou 1 l/m<sup>2</sup>. Não atirar o pó sobre a argamassa, pois a espessura será irregular. Deixar cair o pó por entre os dedos e a pequena distância da argamassa. Esse cimento deverá se hidratar exclusivamente com a água existente na argamassa, formando a pasta ideal. Para auxiliar a formação da pasta, passar colher de pedreiro levemente.

**Peças cerâmicas** - serão imersas em água limpa e deverão estar apenas úmidas, não encharcadas, quando forem colocadas. Não ser assentadas secas, porque retirarão água da pasta e da argamassa de assentamento, enfraquecendo a aderência. Não poderão ser colocadas demasiadamente molhadas, porque, desta forma, reduzirão a pasta de cimento a uma "aguada" de cimento enfraquecendo igualmente a aderência. Deve-se observar, no entanto, que o fato de ser necessário imergir os ladrilhos e azulejos em água, ocasiona certa fragilidade às peças e conseqüentemente quebra no ato de se colocar. Daí presume-se uma perda estimada em aproximadamente 5%.

Para se conseguir melhor efeito das peças, quando estas não são de cores lisas, espalhar o número de peças a serem assentadas em outra área limpa e criar variações com as nuances de cor do material de revestimento. Tais variações de cor não são defeitos dos revestimentos (pisos e azulejos) e

devem ser "trabalhadas" para melhorar o aspecto visual do conjunto. Depois de encontrado o melhor desenho, assentar o material.

**Fixação das peças** - para pisos, após aplicados na área preparada, serão batidos com o auxílio de bloco de madeira de cerca de 12cm x 20cm x 6cm, aparelhado a martelo de pedreiro. Certificar que todas as peças foram batidas o maior número possível de vezes. Peças maiores - 15cm x 30cm, ou 20cm x 20cm - deverão ser batidas uma a uma, a fim de garantir boa aderência à pasta. Para azulejos, a própria posição vertical da parede obriga a batê-los um a um até a posição definitiva.

**Espaçamento das peças** - nunca colocar pisos ou azulejos justapostos, ou seja, com juntas secas. As juntas de 1mm a 3mm, conforme o tamanho das peças, são necessárias por três motivos: compensar as diferenças de tamanho das peças, pois em um mesmo lote é normal a classificação na faixa de até 2mm; em segundo lugar, que a pasta de cimento penetre adequadamente entre as peças, impermeabilizando definitivamente o piso; em terceiro, para criar descontinuidade entre as peças cerâmicas, a fim de que não se propaguem esforços de compressão em virtude da retração da argamassa ou outras deformações das camadas que compõem o revestimento.

**Rejuntamento** - preencher as juntas com pasta de cimento, no mínimo após três dias.

- ✓ Cimentos colantes

O uso de aditivos em concretos e argamassa já é amplamente conhecido da indústria da construção civil e a inclusão de retardadores de pega, retentores de água e plastificantes possibilitam ao cimento uma cura em condições ideais, resultando resistência máxima de aderência, além de proporcionar aos produtos uma trabalhabilidade excelente, durante o seu uso.

Os cimentos colantes são uma mescla de cimento, areia e aditivos. Na obra é adicionada água no momento de uso. Segundo os fabricantes, a proporção ideal é de sete partes de cimento colante em pó para duas de água e o produto, ao contrário de outros adesivos pré-fabricados, não é tóxico, nem cáustico e nem inflamável. O solvente é simplesmente água. O aspecto e a cor bem parecidos com os de uma argamassa.

Com os cimentos colantes, todos os detalhes exigidos pelo sistema convencional podem ser esquecidos, considerando-se que seu emprego pode ser feito sobre o contrapiso já desempenado e seco e sobre blocos de concreto, sobre o próprio revestimento antigo ou então sobre a base do revestimento anterior que já esteja nivelada, como acontece nos casos de reformas.

#### ✓ Execução

A colagem das peças cerâmicas é simples: estende-se a pasta de cimento colante sobre a base já curada e seca, em camada fina, de 1mm a 2mm, com desempenadeira dentada, formando estrias e sulcos que permitem o assentamento e nivelamento das peças. Em seguida, bate-se até nivelar, deixando juntas na largura desejada ou, no mínimo, de 1mm entre as peças.

O rejuntamento é feito posteriormente como no processo convencional. No caso de pisos, o trânsito de pessoas poderá ser feito horas depois do assentamento ou, no máximo, no dia seguinte, caso haja urgência de liberá-los.

Tanto para colocação de azulejos quanto para pisos cerâmicos pelo método dos cimentos colantes, não há necessidade de se molhar quer a superfície a ser revestida quer as peças cerâmicas. Porém, no caso de camada de regularização estiverem molhados por qualquer motivo, não haverá problemas no uso de cimento colante. E a frente de trabalho é ilimitada, interrompendo-se a aplicação do piso ou da parede no instante que se desejar. Seu reinício obedece também às necessidades da obra e a velocidade de

aplicação é, pelas características do método, mais rápida que a do processo convencional.

Comparativamente, a aderência proporcionada pelos cimentos colantes supera quase três vezes a do sistema tradicional. Ao fim de 14 dias, consegue-se em laboratório uma aderência de aproximadamente 3,5 kgf/cm<sup>2</sup> com a pasta de cimento comum, enquanto que pela colagem com cimento colante obtém-se uma aderência de cerca de 9 kgf/cm<sup>2</sup>.

A espessura de 2mm é suficiente para fixar as peças cerâmicas. Isso corresponde a um consumo de cerca de 3 kgf/m<sup>2</sup> de revestimento. O cimento também retrai, para a espessura utilizável de 2mm, os esforços que poderiam atuar sobre os revestimento são praticamente nulos se comparados àqueles provenientes aos 30mm de espessura da argamassa convencional (ver gráficos 1 e 2).

Além disso, no assentamento convencional, as peças ficam sempre presas por pasta de cimento que, geralmente, possuem excesso ou falta de água, o que acaba comprometendo a aderência do revestimento. Já no caso dos cimentos colantes, a pasta obtida contém uma quantidade de água correta, o que leva a considerações de cura perfeita, devido à presença de aditivos.

Os cimentos colantes, ou argamassas especiais são fornecidos sob forma de pó seco e em embalagens plásticas herméticas, o que permite estocar o produto por tempo praticamente ilimitado.

### **3. Atividades Desenvolvidas durante o Estágio**

#### **3.1 EXECUÇÕES DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**

As execuções das peças estruturais, tais como vigas, pilares e lajes, foram acompanhadas, como previsto no plano de trabalho, durante o período de estágio. Durante esse tempo, dez lajes foram construídas e acompanhadas. Com base no projeto estrutural todas as peças eram armadas em suas devidas posições, liderados por um armador, tudo era cuidadosamente tratado para que todas as especificações técnicas fossem seguidas. Os comprimentos das barras, os diâmetros, o número de barras, recobrimentos etc, eram conferido por mim, sempre acompanhado de um dos armadores encarregados, inspecionávamos a armadura de cada estrutura antes da concretagem, para que o projeto estrutural fosse fielmente reproduzido.

Os carpinteiros se responsabilizavam pela colocação das fôrmas verificando, antes e depois da concretagem, por exemplo, a prumada dos pilares, a estabilidade das formas, etc.

Nas vigas e lajes, carpinteiros e armadores trabalhavam muitas vezes simultaneamente na armação destas peças. Depois de armadas, todas as peças passavam por verificações, suas dimensões e especificações de projeto, eram conferidos e em seguida as peças eram liberadas para concretagem.

Após armadas, as peças eram então concretadas. Os pilares eram executados com concreto preparado na própria obra, empregando para isso um traço cuja resistência característica ( $f_{ck}$ ) era de 30 MPa. A Figura 28 mostra os equipamentos utilizados no processo de fabricação do concreto.

#### **3.2 Controle Tecnológico**

O controle tecnológico inicia-se com o lump test realizado assim que o caminhão betoneira (BT) chega a obra. Estando dentro da faixa para execução, é retirada outra amostra da BT e efetuada a moldagem de dois corpos de prova

por caminhão, sendo os dois para romper na idade de 28 dias. O rompimento dos cp's são feitos pela empresa terceirizada ATECEL, a qual fornece os resultados dos ensaios a Link Engenharia.

### **3.3 Outras atividades desenvolvidas**

Além das atividades destacadas podemos citar:

- 1. ACOMPANHAMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO;**
- 2. FISCALIZAÇÃO DA QUALIDADE NA OBRA;**
- 3. ACOMPANHAMENTO DA CONCRETAGEM DE PILARES, VIGAS E LAJES.**
- 4. CONTROLE DE QUALIDADE DO CONCRETO;**
- 5. REGISTRO DE INSPEÇÃO DE PROCEDIMENTOS;**
- 6. LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DE MATERIAIS;**
- 7. ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS (ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE);**
- 8. CONFERÊNCIA DE FERRAGENS;**
- 9. ELABORAÇÃO DE PLANILHAS DE CUSTO.**

## **4. Características Gerais do Empreendimento**

### **4.1 Localização**

Com uma localização no Campus I da Universidade Estadual da Paraíba, na Avenida das Baraúnas, 351 no bairro de Bodocongó em Campina Grande. A localização do prédio tem a função de trazer os cursos da UEPB que se encontram dispersos em demais locais da cidade num único campus.

O atrativo do empreendimento é de certa forma, unificar o Campus de Campina Grande, tornar o sistema mais organizado.

### **4.2 Características**

- ✓ A "Central de Aulas" contém três pavimentos-tipo, e um mezanino.
- ✓ O prédio será composto por cinco blocos, sendo neles distribuídas 62 salas, WCs masculinos e femininos e uma cantina por pavimento.
- ✓ A área total do terreno é aproximadamente 24200m<sup>2</sup>, sendo a área útil de cada pavimento 6400m<sup>2</sup>.
- ✓ No mezanino está localizada uma área livre.
- ✓ Todos os andares serão atingidos por escada de acesso e rampa para cadeirantes na entrada do mezanino.

### **4.3 Prazo de Entrega**

Foi feito um cronograma físico-financeiro do empreendimento estabelecendo todas etapas da obra, que deverão ser finalizadas 24 meses após o seu início.

#### **4.4 Ficha Técnica dos Profissionais**

1. Projeto Arquitetônico:

Arq<sup>a</sup> Cassandra Vasconcelos

2. Gerenciamento do Empreendimento:

Eng<sup>o</sup> Érico da Silva Maia

3. Projeto Estrutural e de Fundações:

Dr. Eng<sup>o</sup> Rômulo de Freitas Paixão

4. Projeto Elétrico:

Eng<sup>o</sup> Cláudio Pereira da Costa

## **5. Considerações Finais**

A Construção Civil, segundo definição já consagrada pelos tratadistas, é a ciência que estuda as disposições e métodos seguidos na realização de uma obra arquitetônica sólida, útil e econômica.

Esta é uma atividade que abrange uma grande diversidade de serviços e técnicas, além de um bom relacionamento pessoal entre todos os profissionais envolvidos. Por isso, um estágio nessa atividade, para os estudantes de engenharia civil, é muito importante, pois ele acarreta aquisição de mais conhecimentos desenvolvido pelo estagiário na prática da construção civil, nas três fases da construção que se pode distinguir em trabalhos preliminares, de execução e acabamento.

Portanto, após ter decorrido 336 horas do estágio supervisionado, na Central de Aulas, pode-se dizer que para construir um edifício como este é necessário que o Engenheiro responsável pela obra tenha um conhecimento técnico, prático e administrativo na construção civil, além de uma boa equipe de profissionais em todas as etapas do empreendimento desde a elaboração do projeto até o fim de sua execução. Com isso, afirmar-se que todo o conhecimento teórico adquirido, até agora abordados, pelos professores ao longo de todo o curso é indispensável para a formação profissional, por isto é extremamente importante, uma constante revisão e atualização dos conceitos adquiridos, pois a tecnologia aplicada na Engenharia Civil está continuamente sendo desenvolvidas para uma melhor e mais eficiente produtividade e qualidade na construção civil.

Assim, pode-se dizer que a técnica da construção tem por objetivo o estudo e aplicação dos princípios gerais indispensáveis à construção de edifícios, de modo que esses princípios apresentem os requisitos apontados, isto é, sejam ao mesmo tempo sólidos, econômicos, úteis e dotados da melhor aparência possível.

Esse tipo de estágio é importante para que se possa desenvolver as relações humanas e despertar a consciência profissional e o amadurecimento do estudante. Além disto, deve-se conhecer a legislação vigente, desta área de atuação, para que seja possível realizar os procedimentos construtivos de acordo com a lei em vigor.

## 6. Referências Bibliográficas

- ✓ BARROS, Profª Mercia. ***Apostila de Fundações***, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia da Construção Civil, Tecnologia da Construção de Edifícios I PCC-2435, revisão em fevereiro de 2003.
  
- ✓ CARDÃO, Celso. ***Técnica da Construção***, 1º volume, 1º edição, edição da arquitetura e engenharia; editora da universidade de Minas Gerais.
  
- ✓ Notas de Aula A. ***Tipos de Lajes, Estruturas de Concreto I***; projeto de lajes janeiro de 2002.
  
- ✓ MILITO, José Antonio. ***Técnicas de Construção Civil e Construção de Edifícios***.
  
- ✓ BURRATTINO, Silvio. ***Recomendações para a Produção de Estruturas de Concreto Armado em Edifícios***. 1998

**ANEXO**



