

**Fonte:**

[http://www.moretti.agrarias.ufpr.br/publicacoes/man\\_1997\\_construcoes\\_rurais.pdf](http://www.moretti.agrarias.ufpr.br/publicacoes/man_1997_construcoes_rurais.pdf)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
E TECNOLOGIA RURAIS  
LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÕES RURAIS**

# **MANUAL DE CONSTRUÇÕES RURAIS**

**(3º EDIÇÃO REVISTA E COMPLEMENTADA)**

**PROFESSOR: JORGE LUIZ MORETTI DE SOUZA**

**DISCIPLINA: CONSTRUÇÕES RURAIS  
CÓDIGO: AT 034  
CURSO: AGRONOMIA**

**CURITIBA - PR  
AGOSTO/97**

# **MANUAL DE CONSTRUÇÕES RURAIS**

**(3º EDIÇÃO REVISTA E COMPLEMENTADA)**

**JORGE LUIZ MORETTI DE SOUZA**

**ENGENHEIRO AGRÍCOLA (UFLA)  
MESTRE EM AGRONOMIA (ESALQ/USP)  
PROFESSOR ASSISTENTE (DETR/SCA/UFPR)**

**CURITIBA**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da Divisão de  
Biblioteca e Documentação - SCA/UFPR**

**Souza, Jorge Luiz Moretti de**  
**Manual de Construções rurais. /**  
**Jorge Luiz Moretti de Souza, -- Curitiba : DETR/SCA/UFPR,**  
**1997. 165 p.**

**Manual Didático - DETR/SCA/UFPR**  
**Bibliografia**

**1. Construções Rurais**

## **APRESENTAÇÃO**

Esta publicação foi escrita visando contribuir e implementar os recursos didáticos disponíveis à Disciplina Construções Rurais, ministrada no Departamento de Engenharia e Tecnologia Rurais situado no Setor de Ciências Agrárias da UFPR. A linguagem utilizada procura ser simples e é voltada ao melhor entendimento dos alunos. Em seu interior, estão presentes os conteúdos essenciais para que os alunos possam acompanhar as aulas de Construções Rurais, sem a preocupação de escrever e desenhar excessivamente. Os temas principais foram tratados em unidades. Cada unidade foi escrita e comentada baseando-se em consultas bibliográficas à livros, normas técnicas, trabalhos técnicos e científicos.

A Disciplina Construções Rurais está voltada a área de engenharia rural. Os temas abordados dentro do manual foram dispostos de forma que possibilite, como objetivo geral, que o aluno seja capaz de: desenvolver as atividades de Construção Rural com idoneidade e disposição de melhoramento permanente, mediante suficientes informações teóricas e capacitação prática; e exercer em toda plenitude, as atribuições que a legislação lhe permite.

No decorrer das unidades, como objetivos específicos, os alunos estarão capacitados a:

- Identificar e resolver problemas de desenho de edificações rurais; identificação e escolha de materiais de construção; organizar uma praça de trabalho;
- Representar, dimensionar e corrigir alguns problemas que possam surgir na execução e/ou correção das estruturas de sustentação de instalações rurais;
- Planejar e projetar instalações para as mais diversas situações que possam surgir no meio rural.

O programa da disciplina compõem-se das seguintes unidades: Materiais de construção; Consideração sobre os trabalhos preliminares; Estruturas de sustentação das construções rurais (Fundações, Paredes, Pilares, Vigas, Lajes); Cobertura das instalações; Instalações para aves; Instalações para bovinos; Instalações para suínos.

**Jorge Luiz Moretti de Souza**

**Professor DETR/SCA/UFPR**

**Curitiba, 20 Novembro de 1997**

## SUMÁRIO

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| <b>UNIDADE 1. Materiais de construção .....</b>                          | <b>1</b>      |
| <b>UNIDADE 2. Consideração sobre os trabalhos preliminares .....</b>     | <b>34</b>     |
| <b>UNIDADE 3. Estruturas de sustentação das construções rurais .....</b> | <b>46</b>     |
| • <b>Unidade 3.1. Fundações .....</b>                                    | <b>47</b>     |
| • <b>Unidade 3.2. Paredes .....</b>                                      | <b>60</b>     |
| • <b>Unidade 3.3. Pilares .....</b>                                      | <b>62</b>     |
| • <b>Unidade 3.4. Vigas .....</b>  | <b>76</b>     |
| • <b>Unidade 3.5. Lajes .....</b>  | <b>81</b>     |
| <b>UNIDADE 4. Cobertura das instalações.....</b>                         | <b>86</b>     |
| <b>UNIDADE 5. Instalações para aves .....</b>                            | <b>100</b>    |
| <b>UNIDADE 6. Instalações para bovinos .....</b>                         | <b>112</b>    |
| <b>UNIDADE 7. Instalações para suínos .....</b>                          | <b>144</b>    |

# UNIDADE 1. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

- **OBJETIVO:** Relatar e destacar os principais materiais de construção utilizados na construção rural descrevendo algumas de suas qualidades, forma de utilização e aplicação.

## INTRODUÇÃO

Os materiais de construção podem ser simples ou compostos, obtidos diretamente da natureza ou podem constituir o resultado de trabalho industrial.

Deve-se conhecê-los, pois de sua escolha depende parte da solidez, durabilidade e beleza das obras. Além disso não basta que qualquer construção atenda apenas a esses três requisitos - também o fator econômico pesa bastante na escolha do material.

## 1. PEDRAS NATURAIS

**a) Utilização:** As pedras naturais têm sua maior aplicação na realização de alicerces, muros de arrimo, pavimentação de pisos rústicos e algumas vezes na execução de revestimento e paredes. De preferência, deve-se utilizar apenas as pedras duras, pesadas e que apresentem textura homogênea quando forem partidas. Pedras porosas absorvem água, sendo indesejável sua utilização, principalmente em alicerces.

**b) Obtenção:** As pedras utilizadas em construções provêm de pedreiras encontradas normalmente em ladeiras de morros. Também são usadas as pedras de cantos rolados, encontrados em leitos de rios. Neste caso deve-se quebrá-las para aumentar o poder de aderência.

**c) Tipos:** Granito, arenito, basalto, gabro, minérios de ferro, concreções e mais raramente ardósia, são exemplos de algumas pedras naturais empregadas nas construções rurais.

### **d) Propriedades físicas:**

- Quanto maior o peso específico (pesada) da pedra, maior será a sua resistência;
- 1 m<sup>3</sup> de bloco de pedra se converte em aproximadamente 1,5 m<sup>3</sup> de alvenaria de pedra colocada;
- 1 m<sup>3</sup> de pedra solta e transportada, somente é suficiente para executar 0,66 m<sup>3</sup> de alvenaria de pedra.

## 2. AGREGADO

**a) Definição:** Entende-se por agregado o material granular, sem forma e volume definidos, geralmente inerte (não reagem com o cimento), de dimensões e propriedades adequadas para uso em obras de engenharia.

**b) Obtenção:** São agregados as rochas britadas, os fragmentos rolados no leito dos cursos d'água e os materiais encontrados em jazidas, provenientes de alterações de rochas.

**c) Utilização:** São utilizados em lastros de vias férreas, bases para calçamentos, pistas de rolamento das estradas, revestimento betuminoso, e como material granuloso e inerte para a confecção de argamassas e concretos.

**d) Importância:** Em argamassas e concretos os agregados são importantes do ponto de vista econômico e técnico, e exercem influência benéfica sobre algumas características importantes, como: retração, aumento da resistência aos esforços mecânicos, pois os agregados de boa qualidade têm resistência mecânica superior à da pasta de aglomerante.

## 2.1. Classificação

A classificação dos agregados é variável, à medida que analisamos o ponto de vista de diferentes autores. Abaixo estão relacionados algumas das classificações utilizadas:

- **Classificação quanto à origem:** naturais ou artificiais;
- **Classificação quanto à massa específica aparente:** leves, pesados ou normais;
- **Classificação quanto ao diâmetro máximo:** agregado miúdo, graúdo ou mesclado (entre miúdo e graúdo);

## 2.2. Obtenção dos agregados

Alguns agregados são obtidos por extração direta do leito dos rios, ou por meio de dragas (areias e seixos), e às vezes de minas (areias). Posteriormente este material retirado sofre um beneficiamento que consiste em lavagem e classificação.

### 2.2.1. Pedras britadas

São obtidas por redução de pedras maiores, por trituração através dos britadores. É bom observar neste momento, que para o desenvolvimento do trabalho, os britadores devem: estar adaptados às condições das rochas; possuir a capacidade desejada de produção; ser de fácil funcionamento, conservação e reparação; ser de construção simples.

### 2.2.2. Areia

Obtida da desagregação das rochas até formar grãos de tamanhos variados. Pode ser classificada pela dimensão em: areia grossa, média e fina. As areias devem sempre ser isentas de sais, graxas, materiais orgânicos, barro ou qualquer outro elemento que prejudique a sua utilização.

## 2.3. Agregado miúdo

Entende-se por agregado miúdo normal ou corrente a areia natural quartzosa ou pedrisco resultante do britamento de rochas estáveis, com tamanhos de partículas tais que no máximo 15% ficam retidas na peneira de 4,8 mm.

### 2.3.1. Propriedades físicas

#### a) Massa específica real ( $\gamma_o$ )

• Definição: é a massa da unidade de volume, excluindo deste os vazios permeáveis e os vazios entre os grãos.

$$\text{Massa específica real } (\gamma_o) = \frac{\text{peso}}{\text{volume}} \quad \dots [ \text{g/cm}^3 ]$$

- Determinação: através do picnômetro, balança hidrostática ou frasco de Chapman;
- Valor médio:  $\gamma_o = 2,65 \text{ g/cm}^3$  ou  $2650 \text{ kg/m}^3$ .

#### b) Peso unitário ( $\gamma$ )

• Definição: é o peso da unidade de volume aparente, isto é, incluindo no volume os vazios entre os grãos;

$$\text{Massa específica real } (\gamma) = \frac{\text{peso}}{\text{volume}} \quad \dots [ \text{g/cm}^3 ]$$

- Determinação: através de recipientes cilíndricos ou paralelepípedos;

- **Importância:** permite converter as composições das argamassas e concretos em peso para volume e vice-versa;
- **Valor médio:** – areia média em estado seco:  $\gamma = 1,5 \text{ g/cm}^3$  ou  $1.500 \text{ kg/m}^3$ ;  
– areia fina em estado seco:  $\gamma = 1,4 \text{ g/cm}^3$  ou  $1.400 \text{ kg/m}^3$ .

### c) Umidade

- **Importância:** – fator água/cimento nas argamassas e concretos;  
– água carregada pelo agregado;  
– reajuste das quantidades de material, seja em peso ou em volume.
- **Determinação:** – secagem em estufa;  
– secagem por aquecimento ao fogo;  
– frasco de Chapman;  
– aparelhos especiais (ex. Speedy moisture tester).

**d) Inchamento:** experiências mostram que a água livre aderente aos grãos provoca afastamento entre eles, no que resulta o inchamento do conjunto.

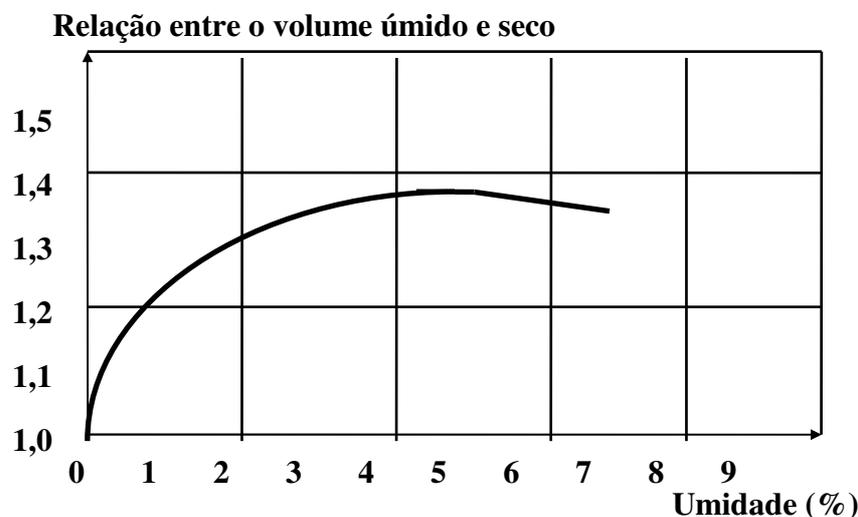


Figura 1.1. Curva de inchamento da areia

O inchamento máximo ocorre para teores de umidade entre 4 a 6%

- **Importância:** reajuste das quantidades de material, seja em peso ou em volume.

### e) Granulometria

- **Definição:** proporção relativa, expressa em porcentagem, dos diferentes tamanhos de grãos que se encontram constituindo o todo;
- **Importância:** grande influência nas propriedades futuras das argamassas;
- **Determinação:** através de peneiras de malha quadrada da série de Tyler-americanas 0,15; 0,3; 1,2; 2,4; 4,5 mm.
- **Escolha da amostra:** nas jazidas e indústrias são retiradas amostras; depois reunidas, homogeneizadas, secas ao ar e peneiradas;
- **Módulo de finura:** é a soma das porcentagens retidas acumuladas, dividida por 100.

$$\text{Módulo de finura (MF)} = \frac{\text{Somatório das \% retidas acumuladas}}{100}$$

Serve como parâmetro para classificação das areias.

**Tabela 1.1. Classificação das areias**

| Classe da areia | Módulo de finura (MF) |
|-----------------|-----------------------|
| Muito grossa    | MF > 3,90             |
| Grossa          | 3,30 < MF < 3,90      |
| Média           | 2,40 < MF < 3,30      |
| Fina            | MF < 2,40             |

**f) Impurezas**

• Material pulverulento: é constituído de partículas de argila (< 0,002 mm) e silte (0,002 a 0,06 mm), principalmente argila.

Este material pulverulento envolve os grãos do agregado enfraquecendo as argamassas e concretos.

• Impurezas orgânicas: as impurezas orgânicas da areia, normalmente formadas por partículas de húmus, exercem uma ação prejudicial sobre a pega e o endurecimento das argamassas e concretos.

**g) Índices de boa qualidade:** Considera-se areia bem graduada aquela cuja composição granulométrica estiver contida entre os limites indicados em norma:

- curvas granulométricas ideais (EB-4139);
- porcentagens acumuladas em peso (zona ótima);
- porcentagem máxima de substâncias nocivas em relação ao peso total.

**2.4. Agregados graúdos**

Agregado graúdo é o pedregulho natural, seixo rolado ou pedra britada, proveniente do britamento de rochas estáveis, com um máximo de 15% passando na peneira de 4,8 mm.

**2.4.1. Classificação**

**a) Natural:** É proveniente da erosão, transporte e decomposição de detritos de desagregação das rochas pelos agentes de intemperismo;

**b) Artificial:** Obtida da trituração mecânica de rochas, pedra britada e cascalho.

As britas, no Brasil, são obtidas principalmente pela trituração mecânica de rochas de granito, basalto e gnaisse.

**Tabela 1.2. Classificação das britas de acordo com suas dimensões nominais**

| Classe da brita | Dimensão nominal (mm) |
|-----------------|-----------------------|
| Brita 0         | 4,8 - 9,5             |
| Brita 1         | 9,5 - 19,0            |
| Brita 2         | 19,0 - 25,0           |
| Brita 3         | 25,0 - 50,0           |
| Brita 4         | 50,0 - 76,0           |
| Brita 5         | 76,0 - 100,0          |

**2.4.2. Propriedades físicas**

**a) Forma dos grãos:** Tem grande importância com fator de qualidade dos concretos.

- seixo: melhor forma é a que se aproxima da esfera;
- britas: melhor forma é a que se aproxima de um cubo.

**b) Massa específica real ( $\gamma_o$ )**

• Definição: é a massa da unidade de volume, excluindo deste os vazios permeáveis e os vazios entre os grãos;

$$\text{Massa específica real } (\gamma_o) = \frac{\text{peso}}{\text{volume}} \quad \dots [ \text{g/cm}^3 ]$$

• Determinação: através do picnômetro, balança hidrostática ou frasco de Chapman;

**c) Peso unitário ( $\gamma$ )**

• Definição: é o peso da unidade de volume aparente, isto é, incluindo no volume os vazios entre os grãos;

$$\text{Massa específica real } (\gamma) = \frac{\text{peso}}{\text{volume}} \quad \dots [ \text{g/cm}^3 ]$$

• Determinação: através de recipientes cilíndricos ou paralelepípedos;

• Importância: permite converter as composições dos concretos em peso para volume e vice-versa; dosagem dos concretos; cálculo do consumo de materiais.

**d) Granulometria:** Pode ser determinada, no entanto, não tem importância igual a que existe para os agregados miúdos.

**e) Impurezas:** Prejudicam as reações e o endurecimento do aglomerante nos concretos.

- torrões de argila: absorvem água e originam vazios;
- material pulverulento: dificulta a aderência do aglomerante ao agregado;
- material orgânico: proporciona reações ácidas indesejáveis.

**f) Índices de boa qualidade****3. AGLOMERANTES**

Aglomerantes ou aglutinantes são produtos empregados para rejuntar alvenarias ou para a execução de revestimentos de peças estruturais. Apresenta-se sob a forma pulverulenta e, quando misturados com água, formam pasta capaz de endurecer por simples secagem, ou, o que é mais geral em consequência de reações químicas, aderindo às superfícies com as quais foram postas em contato.

**3.1. Classificação**

- a) Quimicamente inertes:** barro cru;
- b) Quimicamente ativos:** cal, gesso, cimento.

**3.2. Aglomerantes aéreos****3.2.1. Gesso**

**a) Matéria prima:** Gipsita, um sulfato de cálcio com duas moléculas de água, acompanhado de impurezas, não ultrapassando 6%;

**b) Fabricação:** O gesso é chamado de estucador, que encontra uso sob a forma de pasta em revestimento e decorações interiores. Sua obtenção ocorre no cozimento da gipsita a uma temperatura de 150 a 250 °C. Logo após são moídas e feita a pasta de utilização;

c) **Pega:** A água influi. Quanto menor a quantidade de água (25%) mais rápida será a pega;

d) **resistência:** • tração: 14 kgf/cm<sup>2</sup>;  
• compressão: 70 kgf/cm<sup>2</sup>.

e) **Utilização:** Cobrir paredes, chapas para paredes e tetos. Usados exclusivamente para interiores e não podem ter função estrutural;

### 3.2.2. Cal aérea

A cal aérea, resultado da “queima” da pedra calcária em fornos, denomina-se “cal viva” ou “cal virgem”. É distribuída aos consumidores em forma de pedras como saem do forno ou mesmo moída e ensacada.

Não tem aplicação direta em construções, sendo necessário antes de usá-la, fazer a “extinção” ou “hidratação” pelo menos 48 horas antes do uso.

a) **Matéria prima:** Calcário (carbonato de cálcio), com teor desprezível de argila;

b) **Fabricação:** O produto é obtido fazendo-se a calcinação das pedras calcárias em fornos a uma temperatura inferior à de fusão, cerca de 900 °C, suficiente para a dissociação do calcário, produzindo-se óxido de cálcio e gás carbônico.



c) **Hidratação ou extinção:** Consiste em adicionar dois ou três volumes de água para cada volume de cal. Há forte desprendimento de calor e após certo tempo as pedras se fendem e esfrelam transformando-se em pasta branca, a qual é denominado de "cal extinta ou cal apagada".

d) **Pega:** Faz-se ao ar;

e) **Resistência:** • tração: 2 a 5 kgf/cm<sup>2</sup>  
• compressão: 30 kgf/cm<sup>2</sup> em 28 dias

f) **Utilização:** Sob a forma de pasta ou mistura com areia (argamassa), para revestimento e rejuntamento de alvenarias.

g) **Dados técnicos:**

- A extinção reduz a cal a pó, com considerável aumento de volume;
- 1 m<sup>3</sup> de cal são obtidos com ± 500 kg de cal gorda ou ± 600 kg de cal magra;
- São necessários ± 1,3 g de cal extinta em pasta para se fazer 1 litro de água de cal;
- A cal empregada para revestimento deve envelhecer de 7 a 10 dias antes do uso;

### 3.3. Aglomerante hidráulico

Os aglomerantes hidráulicos, como a cal hidráulica e os cimentos, resistem satisfatoriamente quando empregados dentro d'água. Nos aglomerantes hidráulicos, o endurecimento resulta da ação da água.

Na categoria dos aglomerantes hidráulicos, a denominação aplica-se aos que precisam ser moídos depois do cozimento.

a) **Pega:** Dá-se o nome de pega aos aglomerantes que endurecem sob a ação da água à fase inicial do processo, ou seja, a transformação da pasta plástica em corpo sólido.

### 3.3.1. Cimento portland

**a) Definição:** O cimento portland é um material pulverulento, constituído de silicatos e aluminatos de cálcio, praticamente sem cal livre. Esses silicatos e aluminatos complexos, ao serem misturados com água, hidratam-se e produzem o endurecimento da massa, que oferece, então, elevada resistência mecânica.

**b) Fabricação:** é obtido pelo cozimento da mistura calcário-argilosa, convenientemente proporcionada, até a fusão parcial (cerca de 1.450 °C), seguida de moagem e de pequena adição de gesso para regular a pega. Consta de silicatos e aluminatos de cálcio, praticamente sem cal livre, predominando em quantidade e importância os silicatos.

**c) Tipos de cimento:** No mercado existem diversos tipos de cimento. A diferença entre eles está na composição, mas todos atendem às exigências das normas técnicas brasileiras. Cada tipo tem o nome e a sigla correspondente estampada na embalagem, para facilitar a identificação. Os tipos de cimento adequados aos usos gerais no meio rural são os seguintes:

**Tabela 1.3. Tipos de cimento**

| Nome                                     | Sigla          |
|--|----------------|
| – Cimento Portland comum com adição      | CP I - S - 32  |
| – Cimento Portland composto com escória  | CP II - E - 32 |
| – Cimento Portland composto com pozolana | CP II - Z - 32 |
| – Cimento Portland composto com fíler    | CP II - F - 32 |
| – Cimento Portland de alto forno         | CP III - 32    |
| – Cimento Portland pozolânico            | CP IV - 32     |

Existem outros tipos de cimento: para usos específicos (cimento portland branco, cimento portland resistente a sulfatos); e para aplicações mais especializadas (cimento portland de alta resistência inicial, que leva a sigla CP-V-ARI, e alguns tipos fabricados com resistência maior, como o CP II - E - 40, CP II - F - 40 e CP III - 40).

**d) Transporte:** Mesmo comprando cimento de boa qualidade e em bom estado, ele pode estragar se não for transportado e estocado de forma correta. O cimento deve ser protegido durante o transporte para evitar que seja molhado por uma chuva inesperada.

**e) Armazenamento:** Para guardar, ponha o cimento em lugar fechado e coberto, livre da água e da umidade e empilhe os sacos sobre um estrado de madeira afastado da parede. Ponha no máximo 10 sacos em cada pilha, se o cimento ficar estocado por mais de duas semanas. Desde que obedeça às condições colocadas acima, o cimento pode ficar armazenado por cerca de 3 meses. Obs.: Colocar os sacos dispostos de forma cruzada.

**f) Pega:** Podemos adotar para o cimento, nas condições brasileiras, as seguintes ordenações:

- pega rápida < 30 minutos;
- pega semi-rápida 30 a 60 minutos;
- pega normal > 60 minutos.

A duração da pega é influenciada:

- pela quantidade de água empregada;
- pela quantidade e ou presença de alguns compostos;
- pela temperatura;
- pela quantidade de gesso.

**g) Resistência à compressão:****Tabela 1.4. Resistência da pasta de cimento a compressão**

| Idade em dias | Resistência em kgf/cm <sup>2</sup> (Mínima) |            |            |
|---------------|---|------------|------------|
|               | Classe 250                                  | Classe 320 | Classe 400 |
| 3             | 80  | 100        | 140        |
| 7             | 150   | 200        | 240        |
| 28            | 250   | 320        | 400        |

**4. ARGAMASSAS**

As argamassas são materiais de construção constituídos por uma mistura íntima de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo e água. Outros produtos podem, ainda, ser adicionados para melhorar determinadas propriedades do conjunto.

Os aglomerantes podem ser utilizados isoladamente ou adicionados a materiais inertes, exemplo:

**a) Pastas:** material que surgiu da união de um aglomerante e água. As pastas têm uso restrito nas construções, não só pelo seu elevado custo, como pelos efeitos secundários que se manifestam, principalmente retração;

**b) Natas:** Pastas com excesso de água fornecem as chamadas natas:

- Natas de cal: utilizadas em revestimentos e pinturas;
- Natas de cimento: ligação de argamassas e concretos de cimento e para injeções.

Quando misturamos a uma pasta um agregado miúdo, obtemos o que se chama de argamassa. Assim, as argamassas são constituídas por um material ativo, a pasta, e um material inerte, o agregado miúdo.

A adição do agregado miúdo à pasta de cimento ou cal barateia o produto e elimina em parte as modificações de volume.

**4.1. Utilização**

As argamassas são utilizadas no assentamento de pedras, tijolos e blocos nas alvenarias, onde favorecem a distribuição dos esforços; nos trabalhos de acabamento de tetos e pisos; nos reparos de obras de concreto; nas injeções, etc.

**4.2. Classificação das argamassas**

Várias são as classificações que podem ser apontadas para as argamassas, dependendo do ponto de vista:

- a) segundo o emprego:**
- comuns: rejuntamento, revestimento e pisos;
  - refratárias: resiste a elevadas temperaturas;
- b) tipo de aglomerante:**
- aéreas: cal aérea, gesso;
  - hidráulicas: cal hidráulica, cimento;
  - mistas: aéreas mais hidráulicas;
- c) elementos ativos:**
- simples: apenas 1 elemento ativo;
  - compostas: mais de um elemento ativo;
- d) quanto à dosagem:**
- pobres ou magras: o volume de aglomerante é insuficiente para preencher os vazios entre os grãos do agregado;
  - cheias: quando os vazios referidos são preenchidos exatamente pela pasta;
  - ricas ou gordas: quando há um excesso de pasta;
- e) consistência:** secas, plásticas ou fluidas.

## 4.2.1. Argamassas aéreas

### 4.2.1.1. Argamassas de cal aérea

**a) Utilização:** Assentamento de tijolos e blocos nas alvenarias; nos trabalhos de acabamento de tetos e paredes; nos reparos de obras de concreto;

**b) Trabalhabilidade:** Tem mais coesão que as de cimento de mesmo traço; retêm durante mais tempo a água de amassamento;

**c) Resistência aos esforços mecânicos:** Média 10 kgf/cm<sup>2</sup> aos 28 dias. Obs.: não devem secar muito rapidamente .

**d) Retração:** A diminuição de volume será tanto mais elevada quanto maiores forem as percentagens de água e cal que participarem na mistura;

**e) Estabilidade de volume:** Os defeitos que podem ocorrer nos rebocos são devidos a ação do intemperismo ou à falta de estabilidade de volume da cal;

**f) Durabilidade:** A danificação dos revestimentos externos de argamassa de cal começa nos lugares freqüentemente atingidos pela água e que estejam sujeitos à congelação e ao degelo;

**g) Traço:** É a relação dos elementos que as compõem. A unidade representa o aglomerante em volume. Assim o traço 1:4 de cal-areia indica 1 parte de cal e 4 partes de areia.

#### h) Cálculo dos componentes do traço

##### • Argamassa de cal em pó

$$C = \frac{1,32}{1 + a} \quad \dots [m^3]$$

$$A = C \cdot a \quad \dots [m^3]$$

onde:

C = quantidade de cal extinta em pó por m<sup>3</sup> de argamassa (m<sup>3</sup>);

a = partes de areia (ou material inerte) no traço ;

A = quantidade de areia (ou material inerte) por m<sup>3</sup> de argamassa (m<sup>3</sup>).

##### • Argamassa de cal em pasta

$$C = \frac{1,15}{1 + (0,73 \cdot a)} \quad \dots [m^3]$$

$$A = C \cdot a \quad \dots [m^3]$$

onde:

C = quantidade de cal extinta em pasta por m<sup>3</sup> de argamassa (m<sup>3</sup>);

a = partes de areia (ou material inerte) no traço ;

A = quantidade de areia (ou material inerte) por m<sup>3</sup> de argamassa (m<sup>3</sup>).

#### 4.2.1.2. Gesso

**a) Utilização:** É empregado em todos os revestimentos internos de categoria. Ao contrário de outros aglomerantes não necessita da adição de um agregado, a adição destes elementos deve-se à diminuição do custo.

- Gesso puro: execução de placas, blocos para paredes internas e corpos ocios para lajes nervuradas;

- Argamassa de gesso: revestimento de tetos e paredes, revestimentos especiais.

**b) Resistência:** Quanto maior a adição de areia menor a resistência. Obs.: o gesso apresenta elevada resistência ao fogo;

**c) Traço:**

- gesso puro: 10 kg de gesso para 6 a 7 litros de água;

- argamassa de gesso: – tetos: 5:4

- paredes: 1:1 ou 1:3

- especial: 1: 1,5

#### 4.2.2. Argamassas hidráulicas

As argamassas hidráulicas mais utilizadas entre nós são preparadas com cimento portland.

**a) Utilização:** Para assentar tijolos; fazer emboço (1:8); assentamento de tacos (1:4); chapiscado de tijolos laminados ou superfícies lisas (1:6); pisos (1:3).

- Pastas de cimento: trabalhos de vedação de veios d'água, injeções e obturações de fissuras (traço: 25% de água sobre o peso do cimento);

- Nata de cimento: Injeções, impermeabilizações (traço: quantidade de água 10 - 20 vezes maior que o peso do cimento).

**b) Resistência:** Cresce com a quantidade de cimento e decresce com o aumento da relação água/cimento.

**c) Impermeabilidade:** Depende da condição do aglomerante, do fator água cimento, do agregado, e da colocação de hidrófogos.

**d) Traço:** É a relação dos elementos que a compõem. A unidade representa o aglomerante em volume. Assim o traço 1:3 de cimento-areia indica 1 parte de cimento e 4 partes de areia.

- Argamassa de cimento

$$C = \frac{1,4}{1 + a} \quad \dots [m^3]$$

$$A = C \cdot a \quad \dots [m^3]$$

onde:

C = quantidade de cimento por m<sup>3</sup> de argamassa (m<sup>3</sup>);

a = partes de areia (ou material inerte) no traço ;

A = quantidade de areia (ou material inerte) por m<sup>3</sup> de argamassa (m<sup>3</sup>).

Para transformar o volume de cimento em peso, basta multiplicar o volume de cimento desejado pelo seu peso específico (1420 kg/m<sup>3</sup>).

**Tabela 1.5. Usos e indicações dos principais traços de argamassa**

| <b>Argamassa</b>   | <b>Traço</b>  |
|--|---------------|
| – Alvenaria de pedra em fundações e baldrame               |               |
| cimento-areia grossa .....                                 | 1:6           |
| cimento-cal-areia grossa .....                             | 1:2:12        |
| – Muro de arrimo, alvenaria de pedra                       |               |
| cimento-areia grossa .....                                 | 1:5           |
| – Alvenaria de tijolos                                     |               |
| cimento-areia ou saibro .....                              | 1:8           |
| cimento-areia + 10% de terra vermelha peneirada .....      | 1:8           |
| cimento-saibro-areia .....                                 | 1:3:9         |
| cal-areia .....  | 1:4           |
| cimento-cal-areia .....                                    | 1:2:10        |
| – Emboços  |               |
| cimento-areia ou saibro .....                              | 1:8           |
| cimento-areia + 10% de terra vermelha peneirada .....      | 1:8           |
| cimento-saibro-areia .....                                 | 1:3:9         |
| cal-areia .....  | 1:4           |
| cimento-cal-areia .....                                    | 1:2:10        |
| – Rebocos  |               |
| cimento-cal-areia fina peneirada .....                     | 1:2:5         |
| cal-areia fina .....                                       | 1:1           |
| cal-areia com 50 kg cimento/m <sup>3</sup> (externa) ..... | 1:2           |
| – Chapisco em superfícies lisas                            |               |
| cimento-areia .....  | 1:6           |
| – Assentamento de tacos, ladrilhos, pedras em placas       |               |
| cimento-areia .....  | 1:4 ou<br>1:5 |
| – Assentamento de azulejos                                 |               |
| cimento-cal-areia .....                                    | 1:2:8         |
| cimento-areia-saibro .....                                 | 1:3:5         |
| – Revestimento de piso cimentado                           |               |
| cimento-areia .....  | 1:3 ou<br>1:4 |

### 4.3. Água nas argamassas

Deve sempre ser limpa e isenta de impurezas, sais e matéria orgânica. A quantidade influi na consistência, tornando-a "branda ou mole" quando em excesso ou "árida, seca" quando escassa.

### 4.4. Mistura das argamassas

Sobre estrado de madeira coloca-se o material inerte (areia, saibro) em forma de cone e sobre este o cimento. Bater e misturar com enxada até haver uniformidade de cor. Refazer o cone, abrindo-se a seguir uma cratera, onde se adiciona a água em porções. Mistura-se com a enxada sem deixar escorrer pasta, até a homogeneidade da mistura ser completa. As argamassas de cal também exigem esta homogeneidade. Faz-se um montículo (cone) de areia com cavidade no centro onde, aos poucos, adiciona-se o cal em pó ou pasta com o auxílio de enxada. Não se deve deixar grumos de cal. A argamassa estará bem misturada quando não houver aderência à lâmina da enxada. Quando forem notados grânulos de cal deve-se colocar mais água, pouco a pouco, reamassando. Não deixar formar líquido leitoso que escorra, pois é sinal de excesso de água.

Em argamassas compostas de cimento, cal e areia, o cimento é adicionado na hora da utilização à argamassa previamente misturada de cal-areia.

## 5. CONCRETO DE CIMENTO

Concreto é um material de construção resultante da mistura de um aglomerante (cimento), com agregado miúdo (areia grossa), agregado graúdo (brita ou cascalho lavado), e água em proporções exatas e bem definidas.

Atualmente é muito utilizado um outro componente: os aditivos (Vedacit, cica, etc.).

Seu uso nas construções em geral é bastante amplo, podendo as peças serem moldadas no local ou pré-moldadas.

Como exemplo de moldadas no local: - pisos de terreiros de café, de currais, de residências e pisos em geral, passeios. Nas estruturas (com adição do ferro) como lajes, pilares, vigas, escadas, consoles e sapatas.

### 5.1. Propriedades do concreto fresco

#### 5.1.1. Trabalhabilidade

É a propriedade do concreto fresco que identifica sua maior ou menor aptidão para ser empregado com determinada finalidade, sem perda de sua homogeneidade.

Os principais fatores que afetam a trabalhabilidade são:

##### a) Fatores internos

- consistência: identificada pela relação água/cimento;
- proporção entre o agregado miúdo e graúdo: granulometria do concreto;
- traço: proporção entre cimento e agregado;
- forma do grão dos agregados;
- aditivos com finalidade de influir na trabalhabilidade.

##### b) Fatores externos:

- tipos de mistura (manual ou mecânica);
- tipo e meio de transporte;
- tipo de lançamento: pequena ou grande altura;
- tipo de adensamento: manual ou vibratório;
- dimensões e armadura da peça a executar.

#### 5.1.2. Segregação

É o fenômeno da tendência de separação dos componentes da mistura.

##### a) Principais causas:

- diferença do tamanho dos grãos dos componentes;
- diferença das massa específicas dos componentes;
- manuseio inadequado do concreto desde a mistura até o adensamento.

##### b) Forma de evitar a segregação:

- escolha de granulometria adequada;
- manuseio adequado do concreto.

#### 5.1.2.1. Exsudação

Entende-se por exsudação a tendência da água de amassamento de vir à superfície do concreto recém-lançado.

A exsudação é motivada pela maior ou menor impossibilidade que apresentam os materiais constituintes de manter a água de mistura dispersa na massa.

Esse fato apresenta, como consequência, um aumento da umidade na parte superior do concreto, fazendo com que este seja mais poroso e menos resistente, além de ficar sujeito à desintegração pela percolação da água.

A água, ao subir à superfície, pode carregar partículas mais finas de cimento, formando a chamada nata. Esta nata impede a ligação de novas camadas de material e deve ser removida cuidadosamente.

Outro efeito nocivo da exsudação consiste na acumulação de água em filmes sobre as barras metálicas da armadura, diminuindo a aderência. Essa exsudação poderá ser controlada pelo proporcionalmente adequado de um concreto trabalhável, evitando-se o emprego de água além da necessidade. Utilizando-se misturas ricas, cimentos muito finos e agregados naturais de grãos arredondados, os efeitos da exsudação são atenuados. Às vezes, corrige-se a exsudação pela adição de grãos relativamente finos, que compensam as deficiência dos agregados.

## 5.2. Propriedades do concreto endurecido

**5.2.1. Massa específica:** É a massa da unidade de volume, incluindo os vazios. Varia entre os valores de 2.300 e 2.500 kg/m<sup>3</sup>.

- concreto simples: 2.300 kgf/m<sup>3</sup>
- concreto armado: 2.500 kgf/m<sup>3</sup>;
- concretos leves: 1.800 kgf/m<sup>3</sup> (Argila expandida);
- concretos pesados: ± 3.700 kgf/m<sup>3</sup> (Barita).

### 5.2.2. Resistência

O concreto é material que resiste bem aos esforços de compressão e mal aos esforços de tração

$$\text{Resistência à tração} = \frac{1}{10} \cdot \text{Resistência à compressão} \quad [\text{kg/cm}^2]$$

O concreto resiste mal ao cisalhamento, em virtude das tensões de distensão que então se verificam em planos inclinados.

Os principais fatores que afetam a resistência são:

- relação água/cimento;
- idade;
- forma e graduação dos agregados;
- tipo de cimento;
- forma e dimensão dos corpos de prova.

#### 5.2.2.1. Resistência do concreto à compressão

É obtida através de uma análise estatística dos valores de tensão de ruptura relativos a um número determinado de corpos de prova, ensaiados em laboratório. É denominada resistência característica do concreto à compressão e sua notação é  $f_{ck}$ .

**a) Corpos de prova:** são cilíndricos, com diâmetro de 15 cm e altura de 30 cm;

- Moldados: conforme a MB-2 (NBR-5738);
- Ensaiados: conforme a MB-3 (NBR-5739).

### b) Determinação do valor da resistência do concreto ( $f_{c28}$ e $f_{ck}$ )

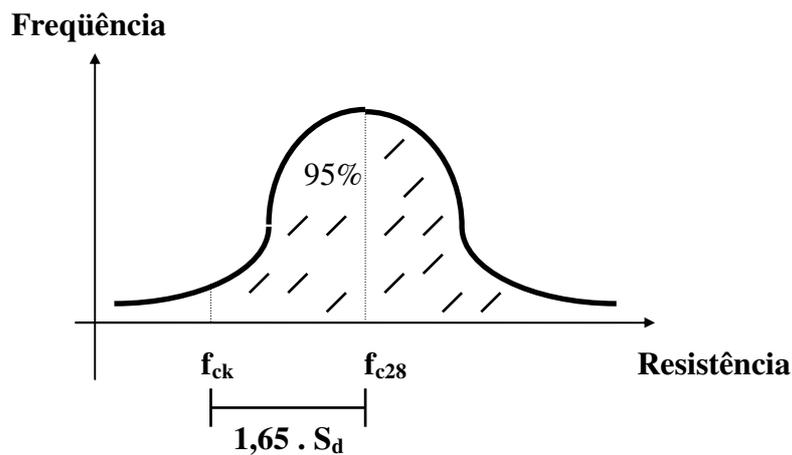


Figura 1.2. Curva de distribuição da resistência do concreto a compressão

$$f_{c28} = \frac{f_{c1} + f_{c2} + f_{c3} + \dots + f_{cn}}{n}$$

$$f_{c28} = f_{ck} + 1,65 \cdot S_d$$

O calculista fixa o valor de  $f_{ck}$  e o construtor terá que realizar a obra, conforme o seu tipo A, B ou C e a resistência pretendida será o  $f_{c28}$ .

$$f_{c28} = f_{ck} + 1,65 \cdot S_d$$

Através de um dos métodos de dosagem determina-se o traço do concreto para o  $f_{c28}$ .

A tensão mínima de ruptura  $f_{ck}$ , na qual se baseia o cálculo das peças de concreto simples ou armado, é fixada dependendo da confecção do concreto simples e a partir da tensão mínima à compressão com 28 dias de idade, determinada rompendo-se os corpos de provas cilíndricos, com 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura.

### c) Tipos de obra

Para atender a NB-1 de 1978 a resistência do concreto simples a 28 dias, obtida através de corpos de prova cilíndricos (15 x 30 cm), partindo de sua resistência característica " $f_{ck}$ ", normalmente indicada nos projetos estruturais, é a seguinte:

- **Obra tipo "A":** Quando houver assistência de profissional legalmente habilitado, especializado em tecnologia de concreto, com todos os materiais medidos em peso e houver medidor de água, corrigindo-se as quantidades de agregados miúdos e água em função de determinações freqüentes e precisas do teor de umidade dos agregados, e houver garantia de manutenção, no decorrer da obra, da homogeneidade dos materiais a serem empregados.

$$S_d = 40 \text{ kg/cm}^2$$

ou seja:

$$f_{c28} = f_{ck} + 1,65 \cdot S_d$$

$$f_{c28} = f_{ck} + 1,65 \cdot 40 \quad \Rightarrow \quad f_{c28} = f_{ck} + 66 \text{ kg/cm}^2$$

• **Obra tipo “B”**: Quando houver assistência de profissional legalmente habilitado, especializado em tecnologia de concreto, o cimento for medido em peso e os agregados em volume, e houver medidor de água com correção do volume do agregado miúdo, e da quantidade de água em função de determinações frequentes e precisas do teor de umidade dos agregados.

$$S_d = 55 \text{ kg/cm}^2$$

ou seja,

$$f_{c28} = f_{ck} + 1,65 \cdot S_d$$

$$f_{c28} = f_{ck} + 1,65 \cdot 55 \quad \Rightarrow \quad f_{c28} = f_{ck} + 90 \text{ kg/cm}^2$$

• **Obra tipo “C”**: Quando o cimento for medido em peso e os agregados em volume, e houver medidor de água corrigindo-se a quantidade de água em função da umidade dos agregados simplesmente estimada.

$$S_d = 70 \text{ kg/cm}^2$$

ou seja,

$$f_{c28} = f_{ck} + 1,65 \cdot S_d$$

$$f_{c28} = f_{ck} + 1,65 \cdot 70 \quad \Rightarrow \quad f_{c28} = f_{ck} + 111 \text{ kg/cm}^2$$

#### d) Resistência de cálculo ( $f_{cd}$ )

O valor de resistência a ser utilizado no cálculo de uma estrutura de concreto armado é uma fração da resistência característica denominada resistência de cálculo ( $f_{cd}$ ).

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\lambda_c} \quad \dots[\text{kg/cm}^2]$$

onde:

$f_{cd}$  = resistência de cálculo do concreto ( $\text{kg/cm}^2$ );

$f_{ck}$  = resistência do concreto a compressão ( $\text{kg/cm}^2$ );

$\lambda_c$  = coeficiente de minoração para o qual a NBR 6118 estabelece o valor 1,4.

**Tabela 1.6. Valores de resistência do concreto à compressão ( $f_{ck}$ ), Resistência de cálculo ( $f_{cd}$ ) e resistência do concreto aos vinte e oito dias ( $f_{c28}$ ).**

| $f_{ck}$<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) | $f_{cd}$<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) | $f_{c28}$ em $\text{kg/cm}^2$ |             |             |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|
|                                  |                                  | Obra tipo A                   | Obra tipo B | Obra tipo C |
| 120                              | 85,71                            | 186,0                         | 210,75      | 235,50      |
| 130                              | 92,86                            | 196,0                         | 220,75      | 245,50      |
| 140                              | 100,00                           | 206,0                         | 230,75      | 255,50      |
| 150                              | 107,14                           | 216,0                         | 240,75      | 265,50      |
| 160                              | 114,29                           | 226,0                         | 250,75      | 275,50      |
| 180                              | 128,57                           | 246,0                         | 270,75      | 295,50      |
| 200                              | 142,86                           | 266,0                         | 290,75      | 315,50      |
| 220                              | 157,14                           | 286,0                         | 310,75      | 335,50      |

### 5.2.3. Permeabilidade

É a propriedade que identifica a possibilidade de passagem da água através do material. Esta passagem pode se dar por: filtração sob pressão; por difusão através dos condutos capilares; capilaridade.

### 5.2.4. Absorção

É o processo físico pela qual o concreto retém água nos poros e condutos capilares.

Os principais fatores que afetam a porosidade, absorção, e permeabilidade são:

- materiais constituintes: água, cimento, agregados, adições;
- preparação: mistura, lançamento, adensamento, acabamento;
- posteriores: idade e cura.

### 5.2.5. Deformações

As variações de volume dos concretos são o resultado da soma de várias parcelas:

- variação absoluta do volume dos elementos que se hidratam;
- variação do volume dos poros internos, com ar e água;
- variação do volume de materiais sólidos inerte.

As deformações causadoras da mudança de volume podem ser agrupadas:

- variação das condições ambientes: retração, variação de umidade e variação da temperatura;
- ação de cargas externas: deformação imediata, deformação lenta.

## 5.3. Dosagem dos concretos (traço)

Chama-se traço a maneira de exprimir a composição do concreto.

O traço tanto pode ser indicado pelas proporções em peso como em volume, ou como freqüentemente, adota-se uma indicação mista: o cimento em peso e os agregados em volume. Seja qual for a forma adotada, toma-se sempre o cimento como unidade, e relacionam-se as demais quantidades à quantidade de cimento.

Exemplo: Traço 1:4:8, onde 1 indica sempre a proporção de cimento, 4 a de areia e 8 a de brita.

**Tabela 1.7. Usos e indicações dos principais traços**

| <b>CONCRETO (cimento - areia grossa - brita ou cascalho)</b>  | <b>Traço</b>                                 |
|---|--|
| – Serviços de grande responsabilidade (estacas de penetração) .....                                 | 1:2:2  |
| – Vigas, lajes, pilares, consoles .....   | 1:2,5:4                                      |
| – Postes altos, caixas-reservatórios .....  | 1:2:3  |
| – Capeamentos, lajes pré-fabricadas .....   | 1:2:4  |
| – Concreto estrutural sob grandes cargas .....  | 1:2:3,5                                      |
| – Cintas de amarração .....   | 1:3:5 ou<br>1:2,5:5                          |
| – Pisos sobre terraplenagem .....   | 1:4:8  |
| – Alicerces, baldrame e arrimos<br>cimento-areia grossa-cascalho ou brita + 40% de pedra-de-mão ... | 1:5:10 ou;<br>1:4:8 ou;<br>1:3:6 ou;<br>1:10 |

### 5.3.1. Cálculo empírico dos componentes

Pode ser obtido através de fórmulas, entre as quais recomendamos pela sua simplicidade. Sua aplicação refere-se a produção de 1 m<sup>3</sup> de concreto.

$$P_c = \frac{2400}{0,856 + (1,014 \cdot a) + (0,835 \cdot b) + 2,65 \cdot R_{a/c}} \quad \dots \text{ [kg]}$$

onde:

P<sub>c</sub> = peso de cimento (kg) para fazer 1 m<sup>3</sup> de concreto;

a = partes de areia no traço;

b = partes de brita no traço;

R<sub>a/c</sub> = relação água/cimento (mínimo de 0,48 e máximo de 0,70).

$$\text{Quantidade de areia} = \frac{P_c \cdot 1,014 \cdot a}{1,42} \quad \dots \text{ [litros]}$$

$$\text{Quantidade de brita} = \frac{P_c \cdot 0,835 \cdot b}{1,42} \quad \dots \text{ [litros]}$$

$$\text{Quantidade de água} = P_c \cdot R_{a/c} \quad \dots \text{ [litros]}$$

### 5.4. Produção dos concretos

A produção dos concretos compreende a mistura, o transporte, o lançamento, adensamento e a cura desse material.

#### 5.4.1. Mistura

A mistura ou amassamento do concreto consiste em fazer com que os materiais componentes entrem em contato íntimo, de modo a obter-se um recobrimento de pasta de cimento sobre as partículas dos agregados, bem como uma mistura geral de todos os materiais.

A principal exigência é que a mistura seja homogênea para permitir, assim, boa resistência e durabilidade.

**a) Mistura manual:** Conforme NB-1/77 só pode ser empregada em obras de pequena importância.

- mistura-se a seco agregado miúdo e cimento, até coloração uniforme;
- em seguida mistura-se agregado graúdo;
- no monte, faz-se uma cratera, onde é colocada a água de amassamento
- mistura-se a massa até homogeneidade (obs. nenhuma água deve escorrer).
- a mistura deve ser realizada sobre estrado ou superfície plana (3 x 3m), impermeável e resistente.
- não argamassar mais de 350 litros de cada vez.

**b) Mistura mecânica:** é feita em máquinas especiais denominadas betoneiras (tambor ou cuba, fixa ou móvel em torno de um eixo que passa pelo seu centro).

• Tempo de mistura: é contado a partir do instante em que todos os materiais tenham sido lançados na cuba.

- Tempo para realização de concretos plásticos (segundos):
  - Betoneiras inclinadas: tempo(s) = 120 \* diâmetro(m)
  - Betoneiras eixo horizontal: tempo(s) = 60 \* diâmetro(m)
  - Betoneira vertical: tempo(s) = 30 \* diâmetro(m)
- Ordem de colocação: de materiais nas betoneiras:
  - Parte do agregado graúdo mais parte da água de amassamento;
  - Cimento mais o restante da água e a areia;
  - Restante do agregado graúdo.

#### 5.4.2. Transporte

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

**a) Transporte descontínuo:** Por meio de vagonetas, carrinhos de mão, caçambas e carrinhos, lata. O ideal é que o meio de transporte tenha capacidade para uma amassada completa, pelo menos, evitando assim a segregação;

**b) Transporte contínuo:** calhas, correias, transportadoras e bombas.

#### 5.4.3. Lançamento

O concreto deve ser lançado logo após a mistura, não sendo permitido, entre o amassamento e o lançamento, intervalo superior a uma hora; não se admite o uso de concreto remisturado.

**a) Recomendações antes do lançamento:**

- verificação das formas: dimensões, vedação, alinhamento, nível;
- verificar o escoramento;
- verificar "pé-de-pilar"
- verificar atentamente a armação quanto: posicionamento, bitolas, estribos, etc.;
- verificar todas as instalações embutidas: elétricas, sanitárias e hidráulicas;
- as formas de madeira devem ser engraxadas ou pinceladas com óleo queimado, permitindo desforma fácil.

**b) Recomendações para o lançamento:**

- em peças delgadas, afim de se evitar a segregação, o concreto deve ser colocado através de canaletas de borracha ou tubos flexíveis;
- a altura máxima de lançamento não deve ser superior a 2 m;
- a interrupção da concretagem deve, de preferência, se dar numa junta permanente, aproveitando-a, assim também como junta de construção;
- deve ser, o concreto, lançado o mais próximo de sua posição final, não devendo fluir dentro das formas.

#### 5.4.4. Adensamento

O adensamento do concreto lançado tem por objetivo deslocar, com esforço, os elementos que o compõem, e orientá-los para se obter maior compacidade, obrigando as partículas a ocupar os vazios e desalojar o ar do material.

**a) Adensamento manual:** é o modo mais simples de adensamento, consiste em facilitar a colocação do concreto na forma e entre as armaduras, mediante uma barra metálica, cilíndrica e fina, ou por meio de soquetes mais pesados.

- o concreto deve ter consistência plástica;
- a camada de adensamento não deve exceder a 20 cm;

- quanto aos soquetes é mais importante o número de golpes do que a energia de cada um.

**b) Adensamento mecânico:** Consiste na realização do adensamento por intermédio de vibrações.

O excesso de vibrações provoca segregação.

#### 5.4.5. Cura

Dá-se o nome de cura ao conjunto de medidas com a finalidade de evitar a evaporação da água junto ao cimento, que rege a pega e seu endurecimento.

A norma brasileira NB-1/77 exige que a proteção se faça nos 7 primeiros dias seguintes, para se ter garantias contra o aparecimento de fissuras devidas à retração.

Condições de umidade e temperatura tem grande importância nas propriedades do concreto endurecido.

**a) Processos de realização da cura do concreto:**

- irrigações periódicas das superfícies;
- recobrimento das superfícies com aresta ou sacos de aniagem;
- recobrimento da superfície com papéis impermeabilizantes;
- emprega de compostos impermeabilizantes de cura;
- uso de serragem, areia e sacos de cimento molhado.

## 6. CONCRETO ARMADO

É a união de concreto simples às armaduras de ferro. Sabe-se que o concreto simples resiste bem aos esforços de compressão e muito pouco aos de tração. No entanto elementos estruturais com lajes, vigas, pilares são solicitados por outros esforços (tração, flexão e compressão), ultrapassando as características do concreto simples. Por isso torna-se necessário juntar-se um material como o ferro que resiste bem a estes esforços.

A união dos dois materiais é possível e realizada com pleno êxito devido a uma série de características:

- coeficiente de dilatação térmica praticamente iguais (0,000001 e 0,000012);
- boa aderência entre ambos;
- preservação do ferro contra a ferrugem.

**a) Vantagens do concreto armado:**

- boa resistência ao fogo;
- adaptação a qualquer forma, permitindo inclusive montar-se peças esculturais;
- possibilidade de dimensões reduzidas;
- aumento da resistência aos esforços com o tempo;
- boa resistência a choques e vibrações;
- rápida execução;
- material higiênico por ser monolítico.

**b) Desvantagens do concreto armado:**

- impossibilidade de sofrer modificações;
- demolição de custos elevados e sem aproveitamento do material demolido.

## 7. PROPRIEDADE DOS AÇOS

Os aços empregados se dividem em aços comuns e aços especiais.

Há dois tipos de aços comuns usados no concreto armado, designados por CA-25 e CA-32, onde CA significa concreto armado e o número representa o limite de escoamento em  $\text{kg/mm}^2$ .

O limite de escoamento é a tensão a partir da qual um aço se deforma mantendo constante sua tensão. O trecho do diagrama tensão-deformação em que a tensão é constante chama-se de patamar de escoamento.

Os aços especiais são os que são laminados a quente e que possuem patamar de escoamento e os que são encruados, sem patamar de escoamento, são os aços comuns.

Os aços com patamar de escoamento são designados por CA-40A, CA-50A, CA-60A, onde o número representa o limite de escoamento e a letra A significa a existência de patamar de escoamento.

Para os aços sem patamar de escoamento, define-se como escoamento convencional o ponto do diagrama tensão-deformação para o qual, se a carga for retirada, o diagrama segue uma linha reta, paralela ao diagrama de carregamento, deixando uma deformação residual de 2 mm/m.

Os aços encruados sem patamar de escoamento são designados por CA-40B, CA-50B e CA-60B, onde os números 40, 50 e 60 representam os limites de escoamento convencional em  $\text{kg/mm}^2$  e a letra B significa a inexistência de patamar de escoamento.

Para os aços com escoamento acima de  $4.000 \text{ kg/cm}^2$  (CA-50 ou CA-60), independente da presença do patamar de escoamento, é exigida a existência no aço de moedas ou saliências a fim de melhorar sua aderência.

O limite de escoamento real ou convencional é designado por  $f_y$ .

Para o aço com patamar de escoamento (categoria A), o diagrama tem o aspecto indicado na figura 1.3.a, abaixo limitado pela linha LL correspondente ao alongamento de 10 mm/m.

A tensão de escoamento e o alongamento correspondente de cálculo no aço com patamar são:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{1,15} \quad [\text{kg/cm}^2]$$

$$\epsilon = \frac{f_{yd}}{E_s}$$

onde:

$f_y$  = limite de escoamento real ou convencional ( $\text{kg/cm}^2$ );

$f_{yd}$  = tensão de escoamento de cálculo ( $\text{kg/cm}^2$ );

$E_s$  = é o módulo de elasticidade do aço ( $\text{kg/cm}^2$ );

$\epsilon$  = alongamento de cálculo (adimensional).

Para o aço sem patamar de escoamento, o diagrama tem o aspecto indicado na figura 1.3.b, podendo ser usado o diagrama obtido nos ensaios, deslocado paralelamente à reta OA, de tal forma que as ordenadas segundo esta paralela fiquem divididas por  $\gamma_s$  (1,15).

Assim, no ponto E de escoamento, a tensão e o alongamento correspondentes são:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{1,15} \quad [\text{kg/cm}^2]$$

$$\epsilon = 0,002 + \frac{f_{yd}}{E_s}$$

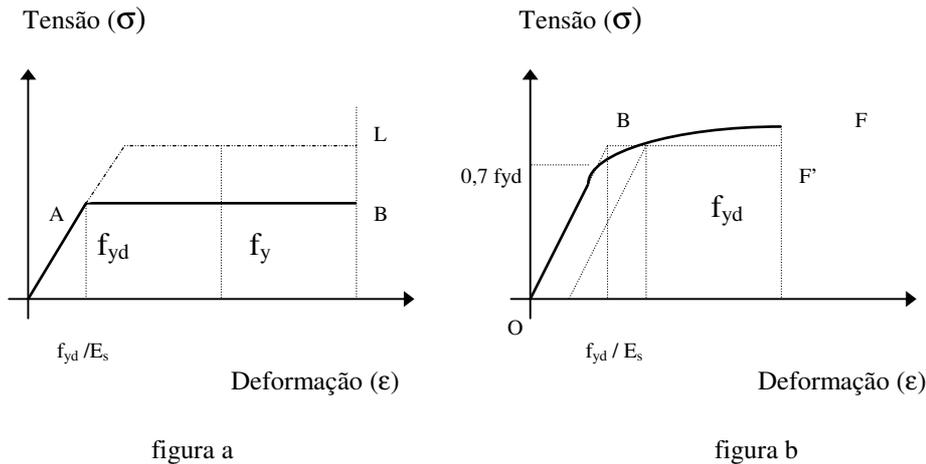


Figura 1.3. Diagrama tensão versus deformações dos aços

Tabela 1.8. Valores de limite de resistência do aço a compressão ( $f_y$ ), resistência de cálculo ( $f_{yd}$ ), e resistência do aço na armadura comprimida ( $f'_{yd}$ ).

| AÇO       | $f_y$              | $f_{yd}$           | $f'_{yd}$          |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|
|           | kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> |
| CA - 25   | 2.500              | 2.173              | 2.173              |
| CA - 32   | 3.200              | 2.783              | 2.783              |
| CA - 40 A | 4.000              | 3.478              | 3.478              |
| CA - 40 B | 4.000              | 3.478              | 2.994              |
| CA - 50 A | 5.000              | 4.348              | 4.200              |
| CA - 50 B | 5.000              | 4.348              | 3.555              |
| CA - 60 A | 6.000              | 5.217              | 4.200              |
| CA - 60 B | 6.000              | 5.217              | 4.000              |

## 8. MATERIAIS CERÂMICOS

**a) Definição:** Chama-se cerâmica à pedra artificial obtida pela moldagem, secagem e cozedura de argilas ou de misturas contendo argilas. Em certos casos, pode ser suprimida alguma das etapas citadas, mas a matéria-prima é a argila. Nos materiais cerâmicos a argila fica aglutinada por uma pequena quantidade de vidro, que segue pela ação do calor de cocção sobre os componentes da argila.

### b) Classificação dos materiais de cerâmica usados nas construções

A classificação que se segue é apenas prática, embora não seja muito acadêmica.

Nas construções são usados:

- materiais cerâmicos secos ao ar;
- materiais cerâmicos de baixa vitrificação;
- materiais cerâmicos de alta vitrificação, que, por sua vez, se subdividem em materiais de louça e materiais de grês cerâmicos;
- refratários.

### 8.1. Materiais cerâmicos secos ao ar

A prática e os ensaios tecnológicos demonstram que a resistência das argilas secas simplesmente ao ar depende da proporção entre os diversos componentes, ou seja, da sua composição granulométrica; não depende, pois, da quantidade de caulim, somente. A argila que melhor resistência à compressão apresenta é a que tem cerca de 60 % de argilo-minerais, ficando os 40 % restantes igualmente distribuídos entre silte, areia fina e areia média.

**a) Adobe:** Dos materiais cerâmicos secos ao sol, apenas o adobe e as argamassas de barro têm alguma importância na construção. O adobe é argila simplesmente seca ao ar, sem cozimento e usada em construções rústicas. Ele pode resistir a tensões de compressão até de  $70 \text{ kg/cm}^2$ , o que é um bom índice; mas tem o inconveniente de, ao receber água, tornar-se novamente plástico. Por isso as paredes desse material devem ser revestidas por camada isolante de umidade, para que tenham alguma duração.

Devido à alta resistência, a argila também é bastante empregada com argamassa de assentamento de tijolos. As vantagens e desvantagens são as mesmas citadas acima.

## 8.2 Materiais cerâmicos comuns (baixa vitrificação)

Os materiais de barro comum usados correntemente na construção civil são os tijolos, as telhas e as tijoleiras.

Conforme a qualidade da argila empregada resultarão diversas qualidades de produtos. Eles vão desde os de baixa resistência ( $5 \text{ kg/cm}^2$ ) até os de alta resistência ( $120 \text{ kg/cm}^2$ ); vão desde os facilmente pulverizáveis até os de massa compacta. Por isso é difícil estabelecer limites entre a cerâmica comum e a cerâmica de qualidade superior. O construtor deve considerar primordialmente a procedência para ter certeza sobre a qualidade.

**a) Tijolos comuns:** O tijolo pode ser caracterizado como um material de baixo custo, usado exclusivamente para fins estruturais e de vedação, sem muitas exigências quanto à aparência.

Independente da qualidade, há muitos formatos de tijolos. O mais comum é o tijolo cheio, também chamado maciço ou burro. A EB-19 estabelece dois tamanhos, mas trata-se de norma nem sempre obedecida pelas olarias. Esses tamanhos são dados na figura abaixo.

Conforme a carga a que resistirem, são classificados em 1ª e 2ª categoria.

**Tabela 1.9. Dimensões e carga limite de compressão dos tijolos maciços**

| Tipo | Dimensões (cm) | Primeira categoria (kg/cm <sup>2</sup> ) |            | Segunda categoria (kg/cm <sup>2</sup> ) |            |
|------|----------------|--|------------|---|------------|
|      |                | Em média                                 | Individual | Em média                                | Individual |
| 1    | 5x4,5x20       | 600                                      | 400        | 400                                     | 200        |
| 2    | 5,2x11,5x24    | 500                                      | 350        | 300                                     | 200        |

As tolerâncias são de 5 mm para as medidas de comprimento e de 2 mm para as outras medidas.

O tijolo furado ou oco é dividido pela EB-20 em três tipos:

**Tabela 1.10. Tipos de tijolos, conforme a EB-20**

| Tipo   | Dimensão (cm) | Característica   |
|--------|---------------|--|
| Tipo 1 | 9,5x9,5x20    | Com furos cilíndricos paralelos às faces menores   |
| Tipo 2 | 9,5x20x20     | Com furos prismáticos normais às faces menores   |
| Tipo 3 | 9,5x20x30     | Com furos prismáticos normais às faces menores, mas que só podem ser usados para vedação, sem suportar outras cargas que o peso próprio das paredes. |

As tolerâncias são de 3 mm para as medidas de 9,5 cm e de 5 mm para as outras medidas.

Praticamente, analisando as dimensões encontradas no comércio, verificamos que quase não é adotado o bitolamento exigido pela norma.

Os tijolos furados também são classificados em duas categorias, segundo sua resistência à compressão.

**Tabela 1.11. Classificação dos tijolos furados conforme a resistência a compressão**

| Tipo | Primeira categoria<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Segunda categoria<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|---|--|
| 1    | 60  | 40   |
| 2    | 40  | 30   |
| 3    | 10  | 5  |

Na prática, costuma-se adotar, como carga de segurança, a metade das cargas de norma.

Além desses tipos normalizados, e mesmo dentro deles, há grande variação de tipos.

Em relação aos furos, por exemplo, e isso é importante, há os de furos quadrados e os de furos cilíndricos. Normalmente, os tijolos de furos quadrados não servem para paredes de sustentação, pois têm as paredes finas; os tijolos com furos redondos geralmente já têm resistência mais próxima à dos tijolos maciços.

Entre os tijolos furados há os de 2, 3, 4, 6 e mais furos. Um tipo que convém destacar são os tijolos para lajes mistas (tijolos armado).

**b) Telhas:** Em princípio, há dois tipos de telhas: as planas e as curvas.

As telhas planas são do tipo marseilha, também conhecida por telhas francesas, e as telhas de escamas, pouco encontradas.

As telhas francesas, são planas, com encaixes laterais e nas extremidades, e com agarradeiras para fixação às ripas do madeiramento. Pesam aproximadamente 2 kg, e são necessárias 15 telhas por m<sup>2</sup> de cobertura. Para a inclinação usual de 30°, isso corresponde a 22 por m<sup>2</sup> de projeção. Embora pouco solicitadas, existem as meias telhas à direita e à esquerda, para arremate. A EB-21 divide as telhas de barro tipo marseilha em duas classificações, conforme sua resistência a uma carga aplicada sobre o centro da telha, estando esta sobre três apoios.

- Primeira categoria: resistência mínima de 85 kg;
- Segunda categoria: resistência mínima de 70 kg.

**c) Telhas e tijolos aparentes:** As telhas e tijolos aparentes são produtos de melhor qualidade, usados nos casos em que se deseje boa aparência, uniformidade na cor, etc. Por isso são feitos com mais cuidado, procurando-se dar maior resistência à abrasão, uniformidade de tamanho etc. O processo usual de moldagem é a prensagem, tanto maior quanto melhor se deseja o material. Geralmente apresentam um grau de vitrificação mais elevado. Os tijolos desse tipo não se prestam para o revestimento, porque a aderência é muito pequena. Se forem revestidos, deverão ter ranhuras nas superfícies.

Durante a fabricação muitas peças são refugadas, pois a grande vitrificação leva facilmente a deformações, o que causa o encarecimento. Como se trata de material de melhor qualidade, são separados em lotes conforme a tonalidade e tamanho, os quais variam muito sob a ação do cozimento. Apresentam dilatação térmica muito pequena.

A absorção das peças prensadas não deve, usualmente, ficar acima de 10 a 15 %; em consequência, não recebem bem o reboco. É bastante conhecido o fato de que os ladrilhos de cerâmica prensada, que são deste tipo de material, se soltam facilmente dos pisos quando têm poucas garras na face inferior.

**d) Tijoleiras e ladrilhos:** Na realidade, as tijoleiras e ladrilhos são tijolos de pequena espessura, usados em pavimentações e revestimentos. Por isso existem desde os tipos porosos, comuns, até os tipos prensados. Costuma-se chamar tijoleiras quando se trata de cerâmica comum, e ladrilhos quando se trata de cerâmica prensada.

- **Tijoleiras:** São fabricadas em diversos tamanhos, mas os usuais são o quadrado e o retangular liso. Há também peças especiais para arremates: peitoris, pingadeiras, etc. Geralmente, têm 2 cm de espessura.

- **Ladrilhos:** Os ladrilhos prensados devem ter, na face inferior, rugosidades e saliências para aumentar a fixação. Como são muito vitrificados, não aderem bem. Essa vitrificação é comumente aumentada com uma pintura de silicato ou óxido entre duas cozeduras. Geralmente, têm de 5 a 7 mm de espessura.

### 8.3. Materiais cerâmicos de alta vitrificação

Há dois tipos distintos de cerâmica de alta vitrificação: a louça e o grês cerâmicos. A diferença entre eles, na qualidade, está na textura interna. Os materiais de louça, também chamados faiança, embora impermeáveis na superfície, são mais porosos no interior; os materiais de grês cerâmicos têm textura quase compacta. Entre os primeiros estão os azulejos, pastilhas e louça sanitária; entre os segundos, os tubos sanitários e a chamada lito-cerâmica.

#### a) Materiais de grês cerâmico:

- **Manilhas de grês:** Os materiais de grês cerâmico são fabricados com argila bastante fusível, ou seja, com bastante mica ou até 15 % de óxido de ferro. Isso lhes dá a cor vermelha comum, embora essa cor possa variar desde o branco acinzentado até o vermelho carregado. A pasta não pode ser lavada, porque aqueles materiais se dissolveriam e por isso há dificuldade em se encontrar barro apropriado, já naturalmente limpo, sem torrões de areia ou organismos. Como esse barro é muito fusível, é marcante a vitrificação, o que a torna impermeável. Mas vem daí uma deformação acentuada, dando grande número de peças de refugo.

Nos tubos de grês, o vidrado é obtido por dois processos: um deles é a imersão, após a primeira cozedura, em um banho d'água com areia silicosa fina com zarcão. No recozimento essa mistura vitrifica-se. O outro processo, mais comum, é lançar-se no forno, já, então, à grande temperatura, sal de cozinha. Ele se volatilizará, formando uma película vidrada de silicato de sódio.

A moldagem é feita em máquinas semelhantes às usadas para os tijolos (extrusão), com feiras apropriadas. A pasta desce por gravidade até a mesa, onde existe um molde para o bocal, ou o bocal é feito posteriormente, com moldes de madeira. Na outra extremidade devem ter ranhuras para aumentar a aderência da argamassa de rejuntamento.

As normas (EB-5) classificam dois tipos: A, com vidrado interno e externo, e B, com vidrado só interno. Devem ter no mínimo três estrias circulares de 3 mm de largura por 2 a 5 mm de profundidade na superfície interna da bolsa e na parte externa da ponta lisa. Devem, também, trazer gravados o nome do fabricante ou a marca de fábrica. Os diâmetros variam desde 75 mm (3") até 600 mm (240"), com comprimentos úteis desde 60 até 150 cm (usual é 60 cm). A norma dá tabelas de medidas das bitolas admitidas e respectivos comprimentos, tolerâncias, etc. Os métodos MB-12, 13, 14 e 210 determinam como devem ser feitos os ensaios nesses estudos.

Convém registrar que são fabricados também condutos duplos, triplos, etc., condutos com secção quadrada ou retangular, condutos de alta ou de baixa vitrificação, etc.

São fabricados, além das peças retas, peças de conexão e desvio, semelhantes e com a mesma nomenclatura das peças de ferro fundido.

As manilhas para as instalações de água devem ter boa impermeabilidade, sendo estabelecida pelas normas uma absorção limite de 10 % na média, ou 12 % individual. Devem, também, resistir à pressão de 0,7 kg/cm<sup>2</sup> durante 2 minutos ou 2,0 kg/cm<sup>2</sup> instantânea, sem transpirar. Além disso, devem suportar uma determinada compressão, que varia com a bitola.

• **Ladrilhos de grês:** Os ladrilhos de grês cerâmico, também chamados de lito-cerâmicos, são ladrilhos que se apresentam com massa quase vitrificada, mais compactos que a cerâmica vermelha, menos brancos que a faiança. Também são feitos com argila de grês, porém sem o alto teor de ferro que têm as manilhas. Como são mais raras as jazidas, e o material é de qualidade superior, neste tipo de ladrilhos geralmente é feita esmaltação na face aparente, de maneira semelhante às louças. Há inúmeras formas, desenhos e cores.

#### **b) Materiais de louça branca:**

• **Louça:** Os artigos de louça são feitos com o pó de louça, ou seja, uma pasta feita com o pó de argilas brancas (caulim quase puro), dosadas com exatidão, que darão produtos duros, especiais, de granulometria fina e uniforme, com a superfície normalmente vitrificada. Há quatro tipos básicos de louça: louça calcária (louça de mesa, louça artística), louça feldspática (azulejos, cerâmica sanitária), louça mista e louça de talco. A característica básica do caulim para pó de louça deve ser a ausência de ferro.

O grande problema da sua fabricação é o vidrado; geralmente apresenta coeficiente de dilatação diferente do da massa, resultando o trincamento tão comum. Além disso, não ficam muito homogêneos, variando a cor e espessura do vidrado, dando a impressão de ondulações na superfície. Eles variam muito nas diversas partidas, mesmo quando usadas matérias-primas semelhantes.

O tipo de material para vidrado deve variar de acordo com a temperatura em que será cozida a peça.

O vidrado é aplicado após uma primeira cozedura, seguindo-se, então, o recozimento, quando se transforma em vidro.

• **Azulejos:** Os azulejos são placas de louça, de pouca espessura, vidrados numa das faces, onde levam corante. A face posterior e as arestas não são vidradas, e até levam saliências para aumentar a fixação das argamassas de assentamento e rejuntamento. Devem ser classificados (loteados) na fábrica, por tamanho e cor, o que não dispensa novo loteamento na obra.

A moldagem é feita a seco, e o cozimento se dá a 1.250 °C. O vidrado é feito com uma pintura, geralmente obtida com óxido de chumbo, areia finíssima de grande fusibilidade, calda de argila e, conforme o caso, corante.

O azulejo comum tem, usualmente, 15 x 15 cm, precisando-se de 45 unidades para cobrir um metro quadrado. Há uma pequena variação, conforme a fábrica. Está-se tornando comum também o azulejo de 10 x 10 cm.

• **Louças sanitárias:** Nos aparelhos sanitários, a moldagem é feita pelo sistema de barbotina. O cozimento é feito a 1.310 °C. Nesses aparelhos, o vidrado é obtido pela pintura com esmalte de bórax e feldspato ou calcário. Há os aparelhos brancos e os de cor.

Também há muitos elementos decorativos de composição semelhante à louça sanitária. Citam-se os elementos vazados vitrificadas, de inúmeros desenhos e cores.

### **8.4. Cerâmica refratária**

Este é um dos ramos mais importantes e estudado das cerâmicas, mas que aqui somente será lembrado, porque é pouco usado nas construções prediais. Seu grande emprego está na indústria. A cerâmica refratária é cerâmica que não funde, mesmo a altas temperaturas (1.520 °C).

## **9. PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA**

### **9.1. Tipos de madeira de construção**

As madeiras utilizadas em construção são obtidas de troncos de árvores. Distinguem-se duas categorias principais de madeiras:

**a) madeiras duras** - provenientes de árvores frondosas (com folhas achatadas e largas), de crescimento lento, como a peroba, ipê, aroeira, carvalho etc.; as madeiras duras de melhor qualidade são também chamadas madeiras de lei;

**b) madeiras macias** - provenientes em geral das árvores coníferas (com folhas em forma de agulhas ou escamas, e sementes agrupadas em forma de cones), de crescimento rápido, como pinheiro-do-paraná e pinheiro-bravo ou pinheirinho, pinheiros europeus, norte-americanos etc.

## 9.2. Estrutura e crescimento das madeiras

As árvores produtoras de madeira de construção são do tipo exogênico, que crescem pela adição de camadas externas, sob a casca. A secção transversal de um tronco de árvore revela as seguintes camadas, de fora para dentro: casca; alborno ou branco; cerne ou durâmem e medula.

As madeiras de construção devem ser tiradas de preferência do cerne, mais durável. O alborno produz madeira imatura, não endurecida, mais sujeita à decomposição. Não existe, entretanto, uma relação consistente entre as resistências dessa duas partes do tronco nas diversas espécies vegetais.

## 9.3. Propriedades físicas das madeiras

**a) Anisotropia da madeira:** Devido à orientação das células, a madeira é um material anisotrópico, apresentando três direções principais: longitudinal, radial e tangencial.

**b) Umidade:** A umidade da madeira tem grande importância sobre as suas propriedades. O grau de umidade é medido pelo peso de água dividido pelo peso de amostra seca na estufa. No Brasil e na Europa, adota-se 15 %, nos Estados Unidos 12 % como umidade padrão de referência.

**c) Retração da madeira:** As madeiras sofrem retração ou inchamento com a variação da umidade entre 0 % e o ponto de saturação da fibras (30%), sendo a variação aproximadamente linear. O fenômeno é mais importante na direção tangencial; para redução da umidade de 30% até 0%, a retração tangencial varia de 5% a 10% da dimensão verde, conforme as espécies. A retração na direção radial é cerca da metade da direção tangencial.

**d) Dilatação linear:** O coeficiente de dilatação linear das madeiras, na direção longitudinal, varia de  $0,3 \times 10^{-5}$  a  $0,45 \times 10^{-5}$  por  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ , sendo pois, da ordem de  $\frac{1}{4}$  do coeficiente de dilatação linear do aço. Na direção tangencial ou radial, o coeficiente de dilatação varia com o peso específico da madeira, sendo da ordem de  $4,5 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  para madeiras duras e  $8,0 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  para madeira moles.

## 9.4. Defeito das madeiras

As peças de madeira utilizadas nas construções apresentam uma série de defeitos que prejudicam a resistência, o aspecto ou a durabilidade. Os defeitos podem provir da constituição do tronco ou do processo de preparação das peças. Os principais defeitos da madeira são: nós, fendas, gretas ou ventas, abaulamento, arqueadura, fibras reversas, esmoada ou quina morta, furos de larva, bolor, apodrecimento, etc.

## 9.5. Madeiras de construção produtos comerciais

### 9.5.1. Tipos de madeiras de construção

As madeiras utilizadas nas construções podem ser classificadas em duas categorias:

#### a) madeiras maciças:

- **Madeira bruta ou roliça:** É empregada em forma de tronco, servindo para estacas, escoramentos, postes, colunas etc. As árvores devem ser abatidas de preferência na época da seca, quando o tronco tem menor teor de umidade. Após o abate, remove-se a casca, deixando-se o tronco secar em local arejado e protegido contra o sol. As madeiras roliças, que não passaram por um período mais ou menos longo de secagem, ficam sujeitas a retrações transversais que provocam rachaduras nas extremidades;

- **Madeira falqueada:** é a madeira que tem as faces laterais aparadas a machado, formando secções maciças, quadradas ou retangulares; é utilizada em estacas, cortinas cravadas, pontes etc.;

- **Madeira serrada:** é o produto estrutural de madeira mais comum entre nós. O tronco é cortado nas serrarias, em dimensões padronizadas para o comércio, passando depois por um período de secagem;

As madeiras serradas, são vendidas em secções padronizadas, com bitolas nominais em polegadas. A tabela abaixo apresenta os principais perfis, obedecendo à nomenclatura da ABNT (Padronização PB-5).

**Tabela 1.12. Dimensões nominais comerciais das madeiras serradas**

| Especificação | Secção (b . h)<br>(polegadas) | Secção (b . h)<br>(cm) | Área da secção<br>(cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Tábua         | 1" x 4 1/2"                   | 2,5 x 11,5             | 28,8                                 |
| Tábua         | 1" x 6"                       | 2,5 x 15               | 37,5                                 |
| Tábua         | 1" x 9"                       | 2,5 x 23               | 57,5                                 |
| Tábua         | 1" x 12"                      | 2,5 x 30,5             | 76,3                                 |
| Sarrafo       | 1 1/2" x 3"                   | 3,8 x 7,5              | 28,5                                 |
| Caibro        | 3" x 3"                       | 7,5 x 7,5              | 56,3                                 |
| Viga          | 2" x 6"                       | 5 x 15                 | 75,0                                 |
| Viga          | 2" x 8"                       | 5 x 20                 | 100,0                                |
| Viga          | 3" x 4 1/2"                   | 7,5 x 11,5             | 86,3                                 |
| Viga          | 3" x 6"                       | 7,5 x 15               | 112,5                                |
| Viga          | 6" x 6"                       | 15 x 15                | 225,0                                |
| Pranchão      | 3" x 9"                       | 7,5 x 23               | 172,5                                |
| Pranchão      | 4" x 8"                       | 10 x 20                | 200,0                                |
| Pranchão      | 6" x 9"                       | 15 x 23                | 345,0                                |
| Couçoeira     | 3" x 12"                      | 7,5 x 30,5             | 228,8                                |

#### b) Madeiras industrializadas:

- **Madeira laminada e colada:** é o produto estrutural de madeira mais importante nos países industrializados. A madeira selecionada é cortada em lâminas, de 15 mm ou mais de espessura, que são coladas sob pressão, formando grandes vigas, em geral de secção retangular. As lâminas podem ser emendadas com cola nas extremidades, formando peças de grande comprimento;

- **Madeira compensada:** A madeira compensada é formada pela colagem de três ou mais lâminas finas, alternando-se as direções das fibras em ângulo reto. Os compensados podem ter três, cinco ou mais lâminas, sempre em número ímpar.

### 9.5.2. Classificação das peças estruturais de madeira

**a) Primeira categoria:** Madeira de qualidade excepcional, sem nós, retilínea, limpa em ambas as faces, corretamente serrada na bitola exata, com arestas no esquadro, sem esmoado, quase isenta de defeitos;

**b) Segunda categoria:** Madeira de qualidade estrutural corrente, com pequena incidência de nós firmes e outros defeitos. Deve satisfazer em uma das faces às características da primeira categoria;

**c) Terceira categoria:** Madeira de qualidade estrutural inferior, com nós e furos de larvas em ambas as faces, com manchas e bolores ou de outra natureza, de cor natural, corretamente serrada e de bitola exata, com quinas no esquadro.

### 9.6. Tensões admissíveis básicas em peças estruturais de madeira bruta ou serrada

As normas brasileiras fornecem tensões admissíveis válidas para peças de 2ª categoria, que são as correntemente utilizadas. Nos casos especiais de peças de 1ª categoria, as tensões admissíveis podem ser aumentadas, multiplicando-as pela constante 1,4.

As tensões admissíveis das normas brasileiras baseiam-se em resultados de resistência em ensaios normalizados (Métodos Brasileiros MB-26) de pequenas peças de madeira verde. Para cada espécie, são determinados os seguintes valores médios:

- $f_c$  - resistência à compressão paralela às fibras;
- $f_b$  - módulo de ruptura à flexão estática;
- $f_v$  - resistência ao cisalhamento paralelo às fibras;
- E - módulo de elasticidade.

**a) Compressão simples ( $\sigma_c$ ):** esta tensão simples sem flambagem, é obtida multiplicando-se a resistência experimental à compressão paralela as fibras ( $f_c$ ), por um fator que leva em consideração a dispersão, rapidez e coeficiente de segurança nos ensaios.

$$\sigma_c = 0,2 \cdot f_c \quad [\text{kg/cm}^2]$$

**b) Flexão simples ( $\sigma_b$ ):** esta tensão é obtida multiplicando-se o valor experimental médio do módulo de ruptura à flexão estática ( $f_b$ ), por um fator que também leva em consideração a realização dos ensaios.

$$\sigma_b = 0,15 \cdot f_b \quad [\text{kg/cm}^2]$$

**c) Cisalhamento paralelo as fibras:** esta tensão é obtida multiplicando-se o valor experimental médio da resistência ao cisalhamento paralelo às fibras ( $f_v$ ), por um fator que também leva em consideração a realização e devido a defeitos como rachas, fendas etc. é adotado, ainda, um coeficiente de majoração de 50%.

$$\tau = 0,1 \cdot f_v \quad [\text{kg/cm}^2]$$

**d) Módulo de elasticidade:** O módulo de elasticidade adotado no projeto é o valor médio determinado experimentalmente, em peças sem defeito.

**Tabela 1.13. Propriedades mecânicas e tensões admissíveis de algumas madeiras brasileiras**

| Nomenclatura      | Massa específica (15% de umidade)<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | Tensões admissíveis Peças de 2 <sup>o</sup> categoria (kgf/cm <sup>2</sup> ) |                   |                                    |  |                             |                                 |
|-------------------|---|--|-------------------|------------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------------|
|                   |   | Compressão simples (L <sub>FL</sub> /i ≤ 40)                                 | Flexão simples    | Cisalhamento longitudinal em vigas | Cisalhamento paralelo às fibras nas ligações | Compressão normal as fibras | Módulo de elasticidade (flexão) |
|                   |   | (σ <sub>C</sub> )  | (σ <sub>b</sub> ) | (τ)                                | (τ)  | (σ <sub>CN</sub> )          | (E)                             |
| Aroeira do sertão | 1,21  | 150,4  | 228,1             | 20,2                               | 30,3   | 45,1                        | 152.000                         |
| Ipê-roxo          | 0,96  | 138,0  | 231,0             | 14,5                               | 21,7   | 41,4                        | 165.000                         |
| Gonçalo-alves     | 0,91  | 126,0  | 181,0             | 18,9                               | 28,3   | 37,8                        | 141.000                         |
| Ipê tabaco        | 1,03  | 124,0  | 219,0             | 13,4                               | 21,1   | 37,1                        | 154.000                         |
| Eucalipto         | 1,04  | 104,0  | 172,0             | 16,6                               | 24,0   | 30,0                        | 136.000                         |
| Peroba-de-campos  | 0,72  | 93,0   | 148,0             | 11,7                               | 17,6   | 27,9                        | 120.000                         |
| Peroba-rosa       | 0,78  | 85,0   | 135,0             | 12,1                               | 18,1   | 25,4                        | 94.000                          |
| Pinho-do-paraná   | 0,54  | 51,0   | 87,0              | 6,5                                | 9,5  | 15,4                        | 105.000                         |

## 10. MATERIAIS ALTERNATIVOS

### 10.1. Solo cimento

O solo-cimento é um material alternativo de baixo custo, obtido pela mistura de solo, cimento e um pouco de água. No início, esta mistura parece uma "farofa" úmida. Após ser compactada, ela endurece e com o tempo ganha resistência e durabilidade suficientes para diversas aplicações no meio rural. Uma das grandes vantagens do solo-cimento é que o solo, um material local, constitui justamente a maior parcela da mistura.

#### 10.1.1. Utilização

**a) Tijolos ou blocos:** São produzidos em prensas, dispensando a queima em fornos. Apresentam grande resistência e excelente aspecto;

**b) Parede maciça:** São compactadas no próprio local, em camadas sucessivas, no sentido vertical, com o auxílio de fôrmas e guias;

**c) Pavimentação:** São compactados no local, com o auxílio de fôrmas, mas em uma única camada. Eles constituem placas maciças, totalmente apoiadas no chão;

**d) Ensacados:** Resulta da colocação da "farofa" úmida em sacos, que funcionam como fôrmas. Depois estes sacos são fechados e compactados no local de uso.

#### 10.1.2. Componentes do solo-cimento

**a) Solo:** Os solos mais indicados são os arenosos. Trabalhos do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CEPED), na Bahia, constataram que a granulometria e a plasticidade, para solo peneirado em malha de 4,8 mm, devem observar as seguintes especificações básicas:

- teor de areia: 45 a 85%;
- teor de silte e argila: 20 a 55%;
- teor de argila: 20%;
- limite de liquidez: < 45%.

O solo adequado não deve conter pedaços de galhos, folhas, raízes ou qualquer outro tipo de material orgânico, que podem prejudicar a qualidade final do solo-cimento.

#### b) Cimento

#### c) Água

### 10.1.3. Dosagem do solo-cimento

Nas obras de pequeno porte é usado um traço padrão, de 1:12 (1 parte de cimento para 12 partes de solo adequado). Esse traço padrão para pequenas obras será sempre o mesmo, qualquer que seja a forma de utilização do solo-cimento - tijolos ou blocos, parede maciça, pavimentada ou ensacado.

Em obras de grande volume (barragens, canais de irrigação extensos, etc.) o traço deve ser determinado em laboratórios especializados.

### 10.1.4. Mistura manual

- Passe o solo por uma peneira de malha (abertura) de 4 mm a 6 mm;
- Esparrame o solo sobre uma superfície lisa e impermeável, formando uma camada de 20 cm a 30 cm. Espalhe o cimento sobre o solo peneirado e revolva bem, até que a mistura fique com uma coloração uniforme, sem manchas de solo ou de cimento;
- Espalhe a mistura numa camada de 20 cm a 30 cm de espessura, adicione água, aos poucos (de preferência usando um regador com "chuveiro" ou crivo), sobre a superfície, e misture tudo novamente;
- Os componentes podem ser misturados até que o material pareça uma "farofa" úmida, de coloração uniforme, próxima da cor do solo utilizado, embora levemente escurecida, devido à presença da água.

## 10.2. Ferrocimento

O ferrocimento é um material constituído de uma argamassa de cimento e areia envolvendo um armado de vergalhões finos e telas.

### a) Vantagens:

- é moldável;
- utiliza um armado ao invés da armadura do concreto armado;
- as peças são mais finas e podem ser feitas artesanalmente e sem o auxílio de formas.

### b) Desvantagens:

- exigem formatos arredondados.

### 10.2.1. Componentes

**a) Argamassa:** Composta de cimento, areia e água no traço 1:4:1.

**b) Armado:** É composto por vergalhões finos, de bitola 3,4 mm ou 4,2 mm, amarrados com arame recozido N<sup>o</sup> 98, e duas telas de malha hexagonal, sobrepostas de forma desencontrada, deixando aberturas de 6 mm no máximo. Na maioria dos casos, usa-se tela de pinteiro, feita com fio de aço N<sup>o</sup> 22 e malhas com aberturas de 12,5 mm (1/2 polegadas).

### 10.2.2. Montagem do armado

O armado do ferrocimento é composto por uma malha de sustentação formada pelos vergalhões finos, dispostos nos dois sentidos (horizontal e vertical) e firmemente amarrados uns aos outros com arame recozido, formando o esqueleto da peça. O espaçamento entre os vergalhões pode variar de 5 cm a 15 cm, dependendo de sua posição e do tipo de construção. O importante é que essa malha de sustentação já tenha a forma da peça desejada. Sobre a malha de sustentação são colocados as duas telas desencontradas, em geral pelo lado de fora.

### 10.2.3. Aplicação da argamassa

Em geral a argamassa é aplicada diretamente sobre as telas, sem o uso de formas. Nesse caso, é preciso utilizar um anteparo, que pode ser um pedaço de papelão ou um saco de cimento vazio dobrado ao meio. Tanto um como o outro devem ser envolvidos por um plástico. A argamassa deve ser comprimida com força, com a colher de pedreiro, contra esse anteparo, para que fique bem compactada e sem vazios no seu interior.

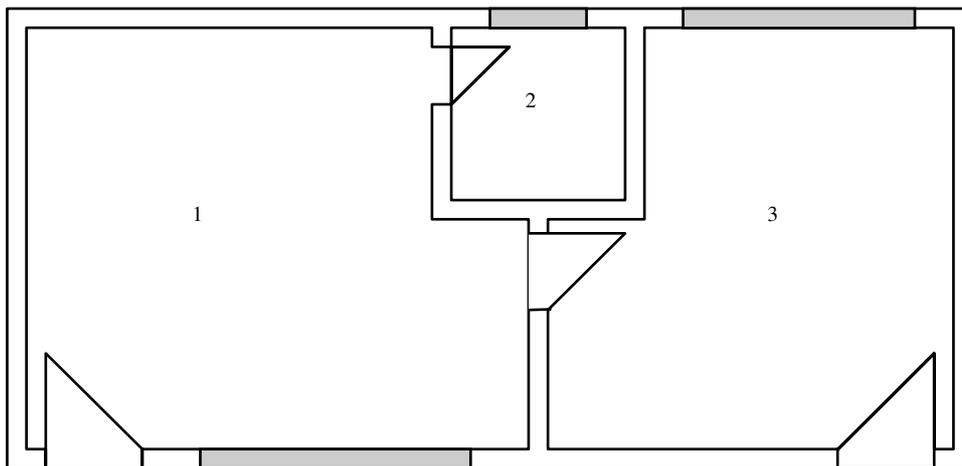
### 10.2.4. Cura

A cura do ferrocimento é muito importante para evitar o aparecimento de trincas ou fissuras.

- peça recém-moldada deve ser mantida úmida durante uma semana;
- malhada durante 2 ou 3 vezes por dia;
- as superfícies expostas ao tempo devem ser cobertas com sacos vazios de aniagem ou de cimento, ou com uma lona plástica, durante os sete dias.

## EXERCÍCIOS

1. Conforme a planta abaixo, contendo uma depósito (1); banheiro (2); e anexo (3) leia atentamente os dados fornecidos e determine:



Esc. 1:50

### Dados:

- O terreno onde será feita esta instalação é plano e o nível do piso da construção encontra-se elevado 25 cm da superfície do solo;
- O pé-direito da instalação será de 2,8 m e as paredes terão 15 cm de espessura;
- A fundação da instalação é do tipo direta contínua, com dimensão de 40 cm de largura x 60 cm profundidade. O material utilizado para sua execução será o concreto no traço 1:4:8, com relação água cimento ( $R_{a/c}$ ) igual a 0,6;
- O piso da construção será realizado no traço 1:3:6, com 4 cm de espessura e  $R_{a/c}$  igual a 0,6;
- A cimentação do piso será feita no traço 1:4, com 1 cm de espessura;
- O chapisco das paredes terá 1 cm de espessura e será feito no traço 1:2 (cimento-areia);
- O reboco das paredes terá 1,5 cm de espessura e será feito no traço 1:3 (cal-areia);
- O tijolo utilizado será o de seis furos, que apresenta as dimensões 10 x 20 x 20 (Obs. 25 tijolos deste tipo fazem 1 m<sup>2</sup> de parede);
- O banheiro terá o piso cerâmico e será azulejado até o teto.
- As portas possuem a dimensão 70 x 210 m, e a janelas 1,8 x 1,5 m.

**Determine:**

- a) A quantidade de material para fazer o alicerce direto contínuo;
- b) O volume de terra para encher a caixa formada pelo baldrame entre o piso e o nível do solo (obs. considere uma redução de 30% do volume da terra após ser compactada);
- c) A quantidade de material para fazer a concretagem do piso;
- d) A quantidade de material para fazer a cimentação do piso;
- e) A quantidade de material para fazer o chapisco das paredes internas e externas;
- f) A quantidade de material para fazer o reboco das paredes internas e externas;
- g) A quantidade de tijolos para levantar as paredes.
- h) A quantidade de material necessário para assentar os tijolos;
- i) Faça um esboço do que seria o orçamento detalha dos materiais gastos para construção destes cômodos, quantificando o total de: cimento, areia média, areia grossa, cal, brita ou seixo rolado, tijolos, janelas e portas.

2. Conforme a planta da figura 1.4. (pagina 33) e utilizando de informações contidas nesta unidade, quantifique os materiais necessários a sua execução e faça um orçamento detalha.

**BIBLIOGRAFIA**

- BAUER, L.A.F. **Materiais de construção.** 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1992. 892p.
- BUENO, C.F.H. **Construções rurais.** Lavras: Coopesal-ESAL. 1980. 209p. (Apostila).
- CARNEIRO, O. **Construções rurais.** 12. ed. - São Paulo: Nobel. 1985. 718p.
- CETOP - Centro de Ensino Técnico e Profissional à Distância, Ltda. **Iniciação ao cálculo de resistências.** São Paulo: Gráfica Europam,. 1984. 227 p. (Departamento Técnico do CEAC)
- PETRUCCI, E.G.R. **Concreto de cimento portland.** 4. ed. - Porto Alegre: Globo. 1980. 305p.
- PETRUCCI, E.G.R. **Materiais de construção.** 3. ed.- Porto Alegre: Globo. 1978. 435 p.
- PFEIL, W. **Estrutura de madeira.** 5. ed. - Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Ed., 1989. 295 p.
- Tabelas de Composição de Preços para Orçamento (TCPO8). 8. ed. - São Paulo: Pini, 1986.



## UNIDADE 2. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS TRABALHOS PRELIMINARES

- **OBJETIVO:** Identificar e explicar a importância dos trabalhos iniciais que antecedem a uma construção rural.

### INTRODUÇÃO

O princípio que deve nortear qualquer construção, grande ou pequena é o de fazer uma obra praticamente **perfeita** no **menor tempo** possível e ao **menor custo**, aproveitando o máximo rendimento das ferramentas e da mão-de-obra.

Logicamente é muito difícil, senão impossível, fazer-se a obra perfeita, mas deve-se procurar, por todos os meios, aproximar-se dessa situação.

Para que isso seja possível, torna-se necessário, acentuada atenção em todas as fases da construção.

Estas fases são:

**a) Trabalhos preliminares:** São os trabalhos iniciais que antecedem a construção propriamente dita e são os seguintes: elaboração do programa; escolha do local; organização da praça de trabalho; estudo do subsolo; terraplenagem ou acerto do terreno; locação da obra;

**b) Execução:** Consta da abertura das valas de fundação; consolidação do terreno; alicerces; baldrames; obras de concreto armado ou simples; aterros e apiloamento; levantamento das paredes; armação de andaimes; engradamento, cobertura ou telhado; pisos; forros; esquadrias; assentamento das tubulações de água, esgoto e eletricidade; revestimento das paredes;

**c) Acabamento:** Assentamento de ferragem nas esquadrias; rodapés; aparelhos elétricos; aparelhos sanitários; equipamentos; vidros; pintura; acabamento nos pisos (raspação e synteko em tacos, polimento em mármore, etc.); limpeza geral.

### 1. PROGRAMA

Para se organizar o projeto de uma construção qualquer deve-se levar em conta três fatores básicos:

- Lista dos componentes que a obra irá necessitar;
- Conhecimento aprofundado do mecanismo de serviços que ali serão realizados;
- Existência de códigos normadores

### 2. ESCOLHA DO LOCAL

Impõe-se uma série de averiguações a fim de que se possa tirar do local, o máximo de vantagens. As principais são:

- Se não há impedimento legal para uso do terreno;
- Se a topografia permite implantação econômica da obra;
- Se a natureza do subsolo permite uma construção estável e pouco onerosa;

- Se permite um fluxo eficiente;
- Se oferece boas condições quanto a vias de acesso, direção de ventos, clima, pouco barulho;
- Se há possibilidade de escoamento de águas pluviais, águas servidas e dejetadas.

Terrenos muito acidentados ou pelo contrário possíveis de inundação devem ser rejeitadas em detrimento de outros que exijam menor movimento de terra e/ou drenagem e impermeabilizações.

O terreno ideal é enxuto, firme, com leve inclinação, local calmo, bem arejado e isolado. Não sendo possível terse-á que lançar mão de artifícios que encarecerão a obra.

### **3. PROJETO**

O projeto consta de duas partes: gráfica e descritiva:

#### **3.1. Parte gráfica**

A parte gráfica compõem-se de:

- planta baixa;
- cortes longitudinais e transversais (mínimo de dois cortes para cada pavimento);
- planta de situação e diagrama de cobertura;
- fachada
- detalhes;
- plantas da instalação elétrica, sanitária e hidráulica.

A apresentação gráfica prevê anteriormente, na fase de composição do programa, o anteprojeto (estudo), que não passa de tentativas ou esboços, inicialmente sem escala, buscando-se ordenar os espaços e passar as idéias para o papel.

Somente após o anteprojeto estar do agrado geral é que inicia-se a elaboração do projeto.

Na apresentação do projeto, os originais são desenhados à mão ou via computador, em papel vegetal ou mesmo tipo manteiga, dependendo da importância da obra. Estes originais são mantidos em arquivos, entregando-se aos clientes uma cópia mesmos.

#### **3.2. Parte descritiva**

##### **3.2.1. Memorial descritivo**

É onde o projetista justifica a solução abordada. Deve ser uma dissertação clara, direta, simples. Os temas são abordados na seqüência das fases de construção, ou seja.

- trabalhos preliminares;
- trabalhos de execução;
- trabalhos de acabamento.

No entanto, somente em obras de vulto ou concorrência é que há necessidade de memória. Fora destes casos a explicação pode até ser verbal entre projetista e clientes, ou mesmo pode deixar de existir.

### 3.2.2. Memorial de cálculo e especificações

Indica claramente as técnicas construtivas e os materiais a serem utilizados em cada item da construção.

### 3.2.3. Orçamento

É o cálculo do custo da obra.

Construtores práticos costumam fazer uma estimativa de custo ou **orçamento sumário**, resultando da área de construção multiplicada por um custo arbitrário para mão-de-obra ou mesmo para o global da construção.

Já o **orçamento detalhado**, é um processo minucioso em que se avalia: materiais, mão-de-obra, leis sociais, despesas de projetos e aprovação, serviços de escritório, administração, margem de lucro. Exige bastante prática, visão e atenção na hora de sua realização, e mesmo assim estará ainda sujeito a erros.

A quantificação dos materiais para o orçamento podem ser muitas vezes obtida através de expressões matemáticas, ou com o auxílio de manuais que trazem uma listagem de tabelas de composições e quantificações de serviços na construção.

Os **manuais com tabelas para composição de serviços e custo**, são geralmente simplificados, sendo práticos e fáceis de consultar. As Tabelas de Composição de Preços para Orçamento (TPCO8) da PINI, por exemplo, traz com detalhes os materiais e serviços necessários a cada etapa e/ou atividades construtiva, como: serviços preliminares, infraestrutura, superestrutura, vedação, esquadrias de madeira, vedação, esquadrias de madeira, esquadrias metálicas, cobertura, instalações hidráulicas e elétricas, forros, impermeabilização e isolamento térmica, revestimentos de forros e paredes, pisos internos, vidros, pinturas, serviços complementares e custo horário de equipamentos.

A tabela 2.1., apresenta um extrato contendo apenas os principais itens utilizados nas construções rurais.

**Tabela 2.1. Composição de materiais e serviços para orçamento detalhado**

| Item   | Unidade        | Pedreiro | Servente |
|--|----------------|----------|----------|
| • Demolição de cobertura com telhas cerâmicas          | m <sup>2</sup> | 0,06 h   | 0,6 h    |
| • Demolição de coberturas com telhas onduladas         | m <sup>2</sup> | 0,025 h  | 0,25 h   |
| • Demolição de forro de tábuas de pinho                | m <sup>2</sup> | 0,03 h   | 0,3 h    |
| • Demolição de piso cimentado sobre lastro de concreto | m <sup>3</sup> | 0,13 h   | 1,3 h    |
| • Demolição de concreto simples                        | m <sup>3</sup> | 1,3 h    | 13,0 h   |
| • Demolição de alvenaria de tijolos comuns             | m <sup>3</sup> | 0,6 h    | 6,0 h    |

| Item              | Unidade        | Tábua 1x9"          | Pontaleta 3x3" | Prego    | Arame  | Carpinteiro | Servente |
|-------------------|----------------|---------------------|----------------|----------|--------|-------------|----------|
| • Locação da obra | m <sup>2</sup> | 0,09 m <sup>2</sup> | 0,04 m         | 0,012 kg | 0,02 h | 0,13 h      | 0,13 h   |

| Item   | Unidade        | Servente | Trator de esteira | Pá-carregadeira | Caminhão basculante |
|--|----------------|----------|-------------------|-----------------|---------------------|
| • Escavação manual até 2 m de profundidade   | m <sup>3</sup> | 2,93 h   |                   |                 |                     |
| • Escavação manual até 4m de profundidade    | m <sup>3</sup> | 3,49 h   |                   |                 |                     |
| • Escavação mecânica até 2 m de profundidade | m <sup>3</sup> |          | 0,0176 h          |                 |                     |
| • Escavação mecânica até 4 m de profundidade | m <sup>3</sup> |          | 0,0204 h          |                 |                     |
| • Escavação e remoção de terra até 1 km      | m <sup>3</sup> |          | 0,02 h            | 0,02 h          | 0,06 h              |
| • Carga mecanizada de entulho em caminhão    | m <sup>3</sup> | 0,0208 h |                   | 0,0104 h        | 0,0104 h            |
| • Carga mecanizada de terra em caminhão      | m <sup>3</sup> | 0,0196 h |                   | 0,0098 h        | 0,0098 h            |

| Item  | Unidade        | Servente | Caminhão basculante | Caminhão carroceria |
|---|----------------|----------|---------------------|---------------------|
| • Carga manual de entulho em caminhão             | m <sup>3</sup> | 0,72 h   | 0,24 h              |                     |
| • Carga manual de terra em caminhão               | m <sup>3</sup> | 0,60 h   | 0,2 h               |                     |
| • Carga manual de rocha em caminhão               | m <sup>3</sup> | 0,75 h   | 0,25 h              |                     |
| • Carga e descarga manual de tijolos maciços      | milheiro       | 0,6 h    |                     | 0,2 h               |
| • Carga mecanizada de rocha em caminhão           | m <sup>3</sup> | 0,0222 h | 0,0111              | 0,0111 h            |
| • Transporte a 30 m de material a granel          | m <sup>3</sup> | 2,5 h    |                     |                     |
| • Transporte a 30 m de dois sacos de cimento      |                | 0,15 h   |                     |                     |
| • Transporte a 30 m de tijolos comuns             | milheiro       | 4,0 h    |                     |                     |
| • Transporte manual de madeira ate 1º laje        | m <sup>3</sup> | 0,4 h    |                     |                     |
| • Transporte de qualquer material à 1 km          | m <sup>3</sup> |          | 0,037 h             |                     |
| • Transporte de qualquer material à 10 km         | m <sup>3</sup> |          | 0,222 h             |                     |
| • Apiloamento de fundo de valas com maço de 30 kg | m <sup>2</sup> | 1,5 h    |                     |                     |
| Lastro de brita, apiloado com maço de 30 kg       | m <sup>3</sup> | 2,5 h    |                     |                     |

| Item  | Unidade        | Cal em pasta         | Areia úmida          | Servente |
|---|----------------|----------------------|----------------------|----------|
| • Preparo de areia seca peneirada   | m <sup>3</sup> |                      | 1,3 m <sup>3</sup>   | 24,0 h   |
| • Preparo de argamassa de cal em pasta peneirada e pura e areia sem peneirar no traço 1:1,5 | m <sup>3</sup> | 0,613 m <sup>3</sup> | 0,707 m <sup>3</sup> | 8,0 h    |
| • Preparo de argamassa de cal em pasta peneirada e pura e areia sem peneirar no traço 1:3   | m <sup>3</sup> | 0,405 m <sup>3</sup> | 0,935 m <sup>3</sup> | 8,0 h    |
| • Preparo de argamassa de cal em pasta peneirada e pura e areia sem peneirar no traço 1:4   | m <sup>3</sup> | 0,404 m <sup>3</sup> | 0,935 m <sup>3</sup> | 8,0 h    |

| Item   | Unidade        | Cimento  | Areia seca            | Servente |
|--|----------------|----------|-----------------------|----------|
| • Preparo de argamassa de cimento e areia peneirada no traço 1:2 | m <sup>3</sup> | 643,0 kg | 0,8238 m <sup>3</sup> | 10,0 h   |
| • Preparo de argamassa de cimento e areia peneirada no traço 1:3 | m <sup>3</sup> | 486,0 kg | 0,9354 m <sup>3</sup> | 10,0 h   |
| • Preparo de argamassa de cimento e areia peneirada no traço 1:4 | m <sup>3</sup> | 365,0 kg | 0,9354 m <sup>3</sup> | 10,0 h   |

| Item  | Unidade        | Cimento | Cal hidratada | Areia seca           | Servente |
|---|----------------|---------|---------------|----------------------|----------|
| • Preparo de argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia peneirada no traço 1:1:6 | m <sup>3</sup> | 243 kg  | 122 kg        | 1,216 m <sup>3</sup> | 10,0 h   |
| • Preparo de argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia peneirada no traço 1:2:8 | m <sup>3</sup> | 182 kg  | 182 kg        | 1,216 m <sup>3</sup> | 10,0 h   |
| • Preparo de argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia peneirada no traço 1:3:9 | m <sup>3</sup> | 162 kg  | 243 kg        | 1,216 m <sup>3</sup> | 10,0 h   |

| Item  | Unidade        | Espessura | Argamassa             | Tijolos | Pedreiro | Servente |
|---|----------------|-----------|-----------------------|---------|----------|----------|
| • Alvenaria de elevação com tijolos comuns, dimensão 5 x 10 x 20 cm, assentados com argamassa. Espessura das juntas: 12 mm;   | m <sup>2</sup> | 5 cm      | 0,0083 m <sup>3</sup> | 46      | 0,9 h    | 0,9 h    |
| • Alvenaria de elevação com tijolos comuns, dimensão 5 x 10 x 20 cm, assentados com argamassa. Espessura das juntas: 12 mm;   | m <sup>2</sup> | 10 cm     | 0,025 m <sup>3</sup>  | 84      | 1,6 h    | 1,6 h    |
| • Alvenaria de elevação com tijolos comuns, dimensão 5 x 10 x 20 cm, assentados com argamassa. Espessura das juntas: 12 mm;   | m <sup>2</sup> | 20 cm     | 0,034 m <sup>3</sup>  | 159     | 2,5 h    | 2,5 h    |
| • Alvenaria de elevação com tijolos furados, dimensão 10 x 20 x 20 cm, assentados com argamassa. Espessura das juntas: 12 mm; | m <sup>2</sup> | 10 cm     | 0,012 m <sup>3</sup>  | 25      | 1,0 h    | 1,0 h    |
| • Alvenaria de elevação com tijolos furados, dimensão 10 x 20 x 20 cm, assentados com argamassa. Espessura das juntas: 12 mm; | m <sup>2</sup> | 20 cm     | 0,034 m <sup>3</sup>  | 47      | 1,5 h    | 1,5 h    |

| Item   | Unidade        | Cimento   | Areia                 | Brita 1              | Brita 2 | Servente |
|--|----------------|-----------|-----------------------|----------------------|---------|----------|
| • Preparo de concreto estrutural, com betoneira, controle tipo "A", $f_{ck} = 135 \text{ kg/cm}^2$ | m <sup>3</sup> | 311,85 kg | 0,6313 m <sup>3</sup> | 0,263 m <sup>3</sup> | 0,615   | 6,0 h    |
| • Preparo de concreto estrutural, com betoneira, controle tipo "B", $f_{ck} = 135 \text{ kg/cm}^2$ | m <sup>3</sup> | 327,60 kg | 0,6235 m <sup>3</sup> | 0,263 m <sup>3</sup> | 0,615   | 6,0 h    |
| • Preparo de concreto estrutural, com betoneira, controle tipo "C", $f_{ck} = 135 \text{ kg/cm}^2$ | m <sup>3</sup> | 360,80 kg | 0,6261 m <sup>3</sup> | 0,263 m <sup>3</sup> | 0,615   | 10,0 h   |

### 3.3. Parâmetros para fiscalização dos projetos

O Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Paraná (CREA-PR), estabeleceu e aprovou em plenário de sua sessão ordinária N<sup>o</sup> 722 de 07/11/1995 os parâmetros para fiscalização profissional em obras de agronomia. As considerações realizadas, foram:

- “As obras que se enquadrem nos parâmetros fixados na Tabela de parâmetros, deverão apresentar responsável(is) técnico(s) habilitado(s) para tal, que deverá proceder Anotação de Responsabilidade Técnica;”
- “As atividades que não constam na Tabela de parâmetros, mas que fazem parte das atribuições dos profissionais ligados à área da modalidade da Agronomia também deverão apresentar responsável(is) técnico(s) e proceder ART. Tal como vem sendo feito hoje;”
- “A elaboração e fiscalização dos projetos agropecuários vinculados aos Programas Oficiais de Crédito Rural se enquadrarão, da mesma forma, dentro da Tabela ou das atribuições, uma vez que para o CREA o mais importante é a responsabilidade sobre a obra e não a forma como se conseguiram os recursos.”

**Tabela 2.2. Parâmetros para fiscalização profissional em obras de agronomia**

| Obras de agronomia   | Parâmetros para projetos                          |
|--|---|
| • Industrias Agro-Florestais.....                              | Acima de 60 m <sup>2</sup>                        |
| • Moradias Rurais .....  | Acima de 70 m <sup>2</sup>                        |
| • Instalação para Suínos/Aves e Outros animais .....           | Acima de 100 m <sup>2</sup>                       |
| • Silos Trincheira (Forrageiro) .....                          | Acima de 200 m <sup>3</sup>                       |
| • Armazéns, Galpões e Similares .....                          | Acima de 100 m <sup>2</sup>                       |
| • Esterqueiras .....   | Acima de 50 m <sup>3</sup>                        |
| • Sistema Viário para fins agrícolas .....                     | Acima de 2 km                                     |
| • Geração de Energia através de Força hidráulica, Eólica ..... | Acima de 10 kVA (B.T.)                            |
| • Barragens de Terra .....                                     | Qualquer altura                                   |
| • Biodigestores (por câmara individual de digestão) .....      | Acima de 10 m <sup>3</sup>                        |
| • Eletrificação Rural .....                                    | Baixa tensão infra-propriedade                    |
| • Drenagem para fins Agropecuários .....                       | Acima de 2 ha                                     |
| • Drenagem para fins Florestais .....                          | Acima de 2 ha                                     |
| • Irrigação .....  | Acima de 1 ha                                     |
| • Sistematização de Várzeas .....                              | Acima de 1 ha                                     |
| • Parques e Jardins .....                                      | Acima de 1000 m <sup>2</sup>                      |
| • Desmatamento e Destoca .....                                 | Qualquer área                                     |
| • Conservação de Solos .....                                   | Qualquer área                                     |
| • Florestamento, Reflorestamento .....                         | Acima de 12 ha                                    |
| • Exploração Florestal .....                                   | Qualquer área                                     |
| • Exploração Agrícola  |   |
| - Cultura Temporárias .....                                    | Acima de 50 ha                                    |
| - Culturas Permanentes .....                                   | Acima de 30 ha                                    |
| - Cultura de Olerícolas .....                                  | Acima de 1 ha                                     |
| - Cultura de Frutícolas .....                                  | Acima de 1 ha                                     |
| - Produção de Sementes e Mudas .....                           | Qualquer área                                     |
| • Exploração Pecuária  |   |
| - Avicultura de Corte .....                                    | 60.000 Aves/Ano                                   |
| - Avicultura de Postura .....                                  | Acima de 2.000 poedeiras                          |
| - Bovinocultura e Bubalinocultura de leite .....               | Acima de 30 matrizes                              |
| - Suinocultura de corte .....                                  | Acima de 50 matrizes ou 300 cabeças em terminação |
| - Bovinocultura e Bubalinocultura de corte                     |   |
| Extensiva .....  | Acima de 400 matrizes                             |
| Confinado .....  | Acima de 100 cabeças                              |
| - Ovinocultura .....   | Acima de 400 cabeças                              |

#### 4. ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS (PRAÇA DE TRABALHO)

Antes de se iniciar a construção, há necessidade de preparar o terreno previamente, de modo a conter a obra e mais área suficiente para circulação de veículos, pessoal e depósito de madeiras. Este local denomina-se canteiro de obras ou praça de trabalho.

Uma boa praça de trabalho deve ter as seguintes características:

- Ser vedada aos animais e pessoas estranhas ao serviço;
- Conter espaço designado para carga e descarga;
- Fácil acesso de veículos e pessoal;
- Possuir depósito de 5 x 3 metro para guarda de materiais como cimento, azulejos, etc. e ferramentas. Neste local ficará também cópia do projeto a ser executado para consultas;
- Ponto de água de boa qualidade;
- Ponto de energia elétrica.

Após o acerto do terreno e execução do depósito, executam-se outros pormenores, tais como:

- Tanque para hidratação da cal virgem;
- Tanque para depósito de leite de cal;
- Tablado para preparo de argamassa e concreto.

É importante observar que os materiais devem ser dispostos na praça de trabalho de modo a permitir rápida execução das diversas fases de construção, possibilitando o princípio das construções, qual seja a de fazer a obra perfeita, no menor tempo e ao menor custo, aproveitando ao máximo o rendimento da mão-de-obra e da ferramentas.

#### 5. PESQUISA DO SUBSOLO

É necessário para se planejar o tipo de alicerce a ser indicado. Muitas vezes o aspecto do terreno nos leva a supô-lo firme, mas um exame mais cuidadoso nos convence tratar-se de solo altamente compressível, exigindo consolidação prévia. Esse exame tem por fim verificar a natureza do mesmo, a espessura das diversas camadas e a profundidade e extensão da camada firme que irá receber as cargas da construção.

**a) Para construções de vulto:** Sujeitas a elevadas cargas o serviço é entregue a firmas especializadas e registradas no CREA (Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia) as quais dispõem de técnicos e equipamentos para sondagem. Estas sondagens determinarão o perfil do leito resistente para determinadas cargas, indicando profundidade e sugerindo soluções.

**b) Para construções rurais e obras urbanas de pequeno porte:** Muitas vezes basta a simples observação do terreno. Terrenos de pouca resistência pode ser denunciado na própria superfície:

- algumas vezes aparece alagado;
- outras vezes mostra cor indicativa de matéria orgânica em decomposição.

## 5.1. Métodos práticos de pesquisa do subsolo

- Poços de observação;
- Brocas rotativas ou trados (com diâmetro de 5 a 10 cm);
- Empiricamente por meio da pá e picareta:
  - pá penetra com facilidade: baixa tensão admissível
  - pá não penetra, mas a picareta sim: tensão admissível do solo aproximadamente  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ ;
  - picareta penetra com dificuldade: tensão admissível do solo de  $0,8$  a  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

### 5.1.1. Método de percussão

Cada amostragem do método consiste em deixar cair, de uma determinada altura, um peso cilíndrico de valor conhecido, por um determinado número de vezes, e verificar o aprofundamento total causado no solo pelas quedas do mesmo.

A determinação deve ser feita na profundidade em que se vai apoiar a fundação, e deve-se fazer no mínimo 3 amostragens em locais diferentes.

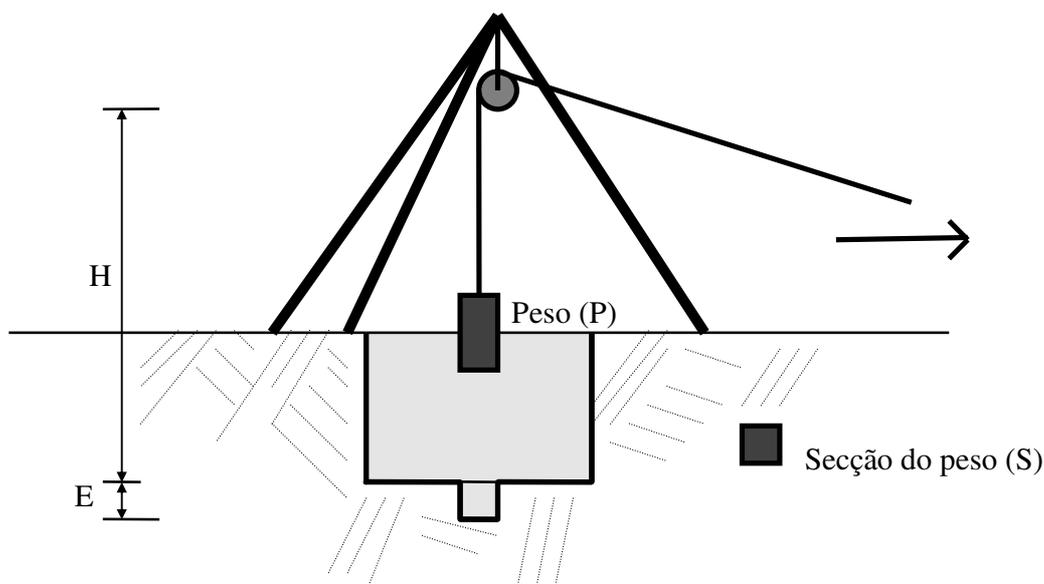


Figura 2.1. Método da percussão

O processo emprega a seguinte expressão:

$$\sigma_{\text{adm solo}} = \frac{P}{S \cdot C} \left( \frac{N \cdot H}{E} + \frac{N + 1}{2} \right) \quad \dots[\text{kg/cm}^2]$$

onde:

$\sigma_{\text{adm solo}}$  = tensão admissível do solo ( $\text{kg/cm}^2$ );

P = peso (kg);

S = seção transversal do peso ( $\text{cm}^2$ );

C = coeficiente de segurança (variável de 5 - 10);

N = número de quedas do peso (variável de 5 - 10);

H = altura da queda (cm);

E = aprofundamento do peso no solo (cm).

De uma forma geral são encontradas as seguintes tensões admissíveis para os solos:

**Tabela 2.3. Valores de tensão admissível do solo ( $\sigma_{adm}$ )**

| Classe | Solo  | Valores<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------|---|----------------------------------|
| 1.     | • Rocha sã, maciça sem laminações ou sinal de decomposição .....        | 50                               |
| 2.     | • Rochas laminadas, com pequenas fissuras, estratificadas .....         | 35                               |
| 3.     | • Solos concrecionados .....  | 15                               |
| 4.     | • Pedregulhos e solos pedregulhosos, mal graduados, compactos .....     | 8                                |
| 5.     | • Pedregulhosos e solos pedregulhosos, mal graduados, fofos .....       | 5                                |
| 6.     | • Areias grossas e areias pedregulhosas, bem graduadas, compactas ..... | 8                                |
| 7.     | • Areias grossas e areias pedregulhosas, mal graduadas, fofas .....     | 4                                |
| 8.     | • Areias finas e médias:  |                                  |
|        | - muito compactos .....   | 6                                |
|        | - compactas .....   | 4                                |
|        | - mediamente compactas .....  | 2                                |
| 9.     | • Argilas e solos argilosos:  |                                  |
|        | - consistência dura .....   | 4                                |
|        | - consistência rija .....   | 2                                |
|        | - consistência média .....  | 1                                |
| 10.    | • Siltes e solos siltosos:  |                                  |
|        | - muito compactas .....   | 4                                |
|        | - compactos .....   | 2                                |
|        | - mediamente compactos .....  | 1                                |

## 5.2. Métodos elaborados de pesquisa do subsolo

Sondagens: Obras de responsabilidade ou peso, o exame é feito por sondagens com aparelhagens apropriadas que atingem grandes profundidades e executadas por firmas especializadas.

## 6. TERRAPLENAGEM - ACERTO DO TERRENO

É outro ponto importante na fase preliminar das construções. Instalações rurais como aviários, estábulos e currais entre outros, exigem terrenos planos a fim de não onerar-se muito o baldrame, o que, além de sobrecarregar as fundações, dificultaria a movimentação dentro da instalação.

### 6.1. Considerações

- Um outro fator a ser onerado refere-se ao aterro das caixas do baldrame;
- A terraplenagem de grandes áreas exige trator de esteira ou pelo menos trator de pneu com lâmina, cobrando-se o serviço por hora de atuação, preço este proporcional ao rendimento da máquina;
- Serviços em áreas reduzidas podem ser feitos com ferramentas manuais, retirando-se a terra com carroças ou caminhões.

## 7. LOCAÇÃO DA OBRA

Locar uma construção é marcar no terreno as projeções de paredes e alicerces, de conformidade com a planta baixa.

Deve-se usar trena de boa qualidade a fim de não cometer erros de medida.

### 7.1. Processos dos cavaletes

É utilizado para terrenos planos ou levemente inclinados.

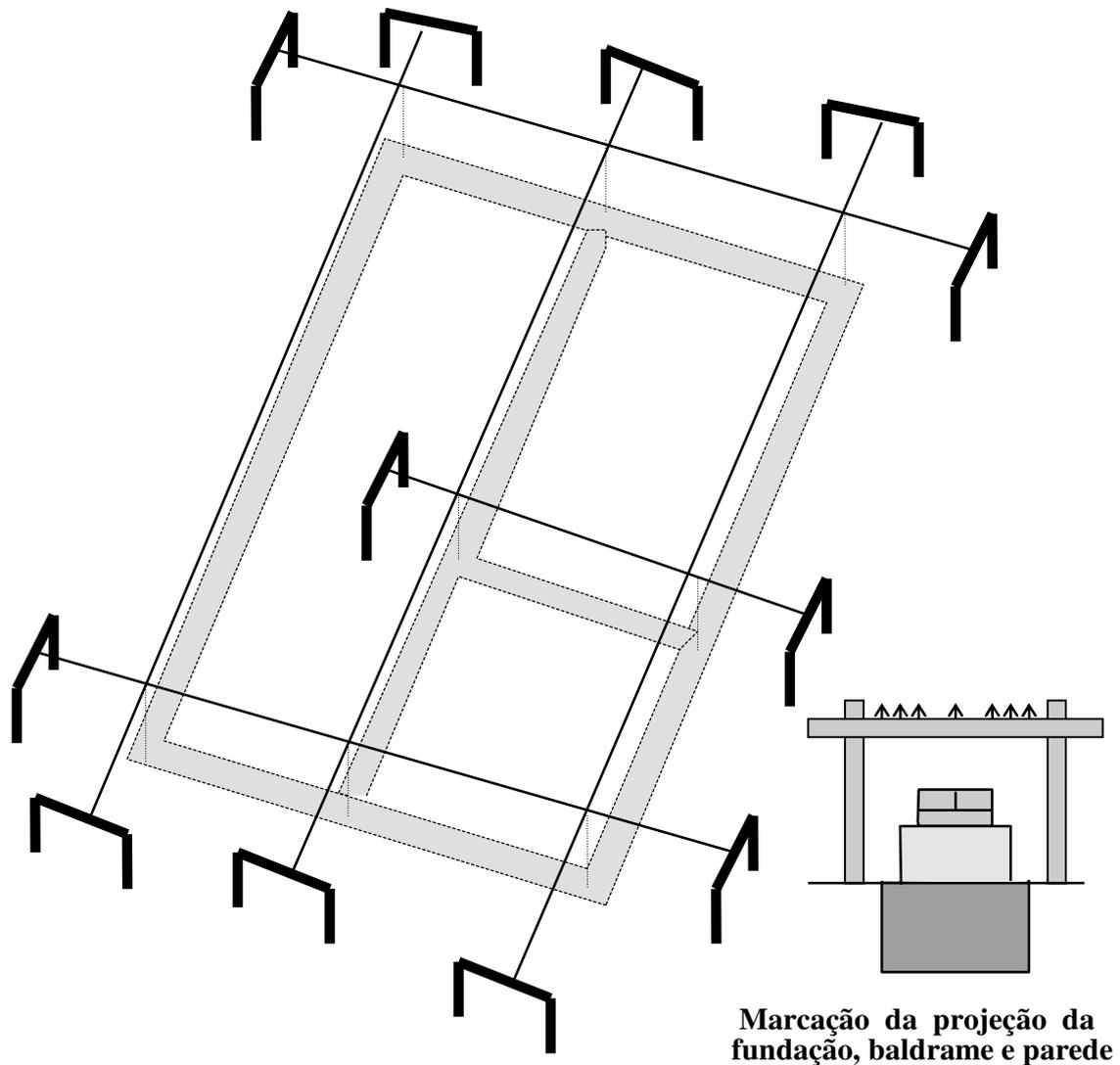


Figura 2.2. Locação de uma obra pelo processo dos cavaletes

## 7.2. Processos da tábua corrida

Usado em terrenos inclinados e planos

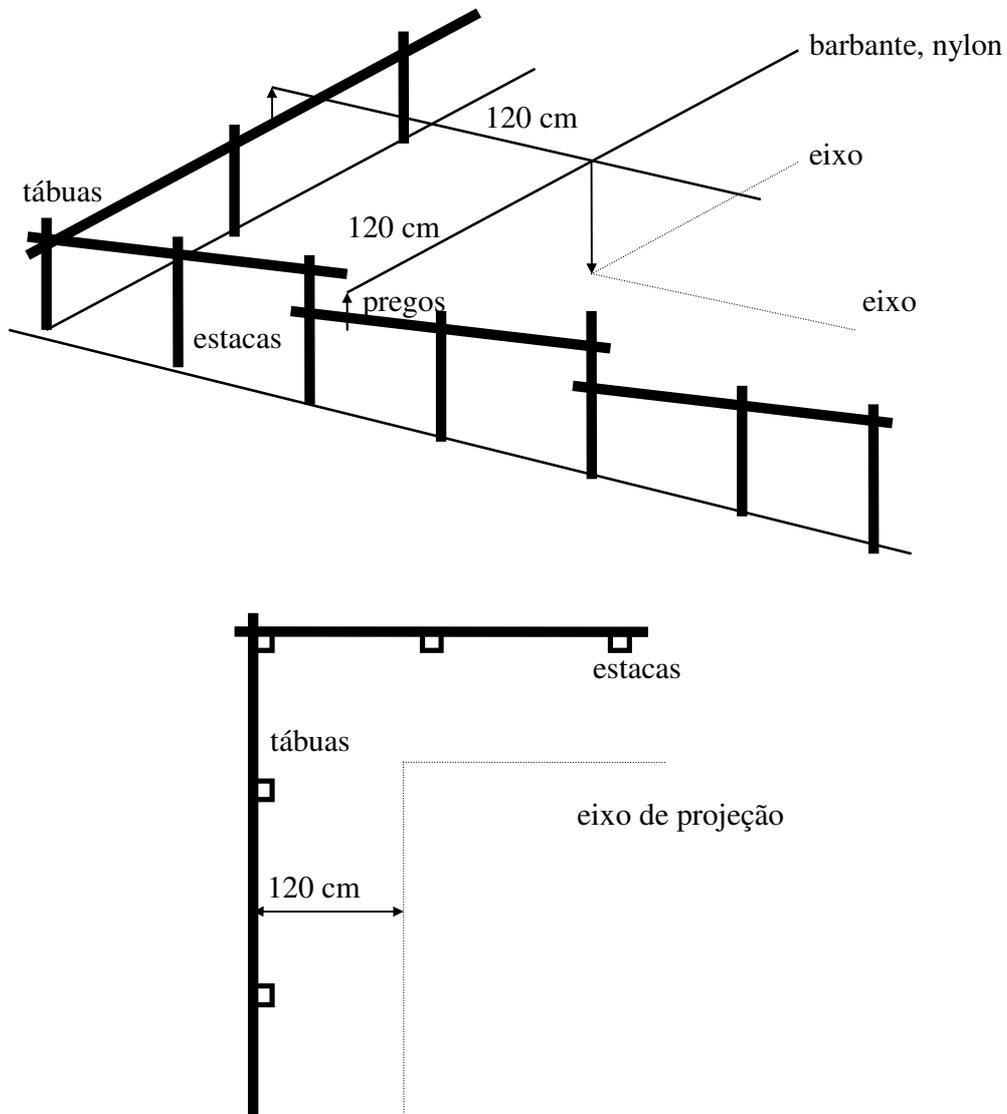


Figura 2.3. Localização de uma obra pelo processo da tábua corrida

## EXERCÍCIOS

1. Pelo método da percussão determine a tensão admissível de um solo, sabendo:

- peso (P) = 10 kg;
- secção do peso (S) = 64 cm<sup>2</sup>;
- coeficiente de segurança (C) = 10;
- número de quedas (N) = 10;
- altura de queda do peso (H) = 2 m;
- aprofundamento do peso no solo (E) = 15 cm

## BIBLIOGRAFIA

- BAÊTA, F. DA C. **Resistência dos materiais e dimensionamento de estruturas para construções rurais**. Viçosa: Imprensa Universitária. 1990. 63p (Apostila).
- BUENO, C.F.H. **Construções rurais**. Lavras: Coopesal-ESAL. 1980. 209p. (Apostila).
- Parâmetros para fiscalização profissional em obras de agronomia. Paraná: **CREA**. 1992. 2 p.
- Tabelas de Composição de Preços para Orçamento (TCPO8). 8. ed. - São Paulo: Pini, 1986.

## **UNIDADE 3. ESTRUTURAS DE SUSTENTAÇÃO DAS CONSTRUÇÕES RURAIS:**

### **FUNDAÇÕES, PAREDES, PILARES, VIGAS, LAJES**

- **Objetivo:** Identificar as estruturas de sustentação, classificá-las, reconhecer as suas principais características para realizar o dimensionamento e/ou correção.

#### **INTRODUÇÃO**

Projetar uma estrutura significa estudar a associação de seus elementos e prepará-los para suportar os diferentes esforços a que estarão submetidos. Em construção, os elementos estruturais são: blocos, sapatas, blocos sobre sapatas, paredes, pilares, vigas, lajes, tirantes, etc.

#### **• Composição das estruturas**

Para suportar as cargas verticais (estrutura principal e secundária da cobertura, telhado, cargas de vento, peso próprio, sobre cargas, etc.) transmitidas a um plano horizontal, emprega-se como material o concreto armado, executa-se uma placa deste material monolítico, a qual tem a denominação de laje.

Como as lajes não devem ter espessura superior a um limite imposto pela prática, os seus vãos devem ser também limitados e, por isso, colocam-se peças de maior altura, em geral dispostas em duas direções perpendiculares, que vão servir de apoio às lajes e se denominam vigas.

Então, as lajes repousando em um conjunto de vigas que formam a estrutura de cada pavimento. As vigas principais recebem as cargas transmitidas pelas lajes vizinhas e as que são transmitidas pelas vigas secundárias se apóiam nos pilares ou paredes. Os pilares e as paredes transmitem as cargas recebidas para a fundação (direta ou indireta), que finalmente por sua vez, descarrega as cargas recebidas para o solo.

Na realização do projeto estrutural, o projetista da superestrutura deve tomar conhecimento dos prováveis recalques que as fundações poderão apresentar para que possa considerá-los como esforços que deverão ser absorvidos pelas diversas peças estruturais.

A descrição que acabamos de apresentar é apenas uma introdução. Com a continuação, iremos apresentar gradativamente os casos em que o funcionamento das peças envolvem estudos cada vez mais complexos.

#### **• Regras para a escolha da estrutura de uma construção**

A escolha da estrutura de uma construção com um ou mais andares, começa pelo pavimento-tipo, fixando-se a posição das vigas e pilares neste pavimento, em geral repetindo várias vezes no projeto de edificações de vários andares.

Após fixada a estrutura do pavimento-tipo, é verificado se a posição dos pilares pode ser mantida nos outros pavimentos. Se isto for possível, os outros andares terão estruturas independentes, apoiadas em pilares cujas posições coincidam com as do pavimento-tipo.

Quando os pilares projetados para o pavimento-tipo não podem ter sua posição mantida nos outros pavimentos, é necessário estudar posições novas que possam satisfazer às plantas de alvenaria de todos os pavimentos, de tal forma que, não haja pilares não coincidentes com as paredes nem aparecendo nos compartimentos ou atravessando portas nem janelas. No andar térreo, se trata de loja ou pilotis, é preciso também buscar uma

solução estética. Quando a construção é dotada de garagem, é preciso verificar se os pilares projetados não prejudicam o trânsito e o estacionamento dos automóveis.

Existem construções do tipo parede-sobre-parede com até três pavimentos, que não necessitam de vigas e pilares. Nestas construções, no entanto, o primeiro e segundo andar deverão apresentar uma configuração dos cômodos e paredes exatamente iguais ao do pavimento-tipo (andar térreo), para que não haja problema na estabilidade da construção.

Tudo isto, muitas vezes, se transforma em verdadeiro “quebra-cabeças” que o projetista tem que resolver da melhor maneira possível, sendo que para isto há necessidade de arte e grande experiência.

#### • Escolhas da estrutura do pavimento-tipo do projeto:

Para se escolher a estrutura do pavimento-tipo, começa-se por decalcar a planta de alvenaria deste pavimento, desenhando-se posteriormente a posição das paredes sem representar as esquadrias.

De um modo geral, procura-se fazer com que as vigas coincidam com as paredes, salvo quando os cômodos tiverem dimensões muito pequenas (2 m ou 2,5 m), em que se procura eliminar algumas vigas, e quando os cômodos são muito grandes (salões com mais de 6 m na direção de vão menor), em que se projeta um vigamento aparente, um teto duplo ou laje mista.

Os pilares são colocados de preferência nos cantos e nos pontos de encontro de vigas, não devendo ser o espaçamento menor que 2 metros, nem maior que 8 metros, salvo em casos especiais. Algumas vezes, a posição dos pilares está praticamente indicada, como, por exemplo, os pilares do fundo da escada e os situados nos cantos externos da construção.

As vigas centrais têm a mesma largura dos tijolos das paredes internas: 10 cm para paredes de 15 cm e 8 cm para paredes de 10 cm.

Os pilares são projetados, em regra, com uma das dimensões igual a 20 cm, sendo que, internamente, quando não se quer que o pilar apareça nos cômodos, projetam-se pilares em “L” ou “T”, com abas de 10 cm de espessura.

As vigas externas, sempre que possível, são projetadas com espessura mínima, 8 cm ou 10 cm, quase sempre com a mesma espessura das vigas internas.

As lajes que correspondem aos banheiros são comumente rebaixadas de 20 a 30 cm, conforme o projeto arquitetônico. As das varandas serão rebaixadas de 3 a 5 cm, sempre que possível (quando não estão em balanço). As outras lajes (copas, cozinha, etc.) não precisam ser rebaixadas.

## I - FUNDAÇÕES

- **Objetivo:** Definir; identificar as fundações básicas com suas formas elementares e especiais; estabelecer a sua composição; e realizar o processo de cálculo das principais fundações utilizadas nas construções rurais.

### 1. ELEMENTOS PARA O ESTUDO E ESCOLHA DAS FUNDAÇÕES

Fundações são obras enterradas no terreno, com a finalidade de receber todas as cargas do prédio, transmitindo-as uniformemente sobre o leito de fundação (ou sobre o terreno firme).

**a) Elementos necessários para o estudo de uma fundação são:**

- as cargas atuantes sobre a fundação;
- a natureza e características do subsolo.

**b) Escolha da fundação:** Com estes dados, passa-se a escolha do tipo de fundação tendo-se presente que:

- As cargas da estrutura devem ser transmitidas as camadas de terrenos capazes de suportar sem ruptura;
- As deformações das camadas de solo devem ser compatíveis com a da estrutura;
- A execução das fundações não devem causar danos às estruturas vizinha;
- Ao lado do aspecto técnico, a escolha do tipo de fundação deve atentar também para o aspecto econômico.

**c) Aprofundamento das fundações:** A necessidade de enterrar as fundações tem duas razões básicas:

- evitar o escorregamento lateral;
- eliminar a camada superficial, geralmente composta de material em decomposição ou aterro. O leito da fundação é pois o plano que se prepara no subsolo para o assentamento dos alicerces.

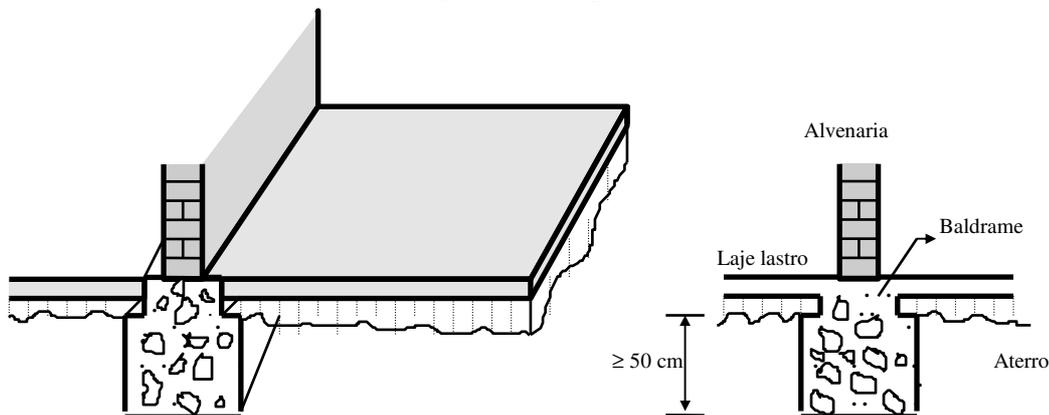
**1.1. Tipos de fundação**

As fundações podem ser reunidas em dois grandes grupos:

- **Fundações diretas**, superficiais ou rasas, que se subdividem em: contínuas e descontínuas
- **Fundações indiretas** (profundas).

**1.1.1. Fundações diretas****1.1.1.1. Fundações diretas contínuas**

São valas contínuas sob todo o segmento das paredes:



**Figura 3.1. Alicerce direto contínuo**

**a) utilização:** quando o leito de fundação encontra-se a uma profundidade inferior a 1,5 m. Para obras rurais e habitações de 1 ou 2 pavimentos o leito resistente pode ser encontrado muitas vezes a profundidade de 0,50 m. Mesmo que haja resistência a menor profundidade, deve-se utilizar essa medida como mínima.

**b) Aplicação:** alicerce direto, sapatas corridas.

**c) Abertura das valas:** Após o estudo de resistência e a locação da obra, são abertas as valas na dimensões especificadas por cálculo, cuja seqüência veremos adiante.

O fundo da vala contínua deve ser plano, nivelado. Para terrenos inclinados o fundo é feito em degraus de modo que não haja altura menor que 0,40 ou 0,50 a fim de eliminar camada superficial.

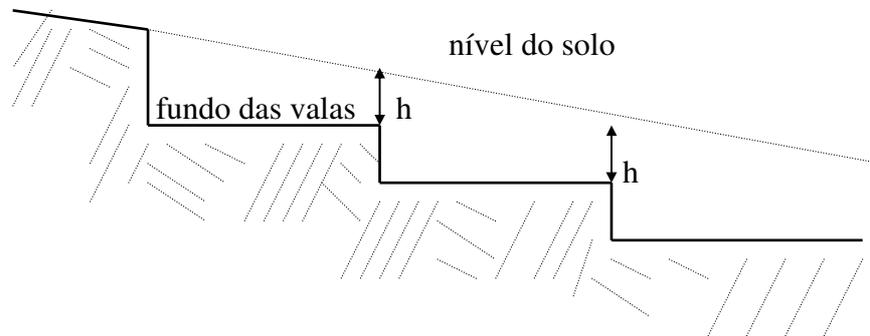


Figura 3.2. Abertura das valas em terreno inclinado

**d) Compactação das valas:** Após abertura, deve-se fazer a compactação com soquete de ferro (peso mais ou menos de 20 kg), a fim de promover consolidação do terreno e evitar terra solta com a alvenaria do alicerce.

Pode-se fazer esta compactação com pedras de ponta, tipo "calçada portuguesa".

Alguns pontos devem ser observados nesta fase, tais como concentração de ponto fraco por presença de lixo; ou ainda a existência de formigueiros, os quais devem ser eliminados. Eliminados os pontos fracos com enchimento de pedra apiloada, o problema estaria sanado. Todavia, grandes depósitos ou "panelas" podem exigir fazer-se uma sapata armada com reforço.

**e) Enchimento das valas:** O enchimento das valas pode ser feito com os seguintes materiais e técnicas até o nível do solo:

- Concreto ciclópico - 1:10 ou 1:4:8, com até 40 % de pedra de mão;
- Alvenaria de blocos de concreto, argamassados;
- Alvenaria de tijolos queimados, argamassados;
- Alvenaria de pedra sem argamassa;
- Solo-cimento

Locais úmidos exigem impermeabilização do respaldo.

**f) Baldrame:** A fim de elevar o piso da construção em relação ao terreno, lança-se mão do baldrame ou embasamento. Os materiais são os mesmos usados no alicerce. Quando o baldrame é de alvenaria de tijolos e com altura superior a 1,0 m recomenda-se cintar o respaldo. A forma pode ser feita com tijolos em cutelo e a canaleta tomada com concreto 1:3:6.

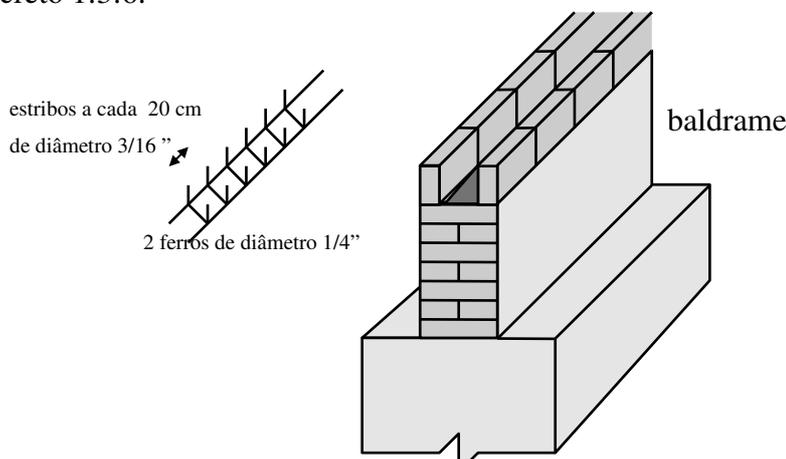


Figura 3.3. Esquema de um baldrame de alvenaria

**g) Enchimento das caixas:** A caixa formada pelo interior dos baldrame deve ser aterrada, usando-se terra livre de matéria orgânica apiloada em camadas de 15 a 20 cm.

**h) Uso de "brocas":** A fim de não aprofundar as fundações diretas contínuas além de 0,60 m pode-se usar o artifício de alcançar leito de maior resistência com o auxílio de "brocas". Estas são furos feito com um trado de diâmetro de 20 cm, munido de tubo galvanizado 1", de comprimento variável por meio de luvas de união. As brocas são feitas a cada 0,50 m até que fique "pesado" para aprofundar mais a broca. Encher-se de concreto ciclópico. As cabeças são cobertas com sapata armada.

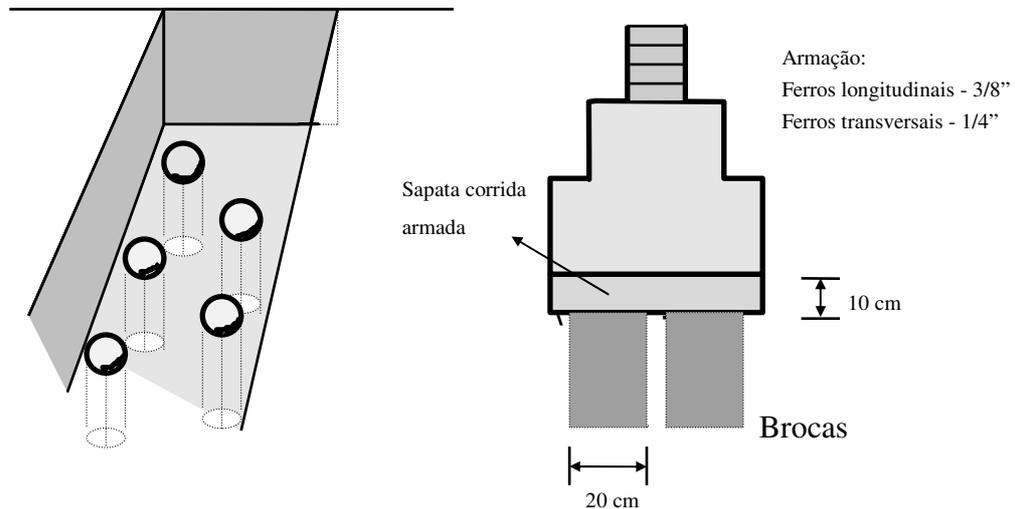


Figura 3.4. Esquema de utilização de "brocas"

### 1.1.1.2. Fundações diretas descontínuas

**a) Utilização:** Quando a profundidade do leito resistente for superior a 1,5 m e inferior a 5,0 m. Neste caso torna-se antieconômico fazer-se valas contínuas, adotando-se sapatas, pilares e cintas.

São indicadas para obras com mais de 1,5 m do nível do solo. Indicada também para o caso específico de projetos de obras cuja cargas de telhado, lajes e alvenarias sejam carregados em vigas e estas aos pilares. A fundação portanto restringir-se-á ao pilar.

**b) constituição:** A fundação direta descontínua consta de:

- sapata em concreto armado ou ciclópico;
- toco de pilar em concreto armado ou esteio de madeira;
- viga baldrame, unindo os tocos de pilar.

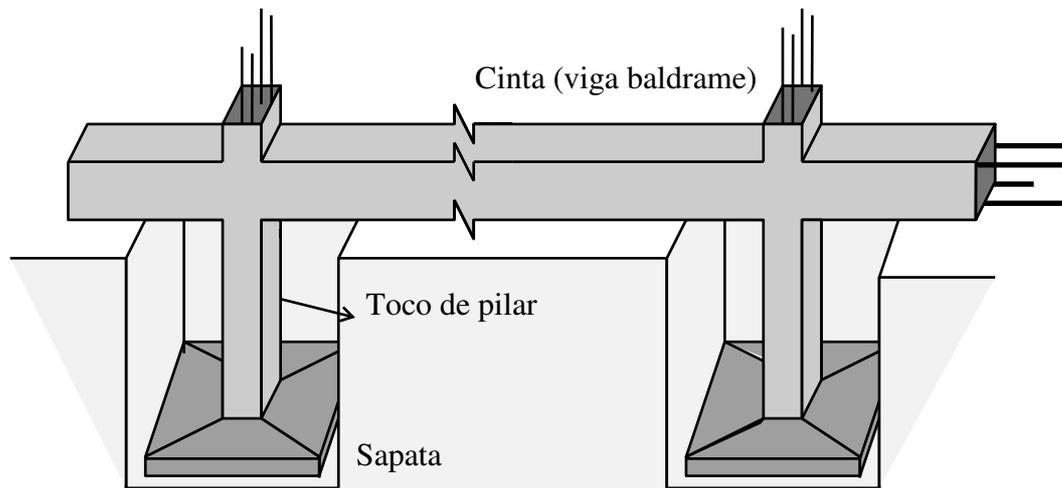


Figura 3.5. Fundações diretas descontínuas

Os pilares e sapatas são geralmente (mas não obrigatoriamente) de secção quadrada, cuja dimensões serão compatíveis com as cargas e a resistência do terreno, como veremos no dimensionamento dos pilares.

**c) execução das sapatas isoladas de concreto armado:**

- Abrem-se as valas de fundação de acordo com os cálculos: comprimento, largura e profundidade;
- O fundo da vala deve ser apiloado com pedras em ponta, lançando-se lastro de 2 cm de concreto magro, com a finalidade de consolidar o leito e evitar contato terra-concreto;
- Colocar radier da ferragem armada com diâmetros de acordo com os cálculos;

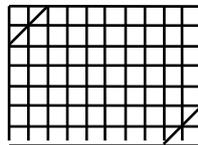


Figura 3.6. Composição do radier

- Montar a forma de madeira, em tábuas de terceira (ou disponível), juntamente com a ferragem possibilitando forma tronco cônica;
- Lança-se o concreto estrutural na sapata e toco de pilar;
- Após a pega pode-se deformar, lançando-se terra e compactando;
- As cabeças dos tocos de pilar serão unidas por viga cinta baldrame, deixando-se amarração do toco de pilar para elevação do pilar.

Terrenos de baixa resistência exigirão que sob radier da sapata façamos brocas concretadas em número de 4 a 6 por sapata, ou a cravação de estacas, a fim de que não seja aprofundado o leito mais de 2,0 m.

**d) Execução de sapatas ciclópicas:** Galpões de máquinas e coberturas em geral podem ter suas sapatas executadas em concreto ciclópico em face da pequena carga que oferecem. As sapatas terão altura de 0,50 m e secção determinada pela resistência do terreno e das cargas transmitidas.

As valas serão abertas e consolidadas como no caso anterior. O enchimento da sapata poderá ser de concreto 1:4:8 ou 1:8 com 40% de pedra de mão.

### 1.1.1.3. Fundações indiretas

**a) Utilização:** O leito resistente acha-se a profundidade superior a 5,0 m, podendo chegar a 7,8 m ou 9,0 m. Ambos os processos anteriores seriam antieconômicos, tornando-se necessário lançar mão de estacas de concreto ou madeira, ou tubulões concretados. Geralmente são utilizadas para obras civis em forma de prédios com mais de 2 pavimentos. Devem ser entregues a firmas especializadas de engenharia civil, tornando-se necessário na maior parte das vezes, a execução de sondagens com equipamento e pessoal especializado.

Sob as alvenarias são executadas ou cravadas estacas de madeira ou concreto à distância longitudinal de 0,8 a 1,5 m e transversal de aproximadamente 0,7 a 1,0 m, correspondendo a cada estaca  $1\text{m}^2$  de fundação. Suas cabeças são ligadas por um maciço de viga de concreto armado - viga baldrame ou por uma sapata.

### 1.1.2. Tipos de fundações indiretas

#### a) Estacas:

- **Madeira:**

- comprimento de até 8,0 m;
- extremidade: deverá conter anel e ponteira de aço;
- diâmetro:  $d = 0,20 + 0,02 \cdot H$  (H - altura em metros cravada com o bate estacas).

- **Concreto:**

- comprimento de até 14 m;
- secção: 25 x 25 à 40 x 40 cm;
- extremidade: é dispensável o uso da ponteira de aço;

O comprimento da estaca é sempre superior ao necessário, quebrando-se a parte excedente e dobrando-se a ferragem para amarração com viga ou bloco.

- **Estacas moldadas no solo:**

- cravação de invólucros especiais;
- concretagem com recuperação dos invólucros;
- ex. simples, straus, franki.

**b) Tubulões:** As fundações indiretas podem ser executadas pelo processo de tubulões:

- **Execução:** Concretando um poço aberto no terreno ou fazendo descer na escavação interna, um tubo de concreto ou aço, posteriormente cheio com concreto simples ou armado. O revestimento ou camisa metálica pode ou não ser recuperado.

O tipo mais elementar de tubulão é o que resulta da abertura de um poço, manualmente e a céu aberto sendo concretado a seguir. Este tipo de tubulão é indicado para solos coesivos, bem firmes e acima do nível d'água. Para terrenos não coesivos usa-se a camisa já citada, concretando-se posteriormente.

Se o nível do lençol freático for raso não usa-se tubulão; e em terreno arenoso existe o risco de desmoronamento.

Quando se encontra o lençol freático, o tubulão pode ser pneumático, ou seja, utiliza-se de uma campânula de ar comprimido para poder realizar a escavação dentro do buraco.

- **Tubulões:** – à céu aberto  
– pneumáticos
- **Estacas:**
  - pré-moldadas:
    - cavadas estaticamente
    - cavadas dinamicamente: concreto, aço, madeira
  - moldadas no solo:
    - tipo strauss
    - tipo franki
    - tipo mista

## 1.2. Cálculo das fundações

### 1.2.1. Blocos de concreto simples

O bloco é um elemento de fundação dimensionado de modo que as tensões de tração nele produzidas possam ser resistidas pelo concreto, sem necessidade de armação. Pode ter as faces verticais, inclinadas ou escalonadas e apresentar planta de secção quadrada ou retangular.

Os blocos de concreto simples são usados para carregamentos não superiores a 50 toneladas e para solos cujas taxas admissíveis não sejam inferiores a  $2 \text{ kg/cm}^2$ .

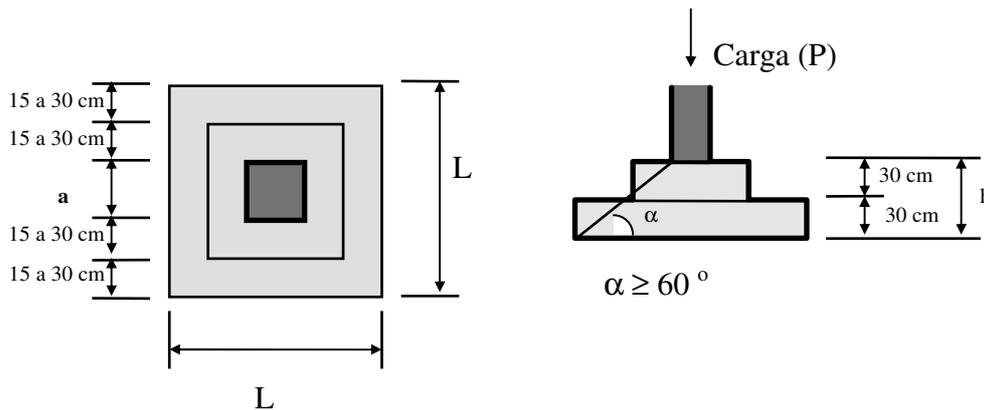


Figura 3.7. Blocos de concreto simples

#### a) Cálculo da área de apoio do bloco

$$S = L^2 = \frac{1,05 \cdot P}{\sigma_{adm}} \quad \dots [m^2]$$

onde:

$S$  = área de apoio do bloco ( $m^2$ );

$P$  = carga transmitida pela estrutura (kg);

$\sigma_{adm}$  = tensão admissível do solo ( $kg/m^2$ ).

#### b) Cálculo da altura do bloco

$$h = 0,75 (L - a) \quad \dots [m]$$

onde:

$h$  = altura do bloco (m);

$L$  = largura do bloco (m);

$a$  = menor largura do pilar (m).

### c) Cálculo da tração transversal

Para o caso de blocos que suportam carregamento linear, de maiores proporções, é necessário verificar o comportamento do bloco quanto aos esforços de tração transversal, através da expressão indicada pela teoria Mörsch, isto é:

$$Z = \frac{1,05 \cdot P \cdot (L - a)}{4 \cdot h} \quad \dots[\text{kg}]$$

onde:

Z = tensão (kg);

P = carga transmitida pela estrutura (kg);

L = largura do bloco (m);

a = menor largura do pilar (m);

h = altura do bloco (m).

Obtido o valor de “Z”, a tensão de tração no concreto é dada pela expressão:

$$f_m = \frac{Z}{h \cdot L} \quad \dots[\text{kg/m}^2]$$

O valor da tensão de tração transversal ( $f_m$ ), não deve ultrapassar o valor de  $f_{ck}/30$ .

Ou seja:

$$f_m < \frac{f_{ck}}{30}$$

Caso a condição colocada acima não seja satisfeita os cálculos deverão ser refeitos, alterando conforme a conveniência os valores da altura (h) ou largura (L) do bloco, até satisfazer a condição. Quando o valor de  $f_{ck}/30$  é maior que o valor da tensão de tração transversal ( $f_m$ ), significa que as dimensões do bloco de concreto não estão sendo suficientes para suportar as forças de tração internas proporcionadas pela carga e isto pode causar o rompimento do mesmo, ou seja, o bloco poderá ser “rasgado”.

### d) Cálculo da punção

No cálculo de sapatas e blocos, além do dimensionamento segundo os momentos fletores e cortantes, é importante verificar a tensão de punção. A NB-1/78 em seus itens 4.1.5.1. e 5.3.1.2. estabelece que o máximo valor da tensão de punção não pode ser superior ao valor último da tensão tangencial de cálculo que é dado pela expressão:

• **Cálculo da tensão tangencial** (valor último de punção):

$$\mathfrak{S}_{pu} = \frac{2 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{Y_c} \quad \dots[\text{kg/cm}^2]$$

onde:

$\mathfrak{S}_{pu}$  = tensão tangencial ( $\text{kg/cm}^2$ );

$f_{ck}$  = resistência do concreto a compressão ( $\text{kg/cm}^2$ );

$Y_c$  = constante, sendo o seu valor igual a 1,4.

• **Cálculo da tensão de punção**

$$\mathfrak{S}_{pw} = \frac{1,4 \cdot P}{4 \cdot (a + h) \cdot h_f} \quad \dots[\text{kg/cm}^2]$$

onde:

$\mathfrak{S}_{pw}$  = tensão de punção (kg/cm<sup>2</sup>);

P = carga transmitida pela estrutura a fundação (kg);

$h_f$  = altura correspondente a secção fictícia, em cm e que praticamente pode ser tomada igual a 0,6 . h (cm);

h = altura parcial da sapata ou bloco (cm);

a = menor largura do pilar (cm).

Condição que deverá satisfazer:

$$\mathfrak{S}_{pw} \leq \mathfrak{S}_{pu}$$

Caso a condição acima não seja satisfeita os cálculos deverão também ser repetidos, alterando conforme a conveniência os valores de altura do bloco (h), ou se for possível na obra, produzir um concreto que forneça uma resistência a compressão ( $f_{ck}$ ), maior. Os cálculos deverão ser repetidos até que a condição acima seja satisfeita. A tensão de punção quando é maior que a tensão tangencial mostra que o bloco não está tendo uma altura compatível com a carga que está sendo aplicada e ele poderá ser rompido, ou seja, o pilar que transmite a carga ao bloco poderá “fura-lo”.

**1.2.2. Sapata isolada de base quadrada suportando carga centrada**

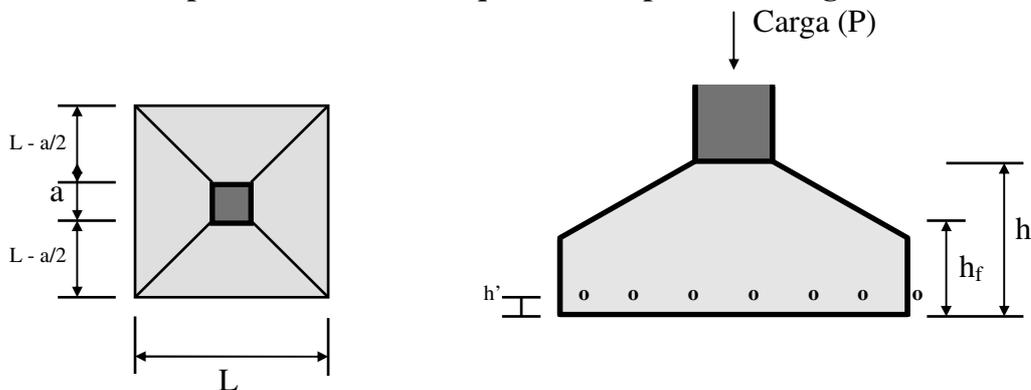


Figura 3.8. Sapata isolada de base quadrada

**a) Cálculo da área de apoio da sapata**

$$S = L \cdot L = \frac{1,05 \cdot P}{\sigma_{adm}} \quad \dots[\text{m}^2]$$

onde:

S = área de apoio do bloco (m<sup>2</sup>);

P = carga transmitida pela estrutura (kg).

$\sigma_{adm}$  = tensão admissível do solo (kg/m<sup>2</sup>);

L = largura da sapata (m).

**b) Cálculo da altura mínima**

$$h - h' \geq \frac{L - a}{4} \quad \dots \text{ [m]}$$

onde:

h = altura da sapata (m);

h' = altura da ferragem na sapata, fica entre 1,5 a 3,0 cm (m);

L = largura da sapata (m);

a = menor largura do pilar (m).

**c) Cálculo do esforço de tração**

$$H = \frac{P (L - a)}{8 (h - h')} \quad \dots \text{ [kg]}$$

onde:

H = esforço de tração (kg);

P = carga transmitida pela estrutura (kg);

L = largura da sapata (m);

a = menor largura do pilar (m);

h = altura da sapata (m);

h' = altura da ferragem na sapata, fica entre 1,5 e 3,0 cm (m).

**d) Cálculo da secção dos ferros**

$$A_s = \frac{1,4 \cdot H}{f_{yd}} \quad \dots \text{ [cm}^2\text{]}$$

onde:

$A_s$  = secção dos ferros (cm<sup>2</sup>);

H = esforço de tração (kg);

$f_{yd}$  = resistência de cálculo do aço (kg/cm<sup>2</sup>).

A secção dos ferros obtida ( $A_s$ ) serve para suportar o esforço de tração, portanto para cada sapata, para obter o total de ferros teremos que multiplicar o seu valor por 2, pois teremos esforços de tração tanto do sentido longitudinal como no transversal.

**1.2.3. Sapata corrida**

Ocorre a chamada sapata corrida no caso das estruturas prediais, que transferem para o solo, por intermédio de colunas, os carregamentos a que estarão submetidas ou ainda no caso de alvenaria estrutural quando os carregamentos são transferidos para o solo em forma de carga uniformemente distribuídas, obtendo-se assim melhor aproveitamento da capacidade de carga do mesmo.

Referindo-se especificamente a alvenaria estrutural, quando ela é adotada na construção de prédios para escritórios, apartamentos, depois de um bom número de observações, os recalques diferenciais máximos não prejudiciais à estabilidade da alvenaria estrutural podem atingir até 0,25% do vão considerado, levando-se em conta o grau de rigidez obtida com o uso da alvenaria estrutural.



**c) Cálculo do esforço de tração**

$$H = \frac{Q (L - a)}{8 (h - h_f)} \quad \dots \text{ [kg/m]}$$

onde:

H = esforço de tração (kg);

Q = carga transmitida pela estrutura por metro linear (kg/m);

L = largura da sapata corrida (m);

a = largura do baldrame (m);

h = altura da sapata corrida (m);

h<sub>f</sub> = altura do centro de gravidade da sapata até a ferragem (m).

**d) Cálculo da secção dos ferros por metro linear**

$$A_s = \frac{1,4 \cdot H}{f_{yd}} \quad \dots \text{ [cm}^2\text{/m]}$$

onde:

A<sub>s</sub> = secção dos ferros (cm<sup>2</sup>);

H = esforço de tração (kg);

f<sub>yd</sub> = resistência de cálculo do aço (kg/cm<sup>2</sup>).

A secção dos ferros obtida (A<sub>s</sub>) serve para suportar o esforço de tração, portanto para cada sapata corrida para obter o total de ferros teremos que multiplicar também o seu valor por 2, pois teremos esforços de tração tanto do sentido longitudinal como no transversal.

**Tabela 3.1 Valores de resistência do aço a compressão (f<sub>y</sub>), resistência de cálculo (f<sub>yd</sub>), e resistência do aço na armadura comprimida (f' <sub>yd</sub>), em kg/cm<sup>2</sup>**

| Aço       | f <sub>y</sub>     | f <sub>yd</sub>    | f' <sub>yd</sub>   |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|
|           | kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> |
| CA - 25   | 2.500              | 2.173              | 2.173              |
| CA - 32   | 3.200              | 2.783              | 2.783              |
| CA - 40 A | 4.000              | 3.478              | 3.478              |
| CA - 40 B | 4.000              | 3.478              | 2.994              |
| CA - 50 A | 5.000              | 4.348              | 4.200              |
| CA - 50 B | 5.000              | 4.348              | 3.555              |
| CA - 60 A | 6.000              | 5.217              | 4.200              |
| CA - 60 B | 6.000              | 5.217              | 4.000              |

**Tabela 3.2. Secção em cm<sup>2</sup> para ferros redondos**

| Diâmetro dos ferros |           |                               | Secção de ferros em cm <sup>2</sup> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
|---------------------|-----------|-------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Polegadas           | Milímetro | Peso por metro linear em (Kg) | 1                                   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13     | 14     | 15     |
| -                   | 3,4       | 0,071                         | 0,09                                | 0,18  | 0,27  | 0,36  | 0,45  | 0,54  | 0,64  | 0,73  | 0,82  | 0,91  | 1,00  | 1,09  | 1,18   | 1,27   | 1,36   |
| -                   | 4,2       | 0,106                         | 0,14                                | 0,28  | 0,42  | 0,55  | 0,69  | 0,83  | 0,97  | 1,11  | 1,25  | 1,39  | 1,52  | 1,66  | 1,80   | 1,94   | 2,06   |
| -                   | 4,6       | 0,130                         | 0,17                                | 0,33  | 0,49  | 0,66  | 0,83  | 1,00  | 1,16  | 1,33  | 1,49  | 1,66  | 1,83  | 1,99  | 2,16   | 2,33   | 2,49   |
| 3/16                | 4,76      | 0,141                         | 0,18                                | 0,36  | 0,53  | 0,71  | 0,89  | 1,07  | 1,25  | 1,43  | 1,60  | 1,78  | 1,96  | 2,14  | 2,32   | 2,50   | 2,68   |
| 1/4                 | 6,35      | 0,250                         | 0,32                                | 0,64  | 0,95  | 1,27  | 1,58  | 1,90  | 2,22  | 2,54  | 2,86  | 3,18  | 3,50  | 3,82  | 4,14   | 4,46   | 4,82   |
| 5/16                | 7,94      | 0,383                         | 0,49                                | 0,98  | 1,47  | 1,96  | 2,47  | 2,96  | 3,45  | 3,94  | 4,43  | 4,92  | 5,41  | 5,90  | 6,39   | 6,88   | 7,37   |
| 3/8                 | 9,52      | 0,563                         | 0,71                                | 1,43  | 2,14  | 2,85  | 3,56  | 4,27  | 4,98  | 5,70  | 6,41  | 7,12  | 7,83  | 8,54  | 9,25   | 9,96   | 10,37  |
| 1/2                 | 12,70     | 0,985                         | 1,27                                | 2,53  | 3,80  | 5,07  | 6,33  | 7,60  | 8,87  | 10,14 | 11,41 | 12,68 | 13,95 | 15,22 | 16,49  | 17,76  | 19,03  |
| 5/8                 | 15,87     | 1,548                         | 1,98                                | 3,96  | 5,94  | 7,92  | 9,90  | 11,88 | 13,85 | 15,83 | 17,81 | 19,79 | 21,77 | 23,75 | 25,73  | 27,72  | 29,70  |
| 3/4                 | 19,05     | 2,220                         | 2,85                                | 5,70  | 8,55  | 11,40 | 14,25 | 17,10 | 19,95 | 22,80 | 25,65 | 28,50 | 31,35 | 34,20 | 37,05  | 39,90  | 42,75  |
| 7/8                 | 22,22     | 3,040                         | 3,88                                | 7,76  | 11,64 | 15,51 | 19,40 | 23,28 | 27,15 | 31,03 | 34,91 | 38,78 | 42,67 | 46,55 | 50,43  | 54,30  | 58,18  |
| 1                   | 25,40     | 3,920                         | 5,07                                | 10,13 | 15,20 | 20,26 | 25,34 | 30,40 | 35,97 | 40,54 | 45,61 | 50,68 | 55,75 | 60,82 | 65,89  | 70,95  | 76,00  |
| 1 1/8               | 28,57     | 4,995                         | 6,41                                | 12,82 | 19,24 | 25,65 | 32,07 | 38,48 | 44,89 | 51,30 | 57,71 | 64,12 | 70,53 | 76,94 | 83,35  | 89,76  | 96,17  |
| 1 1/4               | 31,75     | 6,170                         | 7,92                                | 15,83 | 23,75 | 31,67 | 39,59 | 47,50 | 55,42 | 63,34 | 71,26 | 79,18 | 87,10 | 95,02 | 102,94 | 110,86 | 118,78 |

**EXERCÍCIOS:**

1. Determine as dimensões de um bloco de concreto simples sabendo:

- Carga transmitida pela estrutura (P): 15.000 kg;
- Tipo de solo: argila de consistência rija (2 kg/cm<sup>2</sup>);
- Dimensão do pilar: 20 x 20 cm;
- Resistência do concreto a compressão (f<sub>ck</sub>): 30 kg/cm<sup>2</sup>.

2. Determine as dimensões de uma sapata armada de base quadrada, sabendo:

- Carga transmitida pela estrutura (P): 40.000 kg;
- Tipo de solo: siltoso compacto (2 kg/cm<sup>2</sup>);
- Dimensão do pilar: 30 x 30 cm;
- Resistência do concreto a compressão (f<sub>ck</sub>): 45 kg/cm<sup>2</sup>;
- Aço utilizado: CA 32.

3. Determine as dimensões de uma sapata corrida, sabendo:

- Carga transmitida pela estrutura (Q): 8.000 kg/m;
- Tipo de solo: argila de consistência média (1 kg/cm<sup>2</sup>);
- Largura do baldrame: 35 cm;
- Resistência do concreto a compressão (f<sub>ck</sub>): 30 kg/cm<sup>2</sup>;
- Aço utilizado: CA 25.

**BIBLIOGRAFIA**

- BAÊTA, F. DA C. **Resistência dos materiais e dimensionamento de estruturas para construções rurais.** Viçosa: Imprensa Universitária. 1990. 63p (Apostila).
- BUENO, C.F.H. **Construções rurais.** Lavras: Coopesal-ESAL. 1980. 209p. (Apostila).
- CARNEIRO, O. **Construções rurais.** 12. ed. - São Paulo: Nobel. 1985. 718p.
- CETOP - Centro de Ensino Técnico e Profissional à Distância. **Iniciação ao cálculo de resistências.** São Paulo: Gráfica Europam, Ltda. 1984. 227 p. (Departamento Técnico do CEAC)
- MORAES, M. da C. **Estruturas de fundações.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1976. 364p.
- ROCHA, A.M. da **Concreto armado.** 21. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 550p.

## II - PAREDES

- **OBJETIVO:** Dimensionar e identificar parâmetros importantes no assentamento e execução de alvenaria de tijolos.

### 2. PAREDES DE TIJOLO

Por serem as mais utilizadas e por representarem um grande volume de material e mão-de-obra numa construção abordaremos com mais detalhes apenas este tipo de alvenaria.

Os diferentes tipos de tijolos já foram analisados nos materiais cerâmicos visto na **Unidade 1**.

#### 2.1. Assentamento dos tijolos

Quanto a colocação (ou dimensão das paredes) dos tijolos, podemos classificar as paredes em: cutelo, de meio tijolo, de um tijolo, etc.

**a) Paredes de 1/4 de tijolo ou cutelo:** os tijolos são assentados segundo a espessura e o maior comprimento. Não oferecem grande estabilidade e são por isso, empregadas somente para fechar pequenos vãos, como divisões e fundo de armários embutidos, box de banheiro, etc.

**b) Paredes de 1/2 tijolo:** os tijolos são assentados segundo a maior face de modo que a largura corresponda a espessura da parede. São utilizadas para vedação, divisões internas e servem para suporte (quando o comprimento for menor que 4 m). Para comprimento maior que 4 m, usar pilar de reforço.

**c) Paredes de 1 tijolo:** os tijolos são colocados de forma que o seu comprimento (maior dimensão) seja a espessura da parede. Existem diversos tipos de assentamento. São utilizadas como paredes externas por serem bastante impermeáveis, possuem maior resistência e conseqüentemente maior capacidade para suportar cargas.

**d) Paredes oca:** usadas quando se pretende grande isolamento de som e umidade, além de manutenção de temperatura sem grandes variações internas. Recomendadas em cômodos para aparelhos de precisão. São formadas por duas paredes entre as quais forma-se câmara de ar equivalente a 1/4 de tijolo. A amarração entre as duas paredes faz-se por meio de gatos metálicos.

#### 2.2. Vão nas alvenarias

Os vãos, portas janelas devem ser protegidos por vergas na parte superior, principalmente, a fim de evitar: deformações da esquadria e trincas no peitoril e nos cantos.

A verga deve passar 0,30 m de cada lado do vão.

Recomendações para alguns tipos de vergas:

- Vãos menores que 1,2 m - usar 2 a 3 ferros de diâmetro 3/8" e argamassa 1:3 (cimento-areia);
- Vãos entre 1,2 e 2,4 m - usar 2 ferros de diâmetro 3/8" na parte inferior da viga; 2 ferros de diâmetro 3/16" na parte superior da viga; e estribos de 3/16" à cada 20 cm.
- Vãos maiores 2,4 m - são dimensionados como vigas, com cavaletes.

### 2.3. Dimensionamento das paredes

A tensão admissível das paredes de tijolo depende da qualidade dos tijolos e da argamassa com que se efetua esta construção.

Não se deve esquecer que as paredes de tijolo são construídas geralmente nas espessuras de 15, 25, 35, 45 cm etc., e, portanto, se do cálculo resultar um número intermédio entre dois destes valores, deve-se tomar o maior.

Na tabela abaixo está apresentado a tensão admissível, em  $\text{kg/cm}^2$ , que resiste algumas paredes de tijolos.

**Tabela 3.3. Tensão admissível para paredes de tijolo**

| Características   | Tensão admissível ( $\text{kg/cm}^2$ ) |
|---|--|
| • Parede de tijolo ordinário com argamassa de cal           | 7                                      |
| • Parede de tijolo oco com argamassa de cal                 | 7                                      |
| • Parede de tijolo maciço com argamassa de cal              | 10                                     |
| • Parede de tijolo maciço com argamassa de cimento portland | 12                                     |

#### a) Cálculo da espessura da parede

$$E = \frac{1,1 \cdot q}{100 \cdot \sigma_{\text{adm parede}}} \quad \dots [\text{cm}]$$

onde:

E = espessura da parede (cm);

q = carga transmitida pela estrutura por metro linear (kg/m);

$\sigma_{\text{adm parede}}$  = tensão admissível da parede ( $\text{kg/cm}^2$ ).

### 2.4. Critérios gerais para a execução das paredes

- Molhar o tijolo para que o mesmo não absorva a água da argamassa;
- Na ereção das paredes, as fiadas deverão ser sempre de nível;
- Pode utilizar-se o tijolo oco sem qualquer inconveniente em paredes de carga sempre que se faça um utilização total de tijolo no andar de que se trate, isto é, num mesmo andar não deve alternar-se o tijolo maciço com o oco, para evitar diferenças de assentamento, embora se possam construir vários andares de tijolo maciço e os restantes com tijolo oco.
  - O paramento deve ser perfeitamente vertical (prumo). No caso de alvenaria aparente (sem revestimento), fazer com que o paramento aparente constitua um plano vertical liso. As irregularidades dos tijolos, dessa forma, irão refletir na face a ser revestida;
  - O serviço deve ser iniciado pelos cantos principais, o que facilita o alinhamento da parede, pois, estica-se uma linha entre os cantos já levantados, fiada por fiada;
  - As juntas dos tijolos devem ser desencontradas, possibilitando amarração e uma alvenaria resistente;

- Atingindo-se a altura de 1,5 m, deve-se prever a construção dos andaimes;
- Os vãos para portas e janelas são deixados na alvenaria;
- Sobre estes vãos, colocar vergas de concreto armado;
- As argamassa normalmente utilizadas para assentamento de tijolos são: cimento: areia (1:8) e cal-areia (1:4);
- O respaldo das alvenarias deve ser arrematado com uma cinta, evitando “aberturas” nos cantos.

### III - PILARES

- **OBJETIVOS:** Identificar, caracterizar e dimensionar os diferentes tipos de pilares e colunas

#### 3. CARACTERÍSTICAS DOS PILARES

Os pilares são elementos estruturais verticais, por via de regra esbeltos, quer dizer, têm várias vezes mais altura que largura, e suportam cargas verticais e vigas mestras que agüentam as armações.

São, portanto, elementos resistentes que trabalham quase sempre à compressão. Mas, além, se o quociente ou relação altura/espessura do pilar é muito elevada, pode apresentar uma flexão lateral, que se conhece sob o nome de flambagem ou encurvadura.

O cálculo de pilares, como o de todos os elementos resistentes, varia com o tipo de material do qual eles são construídos.

##### 3.1. Pilares de tijolo

A determinação da secção necessária que deve ter um pilar construído com tijolo é, em linhas gerais fácil pois, compreende a determinação das cargas que deve suportar, valor este que se divide pela tensão admissível, para encontrar a secção.

Na prática, no entanto, este cálculo complica-se de certo modo, por terem de intervir os coeficientes de redução de sobrecarga no caso de o pilar suportar a carga de mais de três andares, pela possibilidade de flexão e pela existência de cargas descentradas. Também há que se levar em conta que os pilares construídos com tijolo são quadrados ou retangulares, e que a forma do seus lados são múltiplos da largura do tijolo, ou seja, de 10 cm, a exemplo do que acontece com as paredes realizadas com este mesmo material.

A tabela abaixo apresentamos as tensões admissíveis para os pilares construídos com tijolo, de harmonia com o grau de esbeltez dos mesmos, o tipo de tijolo e a argamassa utilizada.

**a) Grau de esbeltez ( $\lambda$ ):** Chama-se grau de esbeltez à relação existente entre a comprimento de flambagem (considerada para efeito prático igual a altura do pilar) e o menor raio de giração. Se representarmos o comprimento de flambagem por “ $L_{FL}$ ” e a largura por “ $b$ ”, o grau de esbeltez de um pilar quadrado ou retangular será dado pela relação:

$$\text{ESBELTEZ } (\lambda) = \frac{\text{COMPRIMENTO DE FLAMBAGEM } (F_{FL})}{\text{RAIO DE GIRAÇÃO } (i)}$$

Como o raio de giração (i) do quadrado e do retângulo é igual a:

$$i = \frac{b}{\sqrt{12}}$$

Substituindo o raio de giração na expressão da esbeltez temos:

$$\text{ESBELTEZ } (\lambda) = \frac{3,46 \cdot \text{COMPRIENTO DE FLAMBAGEM } (L_{FL})}{\text{MENOR LADO DO PILAR } (b)}$$

O valor da esbeltez é adimensional, e para o dimensionamento de pilares de tijolo, não pode de forma alguma, possuir valor maior do que 40.

**Tabela 3.4. Tensão admissível para pilares de tijolo (kg/cm<sup>2</sup>)**

| Grau de esbeltez | Tijolo maciço com argamassa cimento portland | Tijolo maciço com argamassa de cal | Tijolo ordinário com argamassa de cal |
|------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|
| 11,5             | 12,0   | 10,0                               | 7,0                                   |
| 14,0             | 10,0   | 9,0                                | 6,0                                   |
| 17,0             | 9,0  | 8,0                                | 5,5                                   |
| 20,1             | 8,5  | 7,5                                | 5,0                                   |
| 28,0             | 8,0  | 7,0                                | 4,0                                   |
| 35,0             | 7,0  | 6,0                                | 4,0                                   |
| >35,0            | <7,0   | <6,0                               | <4,0                                  |

#### b) Cálculo da secção do pilar de tijolo

$$S_{\text{pilar}} = \frac{1,05 \cdot P}{\sigma_{\text{adm pilar}}} \quad \dots [\text{cm}^2]$$

onde:

$S_{\text{pilar}}$  = área da secção transversal do pilar (cm<sup>2</sup>);

P = carga transmitida pela estrutura ao pilar (kg);

$\sigma_{\text{adm pilar}}$  = tensão admissível do pilar de tijolo (kg/cm<sup>2</sup>)

### 3.2. Pilares de concreto não armado

Os pilares de concreto não armado só é utilizado em lugares onde a carga a sustentar é de pouca importância, ou em locais onde não se necessita de secções reduzidas, com a conseqüente economia de ferro. Na prática, estes pilares são muito pouco utilizados.

A tensão admissível do pilar de concreto não armado, depende da percentagem de cimento com que ele é confeccionado. A tabela abaixo apresenta as diferentes resistências do pilar, em conformidade com a quantidade de cimento empregada por cada metro cúbico de pilar confeccionado.

**Tabela 3.5. Tensão admissível para pilares de concreto**

| Classe do pilar (conforme quilogramas de cimento por metro cúbico - kg/m <sup>3</sup> ) | Tensão admissível (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---|---|
| • Cimento portland de 250   | 30 a 35                                 |
| • Cimento portland de 300   | 35 a 40                                 |
| • Cimento portland de 350   | 40 a 45                                 |
| • Cimento portland de 400   | 45 a 50                                 |

A quantidade de cimento mais comumente utilizado para estes tipos de pilares é de 350 kg/m<sup>3</sup> a 400 kg/m<sup>3</sup> e a tensão admissível com que se opera normalmente é o de 40 kg/cm<sup>2</sup>.

Os valores da tabela são as tensões admissíveis à compressão do pilar, quando este à faz em condições normais.

### a) Grau de esbeltez ( $\lambda$ )

$$\text{ESBELTEZ} = \frac{3.46 \cdot \text{COMPRIMENTO DE FLAMBAGEM (L}_{FL})}{\text{MENOR LADO DO PILAR (b)}}$$

O valor da esbeltez é adimensional, e para o dimensionamento de pilares de concreto (não armado), não pode de forma alguma possuir valor maior do que 40.

Conhecido o grau de esbeltez, a tabela abaixo, nos dá o coeficiente de redução da tensão admissível ( $\alpha$ ), que é o valor pelo qual terá de dividir-se a tensão admissível do pilar não armado para determinar a tensão admissível do concreto do pilar corrigida.

**Tabela 3.6. Redução da tensão admissível em pilar de concreto não armado**

| Grau de esbeltez | $\alpha$ | Grau de esbeltez | $\alpha$ |
|------------------|----------|------------------|----------|
| 3,5              | 1,000    | 21,0             | 1,800    |
| 7,0              | 1,125    | 24,0             | 2,100    |
| 10,5             | 1,250    | 27,5             | 2,400    |
| 14,0             | 1,375    | 31,0             | 2,700    |
| 17,5             | 1,500    | 35,0             | 3,000    |

### b) Cálculo da secção do pilar de concreto

Indicamos que o pilar de concreto não armado trabalha à compressão, mas ao aplicá-lo na construção de pilares assinalamos que pode acontecer que o pilar fique sujeito à flexão lateral ou encurvadura, cujo esforço do pilar não é apropriado, e, por tal razão, a tensão admissível do pilar, quando se trata de pilares não armados, reduz-se em quantidade, de harmonia com o grau de esbeltez do pilar.

$$S_{\text{pilar}} = \frac{1,05 \cdot P \cdot \alpha}{\sigma_{\text{adm pilar}}} \quad \dots [\text{cm}^2]$$

onde:

$S_{\text{pilar}}$  = área da secção transversal do pilar (cm<sup>2</sup>);

P = carga transmitida pela estrutura ao pilar (kg);

$\alpha$  = fator de correção da tensão admissível

$\sigma_{\text{adm pilar}}$  = tensão admissível do pilar concreto não armado (kg/cm<sup>2</sup>)

Obs. Dos cálculos anteriores podemos verificar a razão por que o pilar de concreto não armado quase não é utilizado para alicerces: porque é muito reduzido a tensão admissível, já que, para coeficientes de esbeltez de 24 a 35 (em pilares são valores correntes), o que proporciona pilares de grandes dimensões, com conseqüente gasto de concreto e ocupação de espaço.

### 3.3. Dimensionamento de pilares de concreto armado

Os pilares de concreto armado apresentam uma armadura longitudinal (de resistência) que resiste aos esforços de compressão, e armadura transversal que resiste aos esforços de cisalhamento e mantém a armadura longitudinal em sua projeção. A armadura também é comprimida, e permite diminuir a seção de concreto.

A armadura transversal é constituída pelos estribos que envolvem os ferros da armadura, sendo amarrados a ele com um arame recozido.

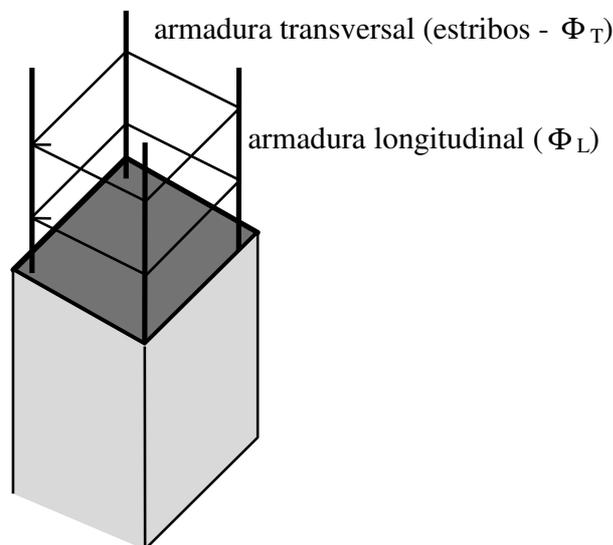


Figura 3.10. Pilar de concreto armado

#### 3.3.1. Grau de esbeltez ( $\lambda$ )

De acordo com a norma NB-1, o cálculo das seções sujeitas à força de compressão centrada só pode ser feito sem considerar o fenômeno da flambagem quanto a esbeltez - definida como a relação entre o comprimento de flambagem e o menor raio de giração - é menor a 40. Assim, para dispensarmos a verificação à flambagem, devemos ter:

$$\text{ESBELTEZ } (\lambda) = \frac{3,46 \cdot \text{COMPRIENTO DE FLAMBAGEM } (L_{FL})}{\text{MENOR LADO DO PILAR } (b)} \leq 40$$

A norma brasileira dispensa o cálculo de flambagem para esbeltez ( $\lambda$ ) igual ou inferior a 40. Contudo, para prever defeitos de execução, recomenda-se considerar uma excentricidade

adicional igual a 1/30 da dimensão da secção no plano de flambagem nunca inferior a 2 cm. Para dispensar esta excentricidade a NB-1 recomenda para o caso de esbeltez ( $\lambda$ )  $\leq 40$  a multiplicação da carga atuante por 1,2.

### 3.3.2. Roteiro para cálculo do pilar (Conforme a NB-1)

#### a) Cálculo da secção de concreto teórica necessária

$$A_{c1} = \frac{1,2 \cdot P_d}{0,85 \cdot f_{cd} + \ell_s \cdot f'_{yd}} \quad \dots [\text{cm}^2]$$

onde:

$A_{c1}$  = secção de concreto teoricamente necessária ( $\text{cm}^2$ );

$P_d = P \cdot 1,4$  = carga, multiplicada pelo coeficiente de segurança (kg);

$f_{cd} = f_{ck}/1,4$  = resistência de cálculo do concreto ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ );

$\ell_s$  = porcentagem de ferro que a armadura longitudinal pode ter na secção transversal do pilar (0,8 a 6%);

$f'_{yd}$  = resistência de cálculo do aço na armadura comprimida ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

#### b) Cálculo da secção de ferros (armadura)

Conhecida a secção de concreto teórica ( $A_{c1}$ ), adotamos a secção de concreto ( $A_c$ ) e podemos ter dois casos:

**Caso 1:** A secção de concreto adotada ( $A_c$ ) é menor ou igual a secção de concreto teórica ( $A_{c1}$ ), ou seja,  $A_c \leq A_{c1}$ .

Neste caso, a secção da armadura a ser obtida supera a armadura mínima  $0,008 \cdot A_{c1}$ , por isso, calcula-se a secção da armadura ( $A_s$ ) pela expressão:

$$A_s = \frac{1,2 \cdot P_d - 0,85 \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f'_{yd}} \quad \dots [\text{cm}^2]$$

onde:

$A_s$  = secção da armadura ( $\text{cm}^2$ );

$P_d = P \cdot 1,4$  = carga, multiplicada pelo coeficiente de segurança (kg);

$f_{cd} = f_{ck}/1,4$  = resistência de cálculo do concreto ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ );

$A_c$  = secção de concreto adotada ( $\text{cm}^2$ );

$f'_{yd}$  = resistência de cálculo do aço na armadura comprimida ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

**Caso 2:** A secção de concreto adotada ( $A_c$ ) é maior que a secção de concreto teórica ( $A_{c1}$ ), ou seja,  $A_c > A_{c1}$ .

Neste caso, a secção da armadura utilizada deverá ser a mínima regulamentada. Para obter esta armadura, basta usar a expressão:

$$A_s = 0,008 \cdot A_{c1} \quad [\text{cm}^2]$$

onde:

$A_s$  = secção da armadura ( $\text{cm}^2$ );

$A_{c1}$  = secção de concreto teoricamente necessária ( $\text{cm}^2$ ).

### 3.3.3. Dimensões mínimas

De acordo com as recomendações do CEB, as dimensões mínimas das peças comprimidas estão limitadas pelo coeficiente de esbeltez, que não deve ultrapassar 140.

A NB-1 prescreve, para o caso de pilares: A menor dimensão dos pilares não citados não deve ser inferior a  $1/25$  da sua altura livre ( $1/25 \cdot L$ ), nem a 20 cm.

### 3.3.4. Armadura longitudinal

A norma NB-1 fixa para as porcentagens das armaduras longitudinais o mínimo de 0,8 % e o máximo de 6% da secção do pilar, podendo o limite mínimo atingir 0,5% quando a esbeltez ( $\lambda$ )  $\leq 30$ .

Quanto à distância entre as armaduras longitudinais, a norma NB-1 fixa distância de 40 cm.

Para evitar a flambagem da armadura os ferros longitudinais devem estar situados nas quinas formadas pelos estribos.

O espaçamento máximo dos ferros longitudinais é de  $20 \Phi_T$  (diâmetro dos estribos) sendo que, no caso de dois ferros em quinas dos estribos, basta respeitar o limite de 40 cm. O espaçamento mínimo é de  $20 \Phi_T/3$  maior ou igual a  $\Phi_L$  ou 2 cm, sendo  $\Phi_L$  o diâmetro dos ferros longitudinais.

### 3.3.5. Armadura transversal

As recomendações do CEB estabelecem, para a armadura transversal, o diâmetro igual a  $1/4$  do diâmetro da armadura longitudinal não podendo ser inferior a 5 mm.

De acordo com a NB-1, o espaçamento máximo será o menor dos valores:

- 30 cm;
- $21 \Phi_L$  para aço comum;
- $12 \Phi_L$  para aço especial;
- menor dimensão externa da seção do pilar.

## 3.4. Colunas de madeira

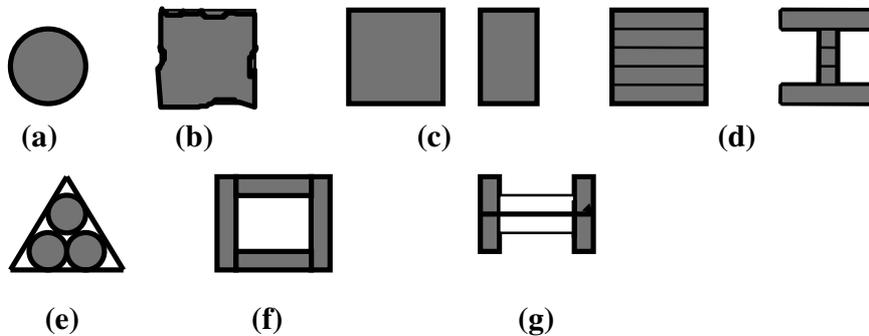
Nem todos são pilares, também utilizam-se por vezes colunas de madeira, que não passam de troncos ou pedaços de madeira de secção diferente, alargados, e que se colocam verticalmente no sentido do seu maior comprimento, fazendo as vezes de pilares.

O cálculo de uma coluna ou pilar de madeira depende, à parte a carga, de três fatores: altura; secção; e relação entre o lado menor e a altura.

A relação entre o lado menor e a altura, já estudamos para os pilares anteriores e chama-se grau de esbeltez.

### 3.4.1. Secções transversais de uso corrente

As peças de madeira, comprimidas na direção das fibras, podem ser constituídas de secções transversais simples ou compostas:



onde: a) madeira roliça; b) madeira lavrada; c) madeira serrada; d) madeira laminada colada; e) secção composta de peças roliças; f) secção composta de peças serradas; g) secção composta com peças intermediárias descontínuas

Figura 3.11. Secções transversais de madeira de uso corrente

### 3.4.2. Peças comprimidas de secção simples

#### 3.4.2.1. Comprimento de flambagem

Denomina-se comprimento de flambagem ( $L_{FL}$ ) o comprimento utilizado no cálculo da resistência à flambagem da peça comprimida. Numa coluna com rótulas nas extremidades, o comprimento de flambagem é igual ao próprio comprimento da coluna ( $L_{FL} = L$ ). Para colunas com extremidades não rotuladas, o comprimento de flambagem é inferior ao comprimento da coluna ( $L_{FL} < L$ ), dependendo do grau de engastamento do apoio da extremidade.

Em estruturas de madeira, devido à natureza deformável das ligações, geralmente despreza-se o efeito favorável de engastamento nas extremidades, tomando-se para comprimento de flambagem o próprio comprimento da coluna ( $L_{FL} = L$ ).

No caso de colunas de madeira com ligações intermediárias de contraventamento, o comprimento de flambagem é tomado igual à distância  $L_1$  entre os pontos de ligação intermediária ( $L_{FL} = L_1$ ), desprezando-se o efeito favorável da continuidade da coluna.

#### 3.4.2.2. Limites do grau de esbeltez ( $\lambda$ )

Há interesse na fixação de limites superiores do índice de esbeltez, para se evitar estruturas muito flexíveis.

A norma NB-11 fixa uma relação máxima, onde o cálculo das seções sujeitas à força de compressão centrada só pode ser feito sem considerar o fenômeno da flambagem quanto a

esbeltez - definida como sendo a relação entre o comprimento de flambagem e o menor raio de giração - é menor a 40. Assim:

• **Caso 1.** Se o grau de esbeltez for menor ou igual a 40 ( $L_{FL}/i \leq 40$ ), não há necessidade de considerar o efeito da flambagem, pois as peças são curtas e atingem à ruptura por compressão.

$$\text{ESBELTEZ } (\lambda) = \frac{\text{COMPRIENTO DE FLAMBAGEM } (L_{FL})}{\text{RAIO DE GIRAÇÃO } (i)} \leq 40$$

O raio de giração depende da forma da secção da peça, onde :

|                                       |                           |                 |                   |
|---------------------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| <b>Quadrado<br/>ou<br/>retângulo:</b> | $i = \frac{b}{\sqrt{12}}$ | <b>círculo:</b> | $i = \frac{D}{4}$ |
|---------------------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|

• **Caso 2.** Se o grau de esbeltez for maior do que o valor 40 ( $L_{FL}/i > 40$ ), haverá a necessidade de se verificar o efeito da flambagem.

$$\text{ESBELTEZ } (\lambda) = \frac{\text{COMPRIENTO DE FLAMBAGEM } (L_{FL})}{\text{RAIO DE GIRAÇÃO } (i)} > 40$$

**Verificação do efeito da flambagem:** Na figura abaixo vemos a variação da tensão admissível a compressão ( $\sigma_C$ ) e a flambagem ( $\sigma_{FL}$ ), em relação ao grau ou índice de esbeltez ( $L_{FL}/i$ ).

Tensão admissível à compressão ( $\sigma_C$ )  
e à flambagem ( $\sigma_{FL}$ )

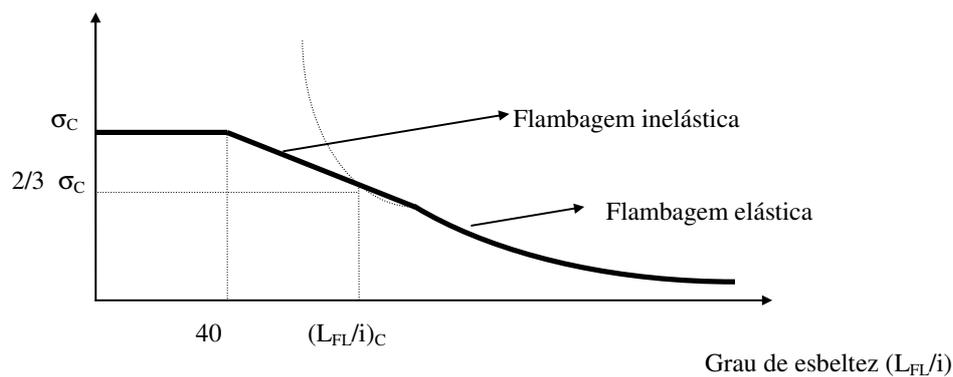


Figura 3.12. Variação da tensão admissível com flambagem em função do índice de esbeltez

a)  $(L_{FL}/i) \leq 40$ : região onde não há o efeito de flambagem, prevalecendo a tensão admissível à compressão simples  $\sigma_C$ .

b) entre  $(L_{FL}/i) = 40$  e  $L_{FL}/i = (L_{FL}/i)_C$ : Tem-se flambagem inelástica. A tensão admissível a flambagem é representada por fórmulas empíricas, tendo a NB-11 adotado uma linha reta, representada pela equação:

• **Grau de esbeltez correspondente ao limite de aplicabilidade da fórmula elástica  $(L_{FL}/i)_C$ :**

$$(L_{FL}/i)_C = \pi \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot E}{8 \cdot \sigma_C}} \quad \dots \text{ [adimensional]}$$

onde:

$(L_{FL}/i)_C$  = valor crítico do grau de esbeltez - correspondente ao limite de aplicabilidade da fórmula elástica (adimensional);

$L_{FL}$  = comprimento de flambagem (m);

$i$  = raio de giração (m);

$E$  = módulo de elasticidade a flexão ( $\text{kgf/cm}^2$ );

$\sigma_C$  = tensão admissível a compressão ( $\text{kgf/cm}^2$ ).

• **Tensão admissível com flambagem ( $\sigma_{FL}$ ):**

$$\sigma_{FL} = \sigma_C \left( 1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{(L_{FL}/i) - 40}{(L_{FL}/i)_C - 40} \right) \quad \dots \text{ [kgf/cm}^2\text{]}$$

onde:

$\sigma_{FL}$  = tensão admissível com flambagem ( $\text{kgf/cm}^2$ );

$\sigma_C$  = tensão admissível a compressão ( $\text{kgf/cm}^2$ );

$(L_{FL}/i)$  = grau de esbeltez (adimensional);

$(L_{FL}/i)_C$  = valor crítico do grau de esbeltez - correspondente ao limite de aplicabilidade da fórmula elástica (adimensional);

$L_{FL}$  = comprimento de flambagem (m);

$i$  = raio de giração (m);

c)  $(L_{FL}/i) \geq (L_{FL}/i)_C$ : Tem-se flambagem elástica. Ocorre em peças de elevado grau de esbeltez, onde as tensões são inferiores ao limite de proporcionalidade ( $\sigma_{FL} \leq F_{EL}$ ). Seu valor é calculado pela expressão:

• **Tensão admissível com flambagem ( $\sigma_{FL}$ ):**

$$\sigma_{FL} = \frac{2}{3} \cdot \sigma_C \cdot \left[ \frac{(L_{FL}/i)_C}{(L_{FL}/i)} \right]^2 \quad \dots \text{ [kgf/cm}^2\text{]}$$

onde:

$\sigma_{FL}$  = tensão admissível com flambagem ( $\text{kgf/cm}^2$ );

$\sigma_C$  = tensão admissível à compressão ( $\text{kgf/cm}^2$ );

$(L_{FL}/i)$  = grau de esbeltez (adimensional);

$(L_{FL}/i)_C$  = valor crítico do grau de esbeltez - correspondente ao limite de aplicabilidade da fórmula elástica (adimensional);

$L_{FL}$  = comprimento de flambagem (m);

$i$  = raio de giração (m).

### 3.4.2.3. Dimensionamento de peças comprimidas de secções simples

Uma vez possuindo dados como: madeira a ser utilizada, altura de flambagem da coluna ( $L_{FL}$ ) e forma da secção transversal ( $S$ ) podemos calcular o valor da tensão admissível a flexão com ou sem flambagem ( $\sigma_{FL}$ ). Após este cálculo fica fácil determinar a secção ( $S$ ) necessária para suportar uma determinada carga ( $P$ ) ou a carga que uma dada secção pode suportar. A expressão utilizada é a seguinte:

$$P = S \cdot \sigma_C \quad \dots \text{ [kgf]}$$

$$P_{FL} = S \cdot \sigma_{FL} \quad \dots \text{ [kgf]}$$

onde:

$P$  = carga - esforço admissível à compressão sem flambagem (kgf);

$P_{FL}$  = carga - esforço admissível à compressão com flambagem (kgf);

$S$  = área da secção transversal da coluna (cm<sup>2</sup>);

$\sigma_{FL}$  = tensão admissível com flambagem (kgf/cm<sup>2</sup>);

$\sigma_C$  = tensão admissível à compressão (kgf/cm<sup>2</sup>).

**Tabela 3.7. Esforços admissíveis de compressão axial "P" (Toneladas), em peças serradas de pinho-do-paraná de 2ª categoria**

| Altura da coluna (m) | Esbeltez | Dimensões da secção da peça (cm) |                            |                      |                      |
|----------------------|----------|----------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
|                      |          | 7,5 x 7,5<br>(3"x 3")            | 7,5 x 11,5<br>(3"x 4 1/2") | 7,5 x 15<br>(3"x 6") | 7,5 x 23<br>(3"x 9") |
| ≤ 0,90               | 12       | 2,9                              | 4,4                        | 5,7                  | 8,7                  |
| 1,00                 | 13       | 2,7                              | 4,2                        | 5,5                  | 8,4                  |
| 1,10                 | 15       | 2,6                              | 4,1                        | 5,3                  | 8,1                  |
| 1,20                 | 16       | 2,6                              | 3,9                        | 5,1                  | 7,8                  |
| 1,30                 | 17       | 2,5                              | 3,8                        | 4,9                  | 7,6                  |
| 1,40                 | 19       | 2,4                              | 3,6                        | 4,7                  | 7,3                  |
| 1,50                 | 20       | 2,3                              | 3,5                        | 4,5                  | 7,0                  |
| 1,60                 | 21       | 2,2                              | 3,3                        | 4,4                  | 6,7                  |
| 1,70                 | 23       | 2,1                              | 3,2                        | 4,2                  | 6,4                  |
| 1,80                 | 24       | 2,0                              | 3,1                        | 4,0                  | 6,1                  |
| 1,90                 | 25       | 1,9                              | 2,9                        | 3,8                  | 5,8                  |
| 2,00                 | 27       | 1,7                              | 2,6                        | 3,4                  | 5,2                  |
| 2,10                 | 28       | 1,5                              | 2,4                        | 3,1                  | 4,7                  |
| 2,20                 | 29       | 1,4                              | 2,2                        | 2,8                  | 4,3                  |
| 2,30                 | 31       | 1,3                              | 2,0                        | 2,6                  | 3,9                  |
| 2,40                 | 32       | 1,2                              | 1,8                        | 2,4                  | 3,6                  |
| 2,50                 | 33       | 1,1                              | 1,7                        | 2,2                  | 3,3                  |
| 2,60                 | 35       | 1,0                              | 1,5                        | 2,0                  | 3,1                  |
| 2,70                 | 36       | 0,9                              | 1,4                        | 1,9                  | 2,9                  |
| 2,80                 | 37       | 0,9                              | 1,3                        | 1,7                  | 2,7                  |
| 2,90                 | 39       | 0,8                              | 1,2                        | 1,6                  | 2,5                  |
| 3,00                 | 40       | 0,8                              | 1,2                        | 1,5                  | 2,3                  |

**Tabela 3.8. Esforços admissíveis de compressão axial "P" (Toneladas), em peças serradas de peroba de campos de 2º categoria**

| Altura da coluna (m) | Esbeltez | Dimensões da secção da peça (cm) |                            |                      |                      |
|----------------------|----------|----------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
|                      |          | 7,5 x 7,5<br>(3"x 3")            | 7,5 x 11,5<br>(3"x 4 1/2") | 7,5 x 15<br>(3"x 6") | 7,5 x 23<br>(3"x 9") |
| ≤ 0,90               | 12       | 5,1                              | 7,9                        | 10,3                 | 15,8                 |
| 1,00                 | 13       | 4,9                              | 7,5                        | 9,7                  | 14,9                 |
| 1,10                 | 15       | 4,6                              | 7,0                        | 9,2                  | 14,2                 |
| 1,20                 | 16       | 4,3                              | 6,6                        | 8,6                  | 13,2                 |
| 1,30                 | 17       | 4,0                              | 6,2                        | 8,1                  | 12,4                 |
| 1,40                 | 19       | 3,8                              | 5,8                        | 7,5                  | 11,5                 |
| 1,50                 | 20       | 3,5                              | 5,3                        | 6,9                  | 10,6                 |
| 1,60                 | 21       | 3,0                              | 4,7                        | 6,1                  | 9,3                  |
| 1,70                 | 23       | 2,7                              | 4,1                        | 5,4                  | 8,3                  |
| 1,80                 | 24       | 2,4                              | 3,7                        | 4,8                  | 7,4                  |
| 1,90                 | 25       | 2,2                              | 3,3                        | 4,3                  | 6,6                  |
| 2,00                 | 27       | 2,0                              | 3,0                        | 3,9                  | 6,0                  |
| 2,10                 | 28       | 1,8                              | 2,7                        | 3,5                  | 5,4                  |
| 2,20                 | 29       | 1,6                              | 2,5                        | 3,2                  | 4,9                  |
| 2,30                 | 31       | 1,5                              | 2,3                        | 2,9                  | 4,5                  |
| 2,40                 | 32       | 1,4                              | 2,1                        | 2,7                  | 4,2                  |
| 2,50                 | 33       | 1,3                              | 1,9                        | 2,5                  | 3,8                  |
| 2,60                 | 35       | 1,2                              | 1,8                        | 2,3                  | 3,5                  |
| 2,70                 | 36       | 1,1                              | 1,6                        | 2,1                  | 3,3                  |
| 2,80                 | 37       | 1,0                              | 1,5                        | 2,0                  | 3,1                  |
| 2,90                 | 39       | 0,9                              | 1,4                        | 1,9                  | 2,8                  |
| 3,00                 | 40       | 0,8                              | 1,3                        | 1,7                  | 2,7                  |

**Tabela 3.9. Esforços admissíveis de compressão axial "P" (Toneladas), em peças serradas de ipê-tabaco (ipê-amarelo) de 2º categoria**

| Altura da coluna (m) | Esbeltez | Dimensões da secção da peça (cm) |                            |                      |                      |
|----------------------|----------|----------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
|                      |          | 7,5 x 7,5<br>(3"x 3")            | 7,5 x 11,5<br>(3"x 4 1/2") | 7,5 x 15<br>(3"x 6") | 7,5 x 23<br>(3"x 9") |
| ≤ 0,90               | 12       | 6,8                              | 10,5                       | 13,7                 | 21,0                 |
| 1,00                 | 13       | 6,5                              | 9,9                        | 12,9                 | 19,8                 |
| 1,10                 | 15       | 6,1                              | 9,3                        | 12,2                 | 18,7                 |
| 1,20                 | 16       | 5,7                              | 8,7                        | 11,4                 | 17,5                 |
| 1,30                 | 17       | 5,3                              | 8,2                        | 10,6                 | 16,3                 |
| 1,40                 | 19       | 4,9                              | 7,6                        | 9,9                  | 15,1                 |
| 1,50                 | 20       | 4,5                              | 6,9                        | 9,0                  | 13,8                 |
| 1,60                 | 21       | 3,9                              | 6,1                        | 7,9                  | 12,1                 |
| 1,70                 | 23       | 3,5                              | 5,4                        | 7,0                  | 10,7                 |
| 1,80                 | 24       | 3,1                              | 4,8                        | 6,2                  | 9,6                  |
| 1,90                 | 25       | 2,8                              | 4,3                        | 5,6                  | 8,6                  |
| 2,00                 | 27       | 2,5                              | 3,9                        | 5,1                  | 7,7                  |
| 2,10                 | 28       | 2,3                              | 3,5                        | 4,6                  | 7,0                  |
| 2,20                 | 29       | 2,1                              | 3,2                        | 4,2                  | 6,4                  |
| 2,30                 | 31       | 1,9                              | 2,9                        | 3,8                  | 5,9                  |
| 2,40                 | 32       | 1,8                              | 2,7                        | 3,5                  | 5,4                  |
| 2,50                 | 33       | 1,6                              | 2,5                        | 3,2                  | 5,0                  |
| 2,60                 | 35       | 1,5                              | 2,3                        | 3,0                  | 4,6                  |
| 2,70                 | 36       | 1,4                              | 2,1                        | 2,8                  | 4,2                  |
| 2,80                 | 37       | 1,3                              | 2,0                        | 2,6                  | 4,0                  |
| 2,90                 | 39       | 1,2                              | 1,8                        | 2,4                  | 3,7                  |
| 3,00                 | 40       | 1,8                              | 1,7                        | 2,2                  | 3,4                  |

**Tabela 3.10. Esforços admissíveis de compressão axial "P" (Toneladas), em coluna roliças de pinho-do-paraná**

| Altura da coluna<br>(m) | Diâmetro nominal (cm) |     |     |     |      |      |      |
|-------------------------|-----------------------|-----|-----|-----|------|------|------|
|                         | 10                    | 12  | 14  | 16  | 18   | 20   | 22   |
| 2,00                    | 2,9                   | 4,7 | 6,9 | 9,5 | 12,6 | 16,0 | 19,9 |
| 2,20                    | 2,6                   | 4,4 | 6,6 | 9,2 | 12,2 | 15,6 | 19,4 |
| 2,40                    | 2,2                   | 4,1 | 6,3 | 8,8 | 11,8 | 15,1 | 19,0 |
| 2,60                    | 1,9                   | 3,9 | 5,9 | 8,4 | 11,3 | 14,7 | 18,4 |
| 2,80                    | 1,6                   | 3,3 | 5,6 | 8,1 | 11,0 | 14,2 | 17,9 |
| 3,00                    | 1,4                   | 2,9 | 5,3 | 7,7 | 10,5 | 13,7 | 17,4 |
| 3,20                    | 1,2                   | 2,6 | 4,7 | 7,3 | 11,1 | 13,3 | 16,9 |
| 3,40                    | 1,1                   | 2,3 | 4,2 | 7,0 | 9,7  | 12,8 | 16,4 |
| 3,60                    | 1,0                   | 2,0 | 3,8 | 6,4 | 9,3  | 12,4 | 16,0 |
| 3,80                    | 0,9                   | 1,8 | 3,4 | 5,7 | 8,9  | 11,9 | 15,4 |
| 4,00                    | 0,8                   | 1,6 | 3,0 | 5,2 | 8,3  | 11,5 | 14,9 |
| 4,20                    | -                     | 1,5 | 2,8 | 4,7 | 7,5  | 11,0 | 14,4 |
| 4,40                    | -                     | 1,4 | 2,5 | 4,3 | 6,8  | 10,4 | 14,0 |
| 4,60                    | -                     | 1,2 | 2,3 | 3,9 | 6,3  | 9,6  | 13,4 |
| 4,80                    | -                     | 1,1 | 2,1 | 3,6 | 5,8  | 8,8  | 12,8 |
| 5,00                    | -                     | -   | 1,9 | 3,3 | 5,3  | 8,1  | 11,8 |
| 5,20                    | -                     | -   | 1,8 | 3,1 | 4,9  | 7,5  | 11,0 |
| 5,40                    | -                     | -   | 1,7 | 2,8 | 4,5  | 6,9  | 10,1 |
| 5,60                    | -                     | -   | 1,5 | 2,6 | 4,2  | 6,4  | 9,4  |
| 5,80                    | -                     | -   | -   | 2,5 | 3,9  | 6,0  | 8,8  |
| 6,00                    | -                     | -   | -   | 2,2 | 3,7  | 5,6  | 8,2  |

**Tabela 3.11. Esforços admissíveis de compressão axial "P" (Toneladas), em coluna roliças de eucalipto**

| Altura da coluna<br>(m) | Diâmetro nominal (cm) |     |      |      |      |      |      |
|-------------------------|-----------------------|-----|------|------|------|------|------|
|                         | 10                    | 12  | 14   | 16   | 18   | 20   | 22   |
| 1,80                    | 5,2                   | 9,1 | 14,0 | 19,7 | 26,5 | 34,1 | 42,7 |
| 2,00                    | 4,2                   | 8,3 | 13,0 | 18,6 | 25,2 | 32,7 | 41,1 |
| 2,20                    | 3,4                   | 7,1 | 11,9 | 17,4 | 23,9 | 31,2 | 39,5 |
| 2,40                    | 2,9                   | 6,0 | 10,9 | 16,3 | 22,5 | 29,8 | 37,9 |
| 2,60                    | 2,5                   | 5,1 | 9,5  | 15,1 | 21,2 | 28,2 | 36,3 |
| 2,80                    | 2,1                   | 4,4 | 8,2  | 13,9 | 20,0 | 27,0 | 34,7 |
| 3,00                    | 1,9                   | 3,8 | 7,1  | 12,1 | 18,6 | 25,4 | 33,1 |
| 3,20                    | 1,6                   | 3,4 | 6,3  | 10,7 | 17,1 | 24,0 | 31,5 |
| 3,40                    | 1,4                   | 3,0 | 5,5  | 9,5  | 15,1 | 22,5 | 30,0 |
| 3,60                    | 1,3                   | 2,7 | 4,9  | 8,4  | 13,5 | 20,6 | 28,4 |
| 3,80                    | 1,2                   | 2,4 | 4,4  | 7,6  | 12,1 | 18,5 | 26,8 |
| 4,00                    | 1,0                   | 2,2 | 4,0  | 6,8  | 11,0 | 16,7 | 24,4 |
| 4,20                    | -                     | 2,0 | 3,6  | 6,2  | 9,9  | 15,1 | 22,1 |
| 4,40                    | -                     | 1,8 | 3,3  | 5,6  | 8,9  | 13,8 | 20,2 |
| 4,60                    | -                     | 1,6 | 3,0  | 5,2  | 8,4  | 12,6 | 18,5 |
| 4,80                    | -                     | 1,5 | 2,8  | 4,7  | 7,6  | 11,6 | 17,0 |
| 5,00                    | -                     | -   | 2,6  | 4,4  | 7,1  | 10,7 | 15,6 |
| 5,20                    | -                     | -   | 2,4  | 4,0  | 6,4  | 9,9  | 14,4 |
| 5,40                    | -                     | -   | 2,2  | 3,7  | 6,1  | 9,2  | 13,3 |
| 5,60                    | -                     | -   | 2,0  | 3,5  | 5,6  | 8,5  | 12,5 |
| 5,80                    | -                     | -   | -    | 3,2  | 5,1  | 7,9  | 11,6 |
| 6,00                    | -                     | -   | -    | 3,1  | 4,9  | 7,4  | 11,0 |

**Tabela 3.12. Propriedades mecânicas e tensões admissíveis de algumas madeiras brasileiras**

| Nomenclatura      | Massa específica<br>(15% de umidade)<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | Tensões admissíveis Peças de 2 <sup>o</sup> categoria (kgf/cm <sup>2</sup> ) |                   |                                    |  |                             |                                 |
|-------------------|--|--|-------------------|------------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------------|
|                   |  | Compressão simples<br>(L <sub>F</sub> /i ≤ 40)                               | Flexão simples    | Cisalhamento longitudinal em vigas | Cisalhamento paralelo às fibras nas ligações | Compressão normal as fibras | Módulo de elasticidade (flexão) |
|                   |  | (σ <sub>C</sub> )  | (σ <sub>b</sub> ) | (τ)                                | (τ)  | (σ <sub>CN</sub> )          | (E)                             |
| Aroeira do sertão | 1,21   | 150,4  | 228,1             | 20,2                               | 30,3   | 45,1                        | 152.000                         |
| Ipê-roxo          | 0,96   | 138,0  | 231,0             | 14,5                               | 21,7   | 41,4                        | 165.000                         |
| Gonçalo-alves     | 0,91   | 126,0  | 181,0             | 18,9                               | 28,3   | 37,8                        | 141.000                         |
| Ipê tabaco        | 1,03   | 124,0  | 219,0             | 13,4                               | 21,1   | 37,1                        | 154.000                         |
| Eucalipto         | 1,04   | 104,0  | 172,0             | 16,6                               | 24,0   | 30,0                        | 136.000                         |
| Peroba-de-campos  | 0,72   | 93,0   | 148,0             | 11,7                               | 17,6   | 27,9                        | 120.000                         |
| Peroba-rosa       | 0,78   | 85,0   | 135,0             | 12,1                               | 18,1   | 25,4                        | 94.000                          |
| Pinho-do-paraná   | 0,54   | 51,0   | 87,0              | 6,5                                | 9,5  | 15,4                        | 105.000                         |

## EXERCÍCIOS

1. Um pilar de tijolo maciço assentado com argamassa de cal, tem 3 m de altura de recebe uma carga de 5.000 kg. Qual seria a secção transversal necessária para que o pilar podasse suportar carga esta carga?

2. Um pilar feito de tijolo ordinário com argamassa de cal possui uma seção 25 x 25 cm e altura 2,8 m. Qual é a carga que este pilar pode suportar?

3. Um pilar de concreto não armado, será realizado com altura de 2,9 m, no traço 1:2:4, e receberá uma carga de 8.000 kg. Qual será a secção transversal que este pilar deverá ter?

4. Os pilares indicados abaixo estão recebendo a carga de uma cobertura (estrutura principal, secundária e telhado) conforme mostra a figura. Sabendo que: a cobertura pesa 20.000 kg; que o aço utilizado para a confecção do pilara será o CA 25; que a resistência do concreto a compressão ( $f_{ck}$ ) será igual a 40 kg/cm<sup>2</sup>; e que o pilar terá uma altura de 3,5 metros. Dimensione a secção transversal deste pilar e a secção longitudinal e transversal dos ferros.



5. Um coluna de pinho-do-paraná , de secção retangular 7,5 x 23 cm e de 2,6 m de altura pode suportar uma carga de quantos quilos.

**BIBLIOGRAFIA**

- BAÊTA, F. DA C. **Resistência dos materiais e dimensionamento de estruturas para construções rurais**. Viçosa: Imprensa Universitária. 1990. 63p (Apostila).
- BUENO, C.F.H. **Construções rurais**. Lavras: Coopesal-ESAL. 1980. 209p. (Apostila).
- CARNEIRO, O. **Construções rurais**. 12. ed. - São Paulo: Nobel. 1985. 718p.
- CETOP - Centro de Ensino Técnico e Profissional à Distância, Ltda. **Iniciação ao cálculo de resistências**. São Paulo: Gráfica Europam. 1984. 227 p. (Departamento Técnico do CEAC)
- PFEIL, W. **Estrutura de madeira**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Ed., 1989. 295 p.
- ROCHA, A.M. DA **Concreto armado**. vol. 1. 21. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 550p

## IV - VIGAS

- **OBJETIVO:** Identificar os diferentes tipos de cargas e apoios nas vigas, bem como demonstrar o princípio básico para realização do dimensionamento das mesmas

### 4. VIGAS

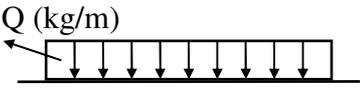
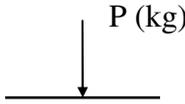
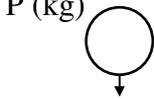
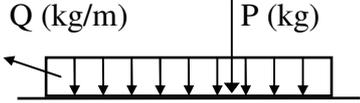
Com este item iniciamos uma das partes mais interessantes do cálculo de resistência: a determinação de secções de elementos submetidos a esforços de flexão (vigas), distinta dos elementos submetidos à compressão, com se fez até agora (fundações e pilares).

- **Vigas:** são peças ou estruturas sólidas, apoiadas em um ou mais pontos com a finalidade de suportar as cargas das mais variadas maneiras.

#### 4.1. Diferentes tipos de carga a que podem estar submetidas as peças que trabalham à flexão

As que normalmente apresentam-se em construções são:

**Tabela 3.13. Tipos de carga a que podem estar submetidas as vigas**

| Tipo de carga                    | Condição   | Representação   |
|----------------------------------|--|---|
| •Carga uniformemente distribuída | São as cargas que atuam com o mesmo valor (peso) sobre todo o comprimento da viga. Ex. carga de paredes, lajes, telhados, etc.                 |  |
| • Carga concentrada              | Carga que atua sobre determinado ponto da viga. Ex. pilar, viga descarregando sobre outra viga, cargas de tesoura sobre viga, etc.             |  |
| • Carga móvel                    | Cargas que deslocam sobre diferentes pontos da peça. Ex. vigas que suportam guias e outros elementos mecânicos de elevação ou de deslocamento. |  |
| •Combinação de cargas            | Ocorre quando uma viga é submetida a uma combinação das cargas citadas acima. Ex. vigas que suportam paredes e pilares, pontes, etc.           |  |

#### 4. 2. Tipos de vigas conforme a maneira como se apóiam

Consideradas as diferentes formas em que podem apresentar-se as cargas, numa peça submetida à flexão (vigas), vamos agora classificá-las, de harmonia com a forma como podem se apoiar:

Tabela 3.14. Tipos de vigas conforme a maneira como se apóiam

| Tipo de apoio                                   | Condição  | Representação |
|---|---|---------------|
| • Viga engastada em apenas um extremo           | É o caso de uma viga engastada numa extremo de uma parede e tendo o outro extremo livre.                |               |
| • Viga apoiada                                  | Tem os seus extremos livres e apoiados sobre outro elemento.  |               |
| • Viga engastada nos dois extremos              | São vigas que têm os seus extremos engastados nas paredes ou noutro elemento de construção.             |               |
| • Viga engastada num extremo e apoiada em outro | Tem um extremo engastado numa parede ou outro elemento de construção e o outro extremo livre e apoiado. |               |

### 4.3. Conceitos de resistência dos materiais

a) **Centro de gravidade:** é o centro da massa, ou seja, para um corpo, o centro de seu peso. A determinação do centro de gravidade pode se fazer graficamente ou por cálculo numérico.

b) **Momento resistente:** Uma definição exata do momento resistente é a que estabelece este como sendo "a soma dos produtos das unidades de superfície pelo quadrado da sua distância ao eixo neutro (ou eixo da peça), dividida pela distância da fibra mais afastada ao referido eixo".

Também podemos dizer, que o momento resistente à flexão é a capacidade de carga ou de resistência da secção da peça.

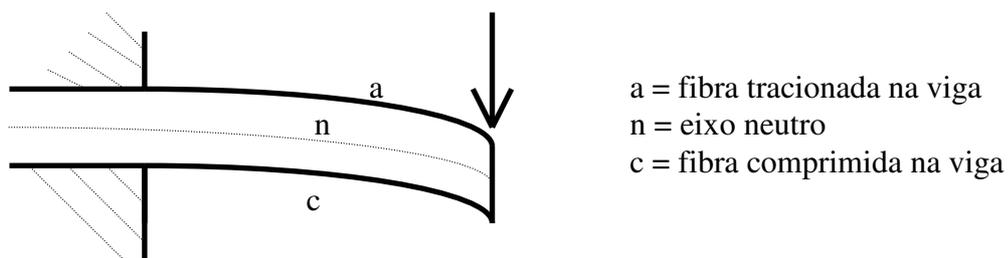


Figura 3.13. Condições das fibras dentro de uma viga

### c) Momento de inércia

O momento de inércia define-se dizendo que é "a soma dos produtos das unidades de superfície pelo quadrado da distância ao eixo neutro". Ou dito de outra maneira, o momento resistente é igual ao momento de inércia, dividido pela maior distância ao eixo neutro.

$$W = \frac{I}{z} \quad \dots [\text{cm}^3]$$

onde:

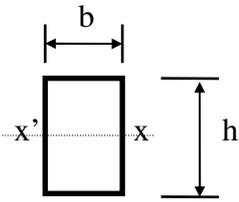
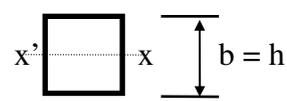
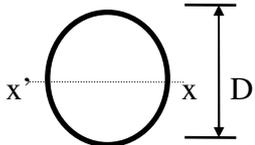
W = momento resistente (cm<sup>3</sup>);

I = momento de inércia (cm<sup>4</sup>);

z = distância da fibra mais afastada do eixo neutro (cm).

Esta é uma fórmula fundamental, pois nos dá o valor do momento resistente à flexão, ou seja, a capacidade de carga da secção de uma peça a partir do momento de inércia.

**Tabela 3.15. Momentos de inércia e resistência de alguma peças**

| Secção   | Momento de inércia - I<br>(cm <sup>4</sup> ) | Momento resistente - W<br>(cm <sup>3</sup> ) |
|--|--|--|
|   | $\frac{b \cdot h^3}{12}$                     | $\frac{b \cdot h^2}{6}$                      |
|   | $\frac{b^4}{12}$                             | $\frac{b^3}{6}$                              |
|  | $\frac{\pi \cdot D^4}{64}$                   | $\frac{\pi \cdot D^3}{32}$                   |

#### d) Momento

É muito importante chegar a compreender nas forças o que é o momento.

Chama-se momento de uma força em relação a um ponto ao produto dessa força pela distância ao ponto considerado. A distância é medida sobre a reta que passa pelo ponto e é perpendicular à força.

$$M = P \cdot d \quad \dots \text{ [kgf} \cdot \text{m]}$$

onde:

M = momento de uma força (kgf . m);

F = carga aplicada (kgf);

d = distância (m).

#### e) Momento fletor

Um momento fletor é, na realidade, um momento estático ou momento em geral que acabamos de definir, dando-lhe o nome de momento fletor quando se aplica a uma peça de construção (viga, viga mestra, laje, etc.), sempre que, pelas condições da sua situação e cargas se produz uma flexão na viga (dobra-se).

$$M_{FL} = W \cdot \sigma_{adm} \quad \text{kg} \cdot \text{cm}$$

$M_{FL}$  = Momento fletor (kg . cm);

W = Momento Resistente (cm<sup>3</sup>);

$\sigma_{adm}$  = Tensão admissível do material considerado (kg/cm<sup>2</sup>).

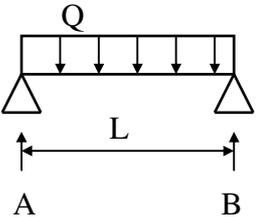
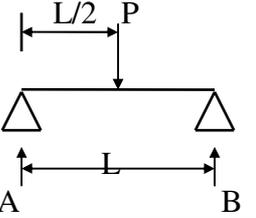
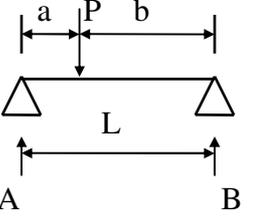
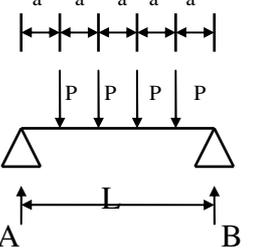
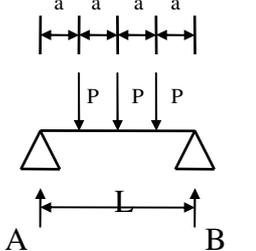
#### 4.4. Vigas biapoiadas

Estas vigas tem somente dois pontos de apoio responsáveis à sustentação da própria viga e outras que estejam apoiadas sobre ela.

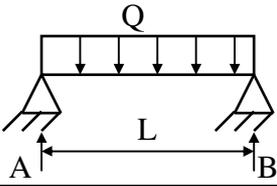
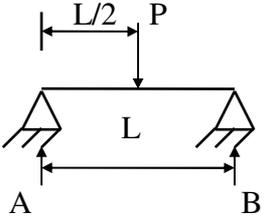
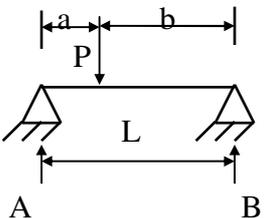
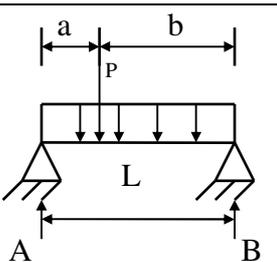
Em seguida apresentamos abaixo:

- As fórmulas para encontrar o momento fletor em conformidade com a forma de apoio das vigas e as cargas que sobre elas atuam;
- O cálculo das reações de apoio, que irá depender do tipo de carga que esta apoiada sobre a viga e de como está disposta esta carga, sobre a mesma.

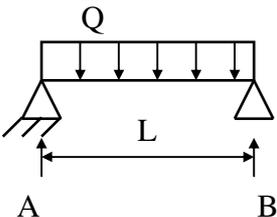
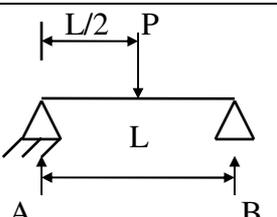
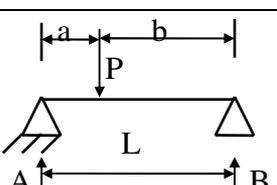
**Tabela 3.16. Momentos fletores máximos de vigas apoiadas e reações de apoio**

| Disposição das vigas  | Tipo de carga  | Momento fletor                              | Reações de apoio                   |
|---|--|---|------------------------------------|
|    | Carga uniformemente distribuída por unidade de comprimento   | $\frac{Q \cdot L^2}{8}$                     | $A=B=\frac{Q \cdot L}{2}$          |
|   | Carga concentrada, aplicada no centro do vão   | $\frac{P \cdot L}{4}$                       | $A=B=\frac{P}{2}$                  |
|  | Carga concentrada num ponto qualquer do vão  | $\frac{P \cdot a (L - a)}{L}$               | $A=\frac{b}{L}$<br>$B=\frac{a}{L}$ |
|  | Número <b>n</b> par de cargas <b>P</b> , concentradas, atuando em pontos que dividem o vão em partes iguais          | $\frac{P \cdot a \cdot n \cdot (n + 2)}{8}$ | $A=B=\frac{P \cdot n}{2}$          |
|  | Número <b>n</b> ímpar de cargas iguais <b>P</b> , concentradas, atuando em pontos que dividem o vão em partes iguais | $\frac{P \cdot a \cdot (n + 1)^2}{8}$       | $A=B=\frac{P \cdot n}{2}$          |

**Tabela 3.17. Momentos fletores máximos de vigas engastadas nos dois extremos e reações de apoio**

| Disposição das vigas   | Tipo de carga  | Momento fletor   | Reações de apoio   |
|--|--|--|--|
|   | Carga uniformemente distribuída $Q$ , por unidade de comprimento   | $\frac{Q \cdot L^2}{12}$   | $A=B=\frac{Q \cdot L}{2}$  |
|   | Carga concentrada $P$ , no ponto médio da viga   | $\frac{P \cdot L}{8}$  | $A=B=\frac{P}{2}$  |
|   | Carga concentrada $P$ , num ponto qualquer   | Se $b > a$<br>$\frac{P \cdot a \cdot b^2}{L^2}$<br>Se $b < a$<br>$\frac{P \cdot a^2 \cdot b}{L^2}$   | $A = \frac{P \cdot b}{L}$<br>$B = \frac{P \cdot a}{L}$   |
|  | Carga uniformemente distribuída $Q$ , por unidade de comprimento, e outra $P$ , concentrada, aplicada num ponto qualquer | Se $b > a$<br>$\frac{P \cdot a \cdot b^2}{L^2} + \frac{Q \cdot L^2}{12}$<br>Se $b < a$<br>$\frac{P \cdot a^2 \cdot b}{L^2} + \frac{Q \cdot L^2}{12}$ | $A = \frac{Q \cdot L}{2} + \frac{P \cdot b}{L}$<br>$B = \frac{Q \cdot L}{2} + \frac{P \cdot a}{L}$ |

**Tabela 3.18. Momentos fletores máximos de vigas engastadas num extremo e apoiadas noutra e reações de apoio**

| Disposição das vigas  | Tipo de carga  | Momento fletor   | Reações de apoio  |
|---|--|--|---|
|  | Carga uniformemente distribuída $Q$ , por unidade de comprimento, sobre todo o vão | $\frac{Q \cdot L^2}{8}$  | $A = \frac{3 \cdot Q \cdot L}{8}$<br>$B = \frac{5 \cdot Q \cdot L}{8}$    |
|  | Carga concentrada $P$ , atuando no ponto médio do vão                              | $\frac{3 \cdot P \cdot L}{16}$   | $A = \frac{5 \cdot Q \cdot L}{16}$<br>$B = \frac{11 \cdot Q \cdot L}{16}$ |
|  | Carga concentrada $P$ , atuando num ponto qualquer do vão                          | Se $a < 0,586 \cdot L$<br>$\frac{P \cdot a \cdot (2 \cdot L - a) \cdot b}{2 \cdot L^2}$<br>Se $a > 0,586 \cdot L$<br>$\frac{P \cdot a^2 \cdot (3 \cdot L - a) \cdot b}{2 \cdot L^2}$ |   |

## V - LAJES

- **OBJETIVO:** Identificar e diferenciar lajes do tipo maciça e pré-fabricadas.

### 5. LAJES

Para suportar as cargas verticais transmitidas a um plano horizontal, comumente emprega-se como material o concreto armado ou o concreto armado associado a um outro elemento com a finalidade de diminuir o custo e o peso. A execução de placas com estes materiais, adequadamente dispostas sobre vigas ou paredes, tem a denominação de laje.

Como as lajes não devem ter espessura superior a um limite imposto pela prática, os seus vãos devem ser também limitados e, por isso, colocam-se peças de maior altura, em geral dispostas em duas direções perpendiculares, que vão servir de apoio às lajes e se denominam vigas.

As vigas repousando em um conjunto de vigas e formam a estrutura de cada pavimento.

Para transmitir as cargas de um pavimento ou mais ao solo, dispõem-se de apoios verticais, podendo ser as paredes ou os pilares.

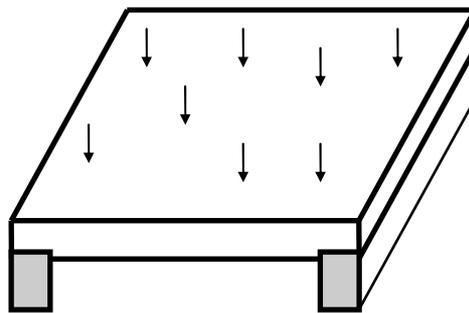


Figura 3.14. Laje repousando sobre viga

#### 5.1. Classificação das lajes

As lajes podem ser classificadas da seguinte forma:

- Lajes maciças: cogumeladas, mista, homogênea, etc
- Lajes Pré-fabricadas: piso e forro

#### 5.2. Lajes maciças

É uma estrutura maciça, constituída de concreto armado. A armação de ferro contida em seu interior pode, de acordo com os vãos, ser armada em cruz ou em apenas uma direção.

##### 5.2.1. Verificação do tipo de armação

$$\frac{\text{Maior lado ou vão de apoio da laje}}{\text{Menor lado ou vão de apoio da laje}} = \frac{l_y}{l_x}$$

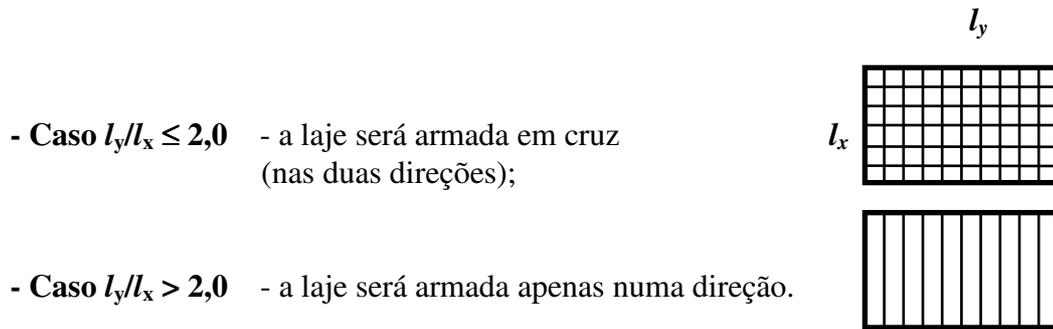


Figura 3.15. Lajes armadas em cruz e em apenas uma direção

### 5.2.2. Verificação da carga por metro quadrado (p):

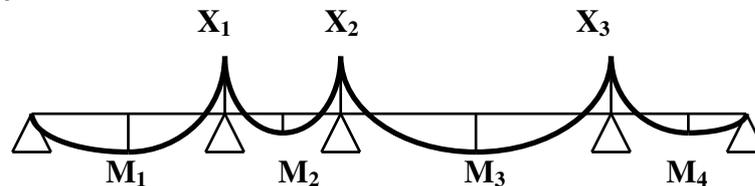
A primeira operação do cálculo de uma laje é a determinação da carga que atua em cada metro quadrado, a qual se compõe das seguintes parcelas:

- a) Carga acidental ( $q'$ ):
- b) Carga permanente ( $q$ ):
  - Peso próprio da laje ( $q_{PP}$ ):
  - Peso do pavimento e revestimento ( $q_{PR}$ ):
  - Peso das paredes ( $q_P$ ):

### 5.2.3. Momentos nas lajes

#### 5.2.3.1. Momento nas lajes armadas em uma direção

- a) Lajes isoladas:
- b) Lajes contínuas:



3.16. Figura Distribuição dos momentos em lajes contínuas

#### 5.2.3.2. Momento nas lajes armadas em cruz

- a) Cálculo das lajes por meio de tabelas baseadas na Teoria da Elasticidade

### 5.2.4. Cálculo da seção dos ferros

- a) Verificação da altura da laje:
- b) Cálculo seção de ferro:
  - Seção dos ferros ( $A_S$ ):

$$A_S = \frac{M}{\alpha_0 \cdot d} \quad \dots [\text{cm}^2]$$

onde:

$A_S$  = seção de ferro ( $\text{cm}^2$ );

$M$  = momento (kgm);

$\alpha_0$  = coeficiente  $\alpha_0$  tabelado (adimensional);

$d$  = altura útil da laje é  $h - 1$  (cm).

- Disposição dos ferros negativos dentro da laje

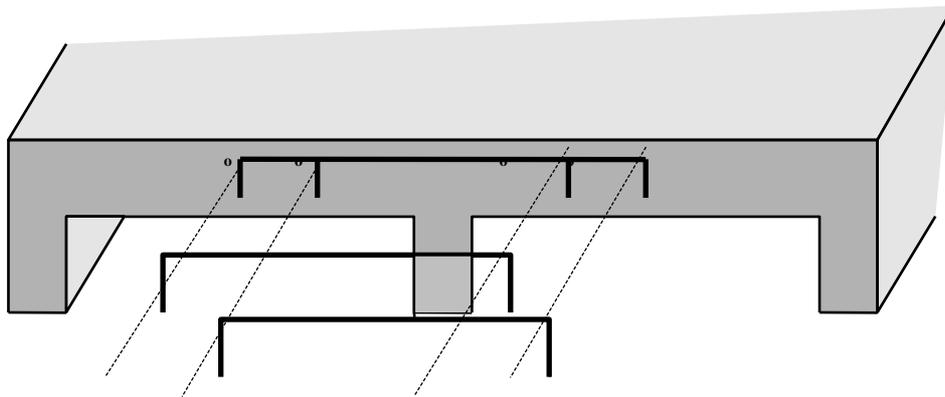


Figura 3.17. Disposição dos ferros negativos dentro da laje

## 5.2. Lajes pré-fabricadas

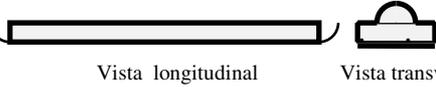
- a) **Constituição:**
- vigotas (palitos);
- 
- Vista longitudinal      Vista transversal
- lajotas (tabelas).
- 

Figura 3.18. Elementos constituintes de uma laje pré-fabricada

- As vigotas são peças estruturais em concreto armado, dimensionadas em função de cargas e vãos. São responsáveis pela estabilidade da laje.
  - Lajotas são em cerâmica (ou concreto) furada, tendo como finalidade dar maior leveza ao conjunto.
- A solidariedade do conjunto é assegurada pelos ferros de amarração e pelo capeamento.

- b) **Tipos de laje Pré-fabricada** (aparentes ou não):
- tipo forro;
  - tipo piso.

### 5.2.1. Critérios a serem observados na execução

- a) **Disposição da vigotas:** devem ser colocadas no sentido indicado pelo projeto estrutural ou pelo “croquis” ou desenho do fabricante. A tendência normal é de se colocar as vigotas no sentido do menor vão;

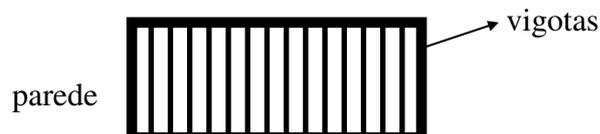


Figura 3.19. Disposição das vigotas dentro de um cômodo

- b) **Escoramento:** o escoramento deve ser feito no sentido transversal aos palitos através de tábuas em espelho fixadas em escoras (ex. eucalipto, bambu, etc.). A distância entre as tábuas em espelho (apoio dos palitos) deve ser de no máximo 1,6 metros.

As escoras dever ser bem encunhadas e apoiadas em terreno firme, de preferência no lastro impermeabilizante já concretado.

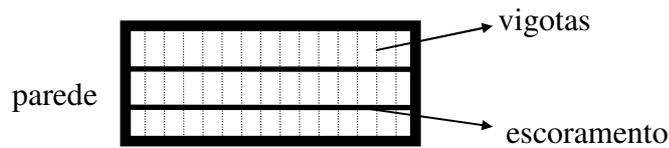


Figura 3.20. Escoramento das vigotas

No escoramento deve-se prever as contra flechas indicadas pelo fabricante. É importante que se verifique também o nivelamento dos apoios.

O escoramento não deve ser retirado antes de 10 dias do lançamento da laje;

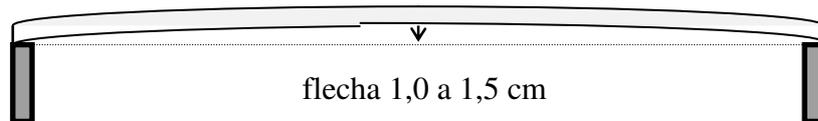


Figura 3.21. Contra flechas numa laje

**c) Posicionamento das lajotas:** atenção no posicionamento de lajotas furadas para pontos de luz;

**d) Colocar tábuas:** para andar em cima da laje;

**e) Arames de amarração:** devem ser colocados no sentido transversal dos palitos (sobre eles), numa distância máxima de 50 cm;

**f) Colocação dos palitos:** os palitos de lajes diferentes que apóiam numa mesma parede de meio tijolo devem ser colocas de forma alternada;

**g) Verificação:** das instalações embutidas elétricas e hidráulicas;

**h) Molhar bem a laje antes do capeamento;**

**i) Execução do capeamento:** deve ser de concreto no traço 1: 2 ½:3 ou 1:3:3 (cimento, areia grossa e brita zero), na espessura de 2 a 3 cm sobre os palitos;

**j) Cura:** deve ser feita durante pelo menos 4 dias;

**l) O revestimento do teto:** só deve ser feito somente após o término do telhado.

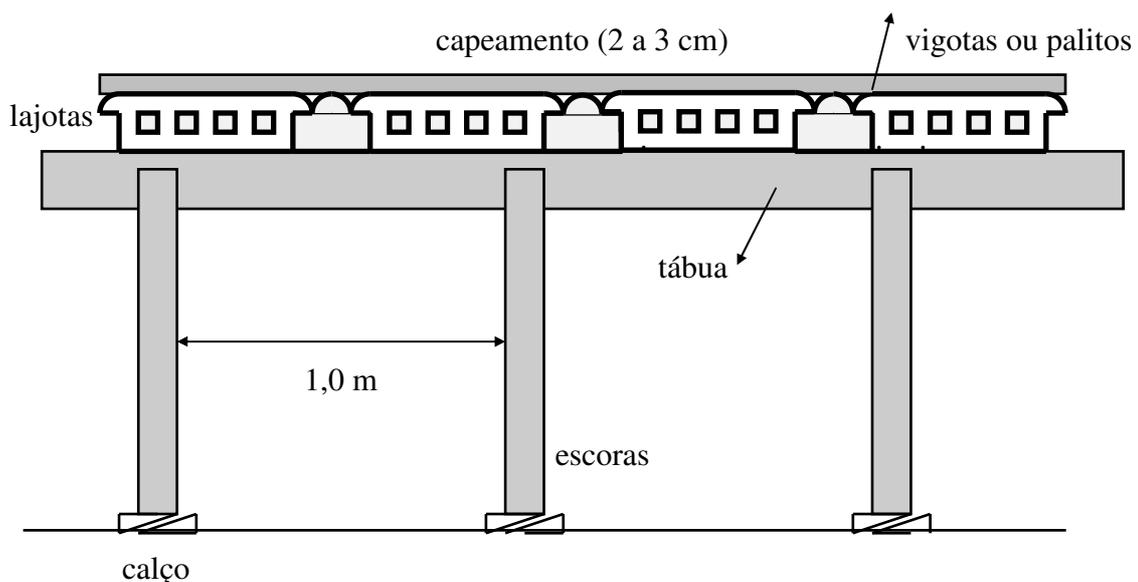
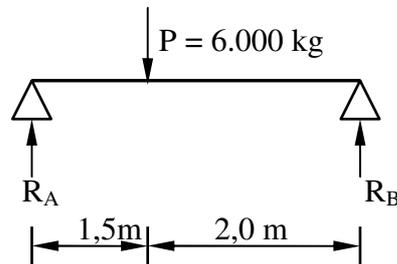


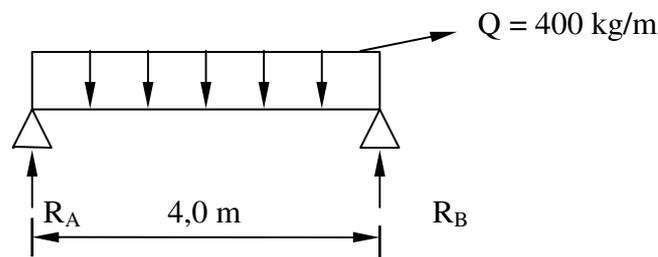
Figura 3.22. Corte de uma laje pré-fabricada ainda com escoras

## EXERCÍCIOS

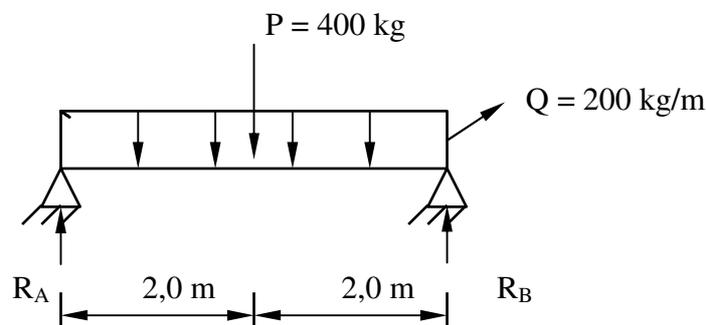
1. Conforme o esquema da viga abaixo contendo carga concentrada, determine as reações de apoio e o momento fletor máximo.



2. Conforme o esquema da viga abaixo contendo carga uniformemente distribuída, determine as reações de apoio e o momento fletor máximo.



3. Conforme o esquema da viga abaixo contendo carga concentrada e uniformemente distribuída, determine as reações de apoio e o momento fletor máximo. Supondo a viga de peroba-rosa, determine teoricamente, as dimensões de sua secção transversal?



## BIBLIOGRAFIA

- BAÊTA, F. DA C. **Resistência dos materiais e dimensionamento de estruturas para construções rurais**. Viçosa: Imprensa Universitária. 1990. 63p (Apostila).
- BUENO, C.F.H. **Construções rurais**. Lavras: Coopesal-ESAL. 1980. 209p. (Apostila).
- CETOP - Centro de Ensino Técnico e Profissional à Distância. **Iniciação ao cálculo de resistências**. São Paulo: Gráfica Europam. 1984. 227 p. (Departamento Técnico do CEAC)
- PARETO, L. **Resistência dos materiais**. Tradutor: SOARES, J. de B. São Paulo: Hemus editora limitada, 1982. 180p.
- PFEIL, W. **Estrutura de madeira**. 5. ed. - Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Ed., 1989. 295 p.
- ROCHA, A.M. da **Concreto armado**. 21. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 550p.
- TIMOSHENKO, S.P. **Resistência dos materiais**. Tradução: CARVALHO, J.R. de. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1971. 451p.

## UNIDADE 7. COBERTURA DAS INSTALAÇÕES

- **OBJETIVO:** Identificar para as coberturas as suas funções básicas, formas elementares e especiais, composição, dimensionamento simplificado e processo de cobertura.

### INTRODUÇÃO

A cobertura, parte superior da edificação que a protege das intempéries, é constituída por uma parte resistente (laje, estrutura de madeira, estrutura metálica, etc.) e por um conjunto de telhas com função de vedação (telhado), podendo apresentar ainda um forro e uma isolamento térmica.

### 1. FUNÇÕES BÁSICAS QUE UM COBERTURA DEVE CUMPRIR

Sendo a cobertura a parte superior das construções, destinado a dar-lhe proteção contra as intempéries, esta deve cumprir as seguintes funções básica:

- Proteção das partes internas das construções;
- Dar inclinação adequada, de acordo com o tipo de telha utilizada, para drenar águas pluviais;
- Formar um "colchão de ar" entre o forro e a telha, possibilitando controle da temperatura interna, melhorando as condições de conforto térmico.

### 2. COMPONENTES DAS ESTRUTURAS DE SUSTENTAÇÃO DOS TELHADOS

A estrutura é considerada como o conjunto de componentes ligados entre si, com a função de suportar o telhado.

A estrutura é composta por uma armação principal e outra secundária. A estrutura principal pode ser constituída por tesouras, pontaletes ou por vigas principais sendo a estrutura secundária constituída pelas ripas, caibros e terças. Para estruturas metálicas e de madeira onde são assentadas telhas do tipo ondulada a estrutura secundária resume-se basicamente em terças, frechais e pontaletes.

#### 2.1. Estrutura secundária

A estrutura secundária é um conjunto de componentes ligados entre si com a função de suportar o telhado, podendo ser constituída das seguintes peças:

- **Ripas:** Peças de madeira pregadas sobre os caibros, atuando como apoio das telhas cerâmicas;
- **Caibro:** Peças de madeira, apoiadas sobre as terças, atuando por sua vez como suporte das ripas;
- **Terças:** Peças de madeira ou metálica, apoiadas sobre tesouras, pontaletes ou ainda sobre paredes, funcionando com sustentação dos caibros (caso das telhas cerâmicas) ou telhas onduladas (fibra de vidro, cimento-amianto, zinco, alumínio);
- **Frechal:** Viga de madeira ou metálica, colocada no topo das paredes com a função de distribuir as cargas concentradas provenientes de tesouras, vigas principais ou outras peças da estrutura. É comum, também, chamar de frechal a terça da extremidade inferior do telhado;
- **Terça cumeeira:** Terça da parte mais alta do telhado;

- **Pontaletes:** Peças dispostas verticalmente, constituindo pilares curtos sobre os quais apóiam-se as vigas principais ou as terças;
- **Chapuz:** Calço de madeira, geralmente de forma triangular, que serve de apoio lateral para a terça;
- **Contra ventamento:** Peça disposta de forma inclinada, ligando as tesouras com a finalidade de travar a estrutura. Esta disposição aumenta a estabilidade das tesouras, pois com o seu intermédio a uma maior resistência à ação lateral do vento.

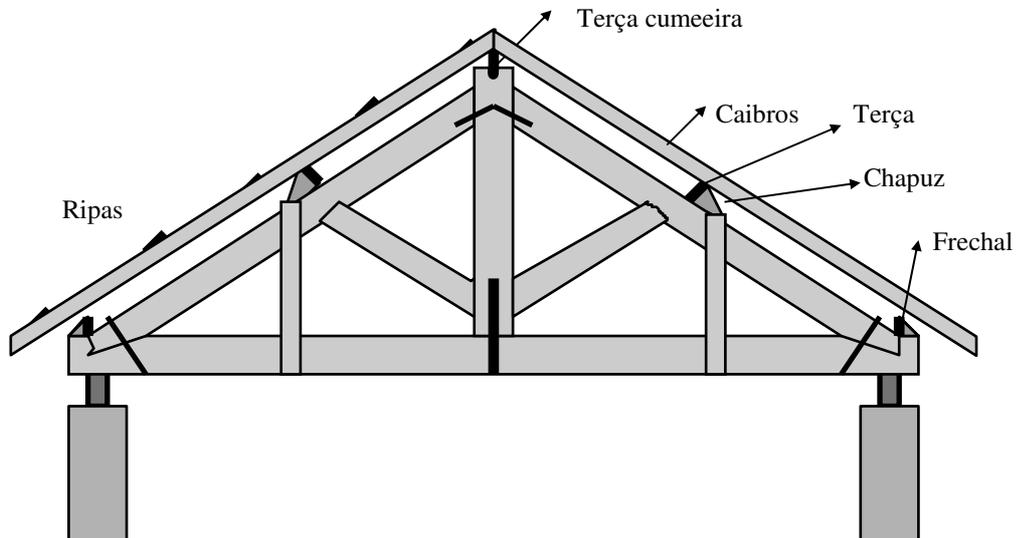
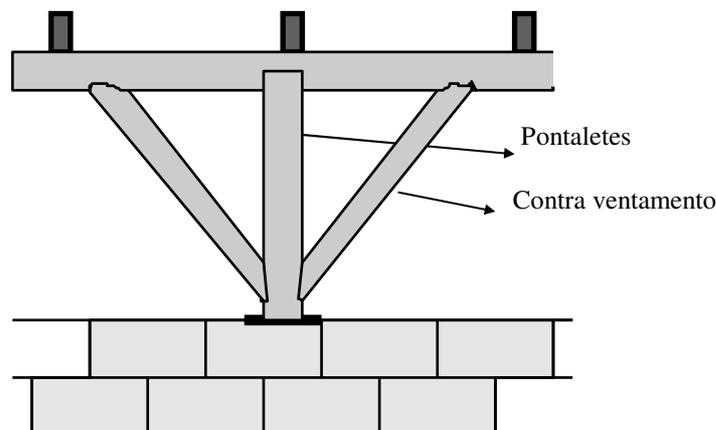


Figura 4.1. Estrutura secundária de uma cobertura



4.2. Pontaletes e contra ventamento suportando uma cumeeira

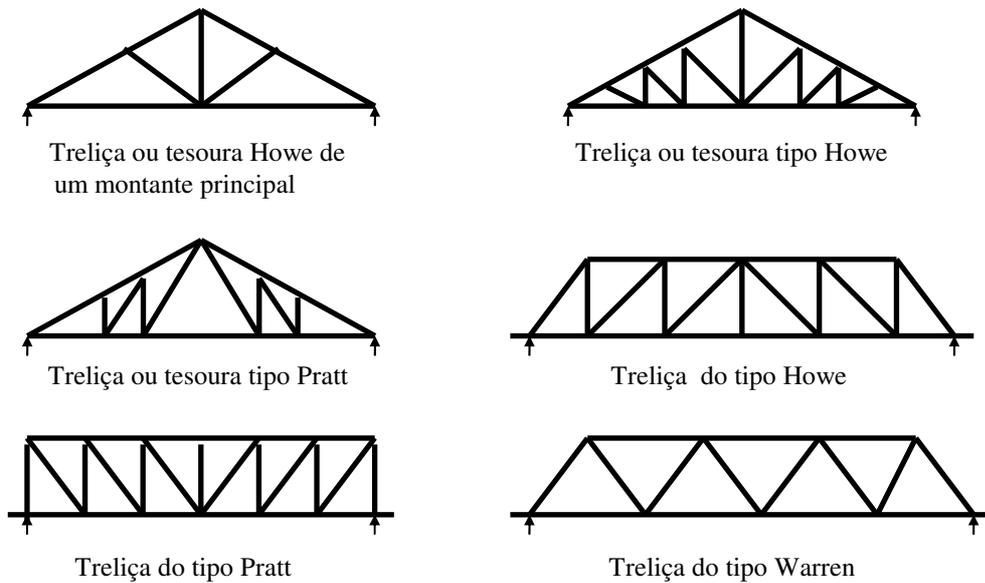
## 2.2. Estrutura principal

A estrutura principal é um conjunto de componentes ligados entre si com a função de suportar a estrutura secundária e o telhado, e como já dissemos anteriormente, pode ser constituída por tesouras, pontaletes ou por vigas principais.

A tesoura é uma treliça de madeira ou metálica formada por barras ligadas pelas extremidades, formando um conjunto rígido. Os pontos de união das barras, denominados de nó da treliça, são admitidos rotulados, embora a ligação tenha alguma rigidez.

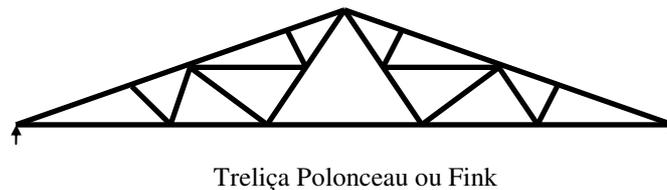
As treliças planas denominam-se isostáticas quando os esforços nas barras podem ser determinados pelas três equações de equilíbrio da Estática. As treliças planas isostáticas podem ser de três categorias:

**a) Simples:** formadas a partir de três barras ligadas em triângulo, juntando-se a estas duas novas barras para cada novo nó rotulado.



**Figura 4.3. Treliças planas isostáticas simples**

**b) Compostas:** formadas pela ligação de duas ou mais treliças simples por meio de rótulas ou barras birrotuladas;



**Figura 4.4. Treliças planas isostáticas composta do tipo fink**

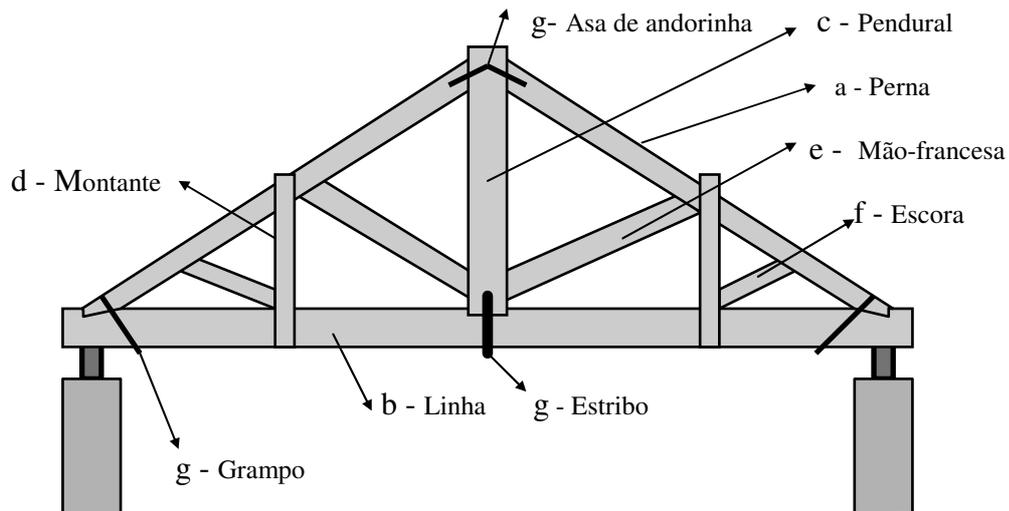
**c) Complexas:** treliças isostáticas que não obedecem às regras de formação de treliças simples ou compostas.

As treliças mais empregadas na prática são as simples e compostas. As treliças Howe apresentam as diagonais comprimidas e os montantes tracionados. Nas treliças Pratt, as diagonais são tracionadas e os montantes comprimidos. A treliça Warren apresenta parte das diagonais comprimidas e parte tracionada.

### 2.2.1. Tesouras ou treliças do tipo Howe

Uma vez que são as tesouras ou treliças simples do tipo Howe as mais empregadas nas instalações rurais, passaremos a partir de agora, a dar maior destaque a constituição, construção e dimensionamento deste tipo de estrutura.

**a) Denominação das peças:** estas tesouras, sejam de madeira ou metálicas, são constituídas de barras que recebem designações próprias, quais sejam:



- a) perna, asna, empena ou banzo superior;  
 b) linha, tirante, tensor ou banzo inferior;  
 c) pendural ou montante principal;  
 d) montante ou suspensório;  
 e) mão-francesa ou diagonal;  
 f) escora;  
 g) ferragens (grampo, asa de andorinha, estribo, parafusos).

Figura 4.5. Estrutura principal de uma tesoura do tipo Howe

### 3. COMPONENTES DO TELHADO

O telhado é a parte da cobertura constituída pelas telhas e peças complementares. Suas partes podem assim ser definidas:

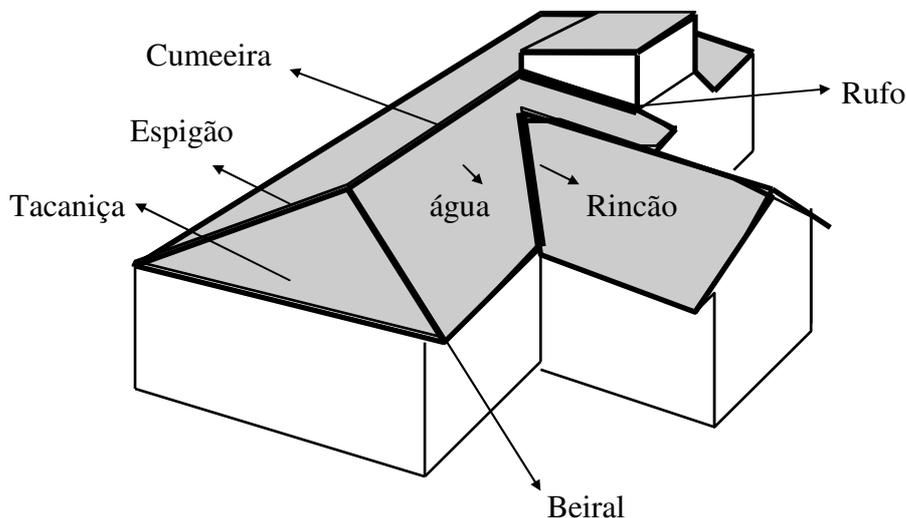


Figura 4.6. Partes componentes de um telhado

- **Água:** superfície plana inclinada de um telhado;
- **Beiral:** projeção do telhado para fora do alinhamento da parede;
- **Cumeeira:** aresta delimitada pelo encontro entre duas águas, geralmente localizado na parte mais alta do telhado;
- **Espigão:** aresta inclinada delimitada pelo encontro entre duas águas que formam um ângulo saliente, sito é, o espigão é um divisor de águas;

- **Rincão:** aresta inclinada delimitada pelo encontro entre suas águas que formam um ângulo reentrante, isto é, o rincão é um captador de águas (conhecido como água furtada);
- **Rufo:** peça complementar de arremate entre o telhado e um parede;
- **Fiada:** seqüência de telhas na direção de sua largura;
- **Peças complementares:** calhas, condutores, peças destinadas a promover a ventilação e/ou iluminação, componentes cerâmicos ou de qualquer outro material que permita a solução de detalhes do telhado;
- **Tacaniça:** água de um telhado em forma de triângulo, formada entre dois espigões.

### 3.1. Forma dos telhados

O telhado pode assumir diversas formas, em função da planta da edificação a ser coberta. As formas fundamentais na constituição de um telhado são chamadas elementares e podem ser combinadas resultando várias outras formas mais complexas ou até mesmo especiais para uma determinada atividade específica.

#### 3.1.1. Formas elementares

a) **Telhado de meia-água ou uma água:** É um telhado muito simples, constituído por uma única água. Neste caso não estão presentes nem a cumeeira, espigão e rincão;

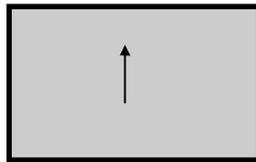


Figura 4.7. Telhado de meia-água

b) **Telhado de duas águas:** Apresenta dois planos inclinados que se encontram para formar a cumeeira;

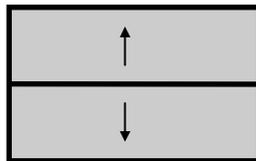


Figura 4.8. Telhado de duas águas

c) **Telhado de três águas:** Além de ter dois planos inclinados principais, apresenta um outro plano em forma de triângulo que recebe o nome de tacaniça. Neste caso, além da cumeeira, o telhado apresenta dois espigões;

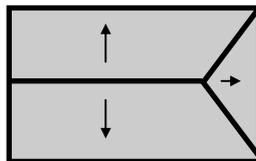


Figura 4.9. Telhado de três águas

d) **Telhado de quatro águas:** Neste caso, teremos duas águas mestras e duas tacaniças.

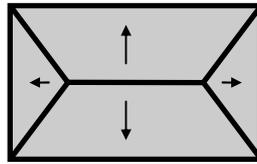


Figura 4.10. Telhado de quadro águas

e) **Formas complexas:** As formas apresentadas acima são fundamentais na constituição de um telhado, as quais podem ser combinadas resultando várias outras formas mais complexas.

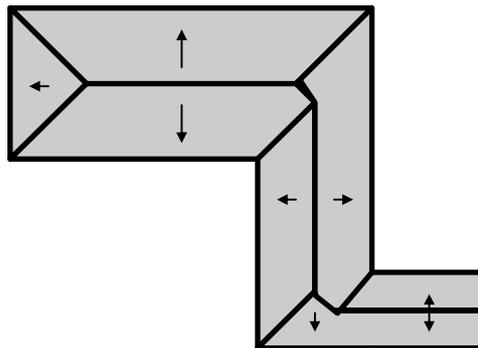


Figura 4.11. Telhado de forma complexa

### 3.1.2. Formas especiais

Os telhados podem ter uma forma especial afim de obter algum tipo de vantagem, como por exemplo: melhoria da estética da construção, possibilitar maior ou menor iluminação interna, aproveitamento dos espaços internos, melhorar as condições do conforto térmico, etc.

a) **Lanternim:** Usado em galpões para criação de animais, possibilitando melhor e mais rápida renovação do ar e abaixando a temperatura interna. O lanternim, deste que corretamente realizado, é bastante eficiente no controle da temperatura e renovação do ar; contudo, não tem sido muito utilizado nas construções dos galpões em geral porque encarece o custo da cobertura. A melhor alternativa, no momento, esta em elevar o pé-direito da construção, possibilitando assim, algum benefício no conforto térmico.

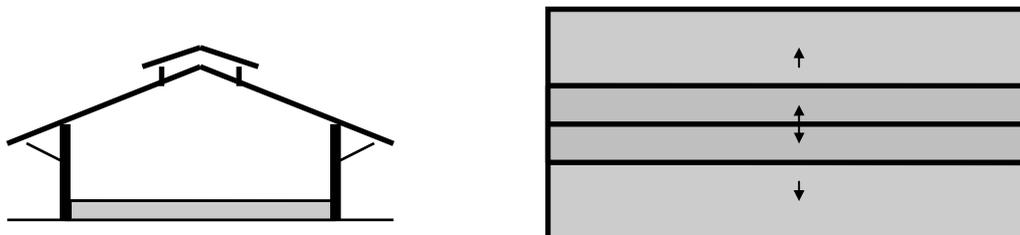


Figura 4.12. Telhado do tipo lanternim

**b) Mansarda:** Telhados muito comum na América do Norte, permitindo o vão do telhado como depósito de feno.

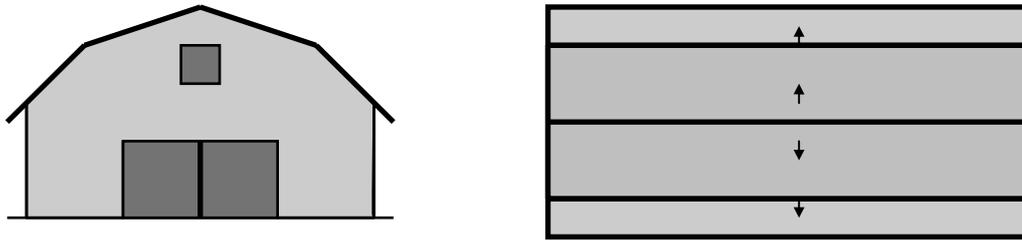


Figura 4.13. Telhado do tipo mansarda

**c) Shed (dente de serra):** Este tipo de cobertura é muito comum nas fábricas de grande porte, permitindo a utilização da iluminação natural e melhor ventilação.

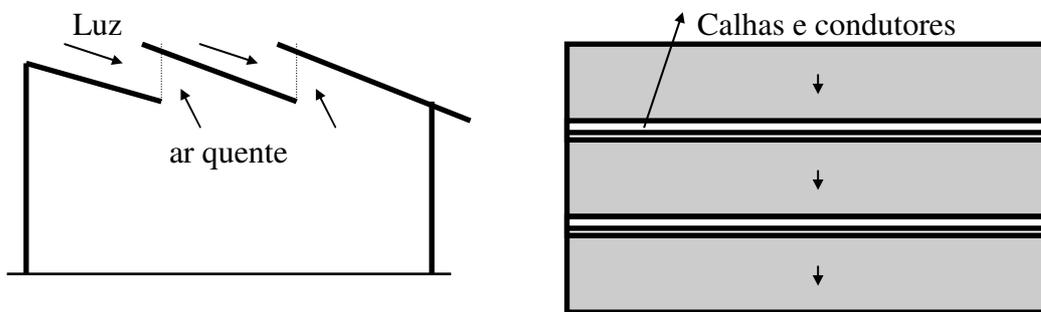
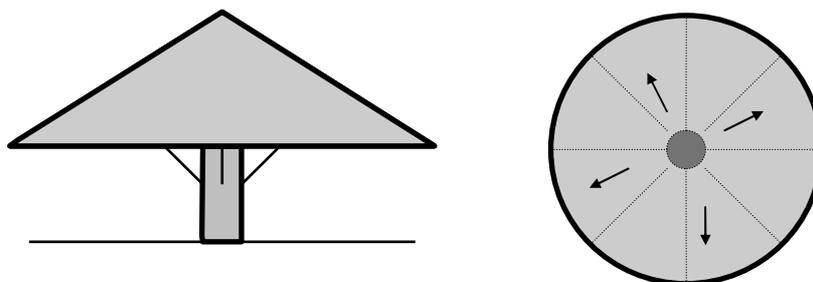


Figura 4.14. Telhado do tipo shed

**d) Cobertura cônica (chapéu chinês):** Na região sul e sudeste é mais utilizada para pequenas instalações com o objetivo estético. Na região norte do país é muito utilizada na construção de galpões, casas, salões, barracões, etc.



Telhado do tipo cônico

### 3.2. Traçado dos telhados

Para realização do traçado do telhado devemos seguir os seguintes passos:

- A partir de um esboço da vista superior da instalação, formamos uma série de quadrados ou retângulos, como pode ser visto na figura 4.16.;
- Pegamos o retângulo ou quadrado de maior largura e traçamos os espigões num ângulo de  $45^\circ$  e em seguida ligamos às duas tacaniças formadas, fazendo a linha da cumeeira. Quadrados ou retângulos de mesma largura terão cumeeiras com a mesma altura;
- Após este passos, traçamos o restante dos espigões a  $45^\circ$  e as cumeeiras. No ponto de encontro entre os traços teremos os rincões e espigões. Do encontro de uma cumeeira com um espigão será necessário um rincão; do encontro de uma cumeeira com uma água de um telhado será necessário dois rincões;

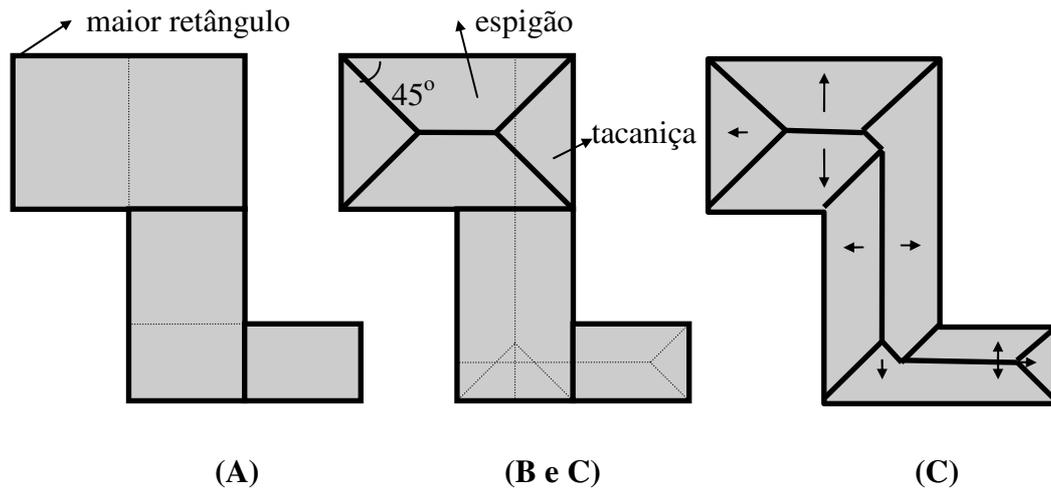


Figura 4.16. Traçado de um telhado

### 3.3. Inclinação dos telhados

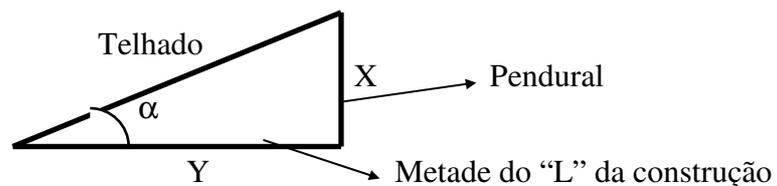
A fim de garantir a drenagem das águas pluviais, evitar o acúmulo de detritos e a indeslocabilidade das telhas os telhados devem ser executados com uma declividade ou inclinação adequada.

A inclinação dos telhados varia com o tipo de telha, sendo maior para as telhas com canais de escoamento pequeno (telha francesa) e maior grau de embeбimento. Assim as telhas de barro exigirão maiores inclinações que as cimento amianto, alumínio, fibra-de-vidro, zinco, etc.

As inclinações mínimas e máximas para cada tipo de cobertura e a correspondência entre percentagem e ângulo são apresentados a seguir.

**Tabela 4.1. Inclinação mínima e máxima recomendada para os principais tipos de telha**

| Tipos de telha                 | Inclinação recomendada |        |                 |        |
|--------------------------------|------------------------|--------|-----------------|--------|
|                                | Ângulo de inclinação   |        | Declividade (%) |        |
|                                | mínima                 | máxima | mínima          | máxima |
| 1. Telha francesa              | 18°                    | 22°    | 32%             | 40%    |
| 2. Telhas colonial e paulista  | 11°                    | 14°    | 20%             | 25%    |
| 3. Telhas romana e termoplan   | 17°                    | 25°    | 30%             | 45%    |
| 4. Telha plan                  | 11°                    | 17°    | 20%             | 30%    |
| 5. Chapas de ferro galvanizado | 10°                    | 90°    | 18%             | —      |
| 6. Chapas de fibrocimento      |                        |        |                 |        |
| • Tipo canaleta                | 2°                     | 10°    | 3%              | 18%    |
| • Ondulada                     | 10°                    | 90°    | 18%             | —      |
| 7. Chapas de alumínio          | 10°                    | 90°    | 18%             | —      |
| 8. Compensado                  | 10°                    | 90°    | 18%             | —      |



- Para encontrarmos a declividade em uma instalação ou desenho de uma cobertura:

$$\text{Declividade (\%)} = \frac{X}{Y} \cdot 100$$

- Para encontrarmos a ângulo de inclinação de uma instalação ou desenho de uma cobertura:

$$\alpha = \cotang (\text{Declividade \%}/100)$$

As declividades indicadas acima para as telhas de barro podem ser superadas, devendo-se nesse caso promover a amarração das telhas à estrutura de apoio; tal amarração deve ser feita com arames resistentes à corrosão (latão, cobre, etc.), utilizando-se para tanto furações inseridas em pontos apropriados das telhas durante o processo de fabricação. O esquema de fixação das telhas para declividades entre 45% e 100% consiste em fixar uma telha a cada 5 telhas assentadas.

#### 4. COBERTURA COM ESTRUTURA DE MADEIRA

A cobertura das estruturas de madeira se faz com materiais os mais diversos. Os mais comuns são as telhas de barro as quais podem se apresentar curvas (meio cano ou paulista), chatas ou planas (francesa ou tipo marcelha). Temos também as telhas de cimento, de ardósia, chapas de ferro galvanizadas, onduladas e de vidro.

##### 4.1. Recomendações gerais quanto ao manuseio e estocagem dos componentes da cobertura

- Com a finalidade de prevenir a contaminação da madeira no período de construção da obra, deve-se remover todas as fontes potenciais de infecção tais como entulhos, raízes e sobras de madeira que se encontrem nas proximidades. O terreno deve ser inspecionado e se forem encontrados ninhos de cupins, estes devem ser destruídos;
- As espécies de madeira a serem empregadas devem ser naturalmente resistentes ao apodrecimento e ao ataque de insetos ou serem previamente tratadas;
- Não devem ser empregadas peças de madeira que:
  - sofreram esmagamentos ou outros danos que possam comprometer a segurança da estrutura;
  - apresentam alto teor de umidade, isto é, madeiras verdes;
  - apresentam defeitos como nós soltos, nós que abrangem grande parte da secção transversal da peça, fendas exageradas, arqueamento acentuado, etc.;
  - não se adaptam perfeitamente nas ligações;
  - apresentam sinais de deterioração por ataque de fungos ou insetos.
- Todas as peças e componentes de madeira devem estar no local da obra antes do início da execução da estrutura, devendo ser estocada o mais próximo possível do local onde serão empregadas;
- As peças e componentes de madeira devem ser manuseada com cuidado para evitar quebras ou outros danos;
- Peças de madeira recebidas com alto teor de umidade (peças ainda “verde”) ou ainda impregnadas com preservativos solúveis em água, devem ser estocadas em galpões providos de aberturas e de forma a deixar espaços vazios entre elas, possibilitando uma ventilação eficiente. Caso as peças recebidas encontrem-se secas, devem ser estocadas em galpões e empilhadas de maneira a não deixar espaços entre as pilhas;
- A estocagem de peças a céu aberto pode ser feita por períodos relativamente curtos, desde que:
  - as peças sejam colocadas sobre estrados, à pelo menos 30 cm do solo;
  - as peças sejam empilhadas de forma a permitir ventilação entre elas;
  - as pilhas estejam cobertas, isto é, protegidas das intempéries com lonas têxteis ou plásticas;
- As peças de grandes comprimentos devem ser apoiadas adequadamente a fim de prevenir o empenamento das mesmas;

- As superfícies de topo das peças de madeira da estrutura do telhado, expostas ao ambiente exterior, devem ser tratadas pela aplicação de pinturas impermeabilizantes, como por exemplo tinta a óleo ou esmalte sintético; podem ainda ser tratadas com óleo queimado;
- As vigas de madeira empregadas como suportes para caixas d'água devem receber pintura impermeabilizante, com exceção daquelas constituídas por madeira cuja espécie não necessitam de tratamento contra fungos ou insetos;
- Quando se tiver peça tratada e esta precisar ser cortada na obra, a superfície de corte deve ser novamente tratada ou pintada;
- Os acessórios metálicos a serem empregados como pregos, parafusos e chapas de aço, devem ser protegidos contra corrosão; componentes que apresentarem sinais de corrosão, isto é, ferrugem, não devem ser empregados na estrutura.;
- As telhas e as peças complementares devem ser manuseadas individualmente, com cuidado, para evitar quebras. Devem ser estocadas em terreno plano e firme o mais próximo do local onde serão empregadas;
- As telhas devem ser armazenadas de preferência na vertical. Para telhas tipo francesa é recomendável também que as pilhas sejam cobertas com lonas;
- A argamassa, quando empregada no emboçamento das telhas e das peças complementares (cumeeira, espigão, arremates e eventualmente rincão), deve possuir boa capacidade de retenção de água, ser impermeável, ser insolúvel em água a apresentar boa aderência com o material cerâmico. Consideram-se como adequadas as argamassa de traço 1:2:9 ou 1:3:12 (cimento, cal, areia) ou quaisquer outras argamassas com propriedades equivalentes. Não devem ser empregadas argamassas de cimento e areia, isto é, argamassa sem cal;
- Todos os componentes necessários devem estar no local da obra antes do início da execução do telhado.

#### 4.2. Cargas atuantes nas coberturas com telhas cerâmicas e onduladas

Nos telhados com telhas cerâmicas, as telhas apóiam-se sobre as ripas, e estas sobre os caibros, e estes sobre as terças. As terças apóiam-se sobre os pontaletes, tesouras ou vigas do telhado que encarregam-se de transmitir a carga permanente e acidental da cobertura sobre os pilares, paredes ou vigas. As ripas, caibros e as terças são solicitadas à flexão e são dimensionadas como vigas.

As telhas leves, tipo ondulada (cimento-amianto, zinco, alumínio, fibra-de-vidro, etc), apóiam-se no sentido do seu comprimento sobre as terças e estas sobre pontaletes, tesouras ou vigas de sustentação. As terças são solicitadas à flexão e são dimensionadas como vigas.

Como subsídio ao projeto estrutural e tomando-se por base a maior massa e a máxima absorção de água admitida para as telhas cerâmicas, indica-se na tabela a seguir, o peso próprio das diferentes tipos de telhados e o número de telhas por m<sup>2</sup>.

**Tabela 4.2. Peso próprio dos telhados cerâmicos**

| Tipo de telhas | Número de telhas  | Peso próprio do telhado (kgf/m <sup>2</sup> ) |                  |
|----------------|-------------------|---|------------------|
|                | (m <sup>2</sup> ) | Telhas secas                                  | Telhas saturadas |
| Francesa       | 15                | 45  | 54               |
| Romana         | 16                | 48  | 58               |
| Termoplan      | 15                | 54  | 65               |
| Colonial       | 24                | 65  | 78               |
| Paulista       | 26                | 69  | 83               |
| Plan           | 26                | 72  | 86               |

- Obs.:**
- peso de uma cobertura completa de telha do tipo francesa: 150 kg/m<sup>2</sup>;
  - peso de uma cobertura completa de telha do tipo ondulada: 100 kg/m<sup>2</sup>;
  - sobrecarga devido a vento, carga de pessoas, etc.: 60 kg/m<sup>2</sup>.

### 4.3. Dimensionamento da estrutura de sustentação

As estruturas principal e secundária de um telhado podem ser dimensionadas por meio de uma série de métodos: estatísticos, gráficos, ábacos computadorizados, empíricos, etc. Nós nos restringiremos apenas em realizar o dimensionamento utilizando-se de tabelas práticas e de um método empírico simplificado.

#### 4.3.1. Escolha da secção das peças de uma tesoura simples do tipo Howe através de tabelas

A tabela apresenta um esquema contendo o dimensionamento de uma tesoura simples do tipo Howe para vãos de até 15 metros. A tabela deverá ser empregada para telhados com inclinação igual ou superior ao ângulo especificado na mesma. A madeira a ser utilizada deverá ter características iguais ou superiores aos valores admissíveis citados em seu interior.

**Tabela 4.3. Estrutura principal e secundária para coberturas com telhas de barro**

| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclinação do telhado <math>\geq 21,8^\circ</math></li> <li>• Distância entre tesouras <math>\leq 3,5</math> m</li> <li>• Distância entre caibros <math>\leq 0,5</math> m</li> <li>• Características da madeira: <math>\sigma_C = \sigma_T \geq 70</math> kg/cm<sup>2</sup> e <math>\tau \geq 20</math> kg/cm<sup>2</sup></li> </ul> |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Classe da tesoura   |   |   |   |   |   |   |
| 1   | 2   | 3   |   |   | 4   |   |
|    |  |  |  |  |  |  |
| Comprimento limite do vão (m)   | 5   | 7   | 9   | 11  | 13  | 15  |
| Classe da tesoura   | 2   | 2   | 2   | 3   | 3   | 4   |
| Número de terças + frechais + cumeeiras na tesoura  | 5   | 5   | 5   | 7   | 7   | 9   |
| Peças   | Secção das peças (cm)   |   |   |   |   |   |
| Cumeeira  | 7,5x15  | 7,5x23  | 7,5x23  | 7,5x23  | 7,5x23  | 7,5x23  |
| Terças  | 7,5x15  | 7,5x23  | 7,5x23  | 7,5x23  | 7,5x23  | 7,5x23  |
| Frechais  | 7,5x15  | 7,5x23  | 7,5x23  | 7,5x23  | 7,5x23  | 7,5x23  |
| Caibro  | 3,8x7,5   | 7,5x7,5   | 7,5x7,5   | 7,5x7,5   | 7,5x7,5   | 7,5x7,5   |
| Linha   | 7,5x11,5  | 7,5x15  | 7,5x15  | 7,5x18  | 7,5x23  | 7,5x23  |
| Perna   | 7,5x7,5   | 7,5x15  | 7,5x23  | 7,5x23  | 7,5x23  | 7,5x23  |
| Mão-francesa  | 7,5x7,5   | 7,5x7,5   | 7,5x10  | 7,5x11,5  | 7,5x11,5  | 7,5x15  |
| Pendural  | 7,5x11,5  | 7,5x11,5  | 7,5x11,5  | 7,5x11,5  | 7,5x11,5  | 7,5x15  |
| Montante 1  | —   | —   | —   | 2,2x7,5   | 2,2x7,5   | 2,2x7,5   |
| Montante 2  | —   | —   | —   | —   | —   | 2,2x7,5   |
| Escora 1  | —   | —   | —   | 7,5x7,5   | 7,5x11,5  | 7,5x11,5  |
| Escora 2  | —   | —   | —   | —   | —   | 7,5x7,5   |

**Tabela 4.4. Estrutura principal e secundária para coberturas leves com telhas tipo cimento-amianto**

| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclinação do telhado <math>\geq 15,0^\circ</math></li> <li>• Distância entre tesouras <math>\leq 4,0</math> m</li> <li>• Distância entre terças <math>\leq 1,63</math> m</li> <li>• Distâncias entre frechal e terças <math>\leq 1,23</math> m</li> <li>• Características da madeira: <math>\sigma_C = \sigma_T \geq 70</math> kg/cm<sup>2</sup> e <math>\tau \geq 20</math> kg/cm<sup>2</sup></li> </ul> |                       |          |          |          |          |          |
|---|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Classe da tesoura   |                       |          |          |          |          |          |
|   |                       |          |          |          |          |          |
| comprimento limite do vão (m)   | 5                     | 7        | 9        | 11       | 13       | 15       |
| Classe da tesoura   | 1                     | 2        | 2        | 3        | 4        | 4        |
| Número de terças + frechais na tesoura  | 6                     | 8        | 8        | 10       | 12       | 12       |
| Peças   | Secção das peças (cm) |          |          |          |          |          |
| Terças  | 7,5x15                | 7,5x15   | 7,5x15   | 7,5x15   | 7,5x15   | 7,5x15   |
| Frechais  | 7,5x15                | 7,5x15   | 7,5x15   | 7,5x15   | 7,5x15   | 7,5x15   |
| Linha   | 7,5x11,5              | 7,5x15   | 7,5x15   | 7,5x18   | 7,5x23   | 7,5x23   |
| Perna   | 7,5x7,5               | 7,5x11,5 | 7,5x11,5 | 7,5x11,5 | 7,5x11,5 | 7,5x15   |
| Mão-francesa  | 5,0x6,0               | 3,8x7,5  | 7,5x7,5  | 5,0x7,0  | 7,5x7,5  | 7,5x7,5  |
| Pendural  | 7,5x10                | 7,5x10   | 7,5x10   | 7,5x10   | 7,5x11,5 | 7,5x11,5 |
| Montante 1  | —                     | 1,2x5    | 1,2x5    | 2,5x7,5  | 2,5x7,5  | 2,5x7,5  |
| Montante 2  | —                     | —        | —        | 1,2x5    | 2,5x7,5  | 2,5x7,5  |
| Montante 3  | —                     | —        | —        | —        | 1,2x5,0  | 1,2x5,0  |
| Escora 1  | —                     | 5 x 7    | 5 x 7    | 7,5x7,5  | 7,5x7,5  | 7,5x7,5  |
| Escora 2  | —                     | —        | —        | 5 x 7    | 7,5x7,5  | 7,5x7,5  |
| Escora 3  | —                     | —        | —        | —        | 5 x 7    | 5 x 7    |

## 4.4. Telhado

### 4.4.1. Telhas cerâmicas ou de encaixe

O telhado deve ser executado com telhas de dimensões padronizadas, com tolerância dimensionais que atendam à sua respectiva especificação; dessa forma, haverá perfeito encaixe entre as telhas, facilitando sua colocação e garantindo a estanqueidade à água do telhado.

Recomenda-se que seja adquirida uma quantidade de telhas aproximadamente 5% superior à quantidade calculada para o telhado, como margem de folga para compensar eventuais quebras no transporte e manuseio das telhas, na preparação de espigões e rincões, etc.

As telhas devem apoiar-se sobre elementos coplanares, isto é, as faces superiores das ripas devem pertencer a um mesmo plano.

### 4.4.2. Telhas onduladas

As telhas onduladas podem ser empregadas tanto em coberturas como em fechamentos laterais. Considera-se fechamento lateral a telha ondulada colocada com inclinação acima de  $75^\circ$ . Devido a sua simplicidade estrutural, facilidade de montagem e menor custo que as telhas de barro são indicadas para a cobertura de depósitos, galpões, estufas, instalações em canteiros de obra, coberturas temporárias e construções rurais em geral.

### a) Colocação das telhas

Para colocação das telhas onduladas, são necessários uma série de informação básicas inerentes ao material. Abaixo estão colocados algumas dados gerais referentes ao comprimento, largura, altura, necessidade de apoios, recobrimento lateral e longitudinal, etc para os diversos tipos de telhas onduladas existentes. Os dados são gerais pois, os itens colocados acima são em função dos modelos e recomendações de cada fabricante, do material que cada telha é constituída, bem como, da rugosidade apresentada por elas.

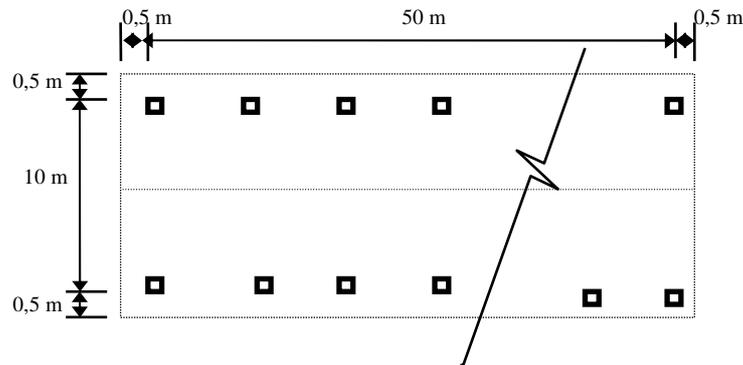
**Tabela 4.5. Dados gerais referentes as telhas do tipo ondulada**

|  |  |     |        |     |     |     |     |
|--|--|-----|--------|-----|-----|-----|-----|
| • Comprimento das telhas (cm):                                       | 122  | 153 | 183    | 213 | 244 | 305 | 366 |
| • Necessidade de apoios (função da espessura e resistência da telha) | 2  | 2   | 2 ou 3 | 3   | 3   | 3   | 3   |
| • Largura  | 110 cm   |     |        |     |     |     |     |
| • Altura   | 5,1 cm + espessura da telha  |     |        |     |     |     |     |
| • Espessura das telhas   |  |     |        |     |     |     |     |
| • Recobrimento longitudinal  | 14 a 25 cm - função da inclinação e da utilização de cordões de vedação                        |     |        |     |     |     |     |
| • Recobrimento lateral   | ¼ a 1 ¼ onda -função da inclinação e da utilização de cordões de vedação                       |     |        |     |     |     |     |
| • Apoio mínimo p/ telhas   | 4 cm - para qualquer tipo de material usado como apoio   |     |        |     |     |     |     |
| • Vão livre no sentido do comprimento das telhas                     | – sem calha mínimo de 25 cm e máximo de 40 cm<br>– com calha mínimo de 10 cm e máximo de 25 cm |     |        |     |     |     |     |
| • Vão livre no sentido da largura das telhas                         | 10 cm  |     |        |     |     |     |     |
| • Inclinação mínima  | 5° função da inclinação do telhado e rugosidade da telha                                       |     |        |     |     |     |     |
| • Vão livre máximo entre terças                                      | 1,6 a 2,0 m função da espessura e resistência da telha   |     |        |     |     |     |     |
| • Peso médio da cobertura  | 100 kg/cm <sup>2</sup>   |     |        |     |     |     |     |

De posse dos dados básicos referentes ao tipo de telha, dados estes que devem de preferência serem coletados nos catálogos dos fabricantes, podemos iniciar a montagem do telhado.

### EXERCÍCIOS

1. Conforme o esquema abaixo, contendo uma cobertura em duas águas feita de madeira e telhado com telha de barro do tipo francesa, determine:



- A inclinação que deverá ter o cobertura;
- Altura do pendural
- A área do telhado;
- O número de telhas
- O peso aproximado do telhado;
- O número de tesouras e a distância entre tesouras;

- g) A quantidade de madeira para fazer a estrutura secundária da cobertura (cumeeira, terças, frechais, caibros, ripas);
- h) A quantidade de madeira para fazer a estrutura principal da cobertura (tesoura: pernas, pendural, linha, mão-francesa, escoras, etc);
- i) O número de pilares;
- j) A carga transmitida pela cobertura a cada pilar;
- l) Supondo o pé-direito da instalação de 3 m e o pilar de Eucalipto, determine a seção transversal necessária para suportar a carga transmitida pela cobertura ao pilar.

## BIBLIOGRAFIA

- CALIL JUNIOR, C. **Treliças de madeira para coberturas**. São Carlos: EESC-USP, 1994. 79p. (Notas de aula).
- CARNEIRO, O. **Construções rurais**. 12. ed. - São Paulo: Nobel. 1985. 718p.
- CETOP - Centro de Ensino Técnico e Profissional à Distância, Ltda. **Iniciação ao cálculo de resistências**. São Paulo: Gráfica Europam. 1984. 227 p. (Departamento Técnico do CEAC)
- HELLMEISTER, J.C. **Cálculo de elementos estruturais de madeira à luz da NB-11/51**. Norma Brasileira para o cálculo e a execução de estruturas de madeira. São Carlos: USP, 1969. 49p.
- IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. Divisão de Edificações. **Cobertura com estrutura de madeira e telhados com telhas cerâmicas**. São Paulo: IPT, 1988. 71p.
- PFEIL, W. **Estrutura de madeira**. 5. ed. - Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Ed., 1989. 295 p.

## UNIDADE 5. INSTALAÇÕES PARA AVES

- **OBJETIVO:** Identificar, planejar, dimensionar e ressaltar os principais aspectos construtivos necessários a realização da avicultura de corte e postura.

### INTRODUÇÃO

As instalações tornaram-se, ao longo dos tempos, um dos fatores mais importantes no contexto da avicultura brasileira. A instalação representa e encerra a adaptação do animal que vivia em estado selvagem, para viver em cativeiro, sem contudo, perder totalmente suas características básicas.

Coube ao homem um papel de suma importância nesta adaptação, dando as condições necessárias que o mesmo exigia, contribuindo assim de maneira racional para o aparecimento e desenvolvimento de suas possibilidades de transformação, com o objetivo de obter um rendimento máximo em um tempo mínimo.

As instalações para aves diferem bastante das destinadas a outros animais, não só sob o ponto de vista higiênico como no manejo da criação. O criador irá dispor de área relativamente pequena para maior número de cabeças. Todo projeto desse tipo deverá preencher condições que permitam o seu bom funcionamento, ressaltando-se também a parte econômica da construção. Deve ser simples permitindo menor tempo na sua execução, boa resistência e a utilização de materiais mais acessíveis.

### 1. PLANEJAMENTO INICIAL DO AVIÁRIO

#### 1.1. Escolha do terreno

Devemos dar preferência aos terrenos que apresentam as seguintes condições:

- **Secos** - tem sua importância por não podemos permitir qualquer umidade na “cama” ou no piso dos abrigos. Na pesquisa do subsolo deve-se verificar a natureza do solo, espessura das diversas camadas, profundidade e extensão da camada firme. Os métodos aí utilizados serão dos mais simples, já que não se trata de uma obra vultuosa.
- **Arejados** - amplo, sem obstáculos naturais, onde o vento circula livremente em todas as direções, facilita a localização escalonamento bem distribuído dos diversos tipos de abrigos e construções necessárias ao aviário industrial;
- **Ensolarados** - influi também na umidade dos terrenos adjacentes ao aviário. Os raios solares são o melhor desinfetante que se conhece. A ação dos raios ultra violetas destroem os germes causadores de doenças e infecções;
- **Inclinação suave:** elimina grandes movimentos de terra e permite rápido escoamento de águas pluviais que, juntamente com as características de boa drenagem, evitam os lodaçais que prejudicam a higiene. Facilita ainda os movimentos dos tratores e dos veículos, na distribuição de rações, remanejamento de aves, retiradas de esterco, etc.;
- **Bem servidos de água potável** - fresca e abundante, é a condição básica, fundamental para se instalar uma granja avícola.

## 1.2. Localização das instalações

Dentro do planejamento, a escolha do terreno para a instalação do aviário deverá ficar subordinada à sua localização, porque vão depender dela os fatores econômicos mais importantes de comercialização que pesam entre o rendimento bruto e o lucro líquido. Deverão ser tomados em consideração os seguintes fatores:

- **Proximidade das fontes de produção de milho** - o milho representa 60% a 79% do volume das rações, daí que localizamos a granja em zonas de grande produção de milho, poderemos adquiri-los a preços baratos na safra e estoca-lo em silos ou armazéns adequados para o ano inteiro;
- **Facilidade na aquisição de rações e concentrados** - deverá haver facilidade na aquisição de rações, já que as aves nunca devem ficar em falta de comer;
- **Facilidade na aquisição de pintos de um dia, de qualidade** - devemos assegurar que um incubador idôneo nos forneça pintos de qualidade o ano inteiro;
- **Mão-de-obra capaz** - ou de fácil treinamento é um dos pontos mais importantes a considerar;
- **Proximidade do mercado consumidor e potencial de consumo deste mercado** - quanto mais próximo do mercado consumidor estiver a granja, menores serão as despesas com frete e melhores serão os preços de venda conseguidos;
- **Estradas e vias de transporte de boa qualidade** - nos lugares de avicultura mais desenvolvida, onde todas as atividades precisam ser previamente bem planejadas, nenhum avicultor instala uma granja de frangos de corte a mais de 50 km do abatedouro avícola. Este cuidado evita as perdas por mortalidade, ferimentos e quebra de peso dentro dos engradados;
- **Eletricidade e gás** - se possível é melhor que a granja possua eletricidade para os programas de iluminação, se não houver eletricidade de rede externa deverá ser instalado um gerador. O gás é necessário para alimentação das campânulas a gás dos pintinhos.

## 1.3. Orientação da instalação

Os galpões devem de preferência estar com a cumeeira orienta do sentido leste-oeste. Com esta orientação se conseguirá que a superfície exposta a oeste seja a menor possível, evitando sobre-aquecimento pela insolação nas longas tardes de verão. Esta condição é de preferência, pois sabemos que nem sempre é possível executar esta orientação, devido a uma série de fatores como: topografia, ventos dominantes, outras instalações existentes, etc.

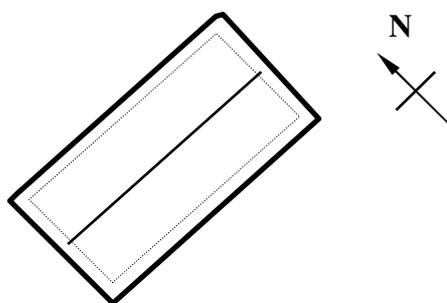


Figura 5.1. Orientação preferencial dos galpões

## 1.4. Situação das instalações

A disposição racional dos galpões que irão constituir a exploração deve ser feita de tal modo que os galpões com aves de mesma idade devam estar afastados entre si no mínimo de 20 m, evitando assim que um atrapalhe a ventilação natural do outro. Para galpões com aves de idades diferentes, recomenda-se que o afastamento entre eles seja de no mínimo 100 m, contendo ainda, ao redor de cada galpão barreiras naturais (árvores) que impeçam a circulação direta do ar de um galpão para o outro, evitando com isso a transmissão de doenças das aves adultas com as mais jovens.

## 1.5. Componentes da granja

Uma granja pode compreender uma série de setores, dependendo do seu porte:

- **Setor de produção:** galpões para frangos de corte e postura com silos e galpão de matrizes;
- **Setor de preparo dos alimentos:** fabricação de ração, silos graneleiros conectados com armazéns transportador à granel;
- **Setor administrativo:** controle (portão), escritório, almoxarifado;
- **Setor sanitário:** fossa ou crematório, pedilúvio, rodolúvio, plataforma de desembarque;
- **Setor de apoio:** oficina;
- **Setor externo:** posto de vendas, abatedouro, complexo de cooperativas;

## 2. INSTALAÇÕES PARA AVES DE CORTE

### 2.1. Informações gerais

**a) Local de criação:** normalmente as aves não mudam de local de criação, permanecendo dentro de um mesmo galpão desde o primeiro dia até a época do seu abate.

A idade de abate é função da ave, bem como do nível tecnológico do manejo a qual as aves são submetidas. Abaixo temos um período médio necessário a criação:

- frangos - 40 a 50 dias;
- chester - 65 a 70 dias (dando peso vivo em torno de 3,75 kg);
- codornas -
- perus -
- patos -

**b) Densidade de aves:** depende das características física e comportamental da ave, e também, é função do clima e do nível tecnológico do produtor.

Um galpão pode conter em média:

- frangos - 8 a 12 aves/m<sup>2</sup> para climas mais quentes e baixa tecnologia  
12 a 14 aves/m<sup>2</sup> para climas mais frios e alta tecnologia  
até 18 aves/m<sup>2</sup> para altíssima tecnologia
- chester - 5 a 6 aves/m<sup>2</sup> no verão (metade da adotada para frangos de corte)  
7 a 8 aves/m<sup>2</sup> no inverno
- codornas -
- perus -
- patos - 5 a 6 aves/m<sup>2</sup> (metade da adotada para frangos de corte);
- gansos - 5 a 6 aves/m<sup>2</sup> (metade da adotada para frangos de corte).

**c) Capacidade do galpão:** o galpão pode ser construído de qualquer tamanho e a sua capacidade é determinada em função do tipo de ave, do mercado consumidor e disposição dos recursos do produtor. Atualmente, por haver a presença de empresas integradoras, junto aos agricultores, investindo na produção de aves é muito comum a

construção de galpões possuindo as dimensões 12 x 50 m ou 12 x 100 m, em conformidade às necessidades comerciais e de transformação destas empresas.

**d) Galpão:**

- **forma:** o galpão retangular é mais econômico e por isto é recomendado;
- **largura e pé-direito:** são determinados em função do clima e do manejo (ex. necessidade de entrar caminhão dentro do galpão para entrada e saída das aves). Para larguras superiores a 8 metros recomenda-se colocar ventilação forçada (ventiladores).

**Tabela 5.1. Largura e pé-direito dos galpões**

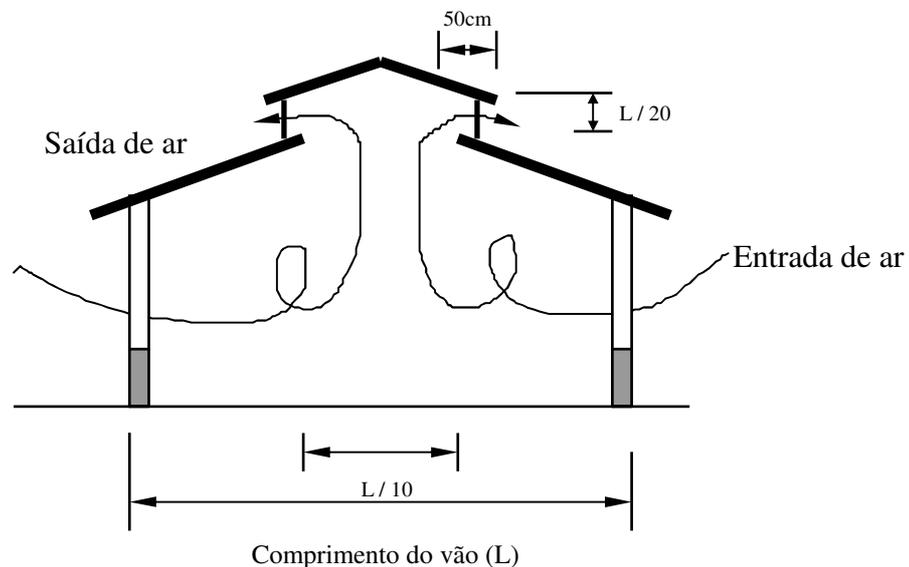
| Clima          | Largura | Pé-direito |
|----------------|---------|------------|
|                | (m)     | (m)        |
| Quente e seco  | 10 - 14 | 3,0 - 3,3  |
| Quente e úmido | 6 - 8   | 2,7 - 3,0  |

**e) Meios de controlar o efeito do clima:** Nos meses de verão, todas as precauções devem ser tomadas para manter a instalação com temperatura mais amena possível, tanto durante o dia como à noite. Vários recursos são utilizados para esse fim, como:

- **Ventilação forçada:** galpões com largura superior a 8 metros recomenda-se colocar ventiladores. O uso dos ventiladores deve ser bem controlado, uma vez que pode ressecar as vias respiratórias das aves.

- **Lanternim:** funciona como uma espécie de exaustor, o ar quente de menor densidade sobe, sai pelo lanternim dando lugar ao ar mais frio, criando uma zona de convecção. O lanternim ameniza o clima e limpa o ambiente de gases ali produzidos. O telhado deve ser o mais inclinado possível para evitar acúmulo de ar quente.

As aberturas de saída do ar do lanternim são em função da largura L do galpão (figura 5.2.).



**Figura 5.2. Corte esquemático indicando as principais medidas de um lanternim**

- **Beiral largo:** o beiral largo evita que o sol incida dentro do galpão, provocando aumento da temperatura, e evita também a entrada de água das chuvas de vento. Seu comprimento pode chegar a 1,5 a 2,0 metros.

- **Telhas:** o ideal seria a utilização de telhas de barro, no entanto, devido a problemas de custo as telhas mais utilizadas atualmente são as de cimento-amianto. Estas telhas proporcionam um aumento considerável da temperatura no interior do galpão, o que torna a utilização de outros meios de atenuar a temperatura algo de extrema importância.

- **Pintura:** as paredes e telhados devem de preferência possuir coloração clara com a finalidade de maior reflexão dos raios solares.

- **Cortinas:** sua utilização permite controlar a temperatura dentro do galpão não permitindo entrada de raios solares, ventos fortes, frio, etc.

## 2.2. Dimensionamento das instalações

a) **Sistema de criação:** para o dimensionamento será levado em consideração um sistema em que a entrada e a saída das aves no galpão são feitas ao mesmo tempo (sistema “all in - all out”). Este tipo de sistema possui a vantagem de evitar doenças e facilitar o manejo das aves, no entanto, exige uma área maior destinada as construções. Os problemas na comercialização e de implantação da infra-estrutura são também dificultados.

b) **Volume de produção** - depende de fatores como:

- mercado consumidor - regional ou integração;
- Capital - próprio, programas especiais, SUDAM, SUDENE, integração, etc.

c) **Cronograma de produção** - depende de fatores como:

- mercado consumidor: uma vez definido o mercado consumidor podemos dimensionar as instalações necessárias;
- instalações necessárias.

### 2.1.1. Processo de cálculo

- **Período total de criação:** O período total de criação é igual ao período de limpeza mais o período necessário ao crescimento e engorda das aves.

$$\text{Período total de criação} = \text{Período de limpeza (7 a 14 dias)} + \text{Período necessário ao crescimento da ave}$$

- **Número de unidade de criação (galpões):** estas unidades contem aves de mesma idade e podem constituir mais de um galpão.

$$\text{Unidades de criação} = \frac{\text{Período total de criação (dias)}}{\text{Intervalo entre abates das aves (dias)}}$$

O intervalo entre abates é definido pelo mercado consumidor.

- **Área do galpão**

$$\text{Área do galpão} = \frac{\text{Número de aves por abate}}{\text{Densidade de aves por m}^2}$$

- **Comprimento do galpão**

$$\text{Comprimento} = \frac{\text{Área do galpão (m}^2\text{)}}{\text{Largura do galpão (m)}}$$

- **Altura do galpão:** função da largura, clima e do manejo.

- **Número de subdivisões do galpão:** Economicamente as subdivisões são inviáveis, no entanto, existem experimentos que utilizam das subdivisões na tentativa de produzir uma ave de melhor qualidade, e que poderia alcançar melhores condições de preço no mercado.

$$\text{Número de subdivisões} = \frac{\text{Número de aves por abate}}{\text{Número de aves na subdivisão}}$$

### 2.3. Aspectos construtivos

Para escolha do material a ser utilizado na construção deve-se considerar os seguintes aspectos: fácil disponibilidade, custo econômico e durabilidade.

- **Alicerces e/ou fundações:** são bastante simples, constituindo-se basicamente de concreto simples ou ciclópico, com até 40% de pedra de mão colocados no fundo e junto a parte enterrada dos pilares, colunas ou esteios que sustentarão o galpão. Os pequenos alicerces contínuos necessários às muretas laterais, podem ser feitos de concreto simples, solo-cimento ou tijolo;

- **Pisos:** o piso deverá apresentar uma declividade leve 1 a 2% para facilitar o escoamento da água e auxiliar na limpeza do galpão e poderá ser de feito de diversos tipos de materiais como solo-cimento, tijolos rejuntados com argamassa, concretado simples na espessura de 4 a 6 cm. Pode inclusive ser de chão batido de terra, só que neste caso, existe o inconveniente do piso abrigar insetos, ovos de vermes, vírus, etc.

- **Pilares, colunas ou esteios:** podem ser feitos de concreto armado, concreto não armado, tijolos e madeiras roliça, falqueada ou serrada (o dimensionamento destas peças pode ser visto na **unidade 3**). Os pilares de madeira devem ser enterrados no mínimo 80 cm e devem estar dotados de encaixes para receber o madeiramento do telhado; os pilares de tijolo e concreto armado ou não devem apresentar um vergalhão de 1/4" na sua extremidade superior para servir também de fixação do madeiramento do telhado.

- **Fechamento lateral do galpão:** são geralmente feitas de tábuas, contendo em um dos lados um portão de duas bandeiras com largura e altura suficientes para entrar o caminhão de carga e descarga. Podem ser feitas de alvenaria de 1/2 tijolo também.

- **Fechamento longitudinal do galpão:** devem possuir uma mureta de 30 a 40 cm de altura, podendo ser construída de: alvenaria de ½ tijolo; concreto simples (8 a 10 cm de largura); solo-cimento; ou tábuas. O vão acima da mureta até o telhado é fechado com telas de malhas 0,5”a 1”, fixadas no madeiramento do telhado e em pontas salientes de arame grosso galvanizado, dispostos na mureta a cada 30 cm. A necessidade de colocar tela em todas as aberturas, deve-se a evitar entrada de pássaros.

- **Pedilúvio:** deve ser colocado nas entradas dos barracões para que, caso seja necessária a entrada de alguma pessoa, pelo menos haja desinfecção dos calçados;

- **Cobertura:** Podem ser usadas estrutura de madeira roliça, falqueada ou serrada, até mesmo estrutura metálica ou concreto pré-moldado.

O melhor tipo de telha seria aquela que proporcionasse melhor conforto térmico aos animais, ou seja, as telhas de barro; no entanto devido ao custo deste tipo de material a escolha quase sempre recai sobre as telhas de cimento amianto por apresentarem custo mais baixo e facilidades na instalação e manutenção das coberturas.

A inclinação do telhado é função do tipo de telha utilizada, e deve ser a maior possível para facilitar o escoamento das águas pluviais e do ar quente. De modo geral, não se deve colocar a inclinação do telhado com o mesmo ângulo de latitude da região para evitar uma maior absorção dos raios solares, isto é, haverá uma maior refletividade destes raios.

### 3. INSTALAÇÕES PARA AVES DE POSTURA

No dimensionamento do plantel de postura o planejamento do setor de cria-recria e do setor de postura quanto ao número de instalações é fator decisivo.

Numa granja avícola, quer seja para produção de carne ou para produção de ovos, deve-se evitar a descontinuidade de produção e obter melhor eficiência na utilização dos recursos disponíveis, sendo necessário seguir uma modulação que facilite a programação e execução de todas as atividades ligadas à produção. Portanto, o avicultor do setor de ovos, deve seguir uma dinâmica que garanta a constante renovação dos planteis mais velhos. Consegue-se isto por meio da aquisição de frangas em fase inicial do período de recria ou então, realizando ele próprio a cria - recria das aves que necessita para atender a seu programa de produção sendo este sistema mais econômico. A realização da fase de cria e recria permite exercer maior vigilância quanto à execução das práticas e programas profiláticos das principais doenças, proporcionando ao avicultor maior tranquilidade. Portanto, numa granja voltada para produção de ovos para consumo, sempre haverá aves em fase cria - recria e aves em produção.

#### 3.1. Informações gerais

##### 3.1.1. Fases da vida da poedeira

O plantel de galinhas poedeiras é caracterizado segundo a idade, em aves na:

- **Fase inicial ou de cria:** 0 a 7 semanas (1 a 42 dias);
- **Fase de recria ou de crescimento:** 7 a 17 semanas (42 a 140 dias);
- **Fase de produção:** 18 semanas até 18 meses, quando as aves são mandadas para o abate devido ao fim do período econômico de postura (140 dias a 550 dias).

Para cada uma das fases citadas acima há que se considerar o sistemas de manejo, alimentação e instalações diferentes.

### 3.1.2. Local e sistemas de criação

Levando-se em conta que a reposição dos planteis (fase de cria e recria) representam cerca de 20% do custo total da produção de ovos, a produção de boas frangas constitui-se uma preocupação constante para o criador que busca a minimização dos seus custos. Em consequência dessa preocupação, tem-se utilizado vários sistemas de cria e recria na forma simples e combinada. Na fase de postura o uso de gaiolas é o sistema mais difundido, porém com a existência de sistemas de posturas em piso e ripado nas menores criações, geram-se várias combinações de sistemas de criação. Dessa forma, os mais usados são os seguintes:

**a) Sistema Piso - Piso - Piso:** neste sistema todas as fases são feitas em galpões com piso de concreto, forrada com "cama" de material absorvente. A fase de cria e recria é realizada de maneira geral em um só tipo de galpão, enquanto que a fase de postura é realizada em galpões com ninho.

**b) Sistema Piso - Piso - Gaiola:** neste sistema, a fase de cria e recria é realizada em galpões com piso concretado, forrado com "cama" de material absorvente. Entre a 15<sup>a</sup> e 18<sup>a</sup> semana as frangas são alojadas nas gaiolas de posturas, fabricadas com arame galvanizado.

**c) Sistema Piso - Gaiola - Gaiola:** neste sistema, a fase de cria é realizada nos galpões com piso concretado, formado com "cama" de material absorvente. Por volta de 6<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> semanas, as frangas são transferidas para gaiola de recria e as 17<sup>a</sup> e 18<sup>a</sup> semanas são transferidas para gaiolas de postura.

**d) Sistema Bateria - Gaiola - Gaiola:** neste sistema, a fase de cria é realizada em Bateria da 4<sup>a</sup> até a 6<sup>a</sup> semana. As baterias constam de 5 módulos de 2,0 m de comprimento por 1,0 de largura, possuindo capacidade para abrigar de 200 a 300 aves. Por volta da 6<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> semanas, as frangas são transferidas para as gaiolas de recria e na 17<sup>a</sup> e 18<sup>a</sup> semanas são transferidas para gaiolas de postura.

**e) Outros sistemas:** além desses sistemas, encontramos outras combinações, tais como:

- Bateria - Piso - Piso
- Piso - Piso - Ripado
- Ripado - Ripado - Gaiola

### 3.2. Dimensionamento das instalações

**a) Sistema de criação:** para o dimensionamento será levado em consideração um sistema em que a entrada e a saída das aves no galpão são feitas ao mesmo tempo (sistema "all in - all out"). Este sistema possui a vantagem de evitar doenças e facilita o manejo das aves, no entanto exige as seguintes condições:

- **Isolamento das aves por idade:** idades diferentes espaçadas de 100 m;
- **Limpeza e descanso dos galpões:** 30 dias;
- **Núcleos de produção:** para este sistema de criação a granja deve dispor de aproximadamente 5 núcleos de produção. Em cada um abriga-se um quinto do plantel desejado de poedeiras adultas, distribuídas em um ou mais galinheiros conforme

necessidade. Esta composição racionaliza o uso da instalação e regulariza o atendimento ao mercado.

Logo o número de galpões de produção necessário para satisfazer o sistema “all in - all out” será igual a 5.

O sistema de criação pode não seguir a disposição “all in - all out”, neste caso haverá galinhas de idade diferente dentro de um mesmo galpão, pois fica difícil e economicamente inviável fazer a reposição de todas as galinhas ao mesmo tempo.

### 3.2.1. Dados para cálculo do pinteiro para fase inicial ou de cria

**a) Bateria como local de criação:** neste sistema aves são colocadas numa estrutura de madeira ou metálica com 5 andares. Cada andar possui as dimensões 1 x 2 x 0,3 m e capacidade para 40 pintos, dando um total de 200 pintos por bateria construída. Estas baterias ficam geralmente dispostas debaixo de um galpão ou cobertura para proteção dos pintos contra sol, vento, chuvas, etc.

**b) Piso como local de criação:** neste sistema o dimensionamento e as construções são semelhantes aos galinheiros para frangos de corte, onde verifica-se ou adota-se as seguintes características para o dimensionamento e funcionalidade:

- **utilização do galpão por um lote de aves** - de 6-7 semanas;
- **densidade de aves** - 20-22 aves/m<sup>2</sup>;
- **capacidade planejada** - deve ser superior em 3% à recria e também a cada núcleo de poedeiras;
- **Intervalo de compra dos pintos:** 90 dias.

### 3.2.2. Dados para o cálculo da fase de recria ou crescimento

Estas instalações são necessárias até que as aves comecem a botar.

**a) Piso como local de criação:** neste sistema o dimensionamento e as construções são semelhantes aos galinheiros para frangos de corte, onde verifica-se ou adota-se também as seguintes características para o dimensionamento e funcionalidade:

- **utilização do galpão por um lote de aves** - 7<sup>a</sup> a 17<sup>a</sup> semanas;
- **densidade de aves** - 10 a 14 aves/m<sup>2</sup>;

**b) Gaiola como local de criação:** neste sistema as gaiolas especiais são dispostas no galpão em paralelo ou no sistema de escada formando de 4 a 12 fileiras.

- **utilização do galpão por um lote de aves** - 7<sup>a</sup> a 17<sup>a</sup> semanas;
- **dimensão da gaiola** - 50 x 50 x 38 cm;
- **densidade de aves** - 6 a 8 frangas por gaiola.
- **número de gaiolas por galpão:**

$$\text{Número de gaiolas} = \frac{\text{Número de poedeiras}}{\text{Densidade de aves por gaiola}}$$

O número de poedeiras vai depender da capacidade de postura e do mercado consumidor. Já a densidade de aves por gaiola depende do tamanho da gaiola.

- **vantagens das gaiolas:** evita acidentes, doenças, facilita o manejo individual e o controle da ração.

### 3.3.3. Dados para o cálculo da fase de produção

**a) Piso como local de produção:** neste sistema as construções são semelhantes aos galinheiros para frangos de corte, onde verifica-se ou adota-se as seguintes características para o dimensionamento e funcionalidade:

- **utilização do galpão por um lote de aves** - 18 semanas até 18 meses;
- **densidade de aves** - 4 a 5 aves/m<sup>2</sup>;
- **número de ninhos** - 1 ninho para cada 4 poedeiras;
- **comedouro** - 7,5 cm linear por ave;
- **bebedouro** - 2,5 cm linear por ave;

**b) Gaiola como local de produção:** neste sistema o tamanho da gaiola varia de acordo com o fabricante sendo recomendados espaço de 400 cm<sup>2</sup> por galinha e 7 a 8 cm lineares de comedouros e bebedouros para evitar o umedecimento da ração.

- **utilização do galpão por um lote de aves** - 18 semanas até 18 meses;
- **dimensão da gaiola** - 30x40x38; 24x37x38; 50x45x38; 60x50x38; 30x40x38;
- **densidade de aves** - 3; 2; 6; 9; 4;
- **espaço ave (cm<sup>2</sup>)** - 400; 444; 375; 333; 300;

- **número de gaiolas por galpão:**

$$\text{Número de gaiolas} = \frac{\text{Número de poedeiras}}{\text{Densidade de aves por gaiola}}$$

O número de poedeiras vai depender da capacidade de postura e do mercado consumidor. Já a densidade de aves por gaiola depende do tamanho da gaiola.

O uso de gaiolas tornou-se coerente com o grande volume de aves em produção pelas seguintes facilidades:

- Maior densidade e o uso racional das instalações;
- Manejo prático e rapidez nas operações. Fica bastante facilitado o trabalho de vacinações, debicagens, pesagens, seleção e transporte;
- Na alimentação é possível controlar as quantidades de ração e o próprio peso corporal em cada semana;
- Maior controle de doenças e interrupção do ciclo de doenças como coccidiose e verminose;
- O uso de gaiolas evita mortes por amontoamento;
- Maior produção na fase de postura
- Facilidade na coleta dos ovos
- Ovos mais limpos

## 2.3. Aspectos construtivos

### 2.3.1. Galpões para aves no piso

Os galpões para cria e recria geralmente possuem 10 m de largura e 2,8 m de pé-direito. E os aspectos construtivos seguem as mesmas recomendações feitas para aves de corte.

### 2.3.2. Galpões para aves em gaiolas

- **Galpões de recria em gaiola:** possuem normalmente 3m de largura com 2 a 4 fileiras de gaiolas, podendo ser fechado ou não até a altura das gaiolas. O comprimento varia de acordo com o número de aves a ser criada e também com a topografia do local.

- **Galpões para postura em gaiolas:** normalmente podem possuir:
  - 3 m de largura por 2,2-2,5 m de pé-direito para 4 fileiras de gaiolas;
  - 6 m de largura por 2,8-3,0 m de pé-direito para 8 fileiras de gaiolas;

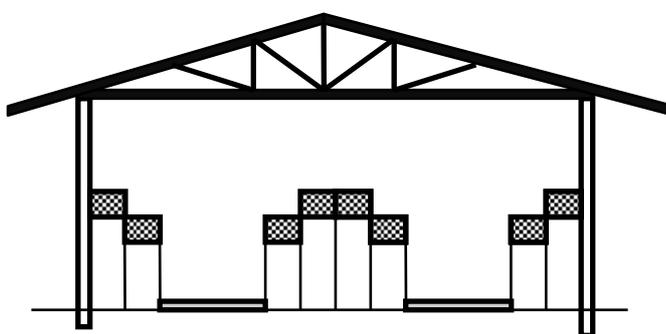


Figura 5.3. Corte transversal esquemático de um galpão com 8 linhas de gaiola

- **Piso:** as áreas que ficam sob as gaiolas são em terra batida e, entre as fileiras de gaiolas, é feito um passeio de 1 m de largura em concreto na espessura de 6 cm, revestido com uma cimentação de 1 a 1,5 cm de espessura.

- **Pilares, colunas ou esteios e coberturas:** idem galpões para aves de corte;

- **Equipamentos:**

- **Comedouro:** Feito de chapa galvanizada tipo calha fixado nas gaiolas;

- **Bebedouro:** Pode ser do tipo automático ou feito de alumínio. No bebedouro calha a água deve ser corrente e apresentar uma declividade de 0,5 %. O galpão e as gaiolas deveram apresentar também esta declividade de 0,5 %.

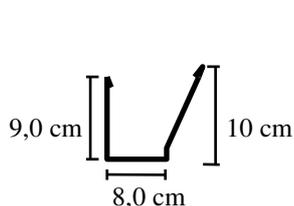


Figura 5.4. Comedouro

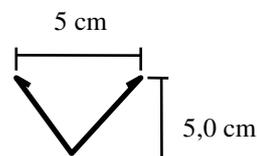


Figura 5.5. Bebedouro

- **Gaiolas:** são formadas por um conjunto de 4 repartições geralmente contendo conforme o fabricante as seguintes dimensões e densidade:

|                                    |   |           |           |           |           |           |
|------------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| dimensão da gaiola                 | - | 30x40x38; | 24x37x38; | 50x45x38; | 60x50x38; | 30x40x38; |
| densidade de aves                  | - | 3;        | 2;        | 6;        | 9;        | 4;        |
| espaço / ave em (cm <sup>2</sup> ) | - | 400;      | 444;      | 375;      | 333;      | 300;      |

– **Sistema de suspensão das gaiolas:** podem ser utilizados uma série de materiais como canos e ferragens aproveitados ou madeira.

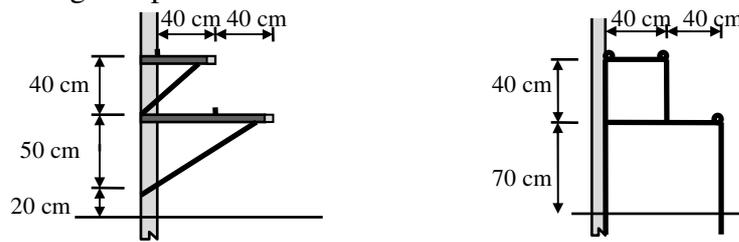


Figura 5.6. Sistemas de sustentação das gaiolas de postura

– **Ninhos:** são confeccionados com tábuas finas ou chapa galvanizada, formando conjunto de 2 fiadas de costa um para o outro, ou fiada única, com três andares no máximo.

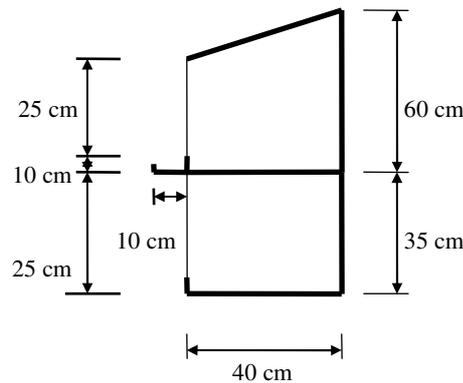


Figura 5.7. Ninhos para postura dos ovos

## EXERCÍCIOS

1. Um produtor deseja construir um aviário com capacidade de produção de 10.000 frangos a cada 9 dias. Sabendo que o produtor irá utilizar alta tecnologia de produção, pergunta-se:

- O número de galpões necessários a produção;
- A dimensão do galpão;
- Faça um desenho do galpão em escala, indicando as principais medidas;
- Com base numa telha do tipo cimento amianto de dimensão 1,10 x 1,83 metros, dimensione: o número de telhas, tesouras e pilares necessários a cobertura do galpão. Dados: recobrimento lateral = 5 cm; recobrimento longitudinal = 18 cm e inclinação do telhado = 18%).
- Suponha um clima desfavorável a criação das aves: indique e explique 5 medidas construtivas econômicas para melhorar o conforto térmico dentro da instalação.

2. Um produtor deseja construir uma instalação para criar aves exóticas. Cite e explique: os principais cuidados; as informações técnicas; e os aspectos construtivos básicos que você necessitaria levantar e/ou recomendar a este produtor.

## BIBLIOGRAFIA

- CARNEIRO, O. **Construções rurais**. 12. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 719p.  
 FERREIRA, M.G. **Produção de aves: corte**. Guaíba: Agropecuária, 1993. 118p.  
 KUPSCH, W. **Construções e uso prático de aviários e gaiolas para pintos, frangos e poedeiras**. São Paulo: Nobel, 1981. 231p.  
 MORENG, R.E. & AVENS, J.S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Rocca, 1990.  
 TEIXEIRA, V.H. **Construções e ambiência**. Brasília: ABEAS, 1990. 117p.

## UNIDADE 6. INSTALAÇÕES PARA GADO DE LEITE

- **OBJETIVO:** Identificar e dimensionar alguns dos principais componentes de uma instalação para gado de leite, e estabelecer materiais e técnicas construtivas para estas instalações.

### 1. LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

A escolha de um projeto de instalações para manejo e exploração do gado leiteiro depende de uma série de variáveis, tais como, a raça, manejo, tamanho da exploração, área da propriedade, fatores humanos (conhecimentos e disponibilidade de mão-de-obra), recursos econômicos, características de clima, solo, topografia e finalmente os materiais e técnicas construtivas disponíveis.

O projeto deverá levar em conta o somatório destes fatores e a possibilidade de expansão da exploração

O melhor local para as construções será em uma leve encosta, em terreno de boas características de drenagem, ensolarado e protegido contra ventos frios.

Para boa insolação local as partes abertas das construções voltadas para o norte ou leste e oeste. A face norte em nosso hemisfério permite ótima insolação no inverno. Apenas os cochos para volumosos devem ser protegidos, locando o seu comprimento no sentido leste-oeste e fazendo a parte baixa da cobertura a norte. Isto evitará o ressecamento da forragem oferecida no cocho.

Ventos frios dominantes podem ser evitados de duas formas:

- fechando-se a construção com alvenaria até a altura de 1,50 metros, a qual é superior à altura da vacas;
- formando-se renque de vegetação distante da instalação a ser protegida, de pelo menos duas vezes a altura potencial das árvores.

A água é imprescindível tanto em quantidade como em qualidade, devendo ser prevista nos pastos em forma de aguadas (represas, açudes) ou mesmo canalizada a bebedouros com bóia. Também o curral deve dispor de bebedouros amplos que mantenham sua temperatura estável, o que é desejável para o bom desenvolvimento do metabolismo.

As vias de acesso, visando ao escoamento dos produtos, não podem ser esquecidas. Sua localização é importante cortando ou corrigindo locais de difícil drenagem, ou que exijam obras como pontes ou viadutos.

Uma vez que as instalações estejam escolhidas e dimensionadas, elas deverão ser locadas no terreno em uma seqüência tal que permita o uso racional, sem perda de energia e tempo, sem caminhamentos repetidos e inúteis.

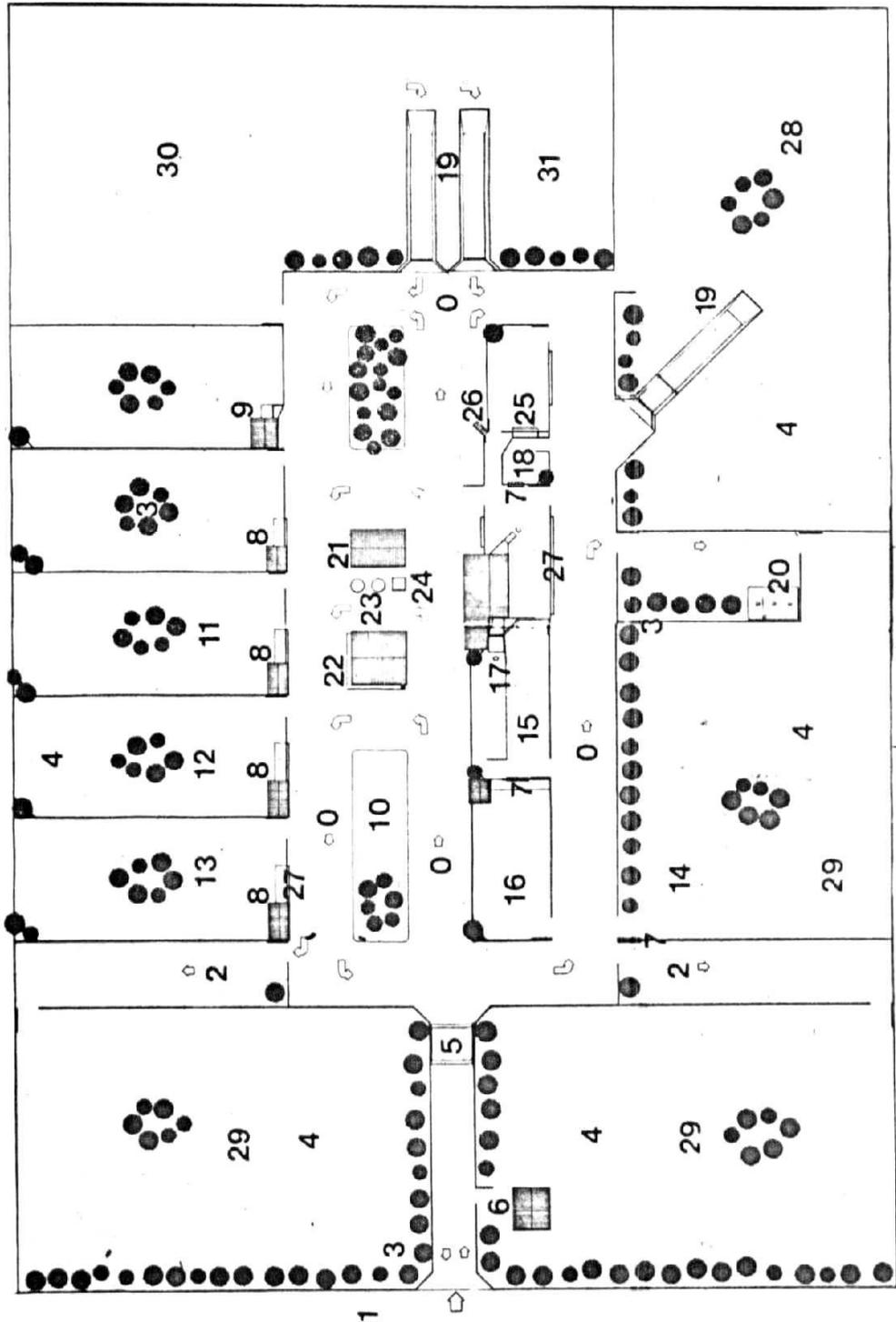


Fig. 6.1. - Localização das instalações e piquetes.

0 - Circulação; 1. Estradas de acesso; 2. Corredores; 3. Arborização (sombreamento e proteção); 4. Piquetes; 5. Rodolúvio; 6. Residência; 7. Bebedouros; 8. Cobertas de manejo; 9. Baía para touro; 10. Bezerros em aleitamento (box individual); 11. bezerros desmamados(coletivo); 12. Novilhas menores; 13. Vacas "secas" e novilhas prenhez; 14. Vacas em produção; 15. Piquete de espera; 16. Piquete maternidade; 17. Pedilúvio; 18. Centro de manejo; 19. Silos; 20. Estrumeira; 21. Depósito de máquinas e implementos; 22. Depósito de alimentos; 23. Silos graneleiros; 24. Reservatório de água; 25. Brete e tronco; 26. Embarcadouro; 27. Comedouros; 28. Pastagens anuais; 29. Pastagens perenes; 30. Milho para silagem; 31. Capineiras.

## 2. MANEJO DE UMA EXPLORAÇÃO LEITEIRA

No que se refere ao manejo de uma exploração leiteira, jamais poderá haver uma receita que se adapte a todas as propriedades rurais. O manejo depende de um número muito grande de variáveis entre as quais podemos citar: raça do animal, mão-de-obra disponível, topografia, área da propriedade, nível sócio-econômico do proprietário, centro consumidor, vias de acesso, objetivo da exploração, entre outros.

O manejo é um processo que possui uma dinâmica de definição difícil, mas que representa a linha mestra do sucesso da exploração leiteira. É o manejo que impõem ou define as instalações necessárias à atividade. A título de exemplo, serão colocados nos itens abaixo o manejo mais comumente usado no Brasil, nas explorações de leite tipo B, para que possamos associá-lo também as instalações mais comuns para este caso.

As raças leiteiras mais famosas e que constituem os rebanhos brasileiros são: Holandesas, Jersey, Parda Suíça, Ayrshire, Guernsey, Shorthorn.

### 2.1. Manejo dos bezerros do nascimento até a produção

Abaixo está descrito as várias fases percorridas pelas bezerras desde o seu nascimento até o momento em que são introduzidas no processo de produção gerando novas crias.

#### a) 1º fase - Na maternidade com a mãe

Para raças Europeias do 1º ao 3º dia deixa-se o bezerro em companhia da mãe, mamando o colostro.

#### b) 2º fase - Nos bezerreiros

Esta fase pode ser feita em:

- Baias individuais com 1,0 x 1,5 m, até a idade de 1 a 2 meses;
- Baias coletivas contendo até 8 animais por baia, para as idades entre 1-2 meses até 4-5 meses. Estes bezerreiros devem dar acesso a piquetes, dimensionados para possuir uma área de 2,0 m<sup>2</sup>/cabeça.

#### c) 3º fase - Nas cobertas situadas em piquetes

Da fase de bezerros até novilha, o que correspondente o período a partir do 4º ou 5º mês de idade até 3 meses antes da primeira parição. Os animais são colocados em piquetes possuindo cobertas. A área das cobertas devem ser de 2,5 m<sup>2</sup>/cabeça e possuir cochos com 0,5 m lineares/cabeça.

O momento adequado para realização da cobertura das novilhas para sua primeira prenhez, geralmente é observado quando elas atingem um determinado peso. Onde:

- Holandês: 340 kg;
- Parda Suíça: 340 kg;
- Jersey: 230 kg;
- Ayrshire: 300 kg;
- Guernsey: 250 kg.

#### d) 4º fase - Nas cobertas situadas em piquetes junto com as vacas secas

Três meses antes do parto, a novilha prenha será manejada no grupo das vacas secas, em piquetes contendo coberturas.

**e) 5º fase - Piquete maternidade**

Entre o período de uma semana antes do parto até 1 a 3 dias após o mesmo o animal deverá ficar na maternidade. A maternidade consiste de um abrigo coberto, contendo cama limpa, ligado a um piquete maternidade e próximo ao estábulo.

**f) 6º fase - Introdução ou volta ao rebanho leiteiro**

Nesta fase as vacas são introduzidas ao rebanho leiteiro. As bezerras recém-nascidas são levadas para os bezerreiros e os bezerros machos recém-nascidos levados, também, para os bezerreiros ou são descartados.

**2.2. Tipos de sistemas de criação**

Os sistemas de criação mais utilizado para gado são três: extensivo, semi-extensivo e intensivo. A opção por um modelo ou outro depende de minuciosa análise de mercado para que se possa avaliar: a demanda e a qualidade do leite a ser produzido. A escolha do melhor sistema de criação dependerá também das condições econômicas do criador, do local e dos meios de produção disponíveis.

**a) Sistema extensivo ou regime exclusivo de pastejo:** É o sistema ainda predominante em muitas regiões. Os animais são ordenhados uma só vez por dia, mesmo porque a produção leiteira é reduzida. O rebanho, geralmente sem padrão racial definido, é levado duas vezes ao curral: pela manhã, para a ordenha manual, e à tarde, para separação dos bezerros. As instalações principais são simples, constituindo basicamente por um estábulo onde os animais são ordenhados e alimentados; e podem conter ainda, uma sala de leite simples que pode inclusive servir de escritório e depósito, curral de alimentação com bebedouros, silos para forragens, cercas para piquetes de pastagens.

**b) Sistema semi-extensivo ou semi-estabulação:** Neste sistema o rebanho trabalhado geralmente é melhorado, portanto, de maior produção, sendo a ordenha feita duas vezes ao dia. Nas ordenhas, podendo ser manual ou mecânica, o gado é suplementado com rações e volumosos. Assim, a alimentação no pasto é complementada, por exemplo, com silagem ou capim picado na época de estiagem. As instalações principais são um pouco mais complexas, podendo conter: curral de alimentação com bebedouros, curral de espera, sala de ordenha, sala de leite, escritório, farmácia, sala de máquinas, bezerreiro fora do estábulo, esterqueira, reservatórios, silos ou fenis para forragens, cercas para piquetes de pastagens com bebedouros e saleiros e outras instalações auxiliares.

**c) Sistema intensivo ou regime de estabulação:** Os animais são confinados em estábulos, onde recebem toda a alimentação necessária, e são levados para ordenha duas a três vezes ao dia. A sala de ordenha é equipada com ordenhadeiras mecânicas e as outras unidades como sala de leite, sanitários, sala de máquinas, farmácia, depósito, escritório, curral de espera e outras instalações auxiliares que são mais complexas e exigem um controle sanitário mais eficiente.

A grande vantagem do sistema intensivo de criação consiste na eficiência do manejo e no conseqüente aumento da produtividade, pois o alimento pode ser produzido em áreas menores, armazenado e fornecido durante todo o ano. Os animais são separados em instalações próprias, em lotes, de acordo com a idade e a fase de produção. Assim, bezerras, novilhas, vacas secas e vacas em produção ficam separadas.

### 2.3. Tipos de ordenha

A ordenha pode ser realizada de forma:

**a) Manual:** a ordenha manual tem rendimento variável dependendo de uma série de fatores, mas pode-se considerar como normal 18 a 25 vacas por homem, ou cerca de 200-250 litros por homem/dia.

**b) Mecânica:** a mecanização permite a redução do tempo de ordenha e do número de retireiros, além de se obter leite teoricamente mais higiênico. Teoricamente porque o uso inadequada da máquina e a limpeza deficiente do equipamento podem causar maior incidência de mamite e perda de leite por acidificação. que na ordenha manual.

A ordenha mecânica pode ser realizada em:

• **Modelo Balde ao Pé:** Consta de uma bomba de vácuo e reservatório, tubulação de vácuo de 1", válvula e torneira de vácuo, vacuômetro e conjunto de ordenha com pulsador, teteiras e balde inox de 20 litros.

• **Modelo por Circuito Fechado:** É indicada para ordenha em sala de fosso ou estábulo com mais de 60 vacas. Como não há necessidade de balde, evita-se perda de tempo de montá-lo e desmontá-lo, além de repetidas caminhadas do local de ordenha até a sala de leite. Neste sistema, o leite vai das teteiras através da tubulação condutora, diretamente para a sala de leite.

### 3. PRINCIPAIS INSTALAÇÕES NECESSÁRIAS À ATIVIDADE LEITEIRA

Como pudemos verificar nos itens colocados acima, o número e o padrão das instalações necessárias à atividade leiteira depende muito do sistema de criação e também do manjo adotado na propriedade. Geralmente as principais instalações são:

- estábulos
- sala de leite
- farmácia
- banheiro
- depósito para fezes e urina
- depósito de ração, insumos e ferramentas
- instalações auxiliares como: cochos; bebedouros, saleiros, cercas, tronco, pedilúvio, balança, lava-pés, embarcadouro e outros
- sala de ordenha
- escritório
- sala de máquinas
- bezerreiro
- silos e fenis
- silos

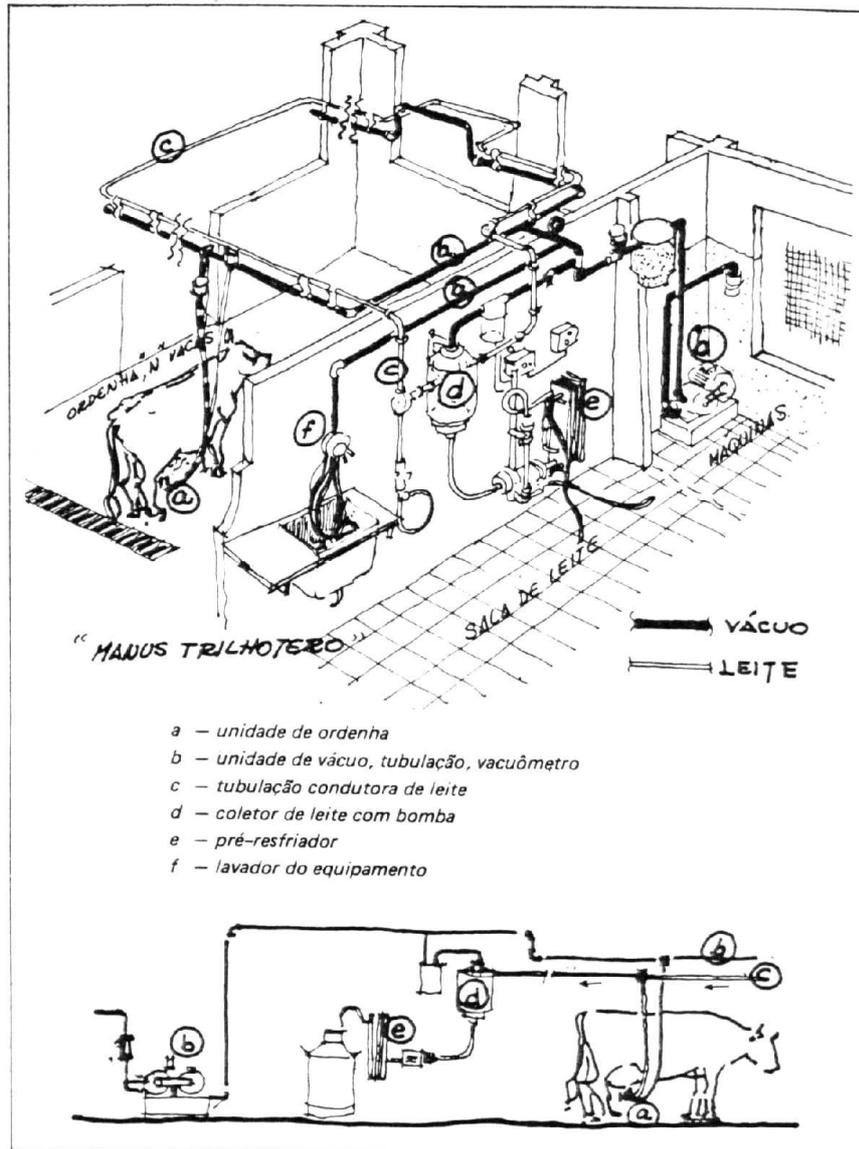


Fig. 6.2 - Sistema de ordenha por circuito fechado

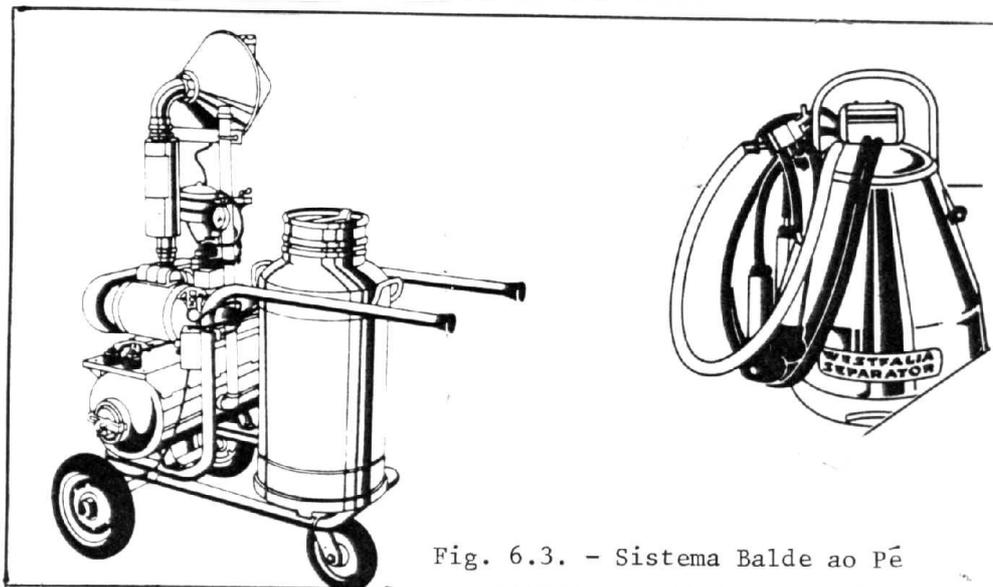


Fig. 6.3. - Sistema Balde ao Pé

### 3.1. Estábulo

**3.1.1. Divisão dos estábulos:** o estábulo é o local onde as vacas são alimentadas e ordenhadas, compondo-se basicamente das seguintes divisões:

- cômodo (sala) de ordenha com comedouro e contenção;
- sala de leite;
- depósito de ração concentrada com mesa de anotações e armário.

Ocasionalmente poderá ter ainda:

- cômodo para máquinas de ordenha mecânica;
- bomba de vácuo para ordenha;
- compressor e motor do resfriador;
- baia para bezerros no caso de vacas mestiças de zebu;
- vestiário e sanitário;
- plataforma de embarque e desembarque.

### 3.1.2. Recomendações para os estábulos

• Para construção de estábulos novos recomenda-se que a ordenha seja rotativa, entrando e saindo grupos de vacas e não todas de uma só vez, sendo o número de animais ou grupo estabelecido de acordo com o número de vacas do rebanho e sistema de ordenha.

• É recomendável, o uso de estábulos pequenos para ordenha rotativa com cochos para concentrado (sala de ordenha), ficando o cocho para volumosos no curral ou no estábulo de confinamento. Os já construídos fora do aconselhado, podem receber melhoramentos que lhes dêem mais racionalidade de funcionamento.

• Os estábulos onde as vacas entram todas de uma vez e recebem concentrado e volumoso durante a ordenha têm uma série de desvantagens, ressaltando-se:

- grande área construída e elevado custo;
- permanência longa devido ao consumo de volumoso;
- limpeza mais difícil;
- possibilidade de contaminação do leite quando certos volumosos como a silagem são fornecidos;
- tubulações e bombas mais caras no caso de ordenha mecânica, devido à distância até a sala de leite e de máquinas.

### 3.1.3. Tipos de estábulo para sistema intensivo

Para o regime de sistema intensivo ou de estabulação, podemos classificar o local de contenção do animal em :

**a) Boxe individual para deitar:** O espaço para o animal deitar é de tal tamanho que serve para um animal. Os boxes geralmente não sujam muito, sendo o uso de cama limitado (em torno de 300 gramas de serragem/vaca por dia). Dentro ou fora do estábulo tem uma área especial para a alimentação.

Dados gerais:

- comprimento do boxe: 220 - 230 cm;
- largura do boxe: 110 - 120 cm;
- altura da divisão dos boxes: 100 - 105 cm
- nível do piso do boxe: + 10 cm acima do corredor;
- piso: saibro duro ou concreto;
- cama: serragem/cepilho;
- largura do corredor central: 300 cm;
- largura corredor entre boxe e cocho: 350 cm.

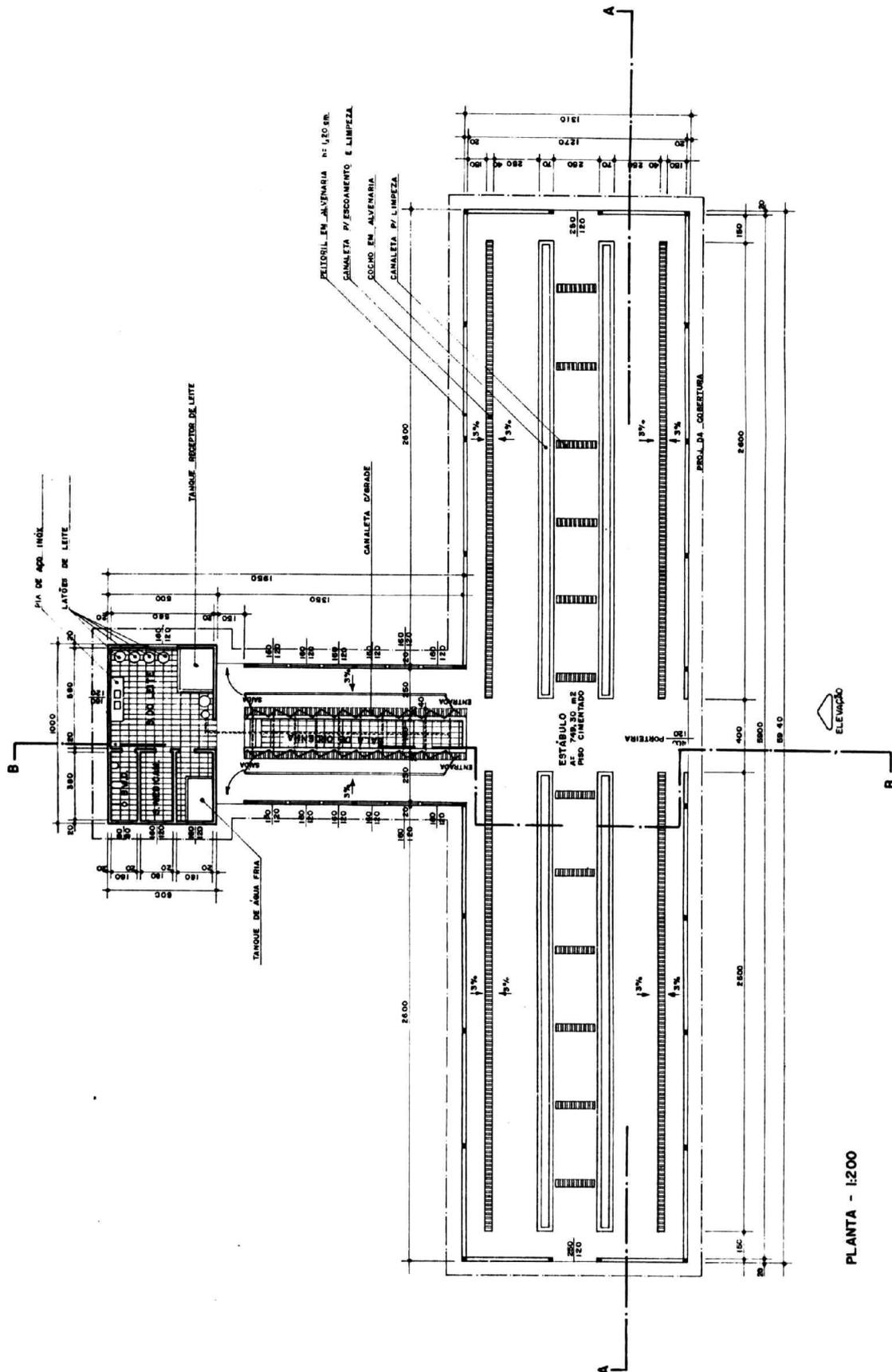


Fig. 6.4. - Estábulo c/ sala de ordenha tipo espinha de peixe

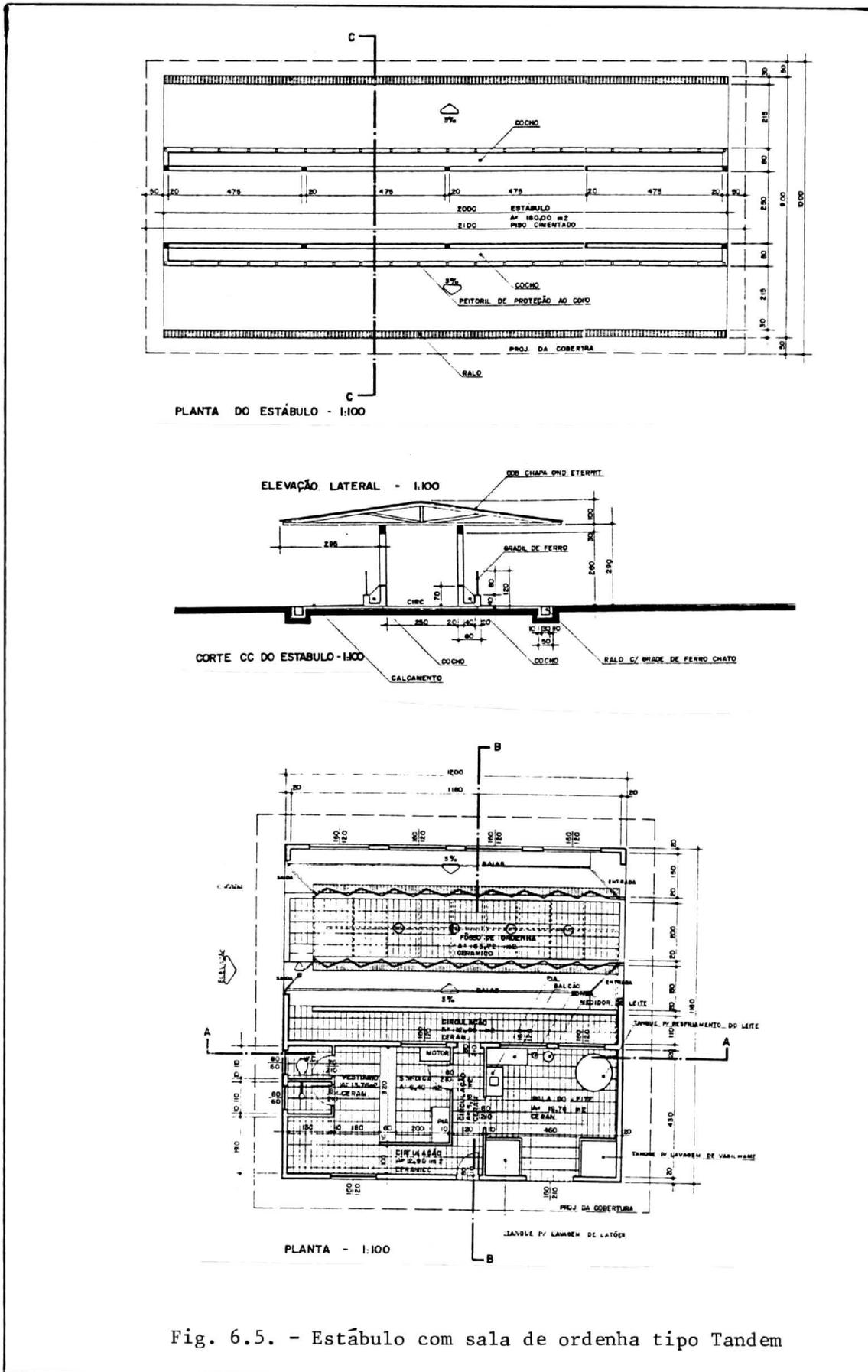


Fig. 6.5. - Estábulo com sala de ordenha tipo Tandem

**b) Boxe individual para deitar e alimentar:** As vacas comem no mesmo lugar onde deitam, permanecendo somente o corredor para movimentação e a sala de ordenha. Com este sistema geralmente o consumo de cama é maior, e as vacas se sugam mais facilmente. A área construída por vaca é menor, portanto o investimento também é menor.

Dados gerais:

- comprimento do boxe: 165 cm
- largura do boxe: 120 cm;
- altura da divisão dos boxes: 105 cm;
- nível do piso do boxe: + 10 cm acima do corredor;
- piso: saibro duro ou concreto;
- cama: serragem/cepilho;
- largura do corredor central: 300 cm;
- largura do cocho: 60 cm.
- nível do cocho: 10 cm do piso das vacas.

**c) Movimentação livre sem boxe:** Neste caso as vacas tem uma área comunitária para deitar. Os animais sujaram toda área, portanto o consumo de palha é alto (3-4 kg/vaca/dia) para manter os animais limpos. O piso pode ser de solo-cimento, concreto ou até mesmo sem revestimento, resultando numa construção simples e barata

Dados gerais:

- área por vaca: 5 m<sup>2</sup>/vaca;
- nível do cocho: 70 cm acima do piso;
- vão livre: 300 cm;
- nível máximo de esterco/palha: 50 cm.

### 3.2. Salas de ordenha

As salas de ordenha podem ser divididas em três tipos:

- sem fosso em ala simples ou dupla;
- com fosso, podendo-se optar pelos modelos: espinha de peixe; passagem; portão ou tandem; e carrossel.
- metálicas transportáveis.

#### 3.2.1. Salas de ordenha sem fosso

As salas de ordenha sem fosso podem ser construídas de duas maneiras:

- **Em ala simples:** este modelo é recomendado para rebanhos pequenos (até 20 vacas), apresentando como vantagens a simplicidade do telhado e da instalação em geral.
- **Em ala dupla:** este modelo é recomendado para rebanhos com ordenha manual ou "balde ao pé" e até 100 vacas para ordenha mecânica automática.

##### a) Dados para dimensionamento da sala sem fosso tipo ala simples

- **largura:** 3,5 a 4 metros;
- **altura mínima do pé-direito:** 2,7 a 3,0 metros;
- **nº de vacas:** é recomendável que a ordenha de todas as vacas seja realizada em menos de 2 horas, portanto, a sala de ordenha deverá ter capacidade para conter aproximadamente 10% do rebanho em lactação;
- **comprimento da sala:**

$$\text{Comprimento} = N^{\circ} \text{ vacas} * 1,2 \text{ m (ou 1,35 m com bezerros)} + \text{Comp. da porteira}$$

**b) Dados para dimensionamento da sala sem fosso tipo ala dupla**

- **altura mínima do pé-direito:** 2,7 a 3,0 metros;
- **largura**
  - modela cabeça com cabeça: 4 metros;
  - modela traseiro com traseiro: holandesas 6 metros; e jersey 5 metros.
- **nº de vacas:** é recomendável que a ordenha de todas as vacas seja realizada em menos de 2 horas, portanto, a sala de ordenha deverá ter capacidade para conter aproximadamente 10% do rebanho em lactação;
- **comprimento da sala:**

**Comprimento = Nº de vacas por ala \* 1,2 m (ou 1,35 m com bezerros) + Comp. da porteira**

**c) Aspectos construtivos para:**

- |                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| • alicerces                    | • piso              |
| • divisórias                   | • postes ou pilares |
| • pé-direito                   | • cobertura         |
| • forro                        | • pintura           |
| • instalações elétricas        | • ponto de água     |
| • comedouros para concentrados | • contenção         |
| • serviço de montagem          |                     |

**3.2.2. Salas de ordenha com fosso**

Neste caso a ordenha é sempre mecânica e automática (circuito fechado) com tubulações de vácuo e leite em linha baixa ou alta, evitando caminhada do ordenhador até a sala de leite. Estas salas podem ser assim classificadas:

• **Sala “Espinha de peixe”:** Permite ordenha muito rápida, a ponto de atingir 120 vacas/ordenha. Consta de um fosso para ordenhador com largura de 1,50 a 1,80 metros e uma ou duas passarelas mais altas 0,75 metros para as vacas. As vacas formam ângulo de 30° com o corredor e ocupam espaço de 1,0 a 1,2 x 1,5 metros, incluindo o comedouro.

Um sistema de contenção em canos de 1 1/2", com portão de entrada e saída permite ao ordenhador controlar de dentro do fosso o fluxo de vacas.

Em cada lado as vacas entram todas de uma vez, são preparadas e ordenhadas ao mesmo tempo. São colocados comedouros na lateral e a distribuição dos alimentos concentrados pode também ser mecânico, com descarga controlada e dentro do fosso. Neste caso ter-se-ia um silo metálico externo.

• **Modelo de Passagem:** Com fosso, de iguais características ao anterior, as passarelas das vacas são mais estreitas, pois elas se acomodam em fila no espaço de 0,90 x 2,30 metros/vaca. Este modelo possui proteções laterais com canos de 1 1/2" e portões divisórios entre vacas, corredeiras tipo guilhotina, contendo comedouro, tudo controlado pelo ordenhador de dentro do fosso. As vacas entram, são ordenhadas e saem simultaneamente de cada lado, devendo pois ser homogêneas quanto à produção.

A rapidez da ordenha, neste modelo, é menor que no de “espinha de peixe”, pois a distância entre úbere é bem maior.

O sistema de contenção no entanto é bem mais barato que no de espinha de peixe e no modelo de portão.

• **Modelo de Portão ou Tandem:** Possui o mesmo fosso para o ordenhador, com as passarelas para as vacas na largura de 1,80 metros cada, e comprimento de 2,20-2,30 metros por animal. Pode também ser de ala simples ou dupla. A entrada e saída de uma vaca a cada box é independente das demais, pois as baias são individuais. A produção pode ser heterogênea sem que uma vaca atrase as demais. No entanto, o fluxo é mais lento que no sistema espinha de peixe, seja pelo controle individual como pela maior distância entre úberes.

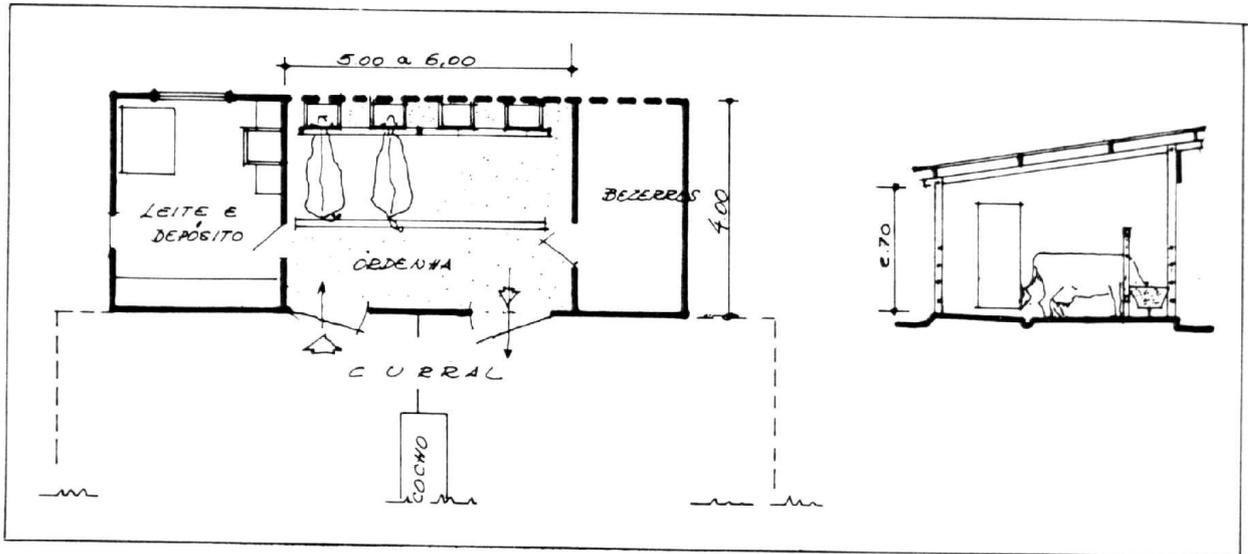


Fig. 6.6. – Sala sem fosso, em ala simples

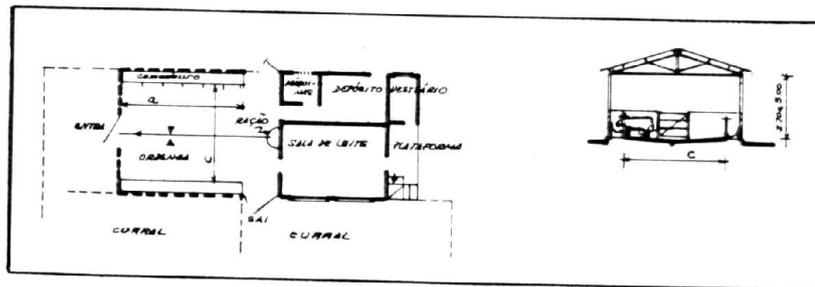


Fig. 6.7. – Sala sem fosso, em ala dupla, traseiro com traseiro

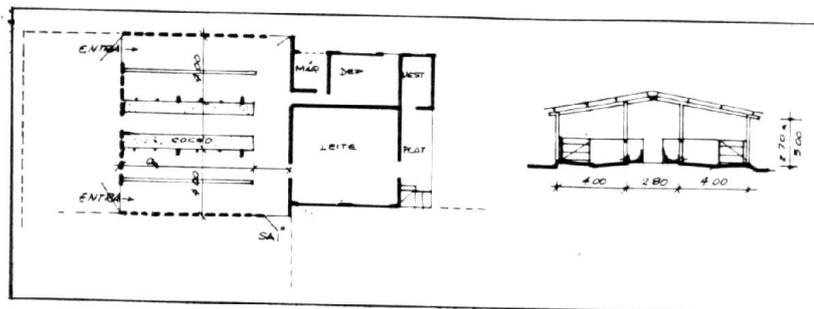


Fig. 6.8. – Sala de ordenha em ala dupla, cabeça com cabeça

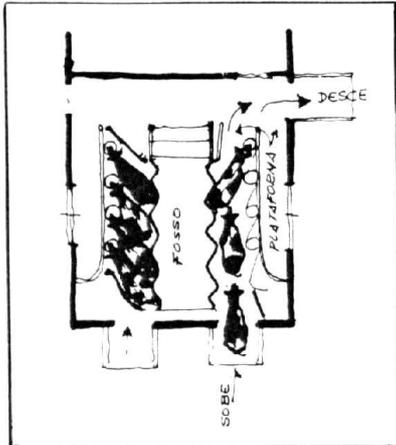


Fig. 6.9. - Sala de ordenha  
espinha de peixe 2 x 4

Fig. 6.10.-  
Detalhe de  
uma sala de  
ordenha tipo  
carrossel, modelo  
móvel, vista  
de cima

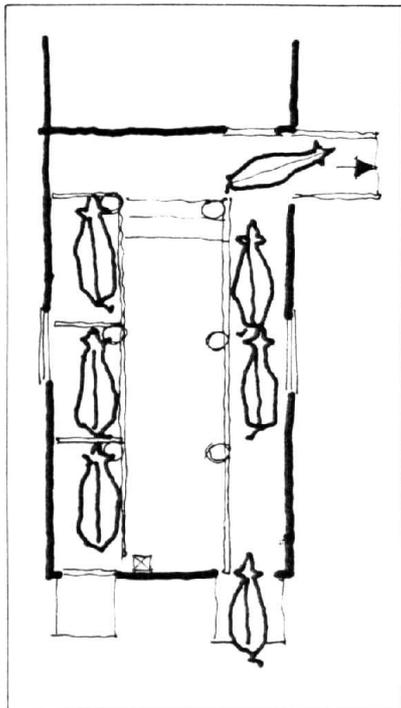
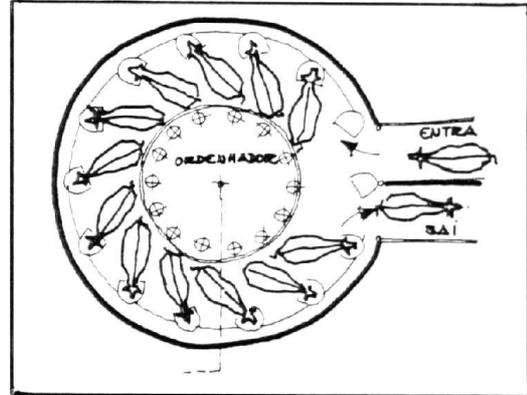


Fig. 6.11B - Modelo de passagem  
ou "Walk Through"

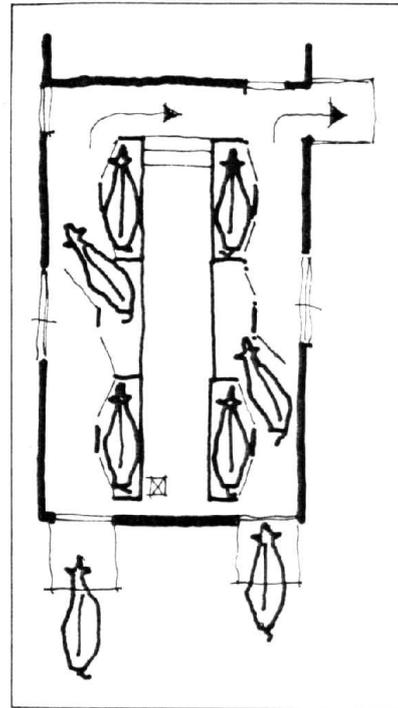


Fig. 6.120 - Detalhe de sala de ordenha  
tipo Portão, vista de cima

A vantagem deste modelo é a visão direta dos comedouros e seu controle, quanto à alimentação. No entanto a contenção é a mais cara, pois cada box tem dois portões de controle.

• **Modelo Carrossel:** É utilizado em rebanhos de alta produção possibilitando grande rapidez na ordenha. Com 14 contenções um operador atinge 70 vacas/hora, podendo dois ordenhadores atingir até 180 vacas/hora com 28 contenções. O modelo pode ter plataforma fixa ou móvel.

O modelo móvel consiste em uma sala circular com fosso, sendo a plataforma das vacas corrediça, ou seja, rotativa, com o círculo completado entre 7 e 12 min., permitindo ajustes de tempo. Dessa forma as vacas são conduzidas pelo giro da plataforma até o ordenhador. Há um portão de entrada e outro de saída controlando o tráfego dos animais. Sua disposição pode ser em “espinha de peixe” ou Tandem, tendo cada, divisão, sua própria unidade de ordenha. O modelo “espinha de peixe” oferece rendimento bem maior e menor área construída que o Tandem.

#### a) Dados para dimensionamento da sala de ordenha com fosso

- **número de alas:** 1 ou 2;
- **fosso:**
  - largura de 1,75 a 1,8 metros;
  - altura: 0,75 metros;
- **contenção:** canos de 1 1/2"
- **espaço ocupado pelo animal na sala tipo:**
  - “espinha de peixe”: 1,0 a 1,2m x 1,5 a 1,9 m com o cocho;
  - passagem: 0,9 x 2,3 metros/vaca;
  - tandem: 2,20 a 2,3 metros por animal;

#### b) Aspectos construtivos

- |                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| • alicerce               | • baldrame         |
| • aterro                 | • piso             |
| • divisórias             | • janelas          |
| • revestimento dos pisos | • rampas e degraus |
| • revestimento           | • cobertura.       |

### 3.3. Sala de leite

Em muitos retiros brasileiros de pequenos proprietários, que usam o leite para o consumo e fabricação de queijos em pequena escala, não têm água encanada e portanto o leite é levado direto para a cozinha. Nestas propriedades, não existe sala de leite.

Os demais terão no mínimo um tanque para lavar baldes, (sendo os latões lavados nos laticínios) e um suporte para latões, permanecendo estes de boca para baixo. Neste caso, deve-se fazer pelo menos um estrado de ferro, evitando contato com o piso. Os resfriadores de tanque aberto e água corrente ou de imersão ou os modelos com refrigeração aparecem principalmente quando se fazem duas ordenhas.

O projeto de uma sala de leite é feito partindo-se de um esboço, onde se colocam os equipamentos após dimensioná-los.

Medidas práticas recomendadas para as salas de leite:

- rebanho < 20 vacas em produção: 12 m<sup>2</sup>;
- rebanho entre 20 - 30 vacas em produção: 18 m<sup>2</sup>;
- rebanho entre 30 - 40 vacas em produção: 20 m<sup>2</sup>;
- rebanho > 40 vacas em produção: 20 a 30 m<sup>2</sup>.
- altura do pé-direito > 2,7 m

### 3.4. Escritório e depósito

É um cômodo destinado a permitir anotações e registros diários além de armazenar ração concentrada pronta para as vacas e guardar produtos veterinários, seringas, botijão de sêmen entre outras coisas.

Para isto, deve ter mesa de 1,20 x 0,70 metros com cadeira e fichário simples. Na parede pode-se ter um mapa com controle individual das vacas quanto a seu desempenho produtivo e reprodutivo, além de controle de uso das pastagens.

Um armário de 1,0-1,2 m de largura é suficiente para guardar produtos e instrumentos veterinários.

Sobre estrado de madeira, separado do piso por 12 cm, ficará a ração concentrada em sacos de 40 kg.

Dados gerais:

- consumo aproximado de ração: 4 kg/vaca/dia;
- dimensões de um saco de ração de 40 kg: 60 x 90 x 15 cm;
- período recomendado de armazenamento da ração: 8 dias;
- altura recomendada para pilha de sacos de ração: 10 sacos.

Especificações para Sala de Leite e de Escritório/Depósito e Sala de Máquinas

- alicerce
- revestimento de alvenaria
- instalações elétricas
- pintura
- revestimento do piso
- forro ou laje
- aberturas e esquadrias

### 3.5. Vestiário e sanitário

É obrigatório no caso do leite B; pode ser construído no próprio estábulo ou fora dele. Quando anexo, a porta não deve abrir para dentro de qualquer dependência do estábulo. Quando fora do estábulo, deverá ter um passeio concretado de comunicação.

Deve ter um chuveiro, um vaso sanitário com tampa e um lavatório, além de armário ou cabides para roupas. No caso de trabalhadores dos dois sexos, dois cômodos serão necessários

### 3.6. Curral e seus anexos

O Brasil caracteriza-se climaticamente: por um período chuvoso, que dura de seis a sete meses, no qual há abundância de pastagens de boa qualidade; e por outro de estiagem, que dura de cinco a seis meses, com escassez e baixa qualidade de pastagens. Neste período, os animais permanecem de quatro a oito horas diárias no curral, para receber alimentação volumoso. Esta permanência caracteriza o semi-confinamento das vacas em lactação.

Assim, curral e cocho de volumosos praticamente se completam.

A forma do curral depende diretamente do modelo de comedouro, e, portanto, esse deve ser dimensionado antes do curral.

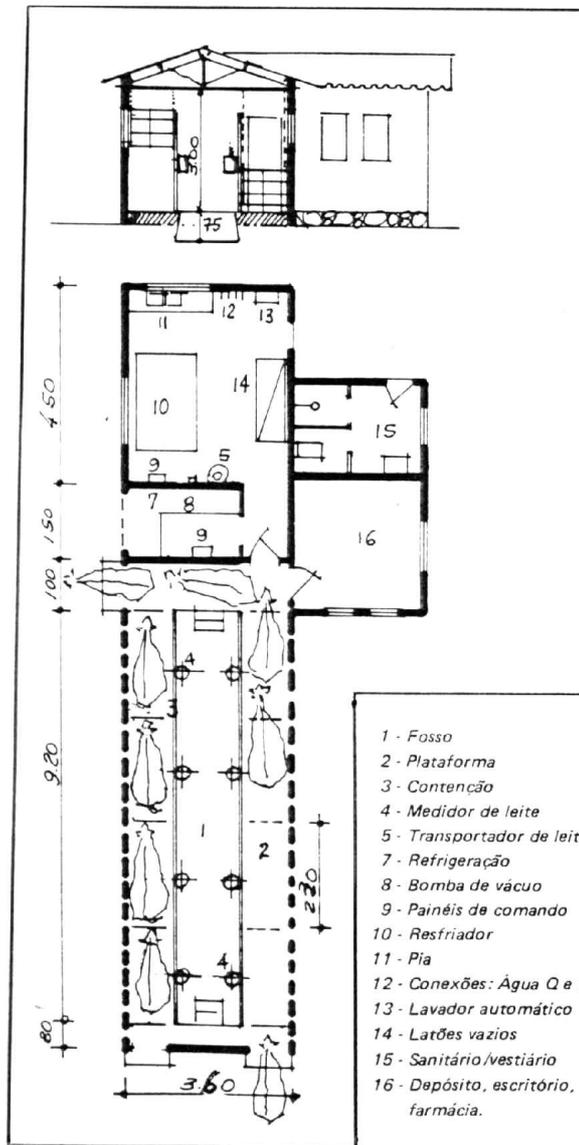


Fig. 6.13. - Corte vertical transversal e planta baixa de estábulo com sala de leite modelo (M-8) (Sala de ordenha "Walk-through" 2 x 4 em linha reta).

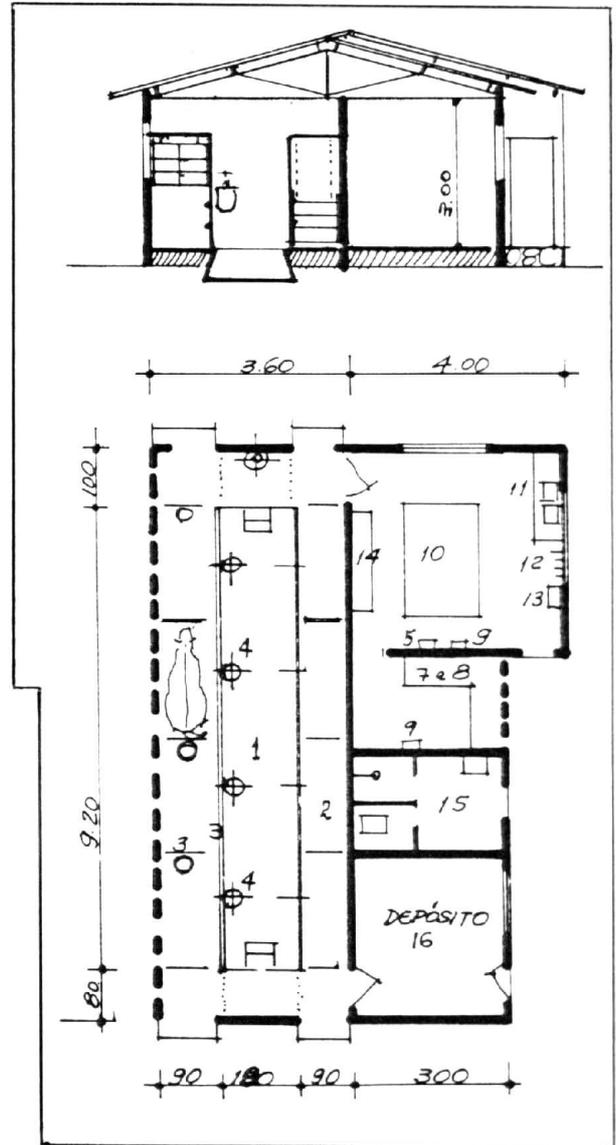


Fig. 6.14. - Corte vertical transversal e planta baixa de estábulo com sala de leite modelo (M-9) (Sala de ordenha "Walk-through" 2 x 4 em paralelo).

### 3.6.1. Cochos para volumosos

Os cochos podem ser divididos quanto ao acesso dos animais e quanto aos materiais utilizados.

**a) Quanto ao acesso:** podem ser simples e duplos, sendo usados também dois duplos. O espaço linear por vaca é de 0,70 a 0,80 metros em qualquer caso.

Os cochos mais comuns são altos, com 60 cm na parte de acesso dos animais e 90 cm na parte posterior. O fundo fica a 30 cm do piso sendo a largura interna de 50 a 60 cm para os simples e 90 cm para os duplos. Este comedouro é caro, e seu custo pode ser reduzido bastante para isso colocar o fundo a 5 cm do piso, e, conseqüentemente, a parede da frente teria 30 cm e a posterior 50 a 60 cm.

**b) Comedouros para Volumoso:** podem ser feitos de madeira, alvenaria de tijolos, placas pré-moldadas ou concreto.

Cochos simples são encostados em uma das laterais do curral, bem próximos aos silos e ao cômodo de picadeira. Permitem o abastecimento por carretas ou carroças sem incomodar os animais e por isso são mais práticos. Recomenda-se a cobertura para evitar o ressecamento da forragem em ambos os casos.

Os comedouros devem ser fáceis de limpar e lavar, a superfície interna deve ser bem lisa e com formato que evite retenção de detritos. Quando de alvenaria cimentada, devem ser dotados de drenos de 2" com tampão e o revestimento deve ser natado ou em cerâmica. No caso de madeira, esta deve ser aparelhada.

A posição dos cochos deve ser planejada de modo a evitar o sol internamente. Em nosso hemisfério, o comprimento ficará na posição leste-oeste. A cobertura deverá ter sua parte baixa voltada para norte.

#### c) Especificações de Construção de Cochos de Alvenaria para Volumosos

- Piso de concreto
- Cobertura dos Cochos de volumoso

### 3.6.2. Curral

Curral é a área destinada ao manejo e alimentação do gado, exigindo 4-8 m<sup>2</sup> de piso por vaca, sendo esta área menor para gado Jersey.

Em alguns casos pode ser necessário um curral de espera para ordenha, com área de 2 - 2,5 m<sup>2</sup> por cabeça. Além disso, os currais de alimentação e espera não são necessariamente juntos. No caso de leite B por exemplo, quando o curral de alimentação é calçado de pedra, pode-se mantê-lo, construindo outro de área bem menor, concretado que é o de espera. Um curral de alimentação pode servir também de curral de espera, de acordo com o planejamento geral da propriedade.

#### a) Forma do Curral de Alimentação

Pode ser retangular, quadrado ou circular, sendo que a disposição depende do espaço ocupado pelo cocho de volumoso e da topografia do terreno. Para evitar grandes cortes de terra em terrenos com 10% ou mais de declividade, tende-se mais para a forma retangular.

#### b) Dimensionamento

$$\text{Área do curral} = (\text{número de vacas} * \text{área necessária por vaca}) + \text{área do cocho}$$

#### c) Especificações da Construção do Curral

- Piso;
- Divisórias dos currais;
- Porteiras.

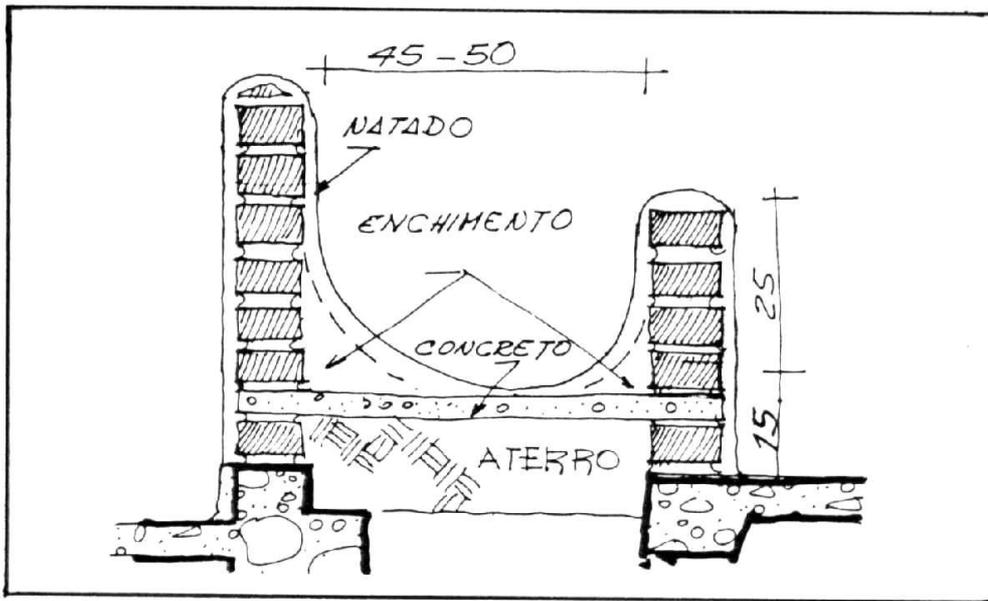


Fig. 6.15. - Comedouro para concentrados

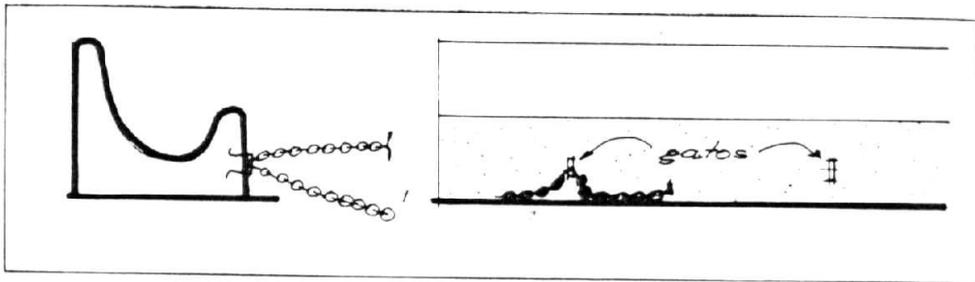


Fig. 6.16. - Cocho de alvenaria + corrente de abraças

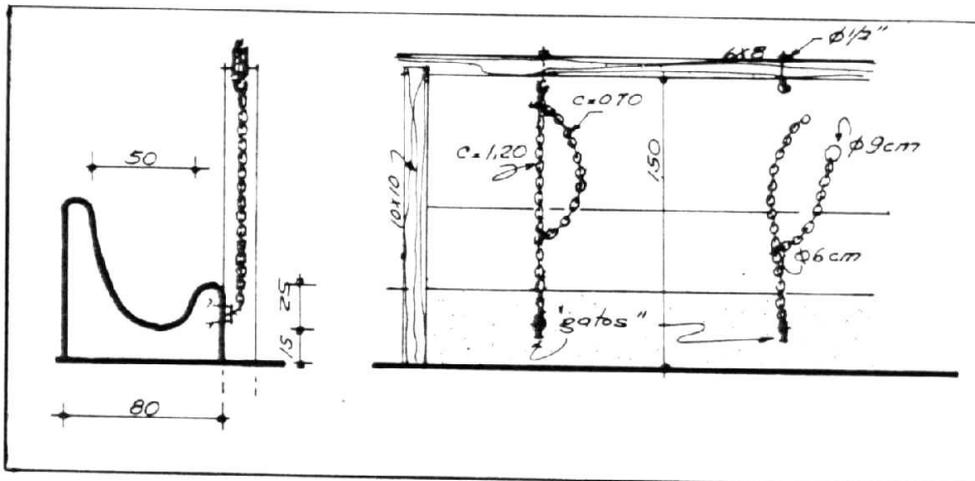


Fig. 6.17. - Corrente com movimento vertical

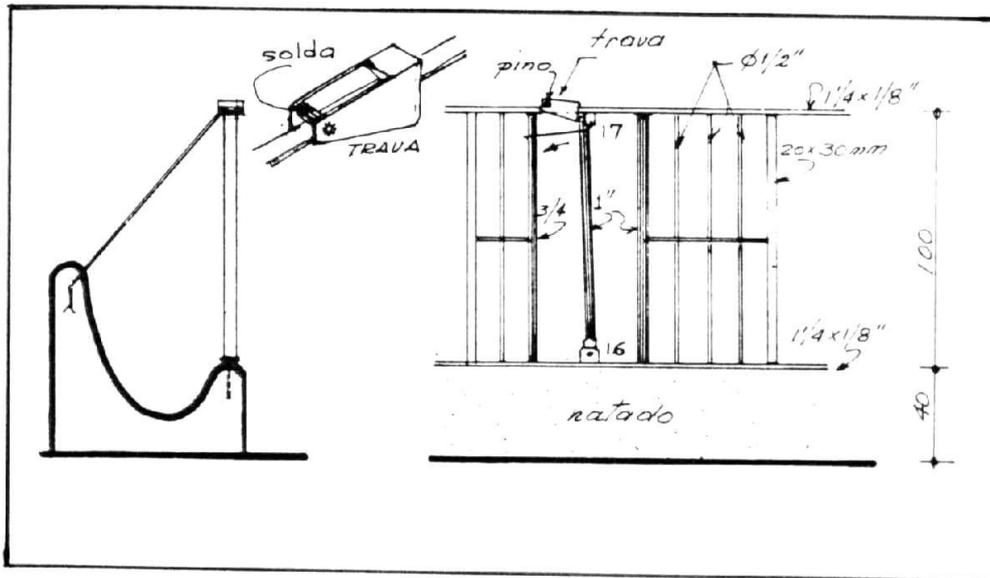


Fig. 6.18.- Cocho + canzil metálico

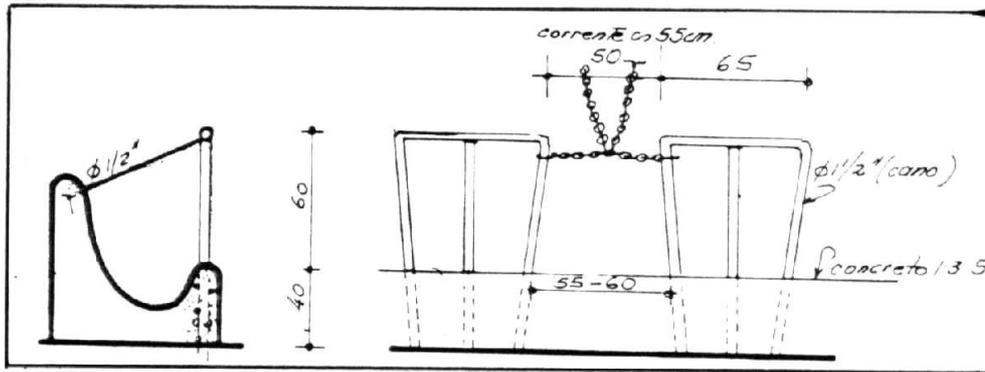
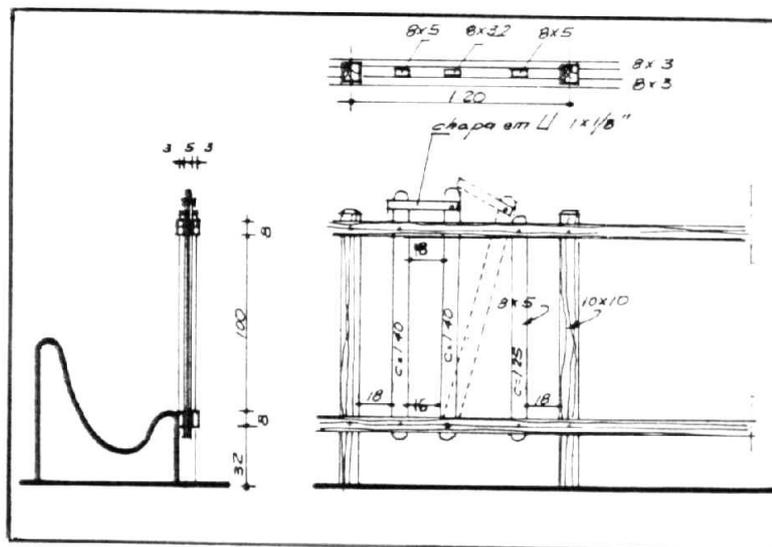


Fig. 6.19.- Cocho + corrente de amarrío móvel

Fig. 6.20.-  
Cocho +  
canzil de  
madeira



### 3.6.3. Tronco de contenção

Usado no caso de exploração de gado zebu para vacinação, contenção para curativos, etc. O piso é concretado (traço 1:4:8 ou 1:10) em ligeiro aclive de 0,5%. São usados esteios de 15 x 15 ou 18 x 18 x 320 distanciados entre si por 1,50 metros, inclinados, com altura livre de 2,05 metros.

Por dentro tábuas de 15 a 17 x 4, justapostas até a metade da altura e na metade superior distanciados entre si por 10 cm. Numa das laterais constrói-se uma passarela de tábuas a 0,70 metros de altura. À entrada e saída do tronco colocar portão de garfo ou correr, para evitar acidentes. Antes da entrada do tronco constrói-se uma seringa com abertura de 4,0 metros e comprimento de 3,0 metros, para facilitar a entrada dos animais no tronco.

Não colocar materiais que não as tábuas, tais como, cordoalha, arame, canos ou vergalhões de ferro, para evitar que os animais se machuquem. Também a travessa, que une os esteios dentro do tronco pelo topo, usada em algumas propriedades, deve ser evitada, pois pode causar acidente. Nas grandes propriedades de gado misto para leite e carne, o tronco tem melhoramentos entre os quais o salva-vidas de 06x1,5 metros, entre cada dois esteios, formado por união das quatro primeiras tábuas com chapas de 1 1/2 x 3\8". O movimento de abrir é permitido por duas dobradiças presas à quinta tábua. Dois trincos 7\8" fecham a esquadria nos moirões.

### 3.6.4. Embarcadouro

É uma instalação muito prática que permite embarcar rapidamente os animais, sem perda de tempo e sem atropelos. Deve ser precedido de uma seringa ou estar colocado logo após a seqüência tronco - porteira de apartação.

Dados gerais:

- altura: 1,0 - 0,8 m;
- comprimento: 3,0 m.

### 3.6.5. Bebedouro para curral

O dimensionamento dos bebedouros depende da necessidade diária de água pelos animais.

- vacas em lactação em regime de semi-confinamento: 20 litros/cabeça/dia
- vacas em lactação em regime de confinamento - 40 litros/cabeça/dia
- outras indicações: 4,5 litros/kg de matéria seca ingerida
- novilhas: 10 litros/ para 100 kg peso e bezerros 10 a 14 litros/dia

Os bebedouros devem ser amplos (20 litros/cabeça). Deve-se colocar bóia protegida por tampa, para manter constante o nível de água. Um tubo de 3/4 a 1" trará água do reservatório até a bóia, passando antes por um registro de gaveta.

Dados gerais:

- Nível de água do bebedouro: 0,6 m;
- Largura do bebedouro para acesso por um lado: 0,6 m;
- Largura do bebedouro para acesso por dois lados: 1,0 m.

### 3.6.6. Saleiro

É mais conveniente localizá-lo nos pastos, em cerca divisória, exceto no caso de gado confinado, quando sua localização é no curral. De qualquer forma, como a procura é ocasional, bastam as dimensões de 2,5 a 3,0 x 0,3 x 0,2 metros.

O cocho deve ser de madeira ou plástico com cobertura de telhas de barro ou cimento amianto, com abas de 0,90 a 1.20 metros. O pé direito deve ser baixo (1,80 m) para melhor proteção contra chuvas.

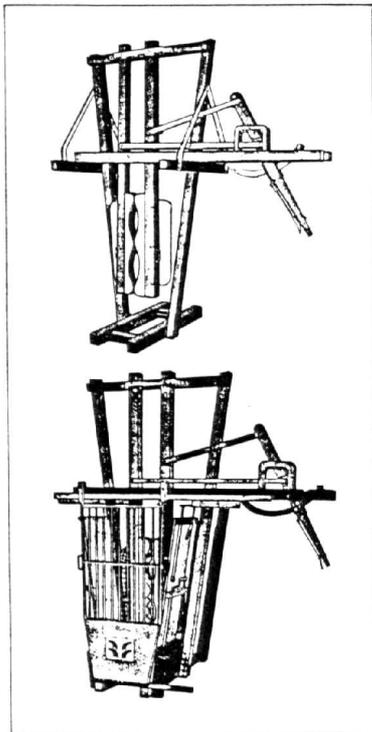


Fig. 6.21. - Modelo de tronco de contenção individual. G. Muttoni & Cia. Ltda.

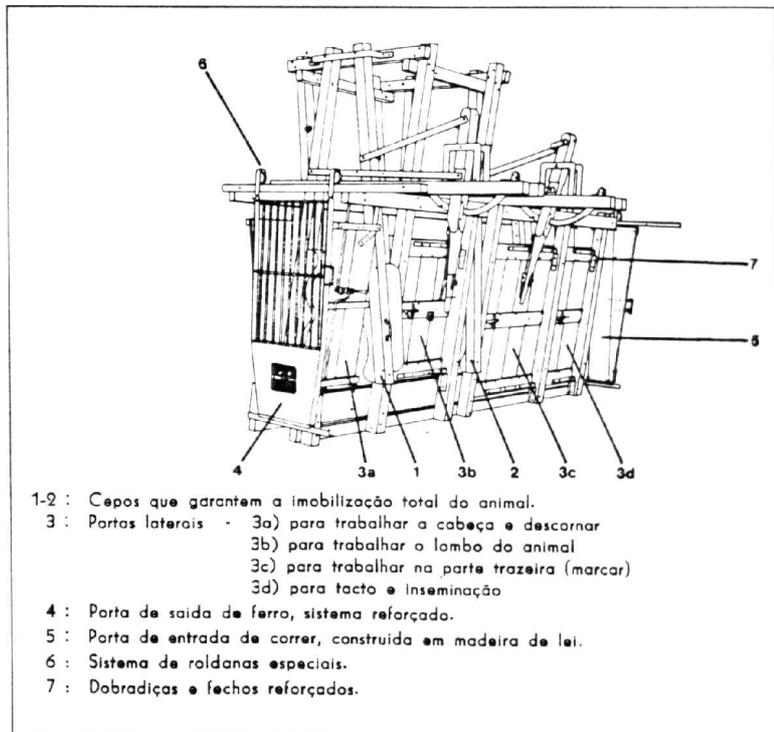


Fig. 6.22. - Modelo de tronco de contenção individual - G. Muttoni & Cia. Ltda.

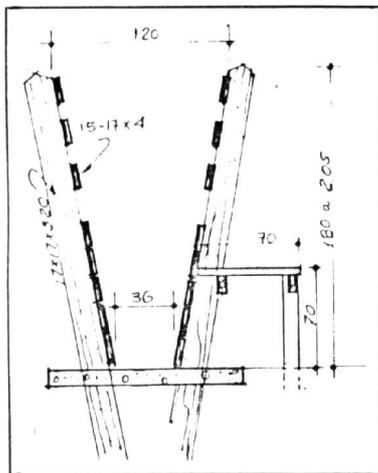


Fig. 6.23. - Detalhes de construção de tronco de contenção.

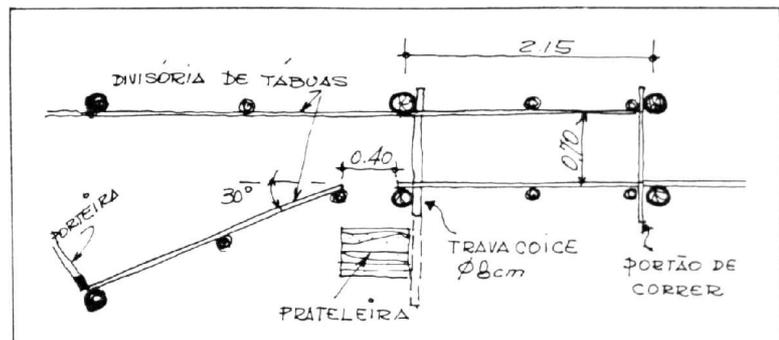
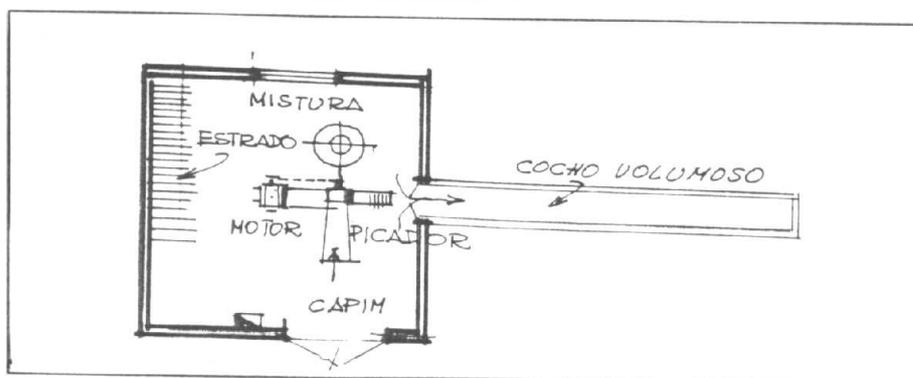
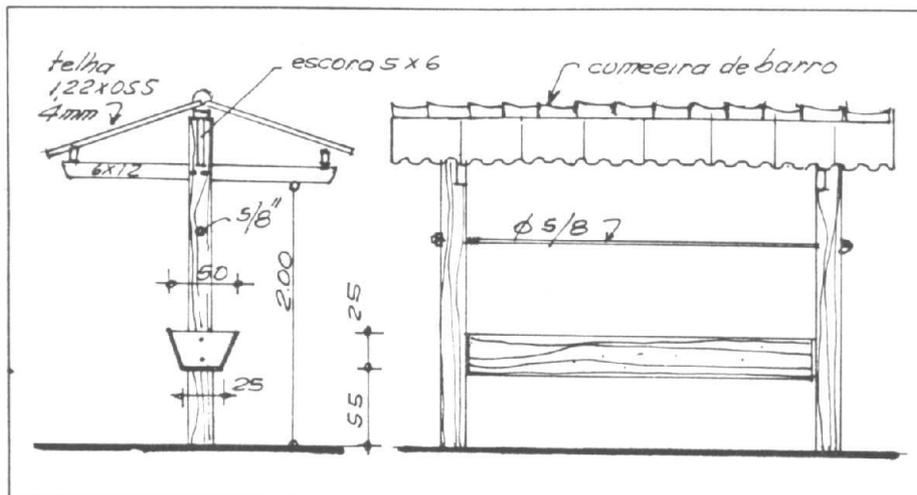
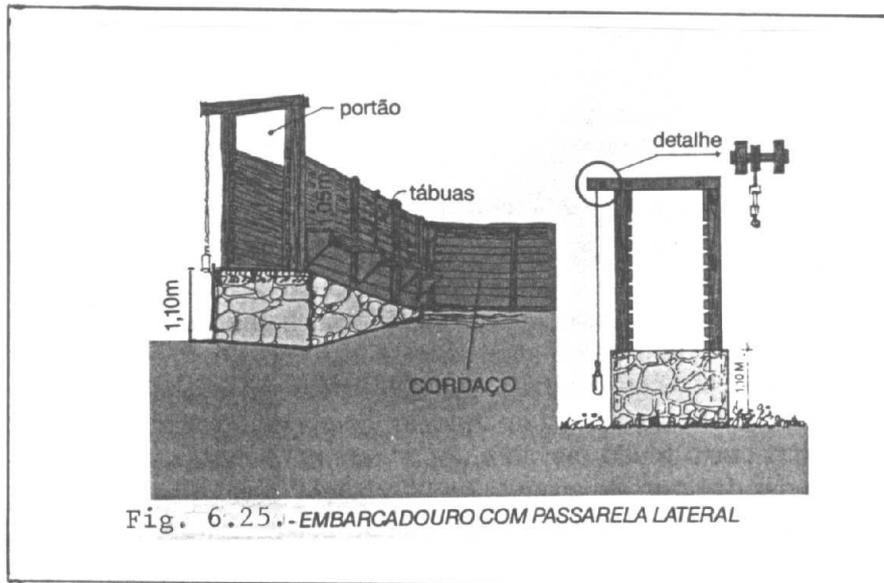


Fig. 6.24. - Detalhes de tronco de contenção para inseminação.



### 3.7. Cômodo para preparo dos alimento

A fim de baixar os custos de produção, recomenda-se que as diferentes rações sejam preparadas na própria fazenda. O cômodo de preparo dos alimentos deverá, de preferência, ser colocado junto aos silos, agrupando desta forma as estruturas envolvidas no preparo de alimentos. A ração, já pronta, será levada ao estábulo e outros locais de trato de acordo com a necessidade.

O espaço para máquinas é dimensionado de acordo com as informações de catálogos. Os sacos de ração podem ser posicionados num espaço de 1,8 x 2,4 metros, com 15 sacas de altura armazenado-se 120 sacas/m<sup>2</sup>. Se a pilha for de 12 sacas de altura, podem-se estocar 22 sacas/m<sup>2</sup>.

Após dimensionar os equipamentos através de consulta a catálogos, faz-se um esboço locando máquinas e sacos de ração. Para propriedades pequenas um picador-desintegrador é suficiente. Acima de 20 vacas convém usar um picador e um desintegrador separados.

### 3.8. Estrutura para conservação de forragens

Sob o ponto de vista agrônomo os silos são construções destinadas ao armazenamento e conservação de forragens verdes, cereais, grãos secos, sementes, óleo e frutas. São indispensáveis em toda propriedade onde há criação de gado vacum, cavalariço, muar ou lanígero e de grande necessidade nos centros de produção de cereais.

No Brasil, em virtude de sua localização na faixa tropical e úmida do continente, aparecem anualmente dois períodos bem definidos, ou seja: o período da seca e o período das chuvas.

No período da seca ocorre carência de volumoso. Ao contrário no período chuvoso ocorre produção em excesso que, na maioria dos casos, perde-se por falta de meios para seu armazenamento e conservação, possibilitando sua utilização, na época menos favorecida.

O prejuízo causado pela seca é alarmante, influenciando, principalmente, nos seguintes pontos:

- aumento da mortalidade do rebanho;
- diminuição da fertilidade;
- predisposição às doenças;
- quebra na produção de leite;
- perda de peso;
- idade do primeira cria retardada nas novilhas.

Ao mesmo tempo, perde-se, durante a estação das águas, uma quantidade razoável de alimentos (capineiras e pastos) que seriam suficientes para alimentar o gado no período de escassez. Uma das soluções é armazenar essas forragens de sobra, através da ensilagem. Para animais de maior produção, recomenda-se ensilar um alimento mais rico, como o milho, o sorgo ou misturas destes alimentos com leguminosas, cana etc.

#### 3.8.1. Localização dos silos

Uma boa localização exige contato direto entre o silo, qualquer que seja o seu tipo, e o cocho de volumoso. O resultado será facilidade e rapidez na distribuição do alimento com economia de tempo e dinheiro. É importante também, que a distribuição seja possível sem interferir com outros serviços, como ordenha, apartação, entre outros.

A localização mal feita pode ocasionar, inclusive, o abandono da prática, devido às dificuldades de manuseio.

No caso de grande distâncias há alternativas:

- montar um segundo retiro junto ao silo existente, e construir novo silo junto ao estábulo;
- não sendo excessiva a distância entre o silo e o estábulo, pode-se construir um cocho rústico para volumoso junto ao silo, deixando-se a área do estábulo apenas para ordenha e distribuição de concentrado;
- deixar a área junto ao silo existente, para novilhas, vacas secas e bezerros, construindo cochos para volumosos e, conseqüentemente, construir um novo silo perto do estábulo.

### 3.8.2. Escolha do tipo de silo

De maneira geral, podem-se apontar cinco tipos:

- trincheira
- superfície
- aéreo
- encosta
- cisterna.

Cada tipo de silo apresenta uma série de vantagens e desvantagens, as quais são apresentadas resumidamente na tabela abaixo. A escolha do tipo ideal para cada propriedade depende:

- das condições econômicas do criador;
- facilidade no carregamento;
- facilidade no descarregamento;
- facilidade de compactação para expulsão do ar;
- mão-de-obra necessária;
- condições de fechamento e vedação;
- valorização da propriedade.

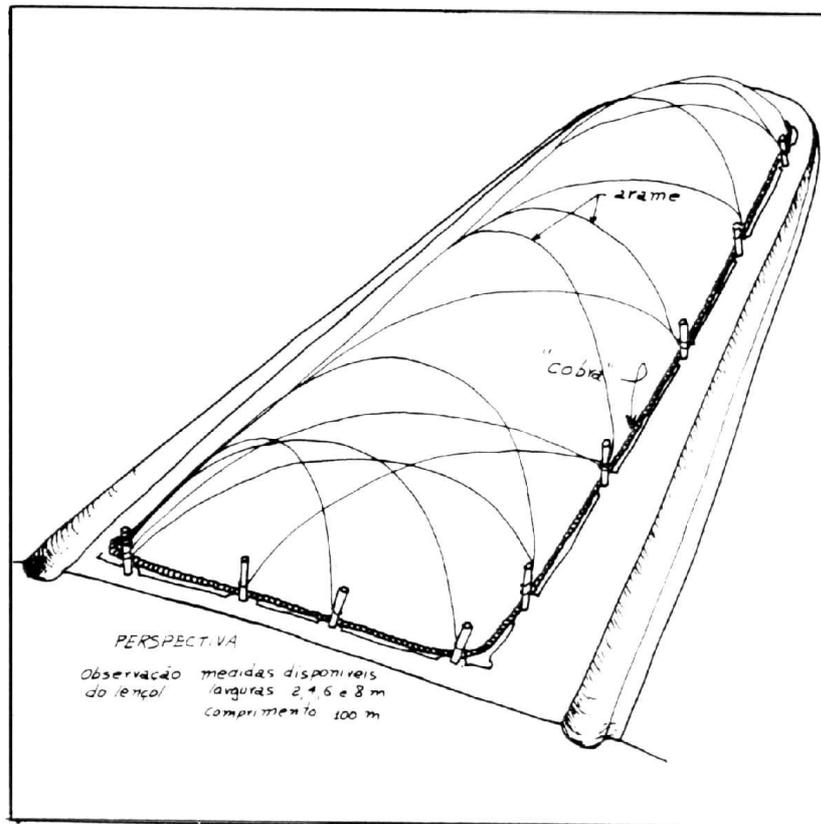


Fig. 6.286 – Silo de superfície completamente coberto e estaqueado.

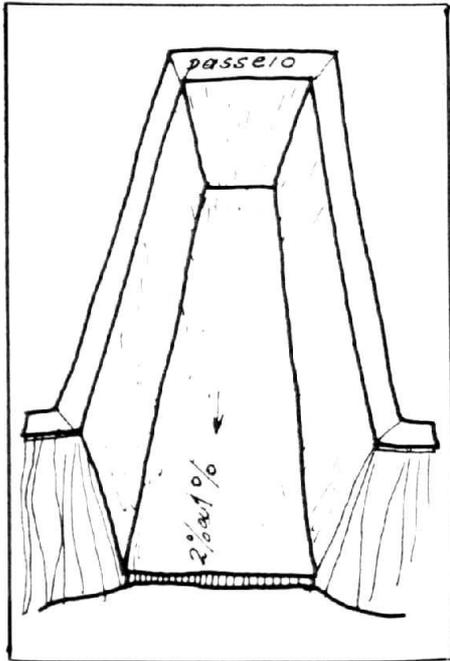


Fig. 6.29. - Rampamento terminado a enxada.

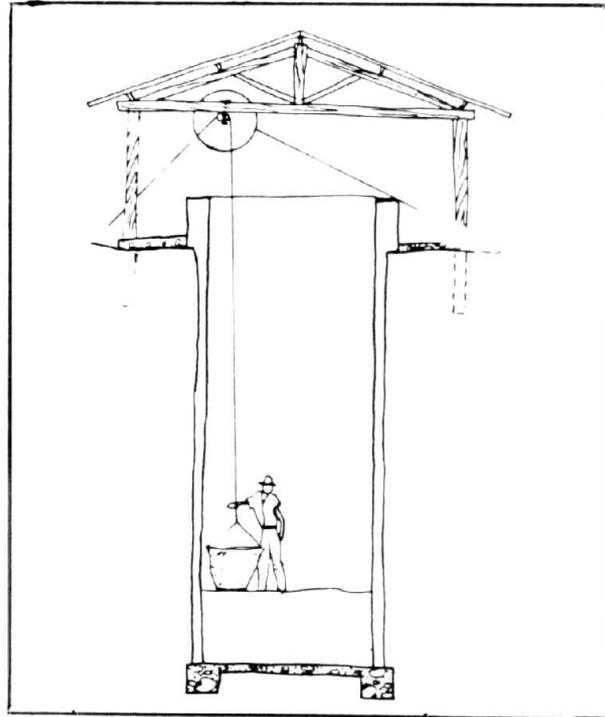


Fig. 6.31. - Silo Cisterna

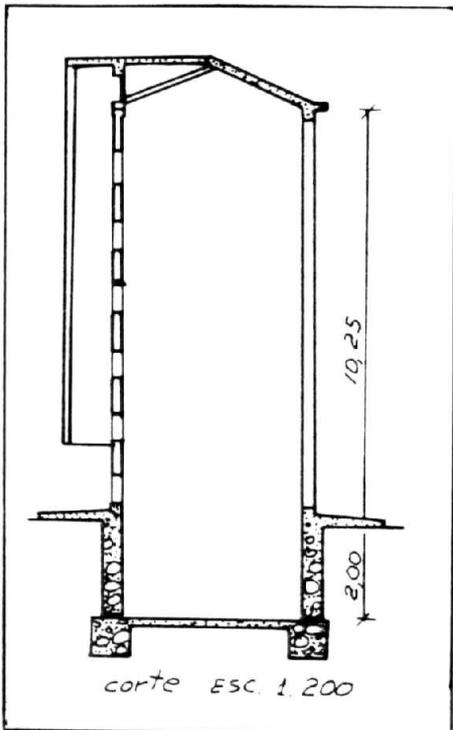


Fig. 6.30. - Detalhe de construção de um silo aéreo.

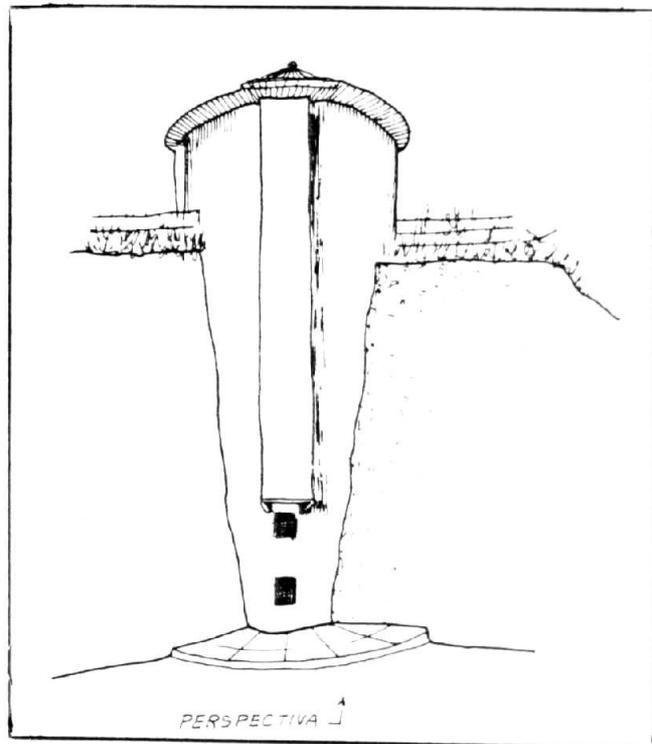


Fig. 6.32. - Silo Encosta

**Tabela 6. 1. Vantagens e desvantagens dos tipos de silos**

| <b>Tipo</b>            | <b>Vantagens</b>   | <b>Desvantagens</b>  |
|------------------------|--|--|
| <b>Silo aéreo</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior eficiência</li> <li>• Facilidade na descarga</li> <li>• Compactação mais fácil</li> <li>• Valorização estética</li> <li>• Possibilidade de ser construído mesmo em baixadas com lençol freático superficial e, ainda ligado ao estábulo ou local de tratamento (cochos)</li> <li>• Grande capacidade de volume</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior custo inicial</li> <li>• Requer mão-de-obra mais eficiente</li> <li>• Máquinas ensiladeiras mais cara e da propriedade com ventiladores</li> </ul>  |
| <b>Silo de encosta</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• São as mesmas do silo "aéreo", acrescentando-se que é menos caro</li> <li>• Dispensa máquinas com ventiladores para carregamento</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• As mesmas do "aéreo"</li> <li>• Necessita de barranco bem elevado com relação ao local de trato, o que poucas propriedades podem oferecer.</li> </ul>   |
| <b>Silos cisterna</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carregamento e compactação fáceis</li> <li>• Menos caro que os anteriores</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga mais difícil</li> <li>• Não pode ser de grande capacidade</li> <li>• Não pode ser construído em baixadas, devido ao lençol freático superficial</li> <li>• Revestimento indispensável.</li> </ul>  |
| <b>Silo trincheira</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção mais simples e barata</li> <li>• Possibilidade de máquinas na abertura</li> <li>• Máquinas de ensilar mais barata</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande superfície exposta e possibilidade de maiores perdas</li> <li>• Compactação mais difícil</li> <li>• Grande quantidade de terra para cobertura</li> <li>• Cerca em volta par proteger contra animais</li> <li>• Dificuldade de barranco próximo, ao lado do trato.</li> </ul> |
| <b>Silo superfície</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mais opção de escolha de local para ensilagem</li> <li>• Máquinas ensiladeiras mais simples</li> <li>• Fechamento rápido</li> <li>• Pode ser mudado de local, quando necessário, sem perdas de investimento</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maiores perdas de qualidade</li> <li>• Maiores perdas de qualidade</li> <li>• Maiores perdas de qualidade.</li> </ul>   |

### 3.8.3. Dimensionamento dos silos

As dimensões dos silos podem ser calculadas através de fórmulas matemáticas, combinadas com dados práticos, ou então, através de tabelas, confeccionadas para facilitar os cálculos.

Para o dimensionamento, uma vez escolhido o tipo de silo, as dimensões calculadas serão determinadas em função do número e idade dos animais, do período durante o qual eles devem ser alimentados com a forragem ensilada, do peso específico da silagem e da espessura de corte necessária.

### 3.8.3.1. Dados para dimensionamento

**a) Peso específico da silagem:** varia de 300 a 800 kg/m<sup>3</sup>, de acordo com a compactação. Abaixo estão colocados, para alguns tipos de silo, os valores médios de peso específico da silagem.

- silo de superfície: 300 kg/m<sup>3</sup> ;
- silo trincheira: 500 kg/m<sup>3</sup>
- silo cisterna: 600 kg/m<sup>3</sup>
- silos aéreo e encosta: 700 a 800 kg/m<sup>3</sup>

**b) Quantidade ministrada por cabeça/dia:** a quantidade de silagem ministrada por cabeça dia varia em função da idade e raça do animal, clima, suplementação animal, manejo, etc. ficando geralmente em torno de 8 e 30 kg./animal.

- bezerros: 8 a 10 kg/dia;
- novilhas: 12 kg/dia
- vacas: 15 a 20 kg/dia;
- touro: 25 a 30 kg/dia.

**c) Espessura da camada de corte:** esta espessura é variável em função da compactação que foi realizada no enchimento do silo. Como de maneira geral os silos do tipo horizontal são mais difíceis de compactar em relação aos verticais, estes possuem sempre espessura de corte maior.

- silo trincheira: 15 cm;
- silos aéreo e encosta: 7,5 cm;
- silo cisterna: 10 cm.

**d) Período de trato:** é variável de acordo com o período seco (de 100 a 180 dias), ou mesmo pode ser realizada o ano inteiro, como é o caso do sistema intensivo.

**e) Altura do silo:** quanto maior a profundidade do silo, melhor será o acamamento da massa. É recomendável uma altura de até 2,5 m para descarga manual. No caso de corte por equipamento mecânico (importado), a altura pode chegar a 5 ou 6 m.

**f) Número de silos:** não é aconselhável que toda a silagem seja armazenada em um único silo, pelas seguintes razões:

- O enchimento do silo demoraria muito, com o risco de prejudicar a qualidade da silagem;
- Pode acontecer que o inverno chegue antes da época prevista, e, neste caso, perderíamos boa quantidade de silagem;
- Na utilização da silagem, temos que tirar, diariamente, uma fatia mínima de 15 cm, e, no caso de um silo de muito grande (por ex. 150 toneladas), isto não seria possível.

**g) Outros:**

- Bitola traseira do trator: 2,1 a 2,3 metros
- Peso médio dos tratores: 3500 kg
- Lonas: as lonas comumente empregadas no fechamento dos silos têm espessura de 200 micros e são vendidas no mercado em rolos de 50 a 100 metros de comprimento, com largura variando de 4, 6, 8, 10, 12, 14 metros.

### 3.8.3.2. Dimensionamento do silo trincheira

A quantidade necessária de silagem é determinada de acordo com o número de animais, período de alimentação e a quantidade de silagem gasta diariamente.

**Exemplo:** Um produtor possui 50 vacas, 2 touros, 15 novilhas e 10 bezerros. Determine:

- as dimensões do(s) silo(s) trincheira, necessário para armazenar a forragem para alimentar estes animais durante um período seco de 130 dias;
- qual deverá ser a área plantada com milho para produzir o volume de silagem necessário. obs. a altura do barranco é de 2,3 m e a produtividade de milho para silagem na região é de 25.000 kg/ha.

#### a) Quantidade de silagem que será consumida pelo rebanho em 1 dia

$$\text{Peso de silagem cons./dia} = (50 \cdot 20\text{kg} + 2 \cdot 25\text{kg} + 15 \cdot 12\text{kg} + 10 \cdot 8\text{kg}) = 1.310 \text{ kg}$$

$$\text{Volume de silagem cons. / dia} = \frac{1.310 \text{ kg}}{500\text{kg/m}^3} = 2,62 \text{ m}^3$$

#### b) Determinação das dimensões do silo, sabendo

- a altura do silo terá: 2,2 m
- a bitola traseira do trator tem: 2,3 metros

base menor do silo = 2,3 m + 3 m = 5,3 (obs. os três metros colocados deve-se a necessidade de espaço para que o trator possa realizar a compactação).

$$\text{base maior} = b + \frac{1}{2} \cdot H = 5,3 + \frac{1}{2} \cdot 2,2 = 6,55 \text{ m}$$

$$\text{Área do silo} = \frac{(b + B) \cdot H}{2} = \frac{(5,3 + 6,55) \cdot 2,2}{2} = 13 \text{ m}^2$$

#### c) Comprimento do silo

$$\text{compr. silo} = \frac{\text{vol. silagem cons./dia} \cdot 130 \text{ dias}}{\text{área do silo}} = \frac{2,62 \text{ m}^3 \cdot 130 \text{ dias}}{13 \text{ m}^2} = 26,2 \text{ m}$$

#### d) Verificação da espessura de corte

$$\text{espessura de corte} = \frac{\text{comprimento do silo}}{\text{período de trato}} = \frac{26,2 \text{ m}}{130 \text{ dias}} = 0,20 \text{ m ou } 20,1 \text{ cm}$$

Logo poderão ser construídos 2 silos do tipo trincheira com:

- comprimento: 13 m
- base menor: 5,3 m
- base maior: 6,55 m
- altura: 2,2 m

### 3.8.3.3. Dimensionamento do silo superfície

#### a) Silo superfície comum

Ainda que não exista fórmulas específicas para o cálculo do silo de superfície sem proteção lateral, podemos considerá-lo, para efeito de cálculo, como um silo trincheira invertido.

#### b) Silo superfície modelo bunker

O silo de superfície modelo bunker pode ser construído com declividade na parede lateral ou sem declividade. Neste caso o processo de cálculo assemelha-se bastante com o que é realizado no silo tipo trincheira.

### 3.8.3.4. Aspectos construtivos

#### a) Silos trincheira

- localização;
- construção.

#### b) Silos superfície

- localização
- construção

## 3.9. Bezerreiro

Bezerros de vacas leiteiras podem ser criados com ótimos resultados em instalações simples, mas que ofereçam condições de higiene saúde e manejo eficiente. A instalação é apenas um complemento do melhoramento genético, da alimentação, da prevenção de doenças e controle das parasitas.

É importante o bom nível de higiene, tornando o ambiente limpo e seco, assim como a distribuição de alimentos, seja feita rapidamente e com pouco esforço. O uso de cama, por exemplo, e sua troca periódica dificultam o serviço e obra. Gaiolas exigem limpeza mais freqüentes que baias individuais.

Todos esses fatores juntos devem possibilitar que uma bezerra possa ter um satisfatório desenvolvimento corporal, atingindo a idade de reprodução com peso adequado.

### 3.9.1. Cabana individual

Ao invés de usar um bezerreiro específico, nos últimos anos muitos pecuaristas optaram pelo uso de cabanas. As cabanas são econômicas e de fácil manejo. Devido à boa ventilação e isolamento reduz-se problemas como pneumonia e diarreia.

Já se encontram, no mercado, bezerreiros metálicos móveis. Eles devem ser dispostos distanciados 5,0 m uns dos outros e ser mudado de local periodicamente pela compactação do solo e para evitar contaminações.

Um solário de tela pode ser colocado à sua frente ou pode ser colocada uma coleira na bezerra com corda ou corrente que lhe permita movimentar-se fora da gaiola.

Medidas: • altura: 100 - 120 cm

- largura: 110 cm

- comprimento: 150 cm.

**a) Escolha do local:** a cabana deve ser localizada próximo ao estábulo, em terreno de boa drenagem e fácil escoamento de águas pluviais, e onde haja boa ventilação a fim de facilitar a secagem do piso, refrescar o ambiente e evitar a transmissão de doenças.

**b) Controle dos ventos frios:** este controle é feito colocando-se o lado fechado da cabana voltado para o lado de incidência dos ventos dominantes.

**c) Insolação:** se possível locar a cabana individual de modo que recebam sol do nascente (leste).

**d) Local para alimentação:** na cabana deve haver um balde plástico ou galvanizado, para leite, encaixado em um suporte, que após lavado, serve como bebedouro. E um outro balde para servir como cocho-comedouro, bebedouro ou saleiro.

### 3.10. Coberta em pasto para bezerras após 150 dias de idade

Dados para dimensionamento:

- período de permanência: 12 meses;
- área coberta necessária por bezerra: 2,5 m<sup>2</sup>;
- comprimento do cocho: 0,5 m/ bezerra.

### 3.11. Depósitos para urina e fezes

Os depósitos de urina e fezes devem ser localizados de tal maneira que sejam de fácil acesso tanto para enchê-los como para esvaziá-los. Além disto deve-se levar em conta o eventual mau cheiro e o acúmulo de moscas que estes depósitos podem provocar. Usando esterco “com palha” geralmente o depósito para esterco fica no ar livre e o depósito de urina fica separado, este porém coberto com concreto. Para evitar uma forte propagação de moscas é necessário empilhar bem o esterco, cobrindo cada dois dias a parte de cima do monte.

No caso de estocagem líquido (esterco + urina + eventual água de limpeza) o depósito deve ser coberto com concreto, deixando algumas aberturas (tampas) para mexer e retirar o produto.

O tamanho dos depósitos devem ser adaptados ao número de animais, sistema de alojamento, tempo de alojamento e frequência de esvaziamento. Para isto os seguintes dados são importantes:

- Peso de esterco com palha: 700 - 800 kg/m<sup>3</sup>;
- Peso do esterco curtido: 500 a 700 kg/m<sup>3</sup>;
- Peso de esterco líquido: 900 - 1000 kg/m<sup>3</sup>;
- Período necessário para descarga: 60 a 90 dias;
- Produção de esterco: - semi-confinamento: 20 kg de esterco e 15 - 20 kg de urina;  
- confinamento: 40 kg de esterco e 40 kg de urina.

São recomendadas três celas para receber o esterco; enquanto a primeira está sendo carregada, a segunda está em curtimento e a terceira em descarga.

## EXERCÍCIOS

1. Para uma instalação de Gado de leite:

- a) Dimensione uma sala de ordenha com fosso do tipo “espinha de peixe”, ala dupla para 84 vacas em lactação;
- b) Faça um esboço em escala mostrando as principais medidas da sala;
- c) Cite 5 aspectos construtivos básicos necessários a execução destas instalações.

2. Para uma instalação de Gado de leite, sistema intensivo:

- a) Dimensione uma sala de ordenha com fosso do tipo Passagem, ala dupla para 110 vacas em lactação;
- b) Dimensione o estábulo tipo box individual somente para deitar;
- c) Dimensione a sala de leite, escritório-depósito e o banheiro;
- d) Faça um desenho em escala mostrando a união das instalações dimensionadas acima (estábulo, sala de ordenha, sala de leite, escritório-depósito e banheiro);
- e) Cite 5 aspectos construtivos básicos necessários a execução destas instalações

3. Para uma instalação de Gado de leite, sistema intensivo:

- a) Dimensione uma sala de ordenha com fosso do tipo “espinha de peixe”, ala dupla para 84 vacas em lactação;
- b) Dimensione o estábulo tipo box individual para deitar e alimentar;
- c) Dimensione a sala de leite, escritório-depósito e o banheiro;
- e) Faça um desenho em escala mostrando a união das instalações dimensionadas acima (estábulo, sala de ordenha, sala de leite, escritório-depósito e banheiro);
- f) Cite 5 aspectos construtivos básicos necessários a execução destas instalações.

4. Um produtor possui 50 vacas, 2 touros, 15 novilhas e 10 bezerros. Determine:

- a) as dimensões do(s) silo(s) trincheira, necessário para armazenar a forragem para alimentar estes animais durante um período seco de 130 dias;
- b) qual deverá ser a área plantada com milho para produzir o volume de silagem necessário.

obs. a altura do barranco é de 2,3 m e a produtividade de milho para silagem na região é de 25.000 kg/ha.

5. Um produtor possui 2,8 ha para produzir silagem para o seu rebanho no período seco. Supondo a produção média de sua área 28 ton./ha e o período seco médio na região de 100 dias, pergunta-se:

- a) Quantas vacas este produtor poderá conter em sua propriedade sem que falte alimento para os animais no período seco;
- b) Dimensione convenientemente o(s) silo(s) do tipo trincheira para este produtor (suponha o barranco com altura máxima de 2,2 metros de altura);
- c) Cite 5 aspectos construtivos básicos necessários para a construção deste(s) silo(s).

6. Um produtor possui uma bateria de 2 silos do tipo trincheira, para produzir silagem para o seu rebanho no período seco, com as seguintes dimensões: comprimento = 16 m; base menor = 3,8 m; base maior = 5,7 m; e altura = 2,1 m. Supondo a produção média de sua área 22 ton./ha e o período seco médio na região de 100 dias, pergunta-se:

- a) Quantas vacas este produtor poderá conter em sua propriedade sem que falte alimento para os animais no período seco;
- b) Qual será a área que este produtor deverá dispor para produzir silagem suficiente para encher os 2 silos.
- c) Cite 5 aspectos construtivos básicos necessários para a construção e fechamento dos silos trincheira.

## BIBLIOGRAFIA

- EMBRAPA. **Bovinocultura de leite**. Sistema de produção - Número 58 (2 volume - anexos). Curitiba.. 97p. 1975.
- CARNEIRO, O. **Construções rurais**. 12<sup>o</sup> ed. - São Paulo: Nobel. 1985. 718p.
- CREA-PR Parâmetros para fiscalização profissional em obras de agronomia. Paraná: CREA. 1992. 2 p.
- DEGASPARI, S. A. R. & PIEKARSKI, P. R. B. **Bovinocultura leiteira**. Curitiba: Livraria Chain. 321-410p. 1988.
- Instalações para gado de leite. **Inf. Agropecuário**, Belo Horizonte, 12(135/136) março/abril 1986.
- KASSIES, H. B. **Manual para a pecuária leiteira**. Castro Impr. Kugler artes gráficas Ltda. 93-99p. 1984 (Divulgação da Cooperativa central de laticínios do Paraná Ltda.).
- LUCCI, C.S. **Bovinos leiteiros jovens**. São Paulo: Nobel. 318-353p. 1989.
- Normas técnicas e higiênico-sanitária para produção de leite tipo "B", Ministério da Agricultura SNAB-SIPA: Divisão de inspeção de leite e derivados - DILEI. 23p.
- SÁNCHEZ, G.A. **Ensilado**. Espanha: Editorial Acribia, 1970. 131p.
- Catálogos: WESTFALIA-SEPARATOR, End. Rodovia Campinas, Monte mór. km 12. Hortolândia - SP. C.P. 975 - 13001-970.

## UNIDADE 7. INSTALAÇÕES PARA SUÍNOS

- **OBJETIVO:** Identificar e dimensionar alguns dos principais componentes de uma instalação para suínos, e estabelecer materiais e técnicas construtivas para estas instalações.

### INTRODUÇÃO

As construções devem atender a determinadas condições básicas quanto a higiene, orientação, funcionalidade e baixo custo. Construções suntuosas, onerosas, exageradas e complicadas, além de serem antieconômicas, revelam má preparo de quem as projetou. Devem portanto merecer cuidado especial do criador, porque de sua eficiência irá depender em grande parte o sucesso da empresa. Constituem-se num dos aspectos de grande investimento de capital que não retorna, pela sua condição de imobilizado

No sentido de aumentar a eficiência dos sistemas de produção de suínos e prevenir ou controlar as doenças, a tendência atual é de adotar o confinamento total, o que tem determinado uma modificação nos prédios e dos equipamentos, especialmente nas grandes empresas.

### 1. COMPONENTES DA GRANJA

É importante ressaltar aqui, que as construções componentes de uma granja, deverão ser projetados e executadas de forma a possibilitar um ambiente higiênico, funcional. Somente desta maneira é possível a obtenção de um produto de melhor qualidade a um custo reduzido.

Uma criação de suínos em moldes racionais deverá constar das seguintes componentes ou construções:

- pré-cobrição e cobrição
- gestação
- maternidade
- creche
- crescimento e acabamento
- baias de reposição
- silos
- quarentenário
- escritório, controle e desinfecção do pessoal
- armazém, fabrica de ração e silos
- embarcadouro
- plataforma de desinfecção
- banheiro pré-natal

Os principais equipamentos envolvidos numa empresa destinada à criação de suínos são:

- balança
- veículos (tração manual, animal ou motriz)
- comedouros mecânicos ou automáticos
- máquinas para preparo alimentos
- equipamento de escritório
- bebedouros
- gaiolas de parição
- equipamentos para aquecimento de leitões
- instrumental de uso veterinário
- pulverizadores
- equipamento de limpeza

## 2. SITUAÇÃO

O primeiro passo a ser dado é a determinação do tamanho da área necessária para implantação da criação. O tamanho desta por sua vez decorre do número de unidades de produção (prédios para manejo de animais) a serem adotadas, relativos ao dimensionamento do plantel da criação.

Abaixo temos uma tabela demonstrativa, contendo as fases de desenvolvimento ou criação dos suínos e o respectivo tempo de duração e área necessário para a cada fase.

**Tabela 7.1. Sistema de produção de suínos em confinamento**

| Fase de criação | Duração da fase | Área necessária         |
|-----------------|-----------------|-------------------------|
|                 | (Semanas)       | (m <sup>2</sup> /suíno) |
| Cobrição        | 4               | 1,11 a 2,5              |
| Gestação        | 12 a 15         | 1,11 a 2,5              |
| Pré-natal       | 1               | 3,0                     |
| Aleitamento     | 6 a 9           | 3,43* a 5,57**          |
| Creche          | 3 a 9           | 0,18 a 0,27             |
| Crescimento     | 3 a 9           | 0,37 a 0,55             |
| Terminação      | 5 a 9           | 0,74 a 1,0***           |

\* Para gaiolas de 1,52 x 2,28 m por porca e leitegada, somente em caso de desmama precoce (3 semanas);

\*\* Para gaiolas de 1,52 x 3,66 m por porca, incluindo o reservado frontal para leitões com 1,52 x 0,61 m;

\*\*\* Em regiões quentes.

Para que não ocorra favelas de suínos, é aconselhável um sistema modular que permita, em qualquer tempo, a ampliação do sistema, sem alterar o “lay-out” da criação.

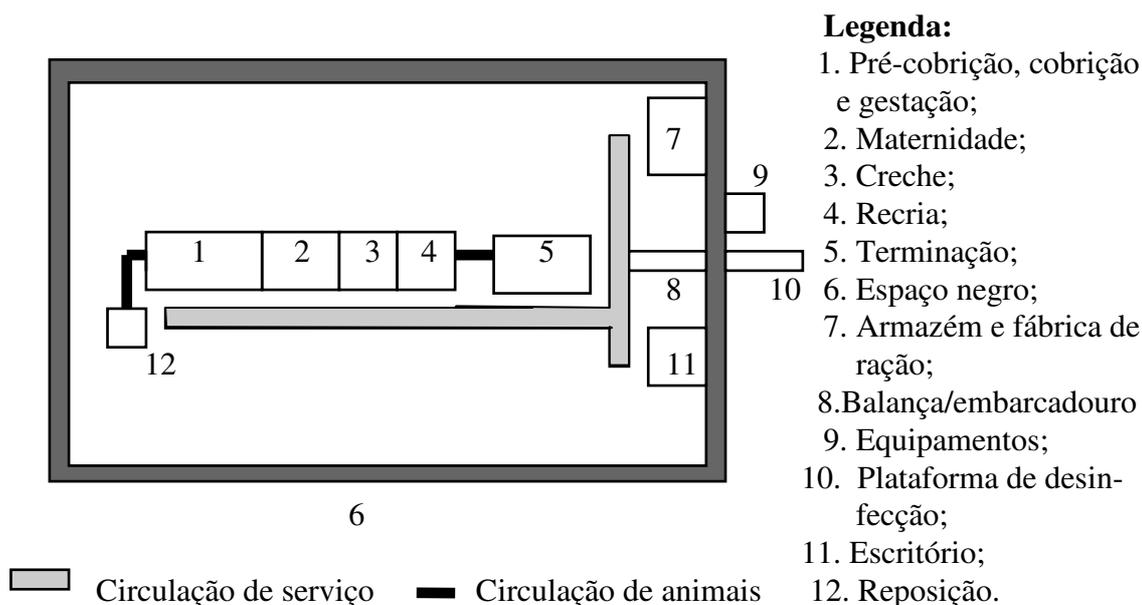
Existem vários sistemas de distribuição de galpões dentro das suinoculturas, de forma geral, aconselha-se:

- para um plantel igual ou inferior a 36 porcas criadeiras, agrupar todas as fases em um único prédio ou no máximo em dois prédios que compõem a infra-estrutura de apoio, tais como fábrica de ração, armazenagem de grãos etc;

- para um plantel com um número maior que 36 matrizes deve-se colocar os suínos em um número maior de prédios para que se possa garantir as condições mínimas de higiene e funcionalidade.

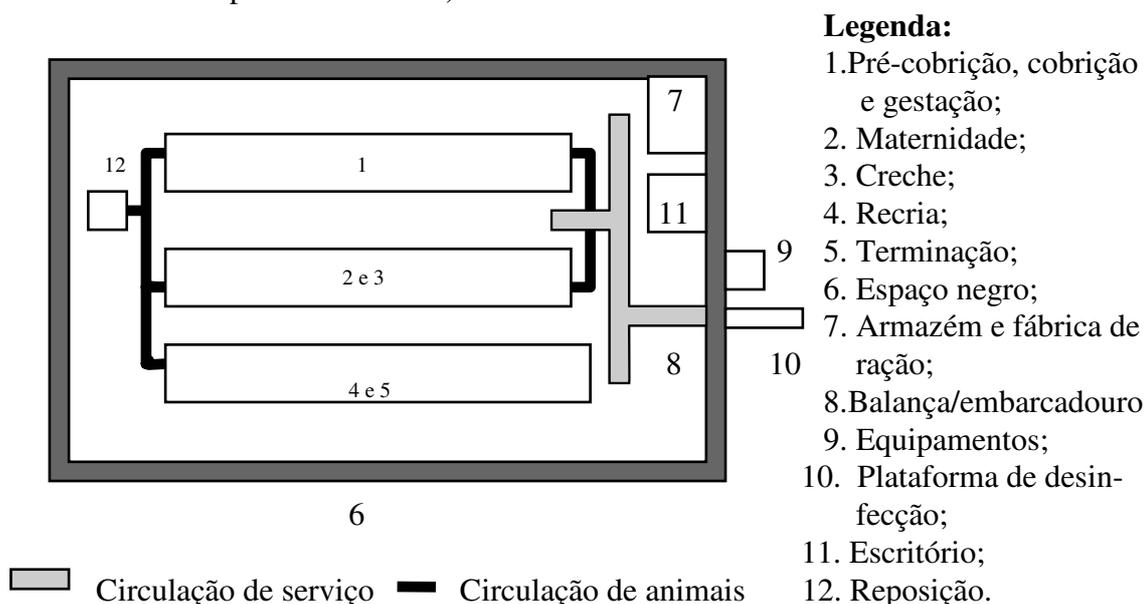
### 2.1. Sistema de distribuição

**a) Sistema horizontal ou fechado:** É o sistema construído de um único edifício onde está englobada toda a criação nas diversas fases, obedecendo a uma linha de produção contínua. Este sistema é aconselhável para pequenas criações, pois a sua ampliação torna-se impossível. Pode apresentar, na fase de gestação, duas categorias diferentes de instalações. Gestação em gaiolas (as porcas ficam presas individualmente) e gestação em grupos (as porcas permanecem em grupos dentro de uma baia).



**Figura 7.1. Sistema horizontal ou fechado**

**b) Sistema horizontal modular:** Constituído de módulos em alinhamento horizontal, onde o crescimento pode ser realizado progressivamente, sem prejudicar a disposição e a ampliação da exploração, é aconselhável para pequenos e médios criadores (60 a 200 matrizes aproximadamente).



**Figura 7.2. Sistema horizontal modular**

**c) Sistema vertical modular paralelo:** É o sistema adotado em grandes explorações, pois ele permite um crescimento modular contínuo para cada fase da vida do suíno, sem limite de crescimento. Já utilizados em 3 ou 4 prédios.

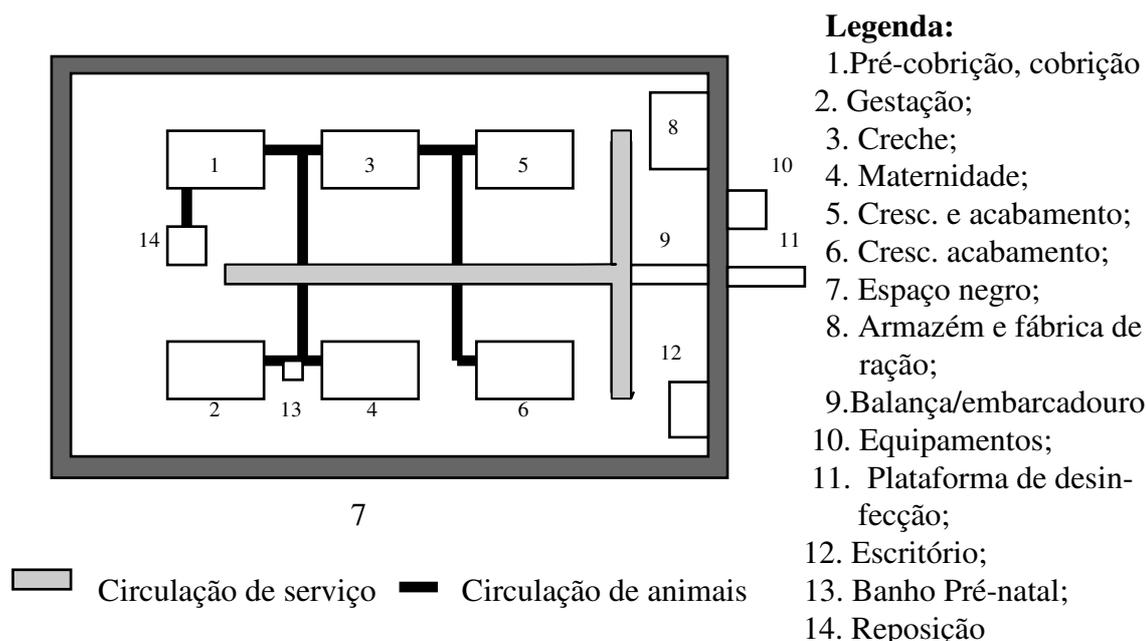


Figura 7.3. Sistema vertical modular paralelo

### 3. DIMENSIONAMENTO E ASPECTOS CONSTRUTIVOS DAS INSTALAÇÕES

#### 3.1. Baias de pré-cobrição e cobrição

a) **Dimensionamento:** Não há necessidade de prover lugar para todas as porcas na unidade de pré-cobrição ao mesmo tempo, desde que parte do grupo de porcas deverá estar nas gaiolas ou baias de gestação e nas gaiolas de parição da maternidade. Para a determinação do número de baias necessárias para as fases de pré-cobrição e cobrição, utiliza-se a seguinte fórmula.

$$\text{Número de baias} = \frac{(\text{N}^{\circ} \text{ porcas}) \cdot (\text{n}^{\circ} \text{ ciclos/porca/ano}) \cdot (\text{período ocupação})}{(\text{N}^{\circ} \text{ porcas/baia}) \cdot (\text{N}^{\circ} \text{ semanas do ano})}$$

onde:

- N<sup>o</sup> porcas = total de porcas do plantel;
- N<sup>o</sup> ciclo/porca/ano = em média varia de 2,17 a 2,48 partos/ano;
- Período de ocupação = obedece ao seguinte critério:
  - da desmama até a cobrição = 1-2 semanas;
  - da cobrição à confirmação da prenhez = 3-4 semanas;
  - limpeza e desinfecção = 1 semana;
  - período total de ocupação = 5-7 semanas.
- N<sup>o</sup> de porcas/baia = são utilizadas neste setor 6 porcas/baia, devido a facilidade de homogeneizar o lote em tamanho, e diminuir disputa de alimento;
- N<sup>o</sup> semanas do ano = 52 semanas.

Neste setor as baias das porcas e marrãs ficam localizadas em frente ou ao lado dos cachaços. A proximidade com os machos estimula o aparecimento do cio e facilita o manejo da cobertura. Estas baias devem ser dimensionadas num espaço de 2,5 m<sup>2</sup>/animal.

Com o valor da área/animal podemos dimensionar a baia de pré-cobrição e cobrição.

$$\text{Área da baia} = (\text{N}^\circ \text{ de porcas}) \cdot (\text{Espaço por porca})$$

onde:

- N° de porcas = é usado de 5 a 6 porcas por baia;
- Espaço por porca = em torno de 2,5 m<sup>2</sup>.

$$\text{Comprimento da baia} = (\text{N}^\circ \text{ de porcas}) \cdot (\text{Espaço no cocho/porca}) + (\text{Largura portão})$$

onde:

- N° de porcas = é usado de 5 a 6 porcas por baia;
- Espaço no cocho/porca = 0,55 metros/cabeça;
- Portão = em torno de 0,7 metros.

#### b) Aspectos construtivos:

- **Piso:** Terá espessura de 6 a 8 cm em concreto 1:4:8 (cimento, areia, e brita 1) ou 1:10 (cimento e cascalho) com caimento no mínimo de 2% no sentido das canaletas de drenagem.

Deverá ser feita um cimentação com mais ou menos 1,5 a 2,0 cm de espessura com argamassa 1:3 (cimento e areia média) e, posteriormente, faz-se a queima da cimentação com a colher de pedreiro, para que o piso não fique muito áspero prejudicando o casco dos animais.

A coleta de drenagem pode ser externa à baia com uma largura de 0,30-0,40m, ou na parte interna da baia com uma largura de mais ou menos 30 % da largura da baia, onde aconselha-se que a mesma deva ser construída em declive para não permanecerem resíduos (dejetos), dentro da mesma. O material utilizado para se colocar sobre a canaleta interna pode ser feito de madeira, ferro, concreto, ou mesmo pisos plásticos industrializados.

- **Alvenarias (paredes):** As paredes das baias podem ser feitas de cano (metálicas) ou de tijolos. Quando de tijolos é feita na espessura de meio tijolo (0,10 m) e altura de 1,1 m; com tijolos maciços ou blocos de concreto, assentados com argamassa 1:8 (cimento e areia) com 10 % de terra ou 1:2:8 (cimento, cal e areia). Deve ter um revestimento (cimentação) 1:3 ou 1:4 (cimento e areia) de preferência natado para facilitar a limpeza.

- **Cobertura (telhado):** Pode-se usar estrutura de madeira, metálica ou pré-fabricação, com telhas de cimento amianto ou barro.

A ventilação interna nesse setor é de suma importância. Para tanto, aconselha-se para galpões com mais de 6 metros de largura o uso de um sistema que facilite a movimentação do ar (ventiladores e lanternins).

Abaixo estão indicadas algumas medidas de pé-direito e beiral que devem ser seguidas em função da largura do galpão e do clima.

**Tabela 7.2. Largura, pé-direito e beiral em função do clima para telhas cimento amianto e barro**

| Clima        | Largura (m) | Telha cimento amianto |            | Telhas de barro |            |
|--------------|-------------|-----------------------|------------|-----------------|------------|
|              |             | Pé direito (m)        | Beiral (m) | Pé direito (m)  | Beiral (m) |
| Quente seco  | 10,0-14,0   | 3,2-3,5               | 1,2-1,5    | 2,8-3,0         | 1,0-1,2    |
| Quente úmido | 6,0-8,0     | 3,0-3,2               | 1,2-1,5    | 2,5-2,8         | 0,7-1,0    |

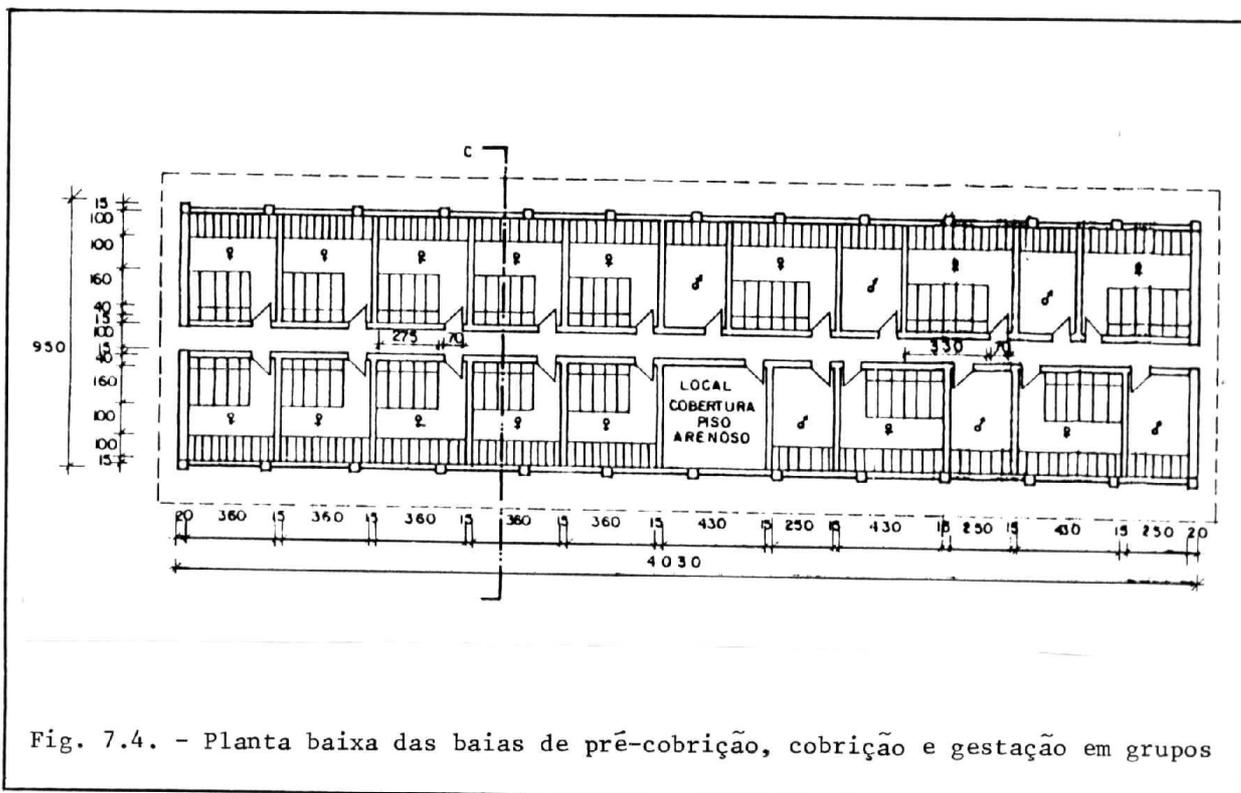


Fig. 7.4. - Planta baixa das baias de pré-cobrição, cobrição e gestação em grupos

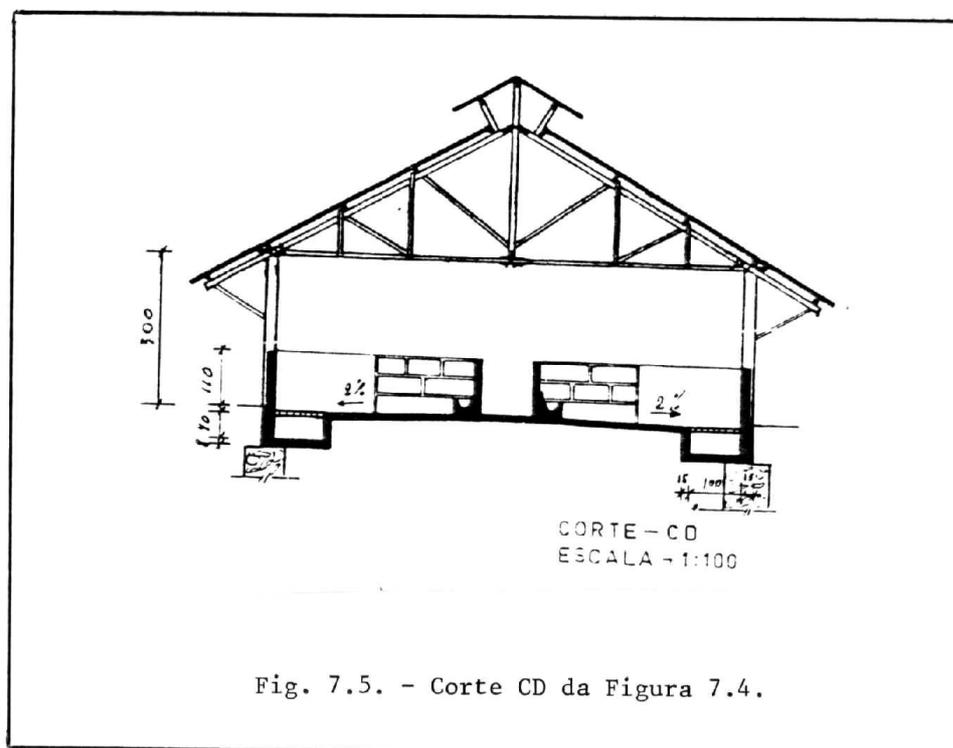


Fig. 7.5. - Corte CD da Figura 7.4.

• **Comedouro:** o comedouro tem que ser individual devido a necessidade de se evitar a competição, que tornaria as porcas mais agressivas, excessivamente gordas e as demais sofreriam deficiências alimentar, condições estas prejudiciais ao bom desempenho de ambos os grupos.

A opção de manejo individual na alimentação das fêmeas implica na montagem de divisórias com comprimento de 1,5 m, largura de 0,55 m e altura de 1,0 m; estas divisórias podem ser de cano, madeira ou alvenaria de tijolos.

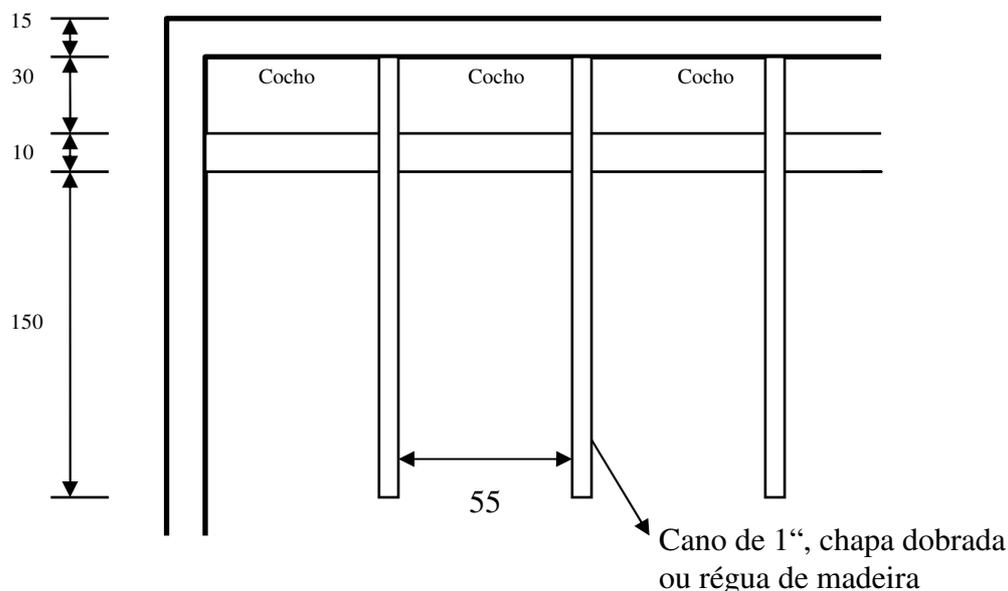


Figura 7.6. Planta baixa dos comedouros com as contenções  
1,5 m

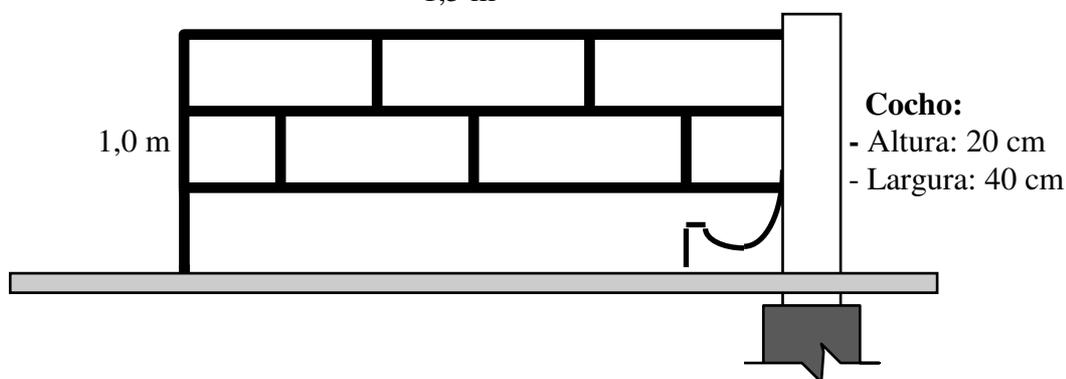


Figura 7.7. Corte do comedouro com a contenção

• **Bebedouro:** o bebedouro utilizado pode ser o tipo cocha ou chupeta, comum a todos os animais.

• **Outras baias:** as baias dos reprodutores, que estão localizados neste setor, deverão ter dimensões de 3,0 x 2,5 m por 1,5 m de altura, contendo 1 comedouro de 0,5 m e um bebedouro.

É aconselhável também que seja prevista neste setor uma baia de monta contígua à utilizada para as porcas e leitoas em acasalamento. Com o intuito de favorecer as condições de monta é interessante que o piso desta seja em terra e, sobre este, seja colocado uma camada de 20 cm de areia fina limpa.

## 3.2. Gestação

Este setor pode ser construído no mesmo prédio das baias de pré-cobrição ou em prédio separado.

Podem ser utilizados dois tipos de instalações para a gestação, que são: gestação em baias coletivas ou gestação em gaiolas individuais.

### 3.2.1. Gestação em baias coletivas

Neste caso são utilizadas baias para 5 porcas gestantes, com uma área de 2,5 a 3,0 m<sup>2</sup>/porca.

Os aspectos construtivos destas baias são iguais aos das baias de pré-cobrição e cobrição.

### 3.2.2. Gestação em gaiolas individuais

A opção de manejo das fêmeas individualmente implica na montagem de gaiolas, equipadas com bebedouros individuais. Para esta alternativa há uma redução significativa da área construída para o mesmo número de animais. A par da vantagem em termos de menor área construída e de mão-de-obra, possivelmente observar-se-á uma redução no desempenho reprodutivo das fêmeas.

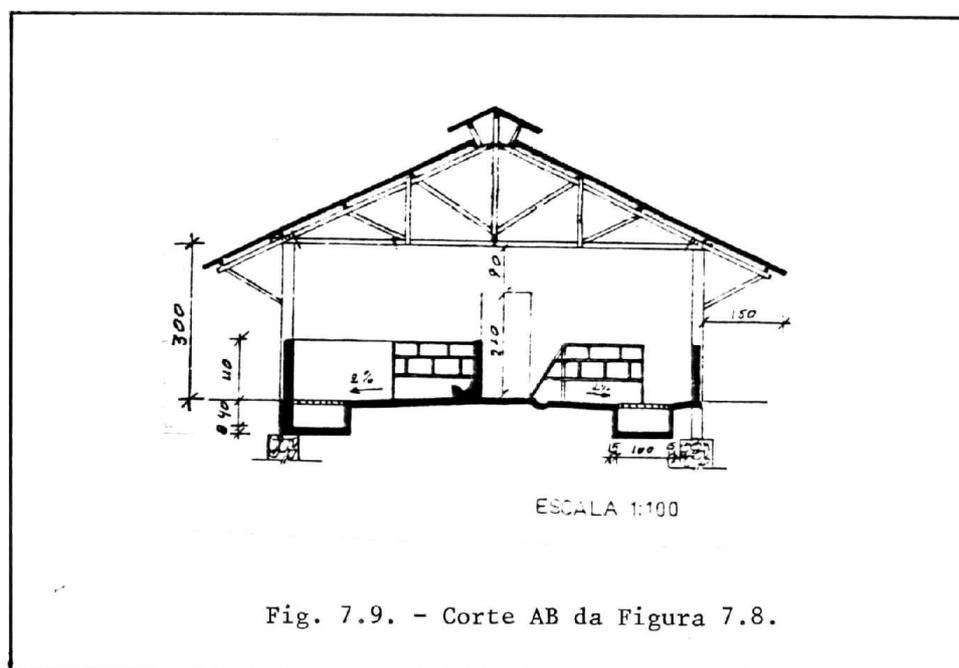
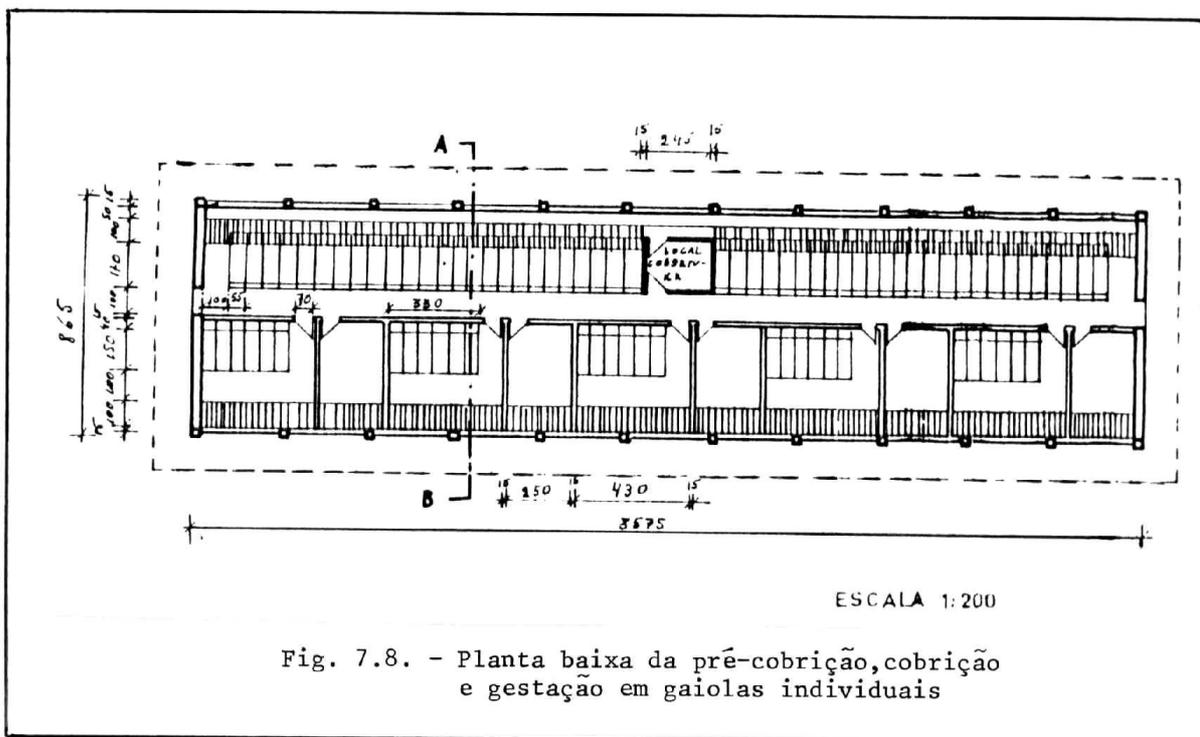
Em ambos os sistemas de manejo, para as fases de cobrição e gestação o produtor pode prever, quando houver disponibilidade de áreas, acesso a piquetes, com intuito de proporcionar uma ginástica aos reprodutores. O acesso dos animais aos piquetes implica em uma vigilância sanitária mais acentuada, devido ao fato de os mesmos estarem mais expostos a contaminações diversas.

**a) Dimensionamento:** Para a determinação do N° de gaiolas individuais necessária para a fase de gestação, utiliza-se a mesma fórmula usada para as baias de pré-cobrição:

$$\text{Número Gaiolas} = \frac{(\text{N}^{\circ} \text{ porcas}) \cdot (\text{N}^{\circ} \text{ ciclos/porca/ano}) \cdot (\text{período ocupação})}{(\text{N}^{\circ} \text{ porcas/baia}) \cdot (\text{N}^{\circ} \text{ semanas do ano})}$$

onde:

- N° porcas = total de porcas do plantel;
- N° ciclo/porca/ano = em média varia de 2,17 a 2,48 partos/ano;
- Período de ocupação = obedece ao seguinte critério:
  - Da confirmação da prenhez até uma semana antes do parto: 11 semanas;
  - Limpeza e desinfecção: 1 semana;
  - Total do período de ocupação: 12 semanas.
- N° de porcas/baia = é igual a um
- N° semanas do ano = 52 semanas.



O Tabela 7.3. mostra a quantidade de baias coletivas e/ou gaiolas individuais para as fases de pré-cobrição, cobrição e gestação em função do período de ocupação das instalações e do número de ciclos por porca/ano para um plantel de 100 fêmeas.

**Tabela 7.3. Número de baias coletivas e/ou gaiolas individuais para as fases de pré-cobrição, cobrição e gestação**

| Discriminação                                  | Fases                   |      |      |      |          |      |      |      |
|--|-------------------------|------|------|------|----------|------|------|------|
|  | Pré-cobrição e Cobrição |      |      |      | Gestação |      |      |      |
| Duração das fases em semanas                   | 6                       |      |      |      | 11       |      |      |      |
| Descanso p/limpeza e desinfecção em semanas    | 1                       |      |      |      | 1        |      |      |      |
| Período de ocupação das instalações em semanas | 7                       |      |      |      | 12       |      |      |      |
| Idade desmama leitões em semanas               | 3                       | 4    | 5    | 6    | 3        | 4    | 5    | 6    |
| Nº de ciclos por porca/ano                     | 2,48                    | 2,36 | 2,26 | 2,17 | 2,48     | 2,36 | 2,26 | 2,17 |
| Nº de baias coletivas                          | 6                       | 6    | 5    | 5    | 12       | 11   | 11   | 10   |
| Nº de gaiolas individuais                      | -                       | -    | -    | -    | 60       | 55   | 55   | 50   |

#### b) Aspectos Construtivos:

- **Piso:** o piso das gaiolas deve ser disposto de tal modo que a maior área disponível seja de concreto e na parte posterior da gaiola seja construído um ripado ou grelha que possa escoar as fezes a urina expelidas pelo animal. Esta grelha deve ser construída sobre uma canaleta (fosso), interna à gaiola, com uma largura de 1,0 m. O material utilizado para se construir a grelha pode ser de madeira, concreto ou plástico.

- **Comedouro e bebedouro:** canaleta longitudinal na frente das gaiolas que possibilitam uma quantidade de água e ração que atenda a necessidade do animal e facilite sua limpeza. Dimensões 25 x 30 cm.

- **A alvenaria e cobertura (telhado):** são iguais às baias de pré-cobrição e cobrição.

### 3.3. Maternidade

É a instalação utilizada para o parto das porcas, pois é nesta fase que muitos cuidados devem ser tomados. Qualquer erro na construção poderá trazer graves problemas de umidade (empoçamento de fezes e urina), esmagamento de leitões, deficiência ou excesso de calor e frio, que é um dos grandes problemas na maternidade, devido a porca necessitar de temperaturas mais baixas que o leitão em um mesmo local.

Toda e qualquer maternidade deve ter as seguintes características:

- Proteção contra esmagamento dos leitões;
- Fonte de calor para os leitões;
- Fonte de água;
- Escoamento dos dejetos;
- Salas individuais.

As maternidades são divididas em:

- Maternidades com baias (que é a convencional);
- Maternidade com grupos de gaiolas em salas individuais; e
- Maternidade com gaiolas em uma única sala.

### 3.3.1. Maternidade com baia convencional

Neste sistema são utilizadas baias individuais de 2,5 x 2,5 m, devendo constar nesta baia um escamoteador de 1,25 x 0,70 m para proteção e aquecimento como fonte de luz e calor, com 250 watts.

A baia deve ter uma proteção contra esmagamento dos leitões, quando a porca vai deitar-se. Essa proteção deve ficar a 25 cm do piso e a 25 cm da parede, podendo ser construída em madeira ou cano.

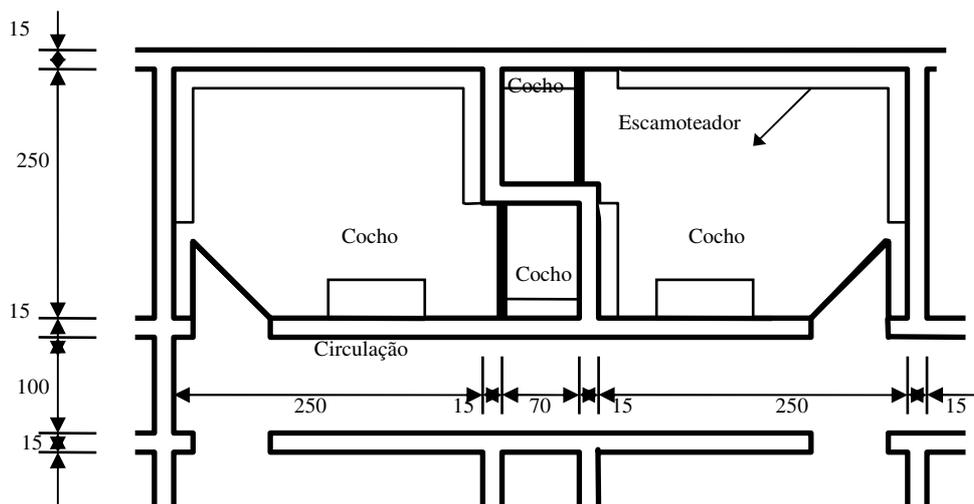


Figura 7.17. Planta baixa de uma maternidade convencional

### 3.3.2. Maternidade com gaiolas em uma única sala

Este sistema usa uma única sala, e as posições são contínuas. A medida que uma gaiola de posição é liberada, procede-se à limpeza e prepara-se para receber a próxima porca com antecedência de uma semana da data provável do parto.

Este sistema não permite um rígido controle sanitário da maternidade, embora todo cuidado seja tomado pelo criador para evitar uma contaminação proveniente das gaiolas que circundam aquela que receberá a porca.

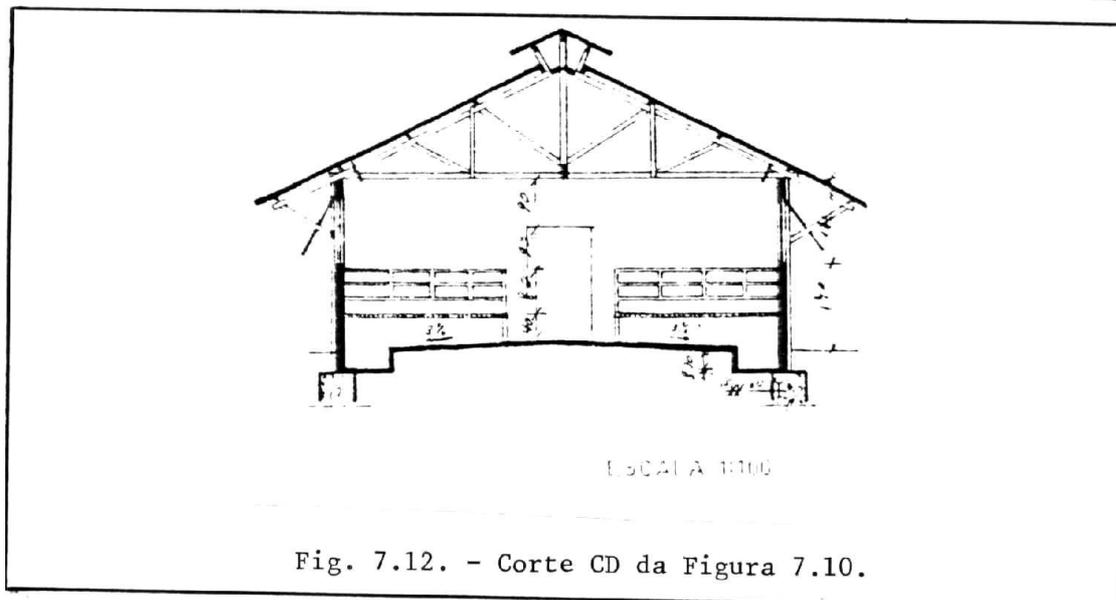
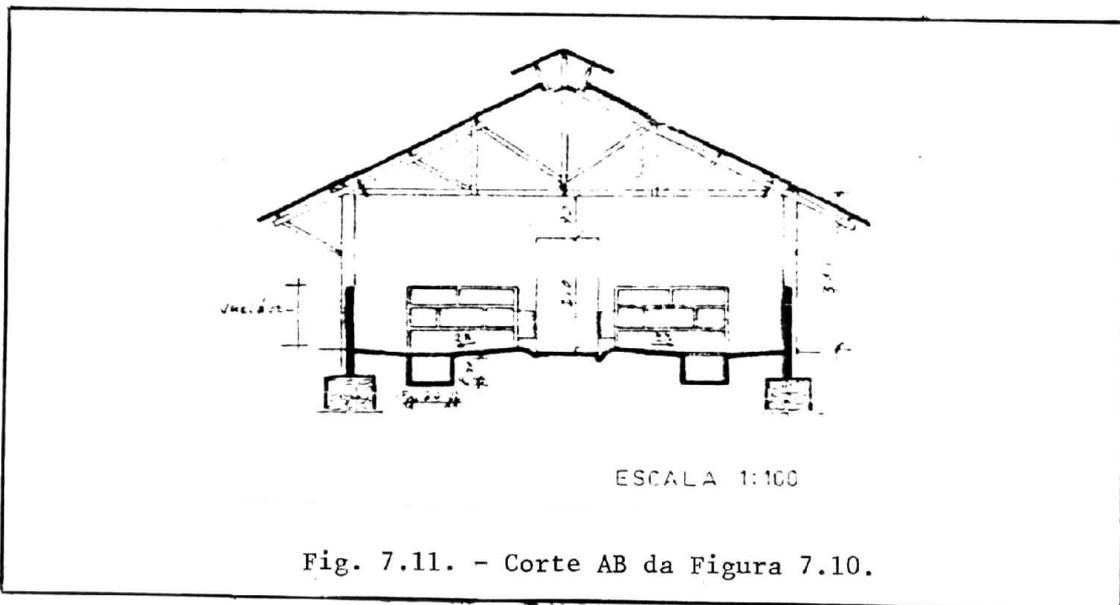
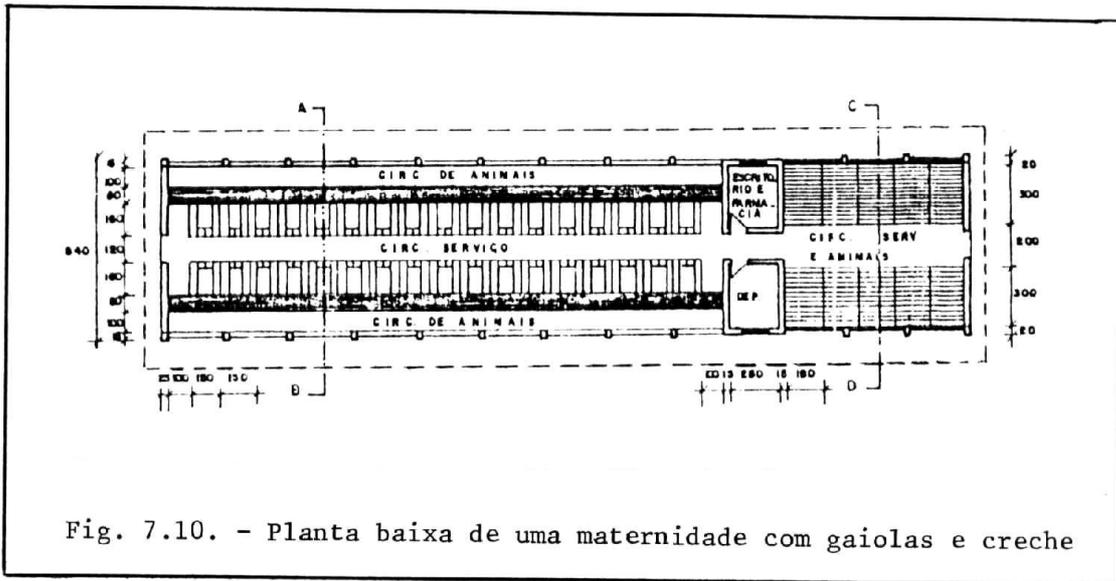
**a) Dimensionamento:** Para a determinação do N° de gaiolas individuais necessária para a fase de aleitamento, utiliza-se a fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ Gaiolas de Parição} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ porcas}) \cdot (\text{N}^\circ \text{ leitegada/porca/ano}) \cdot (\text{período ocupação})}{(\text{N}^\circ \text{ semanas do ano})}$$

onde:

- N° porcas = total de porcas do plantel;
- N° leitegada/porca/ano = em média varia de 2,17 a 2,48 leitegada/ano;
- Período de ocupação = 5-8 semanas, obedecendo os parâmetros contidos na Tabela 4;
- N° semanas do ano = 52 semanas.

Com uma única sala de parto, o número de gaiolas de parição dependerá do número de leitegadas a ser produzido por ano (n° de ciclo porca/ano x n° de porcas), bem como do período de ocupação das gaiolas de posição.



**Tabela 7.4. Período de ocupação das gaiolas de parição (semanas) para uma única sala de parto com partições ao acaso**

| Fases                 | Período de ocupação |                 |                |                 |                |
|-----------------------|---------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
|                       | 5 semanas           | 8 semanas       |                | 12 semanas      |                |
|                       | desmama precoce     | desmama precoce | desmama tardia | desmama precoce | desmama tardia |
| Pré-natal             | 1                   | 1               | 1              | 1               | 1              |
| Lactação              | 3                   | 3               | 6              | 3               | 6              |
| Crescimento inicial   | 0                   | 3               | 0              | 7               | 4              |
| Limpeza e desinfecção | 1                   | 1               | 1              | 1               | 1              |

**3.3.3. Maternidade com salas de parto múltiplas com partições escalonadas**

Este sistema também é chamado de “all in” “all out” (tudo dentro, tudo fora), o que permite estabelecimento de um rígido controle sanitário, nas primeiras semanas de vida do leitão, consideradas mais críticas de sua vida. A adoção deste sistema implica num manejo mais sofisticado dos animais e das instalações, mas sem dúvida é o mais indicado, principalmente para rebanho com mais de 60 porcas. Para o perfeito funcionamento do sistema e para maior utilização das instalações, há necessidade de se utilizar um escalonamento de produção semanal.

O dimensionamento do N° de salas de parto e do N° de gaiolas de partições/sala estará em função da idade de desmama a ser adotada e do número de porcas do rebanho.

Geralmente a adoção deste método exige um controle artificial do meio ambiente. As salas de parto devem ser fechadas para permitir uma limpeza e desinfecção e evitar contaminação das salas que circundam aquela que está em descanso.

Para garantir um período mínimo de descanso da sala de partições, torna-se necessário programar os partos adequadamente, o que se conseguirá dividindo o rebanho total em lotes homogêneos que vão ocupando as salas alternadamente. A única exigência a impor refere-se à desmama simultânea de todas as leitegadas de cada lote, independentemente da sua idade; isto é feito para aumentar a probabilidade de que todas apresentem cio no menor espaço de tempo possível.

**a) Dimensionamento:** vejamos então como se calcula o número de gaiolas e salas de partições por esse sistema:

$$\text{Número de Gaiolas de Parição} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ porcas}) \cdot (\text{n}^\circ \text{ ciclos/porca/ano}) \cdot (\text{período ocupação})}{(\text{N}^\circ \text{ semanas do ano})}$$

onde:

- N° porcas = total de porcas do plantel;
- N° ciclo/porca/ano = em torno de 2,48 partos/ano;
- Período de ocupação = aproximadamente 5 semanas, parâmetro contido na Tabela 4;
- N° semanas do ano = 52 semanas.

$$\text{Número de salas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de gaiolas}}{\text{N}^\circ \text{ de porcas/sala}}$$

onde:

- N° de gaiolas = calculado pela formula acima;
- N° de porcas/sala = é recomendável em torno de 5 porcas.

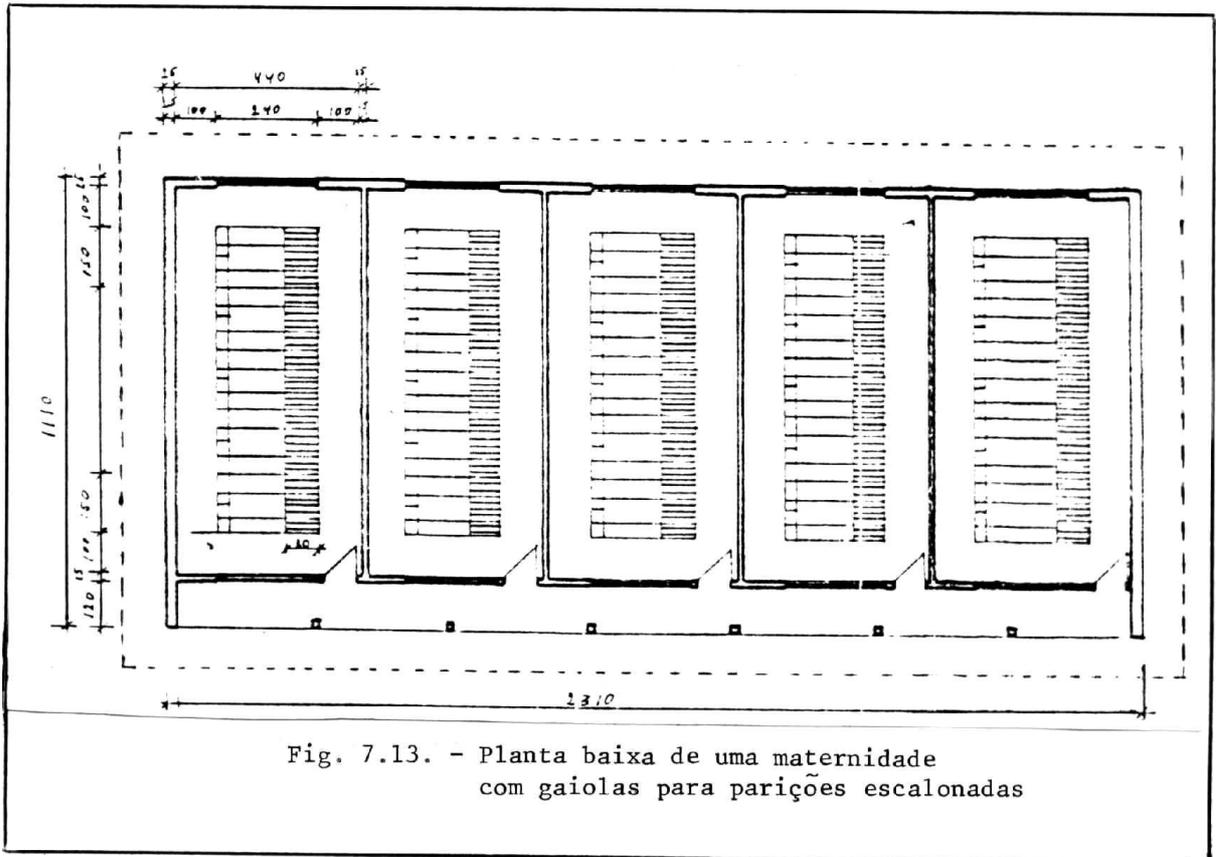


Fig. 7.13. - Planta baixa de uma maternidade com gaiolas para partições escalonadas

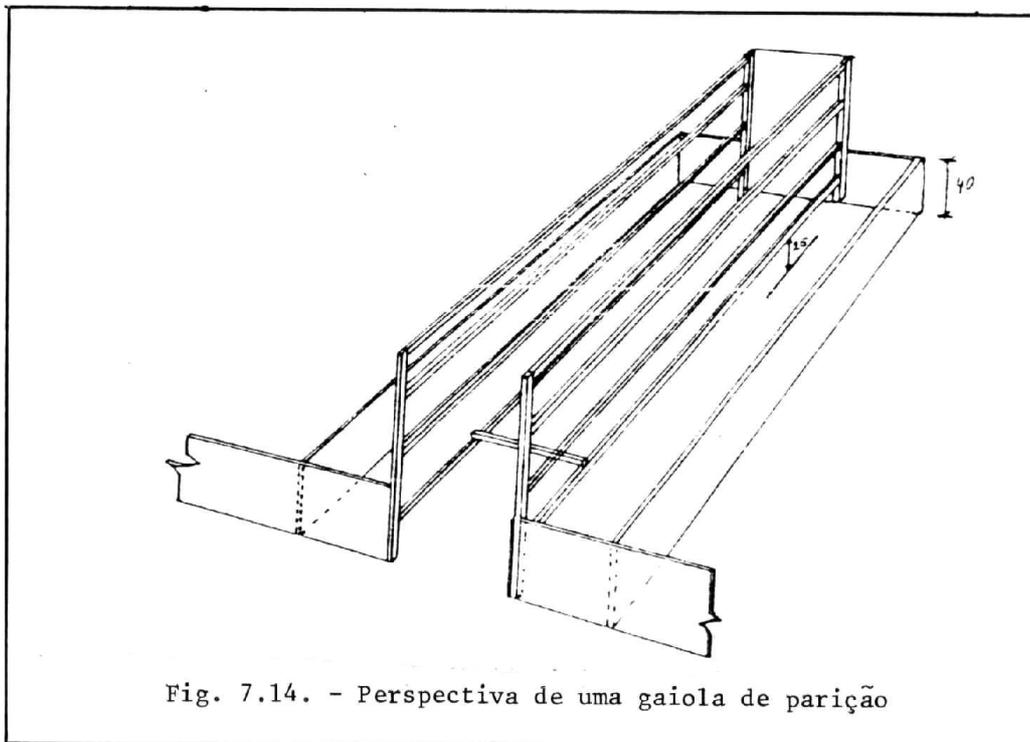


Fig. 7.14. - Perspectiva de uma gaiola de partição

## b) Aspectos Construtivos

- **Piso:** idem galpão para gaiolas de gestação.
- **Comedouro e bebedouro:** o comedouro e bebedouro são individuais, e estão localizados na gaiola de parição.
- **Paredes:** devem ser feitas de tijolos na espessura de 0,10 m, com altura mínima de 1,2 m, sendo que na fachada do galpão onde se tem incidência contínua (tanto no verão como no inverno) de ventos, deve ser fechada até a altura do telhado, deixando janelas para posterior ventilação no verão.
- **Telhado:** idem baias de pré-cobrição e cobrição.
- **Gaiolas de Parição:** podem ser construídos de madeira, ferro, madeira e tijolos ou ferro e tijolos, podendo ter um escamoteador (caixote) na parte frontal da gaiola.

A gaiola de parição e o escamoteador tem as seguintes dimensões:

- gaiola parição: comprimento 2,40 m;
- largura (local da porca 0,60 m mais local do leitões  $2 \times 0,45$ ) = 1,50 m;
- altura = 1,10 m;
- escamoteador (caixote): largura = 0,50 m comprimento = 1,50 m.

Dentro do escamoteador, situa-se a lâmpada de 250 watts utilizada como fonte de luz e aquecimento dos leitões.

Este tipo de escamoteador frontal a gaiola está sendo muito utilizado, pelo motivo de não aquecer a porca, que nesta idade não necessita aquecimento.

## 3.4. Creche

É a construção que complementa a fase de amamentação, onde os animais são colocados após a desmama.

Esta fase vai da desmama até cerca de 25 kg de peso vivo (dez semanas de idade); geralmente é desenvolvida em prédios anexos à maternidade e tem em vista que necessitam dos mesmos cuidados dispensados ao leitão na fase de aleitamento, como fonte suplementar de calor, ventilação, cuidados de manejo sanitário e nutricional.

- **Número de leitões e área necessária na baia:** É de vital importância que nessa fase inicial de crescimento os animais tenham boas condições para seu desenvolvimento. Para favorecer os animais neste período considera-se bom um agrupamento máximo de 20 leitões por baia (2 leitegadas), afim de evitar a competição e o inconveniente de baias muito grandes. De acordo com a Tabela 7.1. a área necessária para cada leitão varia de 0,18 a 0,27 m<sup>2</sup>.

- **Sistemas de criação dos leitões:** As baias de creche podem obedecer a várias alternativas consideradas eficientes. Entre os sistemas mais usados podem ser citados as gaiolas elevadas, geralmente feitas de metal e dimensionadas para apenas uma leitegada para cada gaiola. Além desta podem ser adotadas as creches com piso elevado ripado de concreto ou de metal. Existe ainda o sistema de creche com duas áreas separadas. Uma com piso compacto de concreto, ocupando aproximadamente 2/3 da baia, e o restante (1/3) com piso ripado, onde os leitões irão defecar, urinar e beber água.

De acordo com as alternativas dos tipos de creche, o sistema de limpeza e o manuseio dos dejetos são simples; simplesmente as dejeções são varridas e/ou lavadas por baixo das instalações, uma vez que os leitões não tem contato com piso do prédio.

Além do agrupamento correto dos leitões e da adequação de espaço para os animais, é importante que nesta fase inicial de crescimento o leitão tenha condições de temperatura e ventilação compatíveis com as suas exigências. Sabe-se que um leitão desmamado precocemente necessita de um ambiente protegido e que um grande número de animais em pequenas salas causam problemas de concentração de gases nocivos e odores desagradáveis. Para evitar estes problemas há necessidades de se estabelecer um sistema de renovação periódica do ar dentro das salas de creche. Em geral as salas pequenas não permitem o estabelecimento de um sistema de ventilação natural que seja eficiente.

#### b) Aspectos construtivos:

- **Comedouro:** nesta fase indicam-se 2,5 a 3,0 animais para cada boca do comedouro, devendo cada uma ser de 15 a 18 cm de largura.

- **Bebedouro:** recomenda-se o tipo chupeta de morder, provido de suporte que permita regulagem da altura, de forma que a ponta do bico chupeta esteja sempre de 2,5 a 3,0 cm acima do lombo dos animais. A altura mínima oscila entre 20 a 25 cm, sendo as demais alturas variadas de acordo com o animal. Na opção do uso de bebedouro concha, o mesmo deverá ser fixado a uma altura não superior a 12 cm acima do piso. Devem-se prever no máximo 10 animais para cada bebedouro.

**a) Dimensionamento:** Para a quantificação do número de baias necessárias para a fase inicial do crescimento, aplica-se a seguinte fórmula:

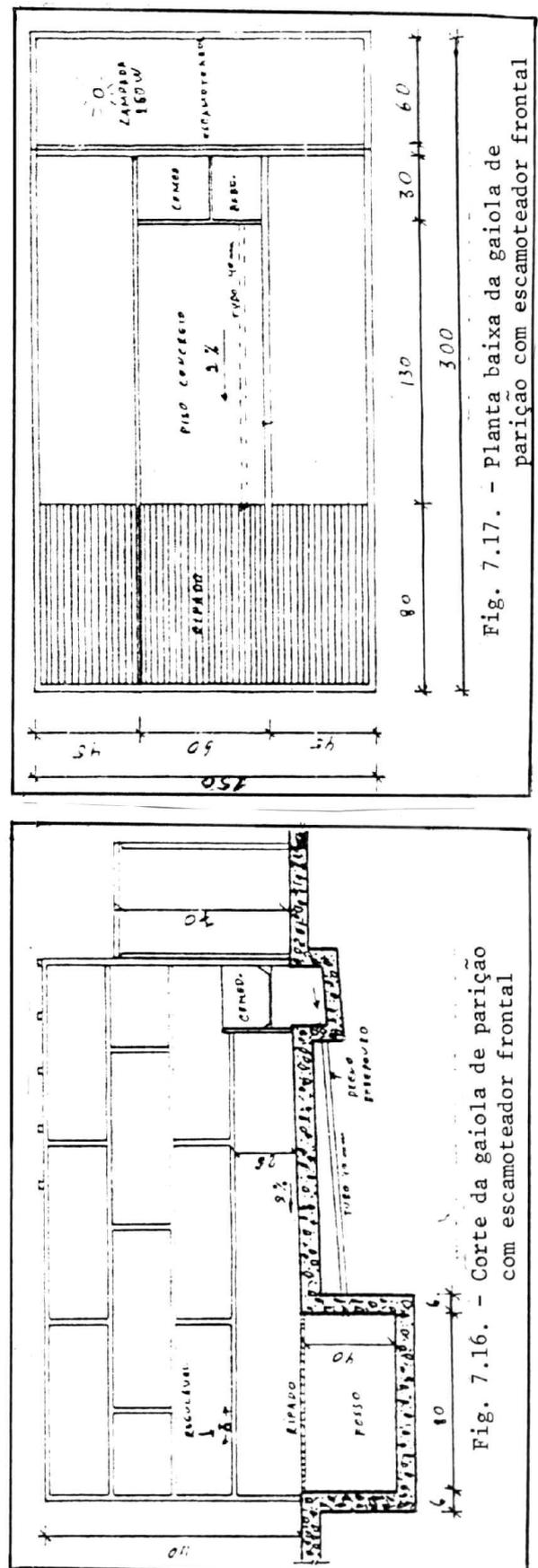
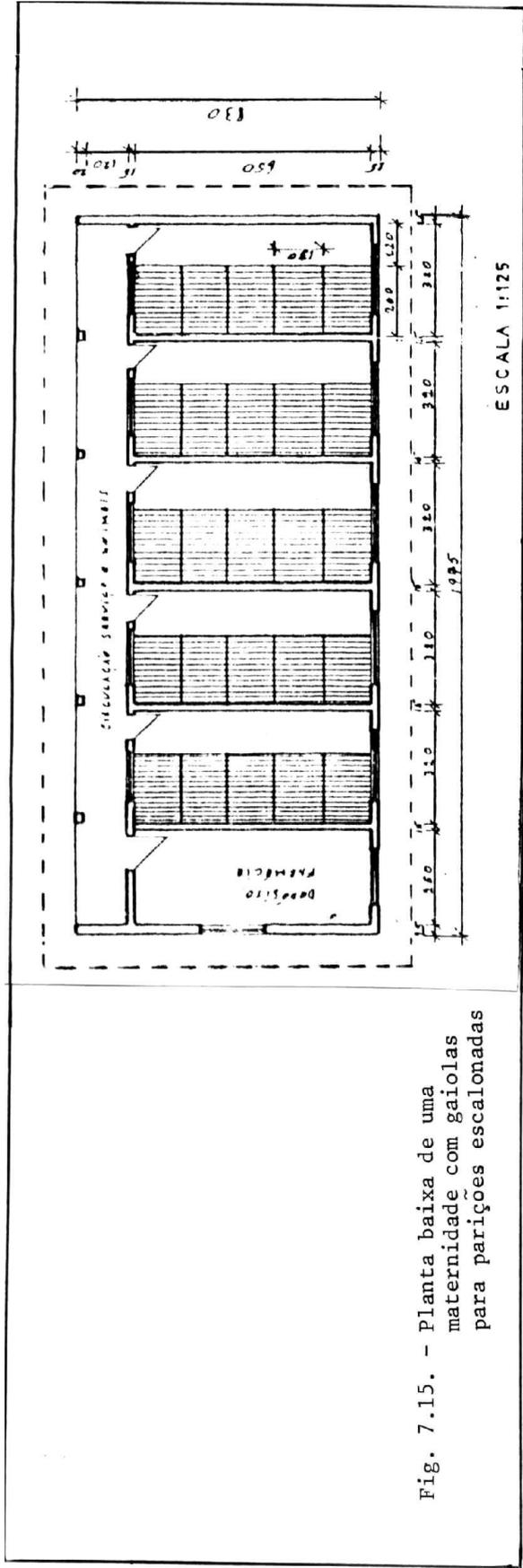
$$\text{N}^\circ \text{ de baias} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de porcas}) \cdot (\text{N}^\circ \text{ Ciclos/porca/ano}) \cdot (\text{N}^\circ \text{ leitões desmam./porca}) \cdot (\text{Período ocupação})}{(\text{N}^\circ \text{ leitões/baia}) \cdot (\text{n}^\circ \text{ de semanas do ano})}$$

onde:

- N° porcas = total de porcas do plantel;
- N° ciclo/porca/ano = em média varia de 2,17 a 2,48 partos/ano;
- N° de leitões desmamados/porca = em média 10 leitões;
- Período de ocupação = conforme a Tabela 5 abaixo;
- N° de leitões/baia = máximo de 2 leitegadas (20 leitões);
- N° semanas do ano = 52 semanas.

**Tabela 7.5. Número de baias na creche, duração da fase, período de ocupação e número de leitões desmamados por porca, em função das diversas idades de desmama**

| Fases                          | Idade da desmama |           |           |           |
|--------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                | 3 semanas        | 4 semanas | 5 semanas | 6 semanas |
| Duração da fase                | 7 semanas        | 6 semanas | 5 semanas | 4 semanas |
| Limpeza/desinfecção            | 1 semanas        | 1 semanas | 1 semanas | 1 semanas |
| Período de ocupação            | 8 semanas        | 7 semanas | 6 semanas | 5 semanas |
| N° de leitões desmamados/porca | 10               | 10        | 10        | 10        |



### 3.5. Crescimento e acabamento

Compreende a fase que vai da saída da creche até a comercialização, sendo que:

- a fase de crescimento vai de 25 kg até 60 kg de peso vivo (10 a 18 semanas de idade); e
- a fase de acabamento de 60 kg até 100 kg peso ou até abate (18 a 25 semanas de idade).

• **Sistema de criação:** Alguns produtores de suínos preferem conduzir esta fase em baias distintas, uma para crescimento e outra de terminação, cujos pisos são de concreto em geral totalmente compactos. Este sistema de manejo exige uma mudança dos animais de baia de crescimento para a de terminação.

#### a) Aspectos construtivos:

• **Piso:** quando totalmente compacto exige maior área para cada animal (0,75 e 1,00 m<sup>2</sup>/animal), mais mão-de-obra para serviços de limpeza, do que o piso parcialmente totalmente ripado. Para piso totalmente ripado a mão-de-obra de limpeza restringe-se apenas à limpeza e desinfecção por ocasião da saída dos animais da baia.

As necessidades em m<sup>2</sup> por animal nesta fase em função do tipo de piso estão ilustrados na Tabela 7.6. abaixo.

**Tabela 7.6. Área por animal de acordo com o manejo e os tipos de piso adotado**

| Fases e manejo  | Tipos de piso       |                     |                     |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|
|   | Totalmente ripado   | Parcialmente ripado | Totalmente compacto |
| Crescimento com mudança de baia (25 a 60 kg)                        | 0,50 m <sup>2</sup> | 0,65 m <sup>2</sup> | 0,75 m <sup>2</sup> |
| Acabamento com mudança de baia (60 a 100 kg)                        | 0,75 m <sup>2</sup> | 0,85 m <sup>2</sup> | 1,00 m <sup>2</sup> |
| Crescimento/acabamento sem mudança de baia baia única (25 a 100 kg) | 0,70 m <sup>2</sup> | 0,80 m <sup>2</sup> | 1,00 m <sup>2</sup> |

A maioria dos criadores nesta fase utilizam (devido ao custo) piso totalmente compacto e 20 animais/baia, sendo que o ideal seria de 08 a 10 animal/baia.

As instalações nesta fase são necessitam mais de proteção contra o frio (exceto correntes prejudiciais), mas sim contra o excessivo calor; por isso devem ser bem ventilados, levando em consideração a densidade e tamanho dos animais. Nesta fase há uma formação de grande quantidade de calor, gases e dejeções que irão prejudicar o ambiente. Para se ter uma ventilação natural apropriada, as instalações devem ter as seguintes características construtivas:

• **Paredes e telhado:** deve ser construído igualmente ao que já foi mencionado nas baias de pré-cobrição e cobrição. Em regiões frias é aconselhável deixar disponível um sistema de cortinas para proteger os animais.

• **Comedouro e bebedouro:** os comedouros devem conter uma boca de 0,30 m de largura para cada três animais. Quanto aos bebedouros do tipo chupeta, é aconselhável um para cada dez animais.

**b) Dimensionamento:** Para exemplificar as necessidade de baias e dimensões, para um determinado plantel de porcas, usa-se o seguinte método de cálculo:

**b.1. Dimensionamento do número de baias para a Fase de Crescimento:** Para a quantificação do número de baias necessárias para a fase de crescimento, aplica-se a seguinte fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ de baias} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de porcas}) \cdot (\text{N}^\circ \text{ Ciclos/porca/ano}) \cdot (\text{N}^\circ \text{ leitões desmam./porca}) \cdot (\text{Período ocupação})}{(\text{N}^\circ \text{ leitões/baia}) \cdot (\text{n}^\circ \text{ de semanas do ano})}$$

onde:

- N° porcas = total de porcas do plantel;
- N° ciclo/porca/ano = em média varia de 2,17 a 2,48 partos/ano;
- N° de leitões desmamados/porca = em média 8 leitões;
- Período de ocupação = 9 semanas, conforme a Tabela 7 abaixo;
- N° de leitões/baia = 10-20 leitões;
- N° semanas do ano = 52 semanas.

**Tabela 7.7. Necessidade de baias de crescimento e acabamento, em função do manejo, do período de ocupação das baias e do número de leitões desmamados (conforme cada idade de desmama)**

| Fases e manejo                | Necessidade de baia    |      |      |      |                        |      |      |      |                               |      |      |      |
|-------------------------------|------------------------|------|------|------|------------------------|------|------|------|-------------------------------|------|------|------|
|                               | Com mudança de baia    |      |      |      |                        |      |      |      | Sem mudança de baia           |      |      |      |
|                               | Crescimento (25-60 kg) |      |      |      | Acabamento (60-100 kg) |      |      |      | Cresc./acabamento (25-100 kg) |      |      |      |
| Duração da fase               | 8 semanas              |      |      |      | 7 semanas              |      |      |      | 15 semanas                    |      |      |      |
| Limpeza e desinfecção         | 1 semana               |      |      |      | 1 semana               |      |      |      | 1 semana                      |      |      |      |
| Período de ocupação das baias | 9 semanas              |      |      |      | 8 semana               |      |      |      | 16 semanas                    |      |      |      |
| N° de ciclos/porca/ano        | 2,48                   | 2,36 | 2,26 | 2,17 | 2,48                   | 2,36 | 2,26 | 2,17 | 2,48                          | 2,36 | 2,26 | 2,17 |
| Idade de desmama (semanas)    | 3                      | 4    | 5    | 6    | 3                      | 4    | 5    | 6    | 3                             | 4    | 5    | 6    |

$$\text{Área da baia} = (\text{N}^\circ \text{ de leitões baia}) \cdot (\text{Área por animal})$$

onde:

- N° de leitões baia = em torno de 10-20 animais;
- Área por animal = é função do tipo de piso, conforme mostra a Tabela 6

$$\text{Largura da baia} = (\text{N}^\circ \text{ de leitões baia}) \cdot (\text{Espaço por animal}) + \text{Largura portão}$$

onde:

- N° de leitões baia = em torno de 10-20 animais;
- Espaço por animal = em torno de 0,3 metros para 3 animais;
- Largura do portão = 0,7 metros.

**b.2. Dimensionamento do número de baias para a Fase de Acabamento:** Para a quantificação do número de baias necessárias para a fase de acabamento, aplica-se a seguinte fórmula:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de baias} = \frac{(\text{N}^{\circ} \text{ de porcas}) \cdot (\text{N}^{\circ} \text{ Ciclos/porca/ano}) \cdot (\text{N}^{\circ} \text{ leitões desmam./porca}) \cdot (\text{Período ocupação})}{(\text{N}^{\circ} \text{ leitões/baia}) \cdot (\text{n}^{\circ} \text{ de semanas do ano})}$$

onde:

- N<sup>o</sup> porcas = total de porcas do plantel;
- N<sup>o</sup> ciclo/porca/ano = em média varia de 2,17 a 2,48 partos/ano;
- N<sup>o</sup> de leitões desmamados/porca = em média 8 leitões;
- Período de ocupação = 8 semanas, conforme a Tabela 7;
- N<sup>o</sup> de leitões/baia = 10-20 animais;
- N<sup>o</sup> semanas do ano = 52 semanas.

$$\text{Área da baia} = (\text{N}^{\circ} \text{ de leitões baia}) \cdot (\text{Área por animal})$$

onde:

- N<sup>o</sup> de leitões baia = em torno de 10-20 animais;
- Área por animal = é função do tipo de piso, conforme mostra a Tabela 6;

$$\text{Largura da baia} = (\text{N}^{\circ} \text{ de leitões baia}) \cdot (\text{Espaço por animal}) + \text{Largura portão}$$

onde:

- N<sup>o</sup> de leitões baia = em torno de 10-20 animais;
- Espaço por animal = em torno de 0,3 metros para 3 animais;
- Largura do portão = 0,7 metros.

**b.3. Dimensionamento do número de baias para a Fase de Crescimento/Acabamento:** Para a quantificação do número de baias necessárias para a fase de crescimento e acabamento (baia única), aplica-se a seguinte fórmula:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de baias} = \frac{(\text{N}^{\circ} \text{ de porcas}) \cdot (\text{N}^{\circ} \text{ Ciclos/porca/ano}) \cdot (\text{N}^{\circ} \text{ leitões desmam./porca}) \cdot (\text{Período ocupação})}{(\text{N}^{\circ} \text{ leitões/baia}) \cdot (\text{n}^{\circ} \text{ de semanas do ano})}$$

onde:

- N<sup>o</sup> porcas = total de porcas do plantel;
- N<sup>o</sup> ciclo/porca/ano = em média varia de 2,17 a 2,48 partos/ano;
- N<sup>o</sup> de leitões desmamados/porca = em média 8 leitões;
- Período de ocupação = 16 semanas, conforme a Tabela 7;
- N<sup>o</sup> de leitões/baia = 10-20 animais;
- N<sup>o</sup> semanas do ano = 52 semanas.

**Área e largura da baia:** Segue o mesmo procedimento visto para os itens “b.1.” e “b.2.”, acima.

### 3.6. Construções suplementares

**a) Balança e Rampa de Embarque:** A balança numa criação racional de suínos, tem um papel muito mais importante do que o de simplesmente verificar a aferição correta das balanças dos frigoríficos. O criador para acompanhar corretamente sua criação, usa a balança para verificar o comportamento da ração, principalmente por ocasião de trocas na formulação. Além disso, a introdução de material genético deverá ser aferida principalmente mediante controle do ganho de peso. A rampa de embarque tem por objetivo principal facilitar a carga dos animais destinados ao mercado, evitando muita mão-de-obra, “stress” e mesmo acidentes com os animais. Estes são conduzidos através de um corredor e fora do circuito fechado e exclusivo para a criação. Esta construção deve ser de preferência coberta e estar localizada próxima às baias de terminação.

**b) Fábrica de Rações:** Somente recomendada para as grandes criações que podem dispor de laboratório e técnicos especializados em nutrição animal. Nas criações médias o indicado é termos um triturador e um misturador. Neste caso o concentrado protéico com premix mineral e vitamínico seria adquirido de uma fábrica e misturado em proporções adequadas com fubá ou outro sucedâneo.

**c) Depósito de Matérias-primas:** Quase sempre há necessidade de prevermos a estocagem de milho na própria fazenda ou em silos da rede oficial quando o volume de animais é grande. Recomenda-se principalmente nas grandes criações estocar 60% do milho para atender os últimos 7 a 8 meses que precedem a nova safra. Os demais componentes, como farelo de trigo, farelo de arroz, farelo de soja, farinha de carne, minerais e vitaminas, podem ser adquiridos o ano todo no mercado, não havendo necessidade de armazenar grande volume. Recomenda-se formar estoques destas matérias-primas por um período não superior a 60 dias.

Os depósitos são também usados para a reserva de ração por um determinado período. Neste caso a ração é ensacada e as pilhas devem ficar afastadas aproximadamente 50 cm da parede e distanciadas 30 cm entre si. Para cálculo da dimensão do depósito, 8 sacos de ração de 60 kg ocupam 1 m<sup>3</sup> de espaço.

**d) Quarentenário:** Numa criação de suínos a renovação do plantel deve ser um processo dinâmico e contínuo. Há necessidade permanente de introduzir material genético novo e melhorado. A cada ano ocorrem significativos progressos no campo do melhoramento da suinocultura. Dentro de programas previamente estabelecidos, o criador deverá introduzir animais melhoradores. Não poderá entretanto, expor a criação ao perigo de doenças exóticas e para que este risco seja o menor possível, deverá ter uma pequena pocilga, em área isolada, e o mais afastado possível da criação, na qual submeterá os animais à quarentena e aos exames de praxe.

**e) Área de Recepção e Escritório:** Esta construção é importante para que possamos manter um bom sistema de controle, não só para contabilizar créditos e débitos, mas também para aferir continuamente os índices de produtividade. Uma grande empresa não poderá expor a criação a visitas de maneira incontrolada; por isto, na recepção terá uma área de troca de roupa e banho de desinfecção.

Os veículos que trouxerem ou levarem produtos serão submetidos a pulverizações desinfetantes. Os operários que cuidarem da criação deverão trocar de roupas antes de penetrar no átrio exclusivo e devidamente isolado dos suínos.

**f) Casa do Administrador e Empregados:** É indispensável que o administrador e mais um ou dois funcionários residam próximos à criação, mas fora da área exclusiva dos suínos. Não podemos esquecer que as casas, ao atender requisitos de conforto e higiene, dão mais segurança e estabilidade aos funcionários. Convém lembrar que a produtividade de uma criação de suínos está correlacionada com a mão-de-obra.

## EXERCÍCIOS

1. Num projeto para criação de suínos, onde pretende-se ter 100 matrizes, no sistema vertical modular paralelo em alta tecnologia, pergunta-se:
  - a) Qual será o número de baias de pré-cobrição e cobrição. Faça um esboço da baia com as principais medidas e detalhes;
  - b) Qual será o número de gaiolas de gestação. Faça um esboço do galpão de gestação com as principais medidas;
  - c) Qual será o número de gaiolas de parição no sistema gaiolas em uma única sala;
  - d) Qual será o número de baias para a fase de crescimento-acabamento. Faça um esboço da baia com as principais medidas;
  - e) Para a baia de crescimento-acabamento dê 5 aspectos construtivos.

## BIBLIOGRAFIA

- BERTOLIN, A. **Suinocultura**. Curitiba: Lítero-técnica, 1992.
- CARNEIRO, O. **Construções rurais**. 12. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 719p.
- CAVALCANTI, S. S. **Produção de suínos**. Belo Horizonte: Rabelo, 1980. 272p.
- MIYADA, V.S. **Atualização em suinocultura**. Fealq, 1993.
- OLIVEIRA, A.V.P. **Suinocultura noções básicas**. Embrapa, 1993.
- TEIXEIRA, V.H. **Construções e ambiência**. Brasília: ABEAS, 1990. 117p.