

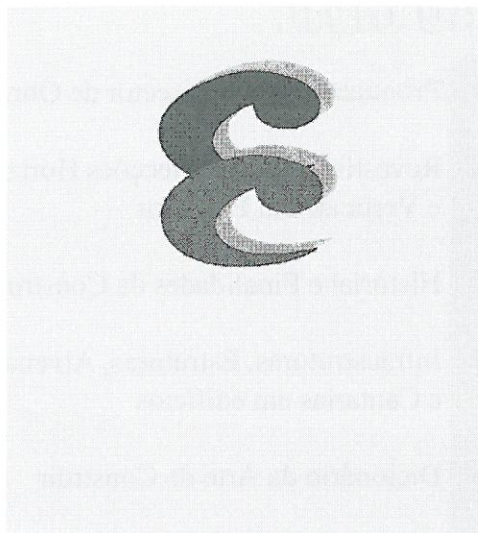
**COLEÇÃO** *aprender*  
**CONSTRUÇÃO CIVIL.**



**INFRAESTRUTURAS,  
ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E  
CANTARIAS EM  
EDIFÍCIOS**

**J.Paz Branco**

edição da  
**E. P. GUSTAVE EIFFEL**



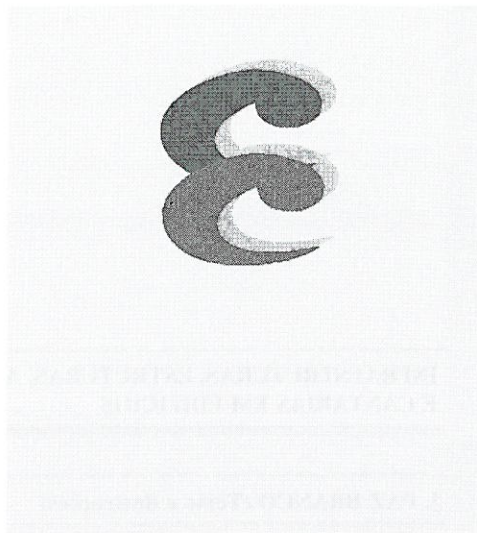
**INFRAESTRUTURAS,  
ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS  
E  
CANTARIAS  
EM  
EDIFÍCIOS**



# COLECÇÃO *aprender* CONSTRUÇÃO CIVIL

## Títulos da mesma colecção

- |    |  |                      |
|----|--|----------------------|
| 1  | Prontuário para o Director de Obra   | J.Paz Branco         |
| 2  | Revestimentos e Protecções Horizontais e Verticais em Edifícios              | J.Paz Branco         |
| 3  | Historial e Finalidades da Construção  | J.Paz Branco         |
| 4  | Infraestruturas, Estruturas, Alvenarias e Cantarias em edifícios             | J.Paz Branco         |
| 5  | Dicionário da Arte de Construir  | J.Paz Branco         |
| 6  | Organização de Estaleiros de Construção Civil                                | J.Paz Branco         |
| 7  | Orçamentação e Estudos Económicos na Construção Civil                        | J.Paz Branco         |
| 8  | Obras de Madeira em Tosco e Limpo na Construção Civil                        | J.Paz Branco         |
| 9  | Manual de Estuques e Modelação   | J.Paz Branco         |
| 10 | Elementos de Infraestruturas de Urbanização e de Edifícios (águas e esgotos) | Eng.º Assis Paixão   |
| 11 | R.S.A. Anotado   | Eng.º Brazão Farinha |
| 12 | Lajes e Escadas de Betão Armado  | Eng.º Brazão Farinha |



**INFRAESTRUTURAS,  
ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS  
E  
CANTARIAS  
EM  
EDIFÍCIOS**

**J. Paz Branco**

**edições  
EPGE**

## Ficha Técnica

TÍTULO	INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS
AUTOR	J. PAZ BRANCO (Texto e ilustrações)
EDITOR	COOPTÉCNICA/EPGE
COORDENAÇÃO	GABINETE EDITORIAL EPGE / ANTÓNIO FARIA
CAPA	ALEXANDRA RIBEIRO
ARRANJO GRÁFICO	GABINETE EDITORIAL EPGE / ALEXANDRA RIBEIRO
FOTOCOMPOSIÇÃO	GABINETE EDITORIAL EPGE

DEPÓSITO LEGAL N.º 71785 / 93

Reservados todos os direitos. É proibida a reprodução desta obra por qualquer meio (fotocópia, fotografia, offset, etc.) sem o consentimento escrito dos Editores, abrangendo esta proibição o texto, a ilustração e o arranjo gráfico. A violação destas regras será passível de procedimento judicial, de acordo com o estipulado no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos.

Queluz, junho de 1993 - 1.ª Edição

Esta obra foi executada com apoio do PEDIP - Medida I

# ÍNDICE

CAPÍTULO 1	O Solo	7
CAPÍTULO 2	Movimentos de Terras	25
CAPÍTULO 3	Fundações e Alicerces	47
CAPÍTULO 4	Edificações - Breve Historial	59
CAPÍTULO 5	Materiais de Construção e Ferramentas	65
CAPÍTULO 6	Argamassas	111
CAPÍTULO 7	Alvenarias	119
CAPÍTULO 8	Assentamentos de Cantarias e Mármore	167
CAPÍTULO 9	Diversos	188
CAPÍTULO 10	Armaduras para Betão	211



# CAPÍTULO 1

## • O Solo

### OSOLO (TERRENO DE SUPORTE)

#### 1.1 - A escolha ou as condicionantes do local

Pequeno ou grande, alto ou baixo, para habitação ou utilização diversa, qualquer edifício deverá ser robusto e estável. Todo o edifício deve ser construído em condições de durar pelo menos 5 décadas.

Tal só poderá acontecer se ficar bem assente em solo firme.

A robustez parte, nasce, nos alicerces.

Ora, não será possível conceber ou executar qualquer trabalho de fundações sem um perfeito conhecimento da natureza, características e comportamento inerente do solo. Entende-se por solo, a camada de terreno aparente, o seu estado, origem e, se necessário, a camada ou camadas em que assenta.

Vamos começar por o caracterizar em relação à origem:

**1.1.1-** As camadas que descansam sobre as formações primitivas que as originaram, isto é, sobre as rochas de que procederam, e das quais são produtos da acção mais ou menos desagregante dos agentes naturais.

**1.1.2-** As matérias térreas que descansam sobre camadas secundárias e que para ali foram arrastadas pelas águas, pelo vento e pelo homem.

**1.1.3-** As formações primitivas mais ou menos alteradas, e as libertadas dos produtos de desagregação pela erosão, pelos ventos ou pelo homem.

- Normalmente, os produtos arrastados de pequenas distâncias mantêm a mistura original e cabam por se consolidar, e oferecer terrenos com condições semelhantes a 1.1.1.
- Os que foram arrastados de grandes distâncias, normalmente ou ficam desprovidos de materiais aglutinantes, ou de materiais resistentes.
- Os que são produto de desaterro, se transportados com a humidade original e devidamente compactados, podem vir a adquirir condições semelhantes a 1.1.1.



- Quando o aterro é executado com produtos de várias origens, não se cumprindo as condições antes referidas, o resultado da simples acção de vazamento, com impurezas e materiais orgânicos, resultará sempre um solo de comportamento imprevisível mesmo quando decorridos muitos anos sobre a sua execução. Procuramos de um modo sucinto classificar os solos quanto às origens correntes, mas acrescentamos que só por si, a origem e condições de formação, não qualificam qualquer deles, mesmo quando de camada primitiva se trate. Iniciamos aqui um percurso no qual vamos considerar outros factores, que em conjunto nos levarão ao estado de conhecimento desejado.

#### **1.1.4 -Coerência**

As argilas, os barros e as grêdas são matérias térreas coerentes. A coesão é a tendência para aglomerar os grãos, as partículas rochosas entre si. Mas, a porosidade pode produzir uma tendência análoga à aglomeração nos conjuntos granulares. A existência de pequenos e muito pequenos grânulos nestes conjuntos, quando em proporções equilibrados, produz poros finíssimos que dão origem a efeitos de capilaridade muito marcada, oferecendo elevada resistência à penetração da água, e podendo constituir solos de grande consistência. Esta consistência poderá no entanto diminuir rapidamente, com a presença de areias e impurezas.

Os terrenos ricos em argila oferecem considerável resistência à penetração da água, mas são difíceis de compactar, e quando o grau de humidade ultrapassa certos limites, a sua amplitude portante diminui consideravelmente.

Um método expedito de classificação deste tipo de solos como base para alicerces, será o da determinação da contracção que experimenta ao secar.

Se a contracção for menor que 5% o terreno é bom suporte; entre 5 a 10% é medianamente bom; além de 10% é mau, e não serve.

#### **1.1.5 - Incoerência**

Normalmente são incoerentes os depósitos sedimentares de fragmentos rochosos sem finos ou aglutinantes e muito permeáveis à água. Estes fragmentos podem ser rolados ou angulosos e, a pouca profundidade, não têm amplitude portante. A boa profundidade, se a camada tiver boa espessura, podem oferecer boas condições para fundações.

Os mesmos depósitos de fragmentos, quando com granulometria completa (grossos, médios, finos e areias) oferecem normalmente muito boas condições para suporte; podem atingir cargas da ordem das 8 kgf/cm<sup>2</sup>.

#### **1.1.6 - Rochas**

Não queremos alongar-nos muito na classificação de rochas, pois voltaremos ao assunto no capítulo de alvenaria; vamos apenas dizer o necessário para a finalidade em vista: as fundações. A resistência das rochas no seu estado natural no solo, depende não só da sua natureza, como do estado, da posição e da espessura das formações.

## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

---

No estado, não meteorizadas, oferecem as seguintes resistências em daN/cm<sup>2</sup>

	Em finas camadas	Em maciços espessos
- Rochas duras, sãs, não alteradas	30	100
- Rochas pouco ou medianamente alteradas	15	30
- Rochas brandas ou alteradas	5	15

Estes valores são as cargas de segurança aplicáveis para fundações, porquanto as resistências das rochas ao esmagamento, atingem outros valores tão diferentes que revelam bem as preocupações que existem quando se trata de suportes para edificações. Comparemos:

	da N/cm <sup>2</sup>
- Calário, travertino e tufos vulcânicos	200
- Arenitos brandos com aglomerante argiloso ou cálcio	300
- Cálcaros compactos, dolomites (mármore) e lava basáltica	500
- Arenito quartzífero e selenites	800
- Granitos, sienites, diorites e pórfiro quartzífero	1200

### 1.1.7- Solos coerentes

#### 1.1.7.1 - Argilas:

Normalmente classificam-se como tal, todas as misturas térreas sedimentares que contenham certa quantidade de hidrossilicato de alumina (pó muito fino, untoso ao tacto quando seco), desde as grêdas finas até aos saibros gordos. De entre estas vamos destacar as seguintes:

##### a) - Argilas Gordas

- Material sedimentar de grão muito fino e aspecto variável, entre o compacto e homogêneo, ao poroso e heterógeneo; entre o creme claro e o negro, passando pelo amarelo, verde, azulado, cinzento, vermelho e até nevado, mas sempre untuoso ao tacto e plásticos; modeláveis. Quando compactos são muito pouco permeáveis à água.

##### b) - Argilas Margosas (magras)

- Material sedimentar, constituído por argila e carbonato de cálcio (cal) em proporções variáveis entre 10% e 90%.

Quando seca tem um comportamento idêntico à argila como suporte para fundações; mas é, quando rica em carbonato de cálcio, muito sensível à água, que recebe e retém por longo tempo.

##### c) - Barro

- Que é uma mistura íntima de argila e areia siliciosa, próprio para o fabrico de produtos cerâmicos. Quando o teor em argila é alto, denomina-



se barro gordo; e magro, quando pobre em argila.

Quando seco, em banco com boa espessura, é bom para fundações, mas perigoso quando húmido.

d) - O saibro

- É um barro muito magro e normalmente contém maior ou menor quantidade de seixo rolado. Quase sempre acontece que o seixo aparece com arrumação irregular dentro da mistura, e muitas vezes em camadas de 0,20 m a 0,30 m de altura, alternadas com grão mais fino e espaçadas 0,30 m a 0,50 m.

Este solo quando endurecido (cimentado), e de granulometria perfeita, constitui um bom suporte.

e) - Grêda

- É uma rocha sedimentar argilosa, detritica, rica em argila, de grão muito fino, impalpável e que oferece boa resistência à desagregação pela água. Tem o mesmo comportamento das argilas gordas secas, alterando-se pouco com a presença de água.

### 1.1.7.2 - Outros solos

a) - Terra vegetal

- O resultado da mistura de partículas do solo com matérias orgânicas (vegetal e animais) decompostas e fermentadas; não têm qualquer capacidade portante para fundações, acontecendo o mesmo com os lodos, vazas e lamas, que de resto são da mesma natureza.

b) - Os aterros

- Seja qual for a sua natureza e modo de compactação, ainda que ensaios expeditos de carga nos indiquem resultados aceitáveis, não será aconselhável utilizar para fundações. O comportamento de um aterro a longo prazo é de facto imprevisível; há sempre assentamentos mais ou menos significativos e irregulares.

*NOTA:* As argilas quando consideradas aceitáveis, não dispensam o cuidado de atingir profundidades além do normal, uma vez que deverá contar-se com a acção degradante dos agentes atmosféricos, a que estes solos são muito sensíveis.

De seguida vamos apresentar os valores admissíveis, com amplitudes portantes para os diferentes tipos de solos correntes. Não fica, no entanto, esgotada a “lista” de preocupações; há mais a considerar, que adiante serão apresentados.

### **1.1.8 - Amplitudes portantes admissíveis para diversos solos**

a) Coerentes, valores em daN/cm<sup>2</sup>

	Secos	Húmidos
- Rijos, compactos cimentados	4,0 a 8,0	2,0 a 4,0
- Muito duros, porosos, cimentados	3,0 a 6,0	1,5 a 3,0
- Duros porosos	1,5 a 3,0	0,5 a 1,0
- Médios	0,5 a 1,0	0,0 a 0,5
- Moles	0,0 a 1,0	-

A profundidade dos caboucos não deve ser inferior a 0,70 m depois de atrevesada a camada de cobertura.

b) Solos incoerentes, valores em daN/cm<sup>2</sup>

	Secos	Húmidos
- Mistura de partículas rochosas e areia com granulometria completa: Em alicerces de 0,40 m de largo e 0,70 m de fundo	3 a 8	1,5 a 4
Em alicerces de 0,40 m de largo e fundo 1,00 m	4 a 8	2 a 5
- Mistura granulométrica de partículas rochosas sem finos: Em alicerces de 0,40 m de largo e 0,70 m de fundo	3 a 6	1,5 a 3
Em alicerces de 0,40 m de largo e fundo 1,00 m	4 a 6	2 a 4
- Mistura de areias uniformes com alguma argila Em alicerces de 0,40 m de largo e 0,70 m de fundo	2,5 a 5	1,5 a 3
Em alicerces de 0,40 m de largo e fundo 1,00 m	3 a 5	2 a 3
- Areias uniformes compactas a 0,60 m de profundidade	2 a 4	1 a 2
- Areias uniformes soltas a 0,60 m de profundidade	1 a 2	0,5 a 1

*NOTA:* Quando a largura do alicerce aumentar, aumentam-se os valores em 5% por cada 0,10 m de alargamento até 1,00 m. Isto é, um terreno suporta mais 30% de carga, quando o alicerce passa de 0,40 m de largo para 1,00 m. Para além das condições de suporte relacionadas com a natureza e estado dos solos, é ainda necessário conhecerem-se com precisão as inclinações dos estratos (camadas da formação), pois quando se trata de construir em terrenos inclinados (ainda que pouco), este factor é importantíssimo.



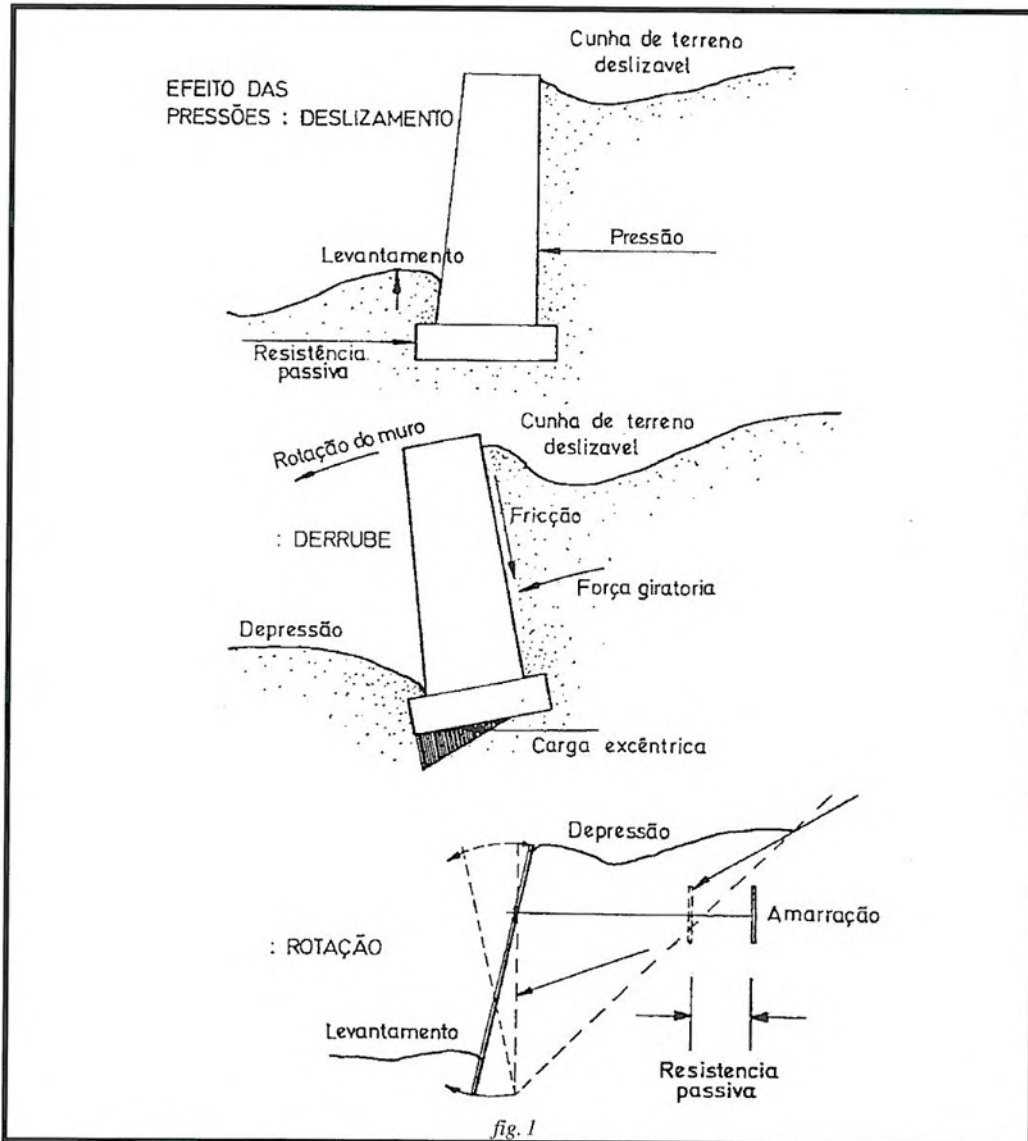
## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

Há solos que pela sua constituição requerem processos específicos, uma vez que ao abrirem-se os caboucos podem produzir-se alterações de estabilidade das camadas, e originar processos de reajustamento cujas consequências são difíceis de prever. Sempre que se trate de solos, que pobres em argila, e mesmo que aparentemente cimentados, ao abrir-se o caminho à penetração de água até camadas escorregadias, isto pode provocar graves deslizamentos.

Noutros terrenos, como as argilas margosas ou de falsa coesão, ao abrir-se uma vala ou fazer-se um corte (ainda que respeitando os taludes recomendáveis), é corrente produzirem-se fendas verticais profundas por onde a água se infiltra e vai "lubrificar" as partículas sólidas, provocando escorregamentos por procura de nova situação de estabilidade.

Estes escorregamentos, pelas mesmas razões, podem produzir-se até em formações rochosas inclinadas e descontínuas. Isto significa que ao alterarem-se com "aparentemente inofensivas" valas, deve observar-se com cuidado não só a natureza e estado do solo, mas a forma e posição dos estratos.

É mais importante por vezes o efeito consequente das alterações, do que das cargas.



COMPORTAMENTOS PREVISÍVEIS PARA SOLOS FRIÁVEIS

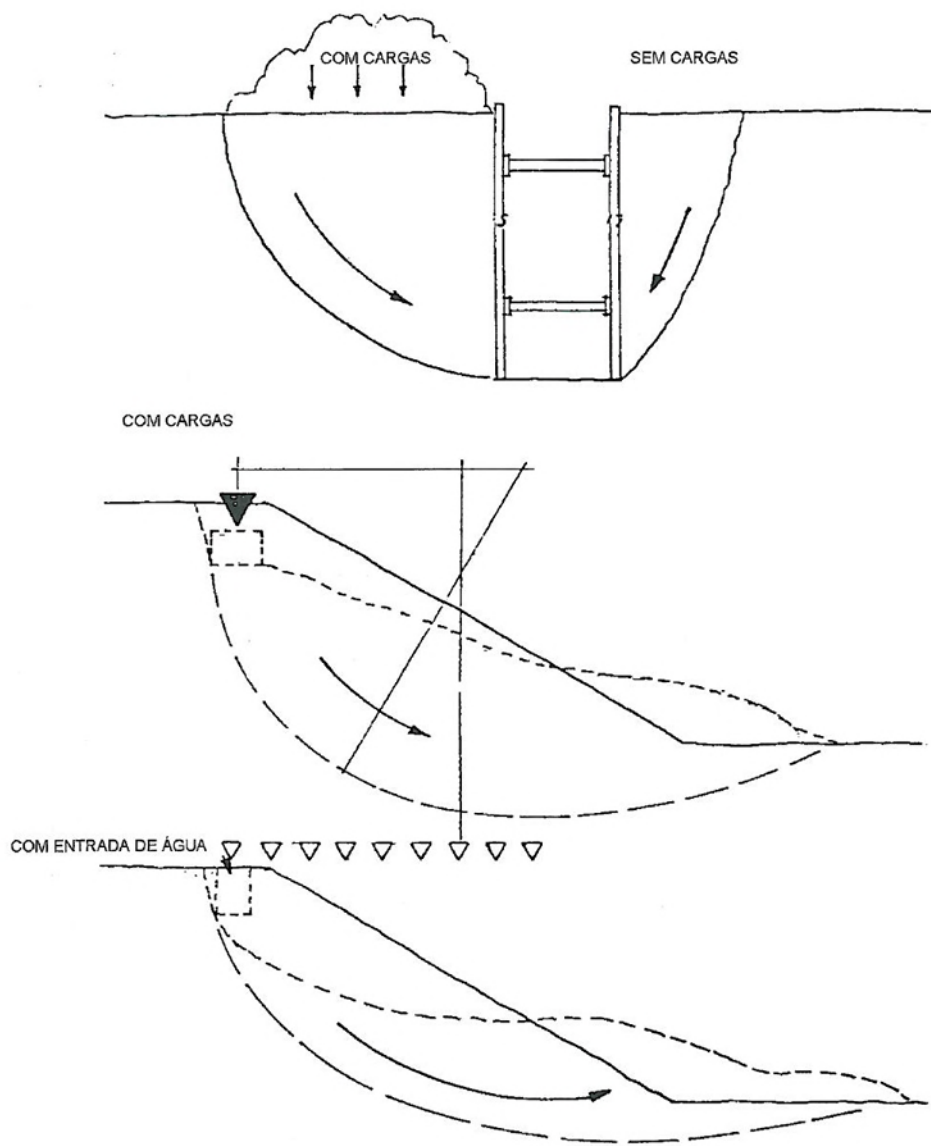
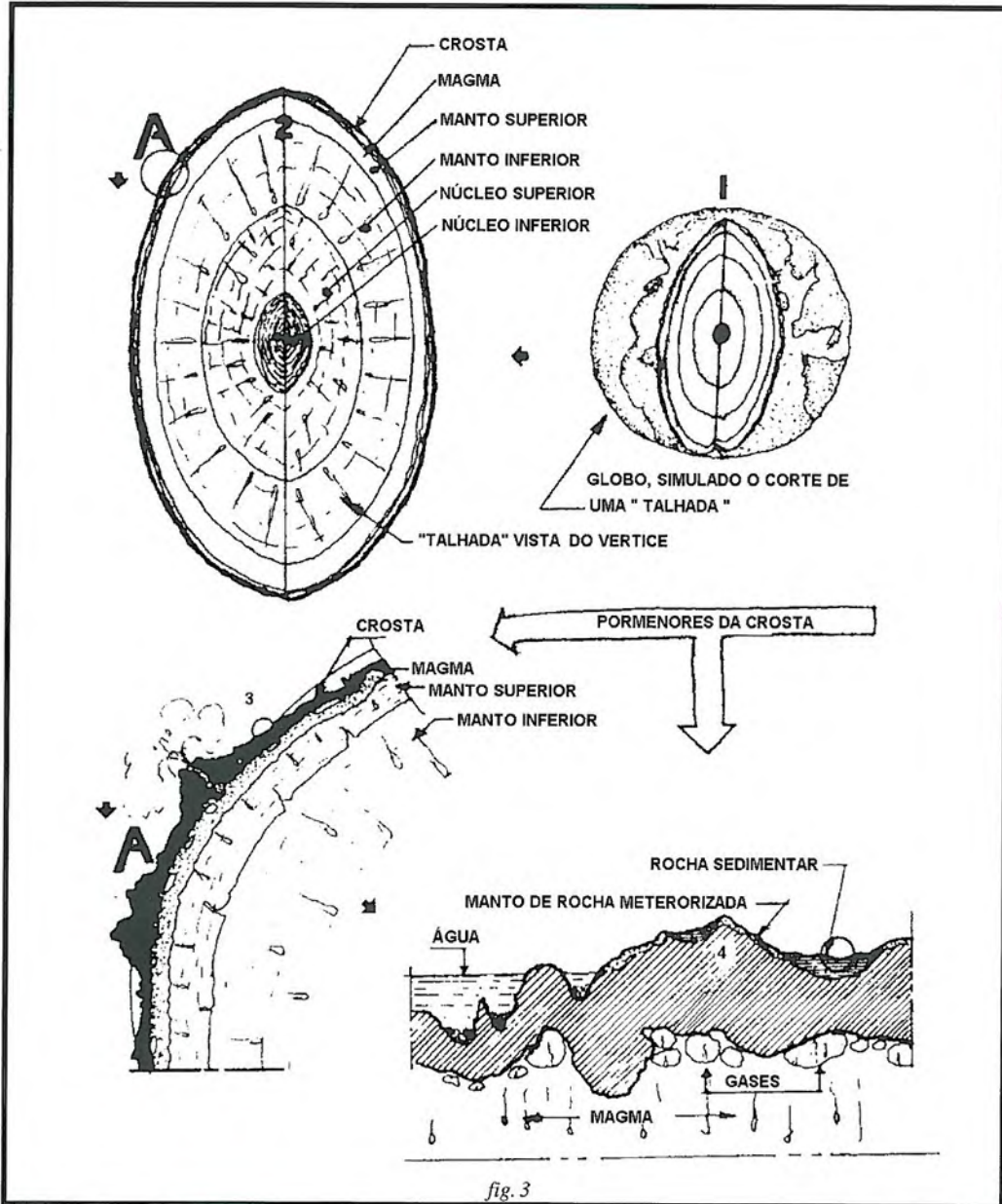


fig. 2

## 1.2 - A aplicação dos conceitos apresentados

Depois da exposição que acabamos de fazer, sem a intervenção da "figura", vamos inverter as posições; vamos dar lugar à figura, utilizando-a numa sequência idêntica à do texto. Vamos começar também pelas "origens" numa série "numerada" a partir duma

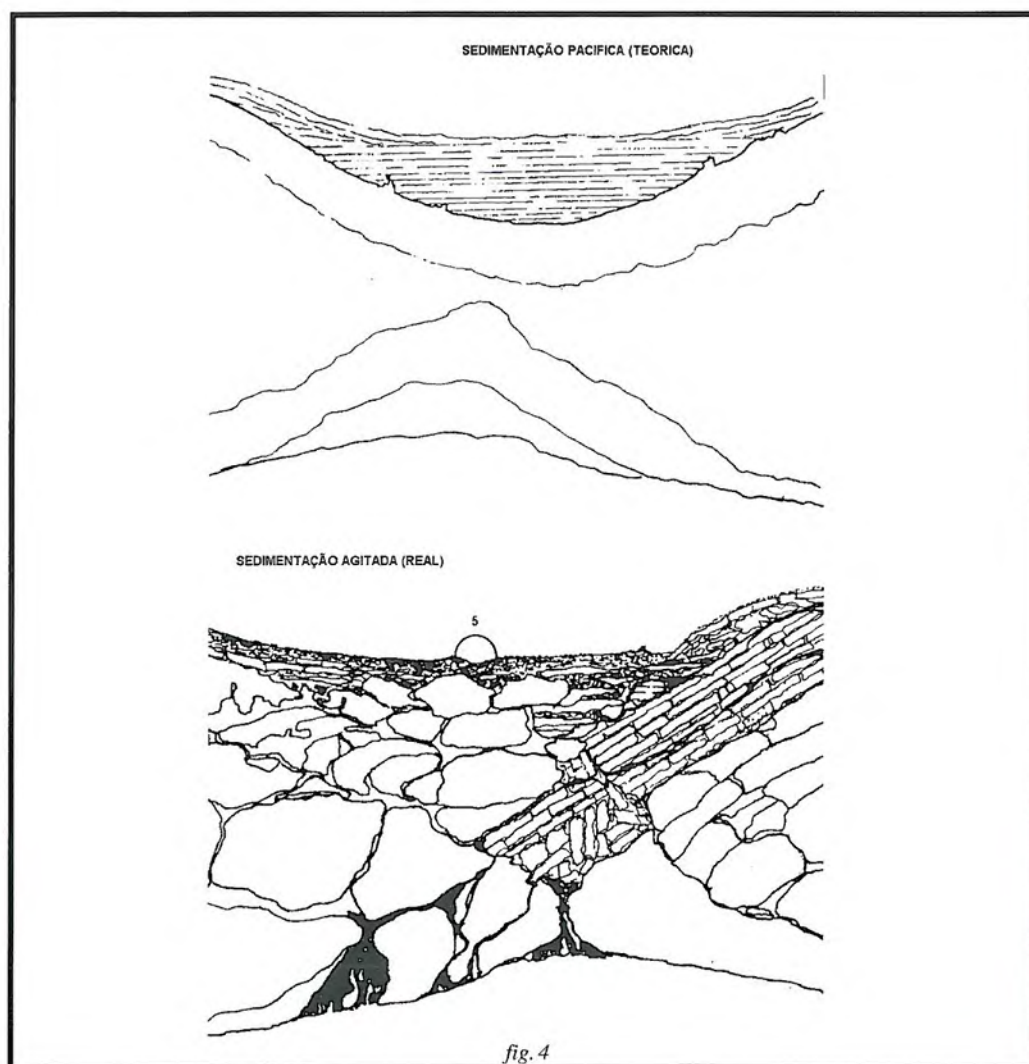


## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

representação do Globo, a que retiramos uma “talhada”, e passar por uma série de ampliações até à dimensão identificável com as obras do homem.

Damos também pequenas representações simplificadas dos mais importantes tipos de rochas, acabando a representação com o corte de duas trincheiras: uma rochosa, de rochas sedimentares em lamelas sobre blocos, e outra com rochas de fraca cimentação - O saibro. Não tivemos, nem poderíamos ter, a pretensão de oferecer uma amostragem exaustiva, mas apenas dar imagens que pudessem auxiliar na interpretação das primeiras seis alíneas do texto.

Em seguida, vamos procurar apresentar recomendações e métodos expeditos de relacionamento destes dados com as condições a que temos que fazer face, quando no terreno temos que tomar decisões.





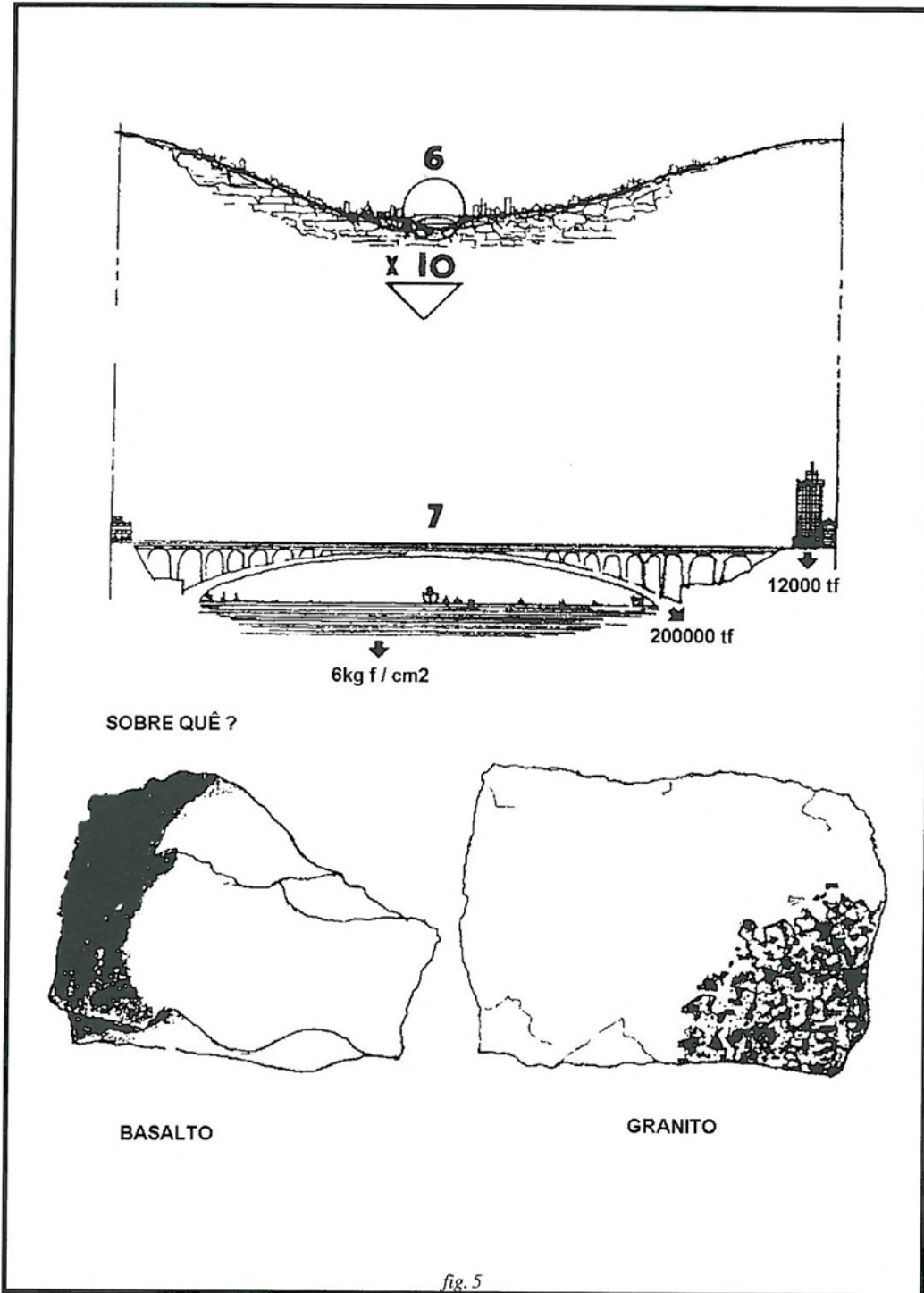
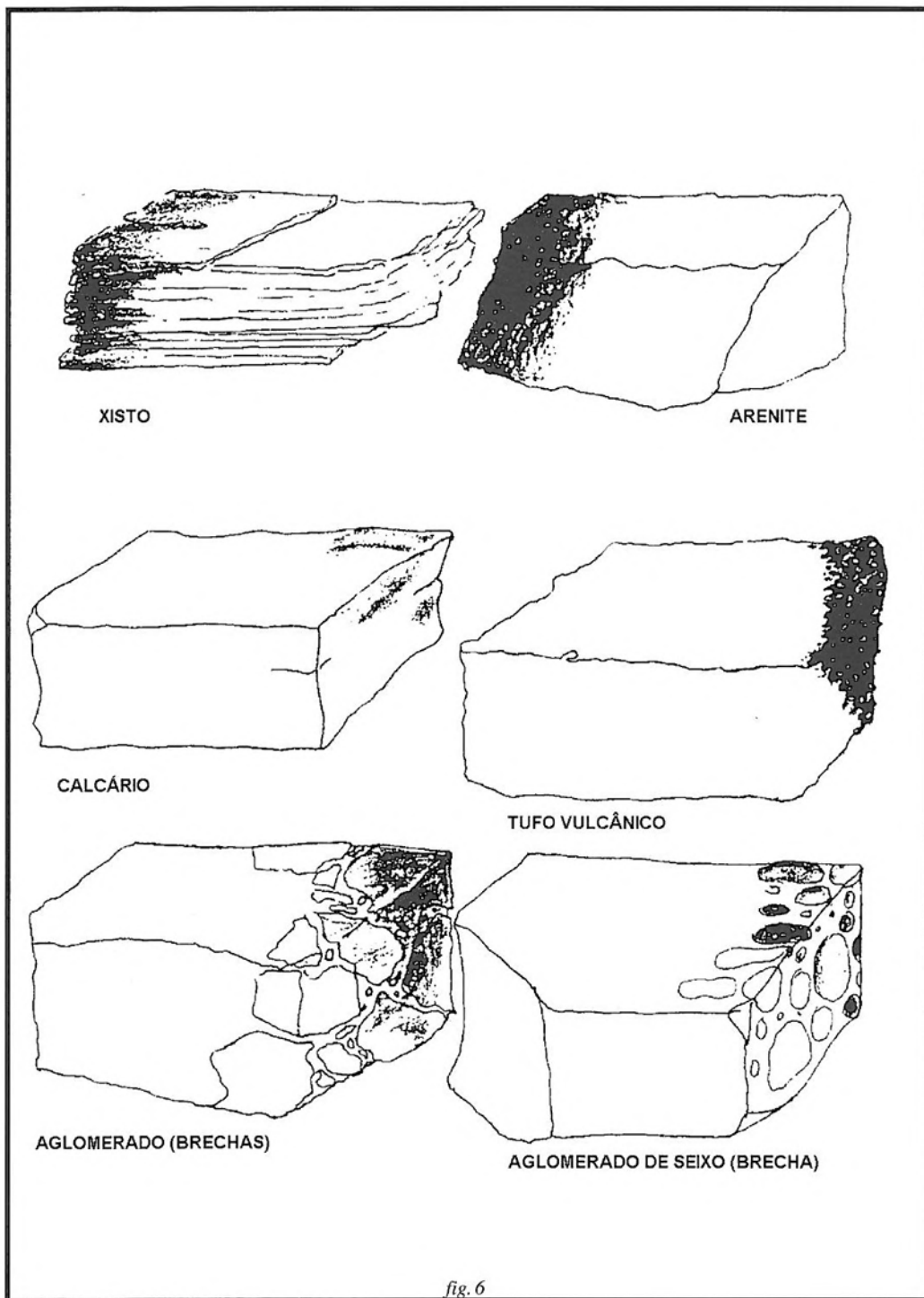
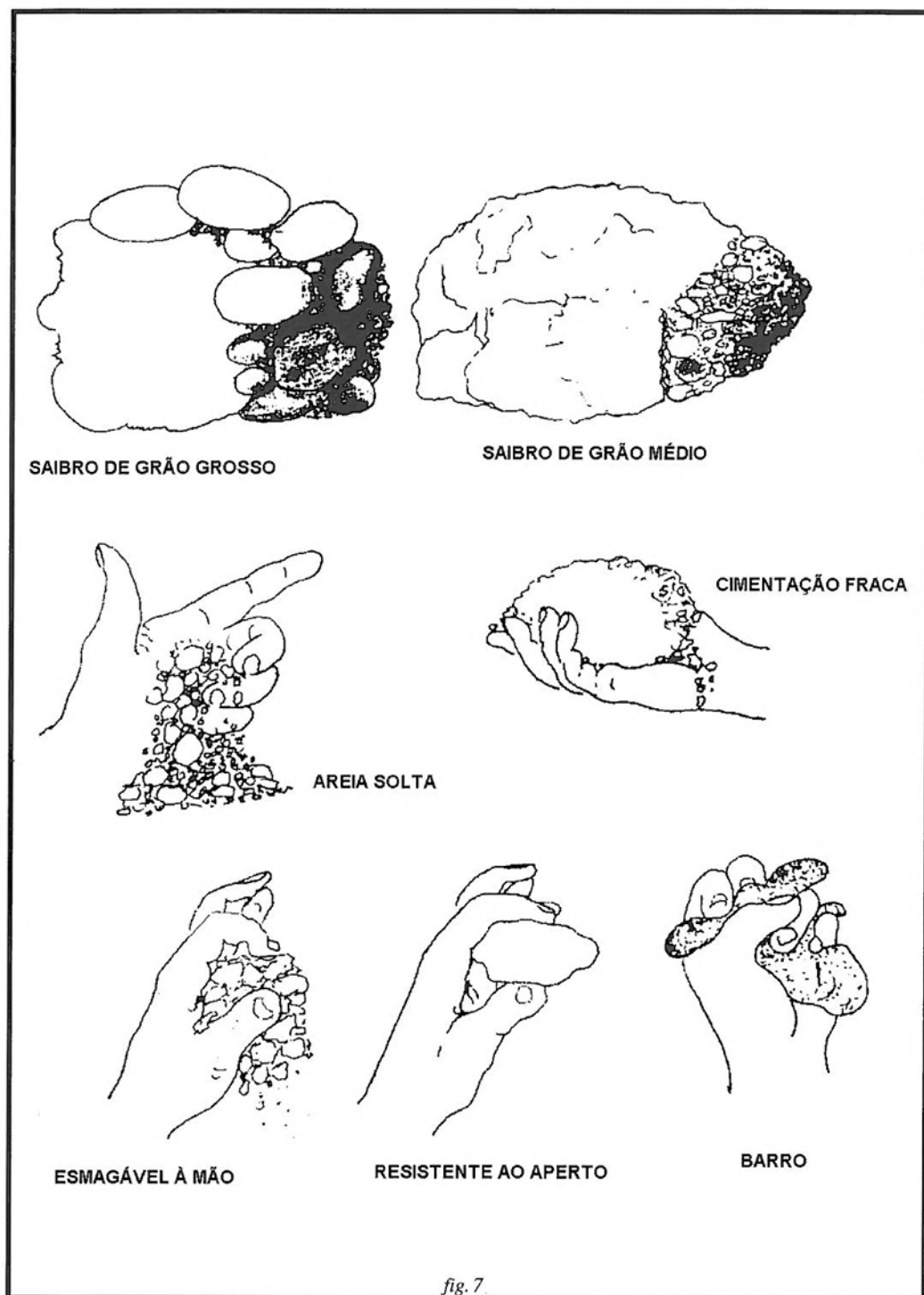


fig. 5





Depois desta série de figuras exemplificativas das “origens dos solos”, queremos acrescentar algo mais, depois de voltarmos a repetir que é difícil dizer-se tudo o que pode vir a revelar-se necessário na vida profissional.

Começamos por afirmar que aqueles dois exemplos são uma amostra de dezenas de milhares de situações que podemos vir a enfrentar. São também dois exemplos originados por sedimentações de certo modo “pacíficas”, embora o termo “sedimentação” transporte consigo o pressuposto de meteorização e transporte de rochas com a intervenção de fenómenos físicos, químicos e térmicos durante muitos milhares ou milhões de anos.

No exemplo das rochas de sedimentação lamelar, verifica-se já a presença de uma capa terrosa, constituída já não pelas rochas originais, mas pelos materiais componentes dessas rochas, que se mantiveram onde as alterações se têm vindo a produzir.

Verifica-se ali, a existência de calhaus em quantidades e formas diversas, que são os restos daquelas rochas, que por oferecerem maior resistência física e/ou química aos agentes agressivos ainda se mantêm em grandes partículas.

Estes calhaus ou cascalhos (restos de rochas) e que frequentemente caracterizam os solos pela sua dimensão e forma, são parte integrante da “massa do solo”; são o seu esqueleto.

É frequente estes apresentarem-se com as dimensões variando entre 0,2 e 0,5 cm, ou em lajes de dimensões e espessuras variáveis, em quantidades compreendidas entre 5 e 90%. À espessura destas capas, chama-se profundidade do solo e esta também pode variar desde 0,25 m (raso) até muito além de 3,00 m (muito profundo). No caso dos bancos de saibro (representado na figura 20 da trincheira) e que poderia ser de areia argilosa, argila arenosa, etc., as camadas assumem a designação de “camadas densas” ou bancos, quer estejam ou não cimentados. De notar que no comportamento dos solos em presença de cargas transmitidas por fundações, não intervêm apenas as origens, as profundidades, as estruturas, ou o facto das partículas se encontrarem ou não cimentadas. O assunto é demasiado complexo para ser aqui explorado em termos de grande validade generalizável. Vamos continuar a falar do essencial (possível e conveniente):

### **1.2.1- A Estrutura do Solo**

Designa-se como tal, a organização e o relacionamento das partículas sólidas estabilizadas que só se separam pelo enfraquecimento dos agregantes nas superfícies de contacto. Define-se pela forma, tamanho e relação entre partículas:

- A estrutura laminar, corresponde a uma arrumação de partículas segundo um plano que normalmente é herdado do material de origem e modo de formação mas por “folhas lamelares”, separadas por material de dureza ou natureza diferente.
- As estruturas em blocos, as prismáticas, as esferoidais, são formas de arrumação identificáveis com os materiais de origem e os fenómenos de formação.

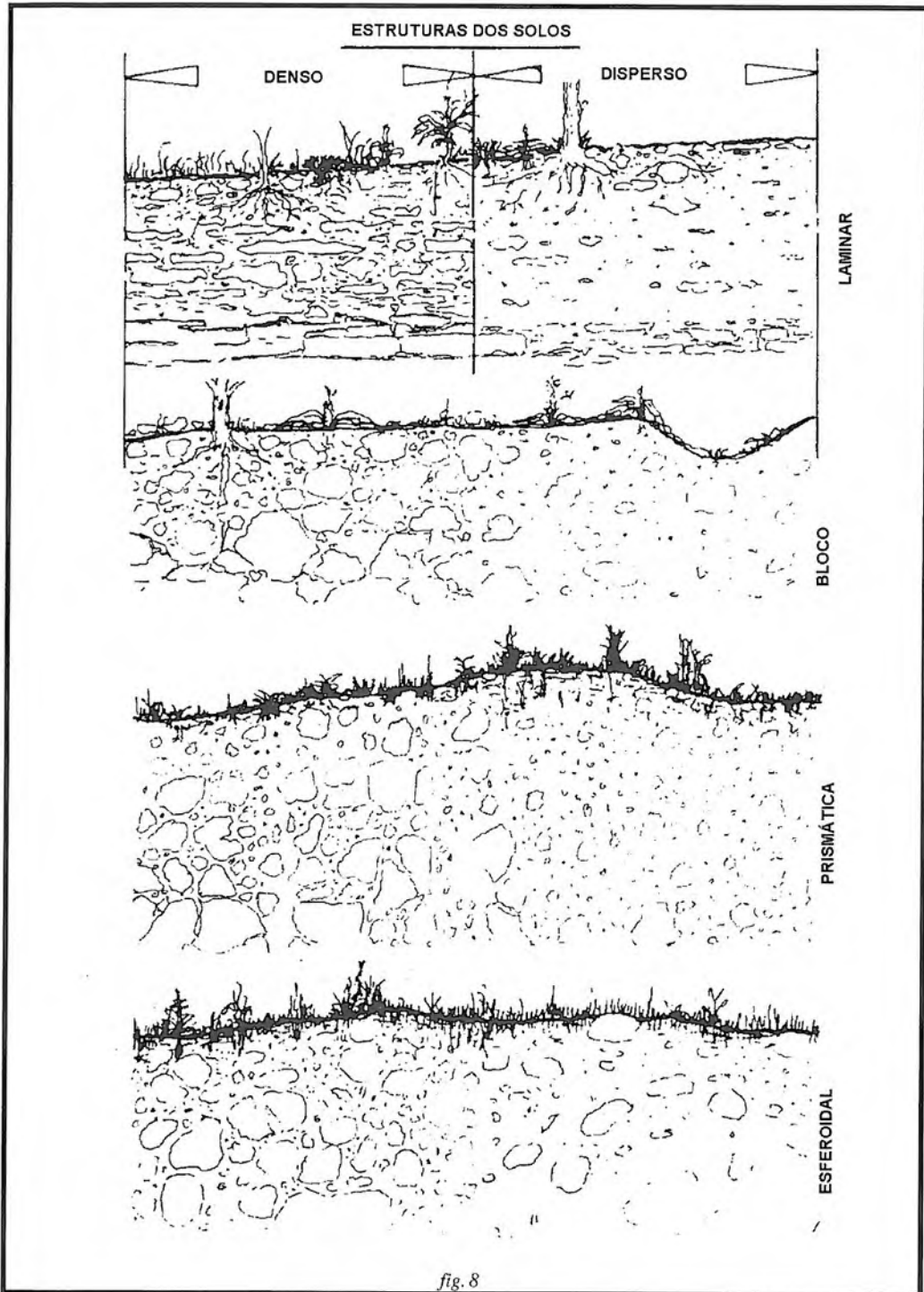


fig. 8



FORMAÇÃO ROCHOSA SEDIMENTAR - LAMELAR



FORMAÇÃO ARENOSA CIMENTADA - SAIBRO

*fig. 9*

- Quando as partículas se apresentam soltas, individualizadas, sem obedecerem a qualquer ordenação identificável, diz-se que são de estruturação ausente, como é o caso das areias soltas.

### **1.2.2 - A Consistência**

Deverá entender-se como tal, a expressão das forças de coesão e de aderência presentes no solo. Por coesão, a força que ocorre entre partículas com as superfícies humedecidas; por aderência, as forças que ocorrem entre partículas sem continuidade da película de humidade.

- Diz-se de consistência tenaz, quando é persistente, e se mede pela dureza do solo seco.
- Diz-se friável, quando o solo rompe facilmente quando húmido.
- Fluída quando se derrama em pasta quando saturado de água.
- Viscosa, quando adere a objectos estranhos.
- Plástica, quando é moldável, secando sem perder a forma adquirida.

### **1.2.3 - Cimentação**

A cimentação é uma forma de agregação determinada pela presença de agentes aglomerantes resistentes à humidade, ainda que em grande parte dos casos, amolecem quando em imersão prolongada.

A cimentação classifica-se por graus, segundo a resistência que oferece à rutura:

- a) - Fraca, quando apesar de dura pode ser partido com as mãos.
- b) - Forte, quando só pode ser partido com o auxílio do martelo.
- c) - Muito forte, quando mesmo com o auxílio do martelo, é difícil parti-lo.

Demos mais uma série de esclarecimentos que completam de certo modo o que foi dito em 1.1, e que não são mais do que outro caminho para um objectivo que queremos ajudar a perseguir: o conhecimento do solo.

São dois “caminhos” convergentes, com aspectos algo diferentes, mas a que, combinados podem ajudar a conhecer as razões do comportamento dos solos.

### **1.2.4 - Melhoria dos solos**

Em casos muito especiais em que se impõe a utilização de solos incapazes de satisfazerem as condições de estabilidade que se exigem para a realização de construções, é possível recorrer-se a métodos onerosos mas eficientes para melhoria destes.

Desde a vibro-compactação aplicável em solos de areia com baixo teor, em finos, à

compactação com explosivos (dinamite, TNT ou amonite) no mesmo tipo de solos, é possível alterar a estrutura destes, reduzindo os vazios pela melhor arrumação das partículas constituintes, e em profundidades que podem por vezes atingir os 40 m. No entanto, os métodos mais referidos e talvez os mais utilizados, são sem dúvida as “Injecções e tratamentos químicos” que abrangem operações com as seguintes designações:

- Permeação (impregnação)
- Deslocamento (compactação)
- Fragmentação (“claquage”)
- Alta-pressão (“jet grouting”)

com a utilização dos seguintes tipos de caldas:

- Cimento e argila
- Cimento e bentonite
- Silicatos, resinas, lignite e, acrilamidas

Injecção:

- pressão máxima - 300 kg/cm<sup>2</sup>

Máximas profundidades atingidas:

- com silicatos - 60 m
- com injecção de alta pressão - 70 m

### **1.2.5 - Reforço de solos**

- Com colunas balastradas (britas entre 20 a 75 mm)
- com micro-estacas de Ø 100 a 200 mm
- terra armada (armaduras unidimensionais)

Com estes sistemas, utilizando técnicas e meios tecnológicos altamente especializados, é possível, embora com custos muito elevados, utilização de solos antes inaproveitáveis, para a construção de grandes obras de engenharia.





# CAPÍTULO 2

## • Movimento de Terras

### DEFINIÇÃO:

Por razões que adiante se entenderão, queremos que se aceite como tal, todas as alterações intencionais na forma dos terrenos (naturais ou já modificados), por corte ou por aterro, na formação de plataformas ou taludes, como na abertura de valas ou caixas, em obra de edificação.

Quando limitamos a nossa definição a “obras de edificação”, é porque a mesma designação, quando ligada a obras de estradas ou a grandes obras de engenharia, tem um significado mais amplo e técnicas de avaliação e execução diferentes.

Neste capítulo, vamos procurar apresentar normas e indicações práticas para diversos tipos de trabalho, com vista a bons rendimentos, mas acautelando sempre a segurança no trabalho.

Na época de predominância tecnológica que atrevessamos, já não se pode aceitar a execução de qualquer trabalho, ainda que de aspecto rotineiro, sem que este seja precedido de uma ponderação racional e fundamentada em conhecimentos específicos.

Nesta ponderação, devem estar sempre presentes as características particulares do solo, as condições morfológicas do local, e a época do ano prevista para a realização de trabalhos.

Na combinação cuidada destes elementos, com os nossos conhecimentos sobre solo, e da existência de meios tecnológicos disponíveis ou recrutáveis, deverá encontra-se o método adequado, ou pelo menos, o melhor possível.

### ESCAVAÇÕES EM DESATERROS E CABOUCOS

Apesar de ser inevitável que parte dos trabalhos de escavação em obras de edificação se efectue por meios braçais (ainda quando se utilizem meios mecânicos), não deverá partir-se para a realização com a ideia de ali resolver os problemas das máquinas com o recurso a meios braçais e vice-versa.

Para que o estudo da combinação dos recursos resulte, é indispensável que se reconheçam as condições de actuação e os rendimentos possíveis em todas as situações previsíveis. Vamos começar por procurar conhecer as máquinas utilizáveis e as suas condições de actuação.



## 2.1 - Tratores com Bulldozer

Estas máquinas constituídas por um tractor com uma lâmina de aço muito robusta na frente, são pouco utilizadas em obras correntes de construção de edifícios, salvo quando é necessário formar grandes plataformas. Servem para remover o terreno por decapagem, empurrando-o para a frente até um local de depósito ou de entrega á máquina carregadora. A lâmina é sustentada por dois braços articulados e escoras com pistões hidráulicos que permitem comandar a profundidades do corte e/ou ainda a inclinação lateral. Fabricam-se vários tipos de lâminas, a saber:

- Direita, tipo S destinada ao corte e remoção de materiais duros ou rocha fragmentada por explosivos ou por um dispositivo da própria máquina (riper);
- Universal, tipo U destinada ao corte e arrastamento de terras ou material solto, permitindo movimentar volumes maiores do que a lâmina direita;
- Almofada, tipo C, que permite a combinação do efeito de corte e arrastamento com o de chapa de impulso de blocos pesados. Esta lâmina, para além de possuir um reforço de chapa de aço na zona central, é mantida na posição por meio de molas e amortecedores de borracha dura; usa-se portanto em trabalhos violentos;
- Existe ainda a lâmina especial para variante a este tipo de máquinas, denominado angledozer e que difere da anterior apenas no sistema de sustentação e movimentação da lâmina. A ligação à lâmina é feita por meio de um jogo de escoras teleféricas, com pistões hidráulicos, o que lhe permite obliquar a lâmina em relação ao plano longitudinal, e a deslocação lateral dos produtos de escavação.

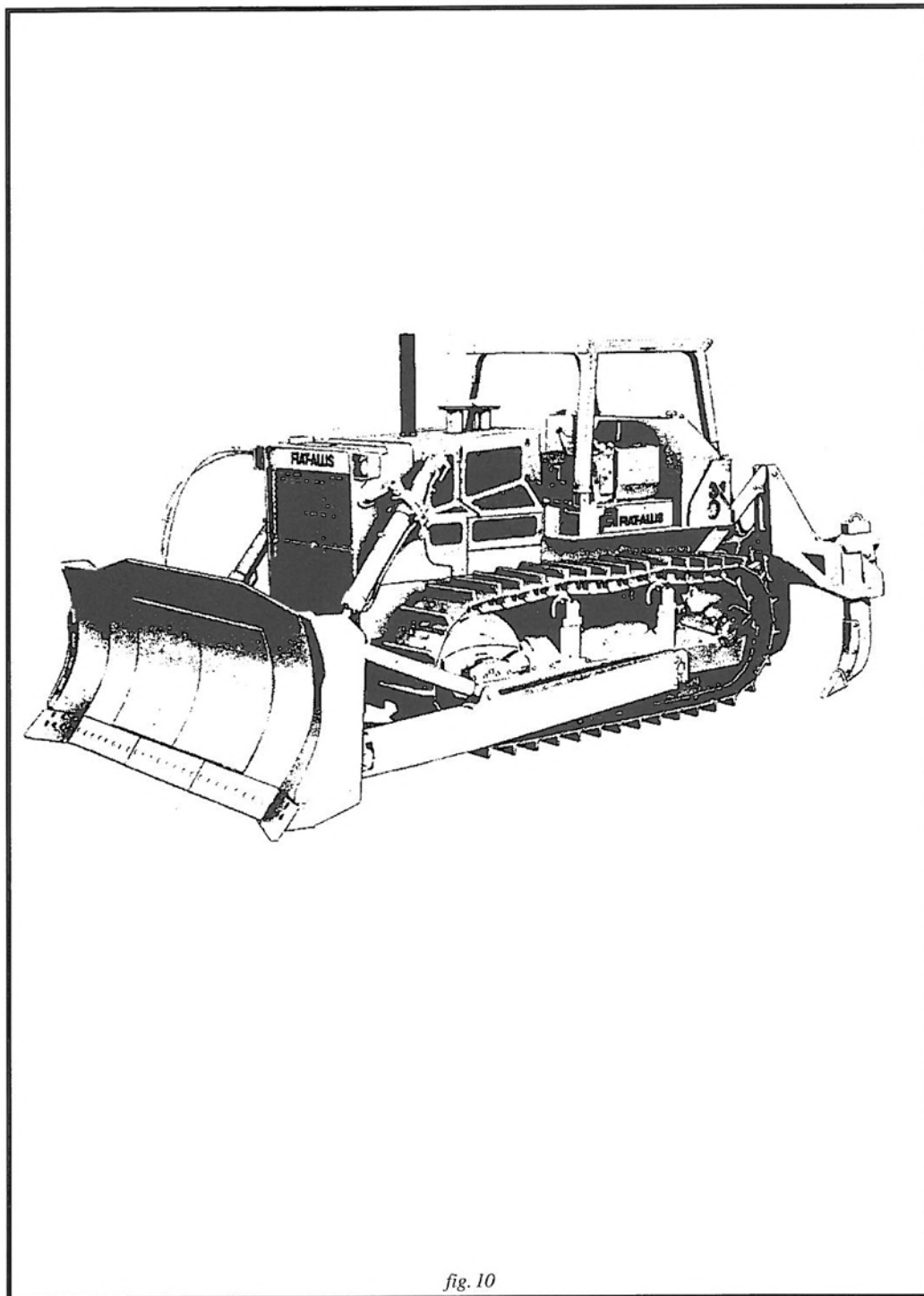
Normalmente, ambos os tipos (buldozer e angledozer), vêm equipados com outro tipo de dispositivo de corte, colocado na rectaguarda do tractor, denominado “riper” e que é constituído por fortes dentes de aço calçado com pontas de aço extra-duro, e que se destina a fragmentar ou terrenos ou rochas alteradas que a lâmina não consegue cortar.

A distância de transporte deve ser pequena. Para além de 15 m até ao limite do emprego económico desta máquina, é preferível utilizarem-se duas máquinas, lado-a-lado. Para além dos valores máximos referidos, haverá que recorrer a outros tipos de máquinas, combinadas com meios de transporte.

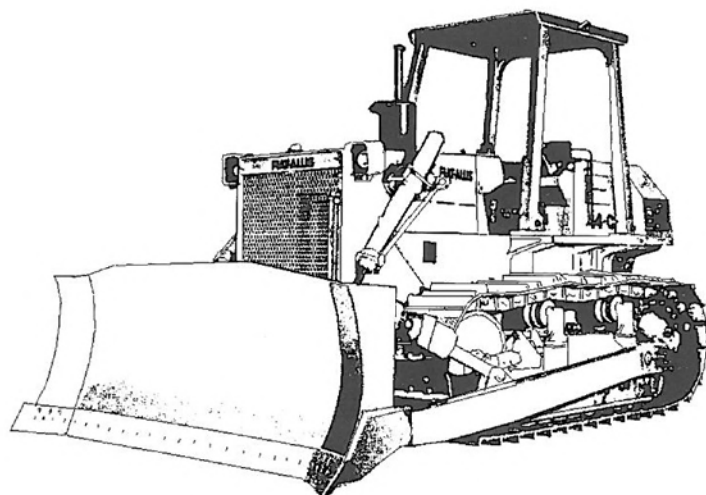
Quando se trabalha em declive é vantajoso acumular o produto de mais do que um corte, e empurrá-lo depois em conjunto.

Nas tabelas de rendimentos das máquinas encontramos os valores correspondentes a diversas condições de actuação e tipos de solos, nos estados de seco, húmido e molhado.<sup>(1)</sup>

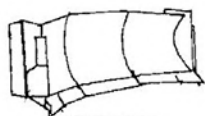
(1) Ver do mesmo Autor: “Tabelas de rendimentos de Mão-de-Obra Materiais e Máquinas na Construção Civil e Obras Publicas”.



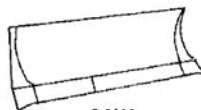
*fig. 10*



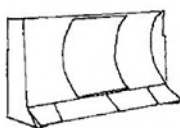
LÂMINAS



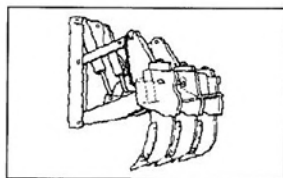
UNIVERSAL



CANA



ALMOFADA



RIPER

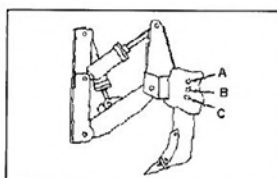


fig. 11

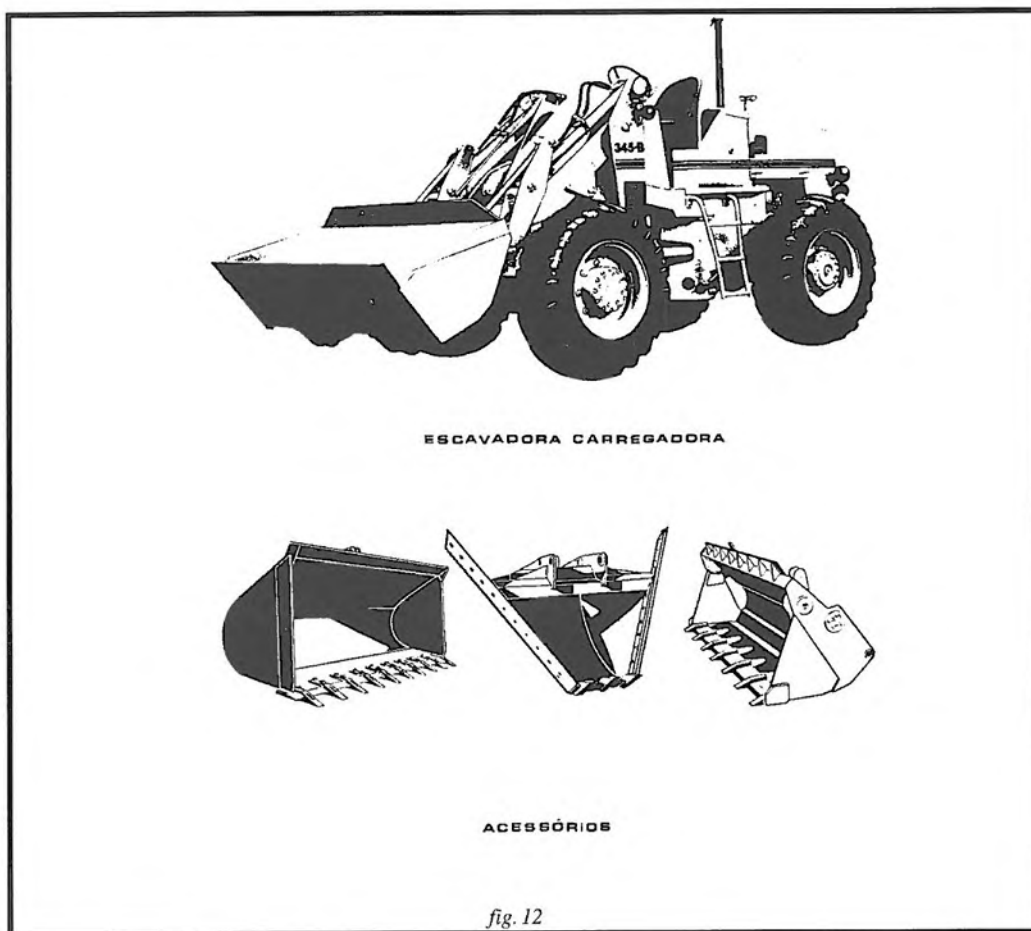
## **2.2 - Escavadora Carregadora**

Esta máquina, a mais usada nas escavações das obras correntes, tem a vantagem de para além de fazer a escavação, poder carregar as terras sobre os veículos de transporte, tendo no entanto o inconveniente de menor capacidade de corte, ainda quando equipada com o escarificador já referido, o “riper”.

É constituída por um tractor equipado com um balde robusto munido de dentes de aço especial, e sustentado por braços articulados munidos de pistões hidráulicos, que lhe permitem elevar e baixar o balde, basculando-o em qualquer altura e em movimentos combinados. Este tractor apresenta-se equipado com rodas ou com esteiras, mas nas obras correntes utiliza-se preferencialmente o de rodas.

Alguns destes tractores, em lugar do “riper” vêm equipados com uma retro-escavadora, com balde especial para abrir valas.

Damos também para estas máquinas os rendimentos possível em condições várias, com para o abre-valas, e um conjunto de figuras representativas.



### 2.3 - Valadoras (abre-valas)

Para além do dispositivo aplicado na escavadora-carregadora referida em 2.2, existem máquinas especialmente concebidas para este fim, e que naturalmente, para igual potência de motor permitem melhores rendimentos.

São escavadoras automóveis, com estabilizadores hidráulicos de acção rápida, equipadas com longos braços articulados e baldes especiais de diversas larguras de valas, de rápida e fácil substituição. Tal como nas escavadoras descritas em 2.2, o braço e balde são comandados por pistões hidráulicos, e o sistema e ângulo de rotação é mais rápido e aberto do que, quando aplicado com acessório. Por meio de barra transversal de sustentação do eixo de manobra do braço, é possível abrir valas a pequenas distâncias de muros ou edifícios existentes.

Os produtos de escavação podem ser directamente carregados em veículos de transporte ou amontoados para carga ulterior, ou para reposição na vala.

### 2.4 - Escavadora equipada com “drag-line” ou balde de maxilas

Esta máquina é constituída por um tractor sobre esteiras, equipado com uma lança que se move no plano vertical, accionada por cabos de aço e guincho de base. Na extremidade da lança, será suspenso por um cabo de elevação, um balde que é lançado (por acção combinada da lança com o guincho do balde) sobre o talude a escavar. O balde ataca o terreno aproximadamente na horizontal, e é puxado em direcção à máquina por outro cabo e guincho.

Por acção do peso do balde e do sistema de suspensão, ao ser arrastado, enche-se. De novo a lança se eleva, levando com ela o balde cheio e rodando sobre o chassis do tractor, vai descarregar sobre veículo ou em depósitos.

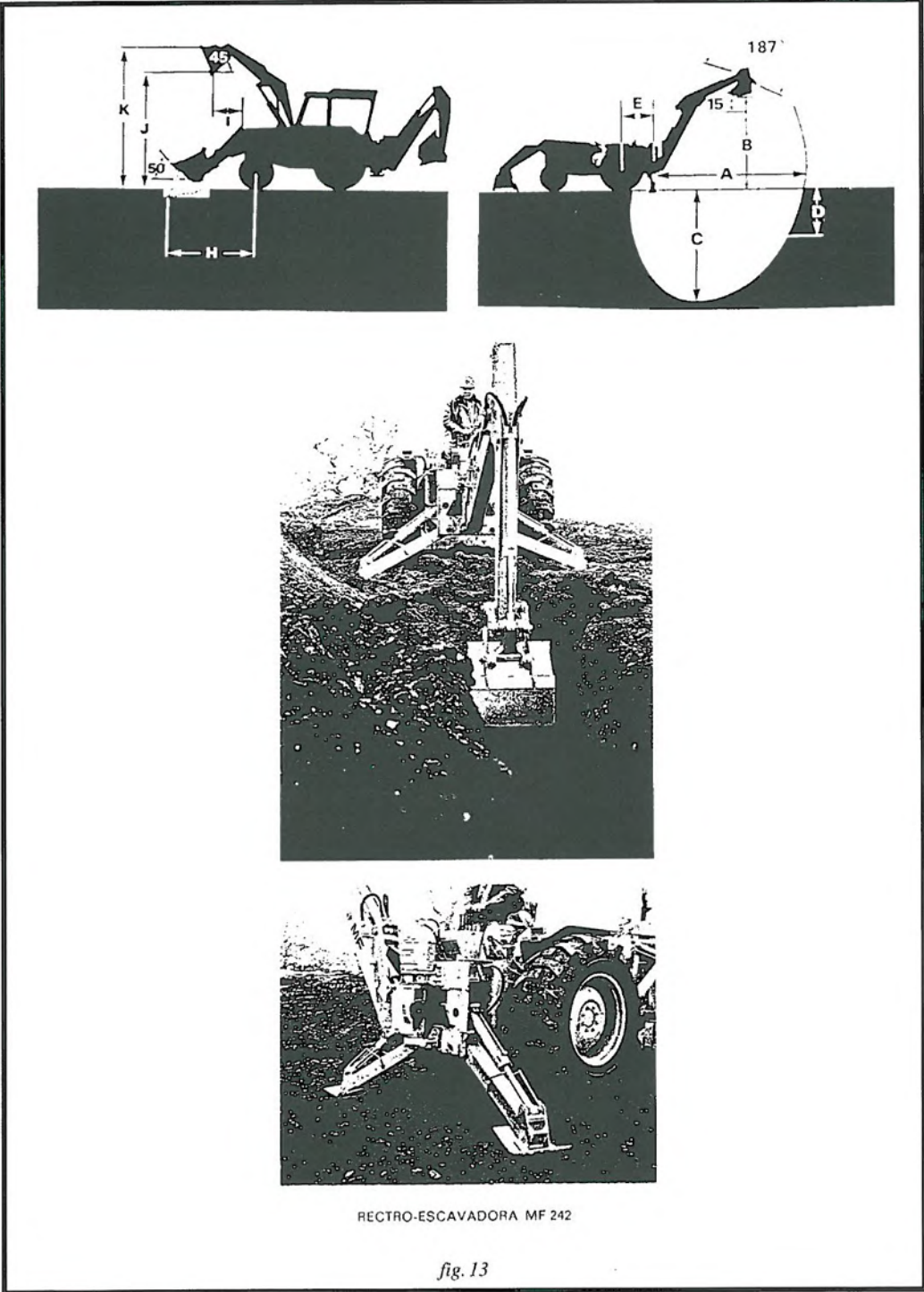
Sob a acção combinada dos mecanismos que accionam os diversos cabos, e da rotação e movimentação da lança, esta máquina consegue a realização de ciclos de trabalho de curta duração, e actuar em terrenos de difícil acesso a outros meios.

A mesma máquina, com os mesmo guinchos e cabos, apenas com a alteração do percurso do cabo de arrasto, e com a substituição do balde de arrasto por um balde de maxilas, pode fazer escavações em terrenos lodosos ou inundados, ou ainda, abrir poços profundos para e execução de fundações especiais.

O rendimento destas máquinas pode considerar-se na ordem de 25% do rendimento das escavadoras de colher (escavadora-carregadora) para igual capacidade de colheita.

(Ver figs. da pág. 32)

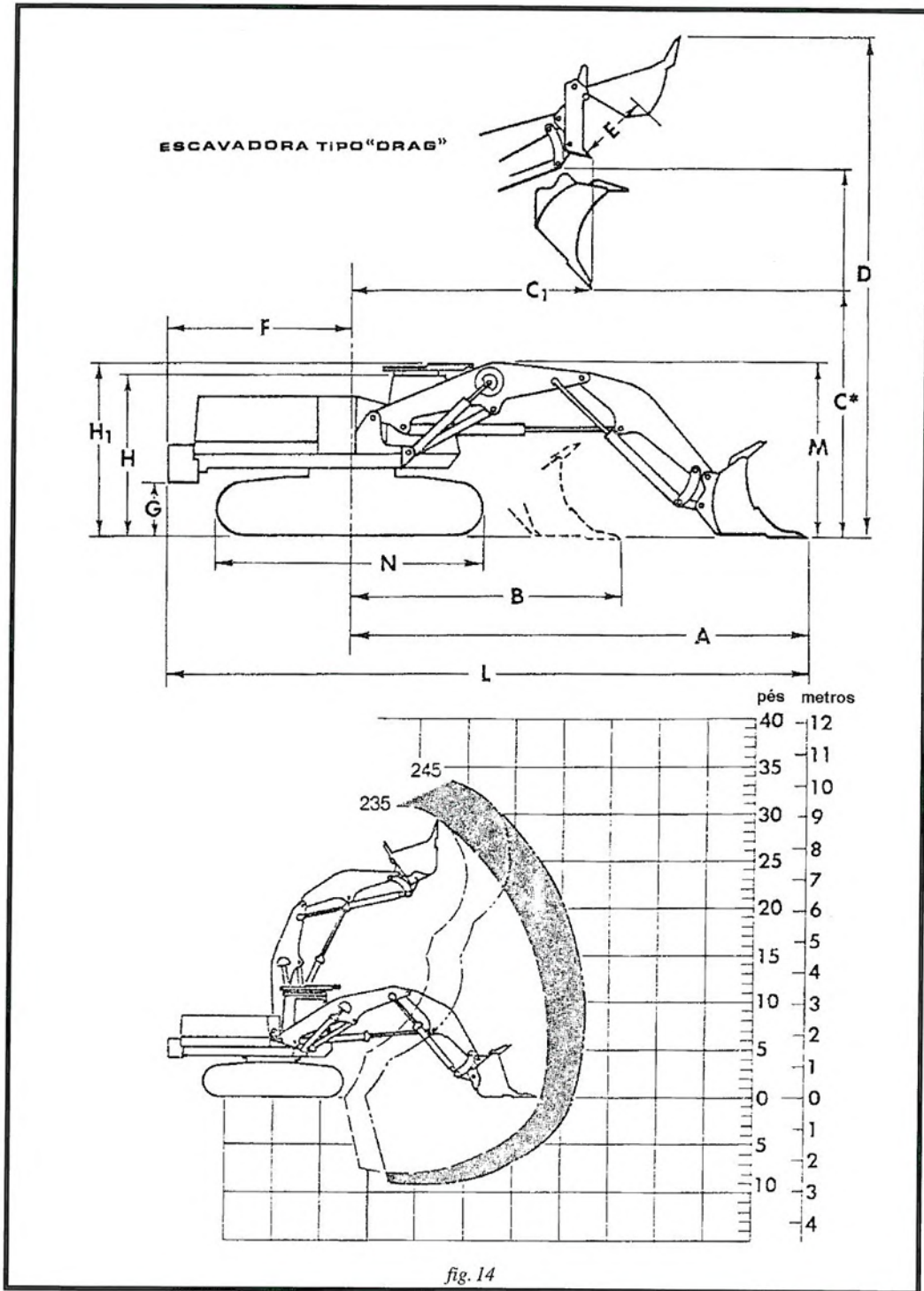
As figuras da página 32 representam estes tipo de máquina e respectivos dispositivos de corte, representado ainda a posição do balde de arrasto a ser utilizado no corte de trincheiras com a inversão dos dispositivos de comando. Esta máquina reclama do operador uma grande sensibilidade e atenção especial ao percurso do balde, pois sem estes conhecimentos e cuidados, os baldes chegariam quase vazios e a descarga nos veículos de transporte dificilmente se faria no local desejado.



RECTRO-ESCAVADORA MF 242

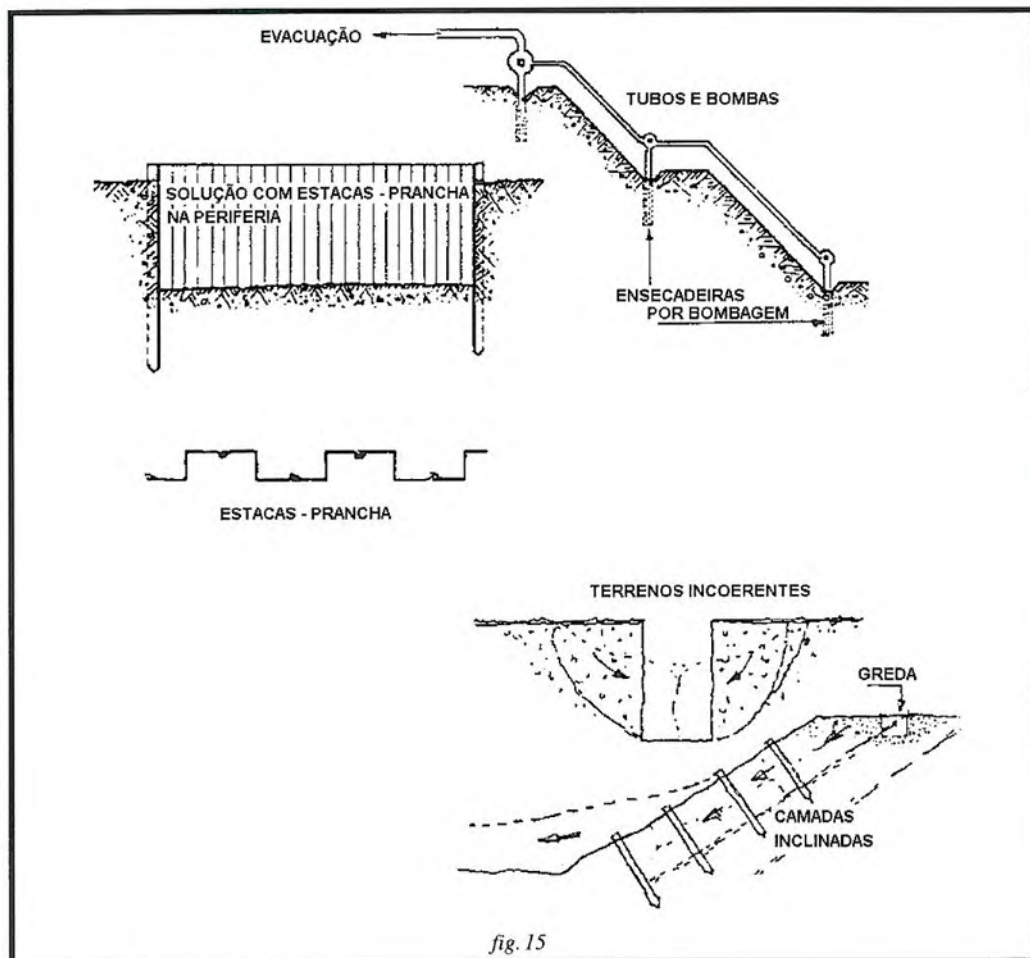
fig. 13





## 2.5- Recomendações

Além da consideração das condições de actuação e das características do trabalho para a escolha da máquina adequado, é ainda não menos importante a consideração dos espaços de manobra da própria máquina, e dos veículos de transporte em todas as fases do desenvolvimento. A não observação desta condicionante, tem criado situações muito difíceis, de elevado custo directo, e com agravamento de prazos considerável. Quando dizemos espaços de manobra, deverá entender-se a consideração das cargas dinâmicas das próprias máquinas, e veículos junto das zonas escavadas. Há terrenos como as argilas gordas e as margosas que no inverno não permitem a utilização do equipamento mecânico sobre rodas, e mesmo sobre esteiras, pelo que, face ao momento previsto para o arranque de uma obra, há que saber decidir entre as condições de actuações possíveis, e custos consequentes, e qual a saída particável e justificável. Há terrenos aparentemente firmes, mas que repousam sobre camadas instáveis, ou lubrificáveis, e que é necessário detectarem-se logo que se atingem, como única possibilidade de evitar o acidente.



## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

Se não forem feitas as sondagens (sempre recomendáveis) antes de se iniciarem as escavações, é indispensável uma atenção constante ao que estas nos vão revelando e, quando surgirem dúvidas, levar o esclarecimento até ao conhecimento total. Dominar imediatamente a situação antes que esta nos domine.

Em ambos os casos, se não forem tomadas as necessárias providências, em toda a zona da vala, irá dar-se o escorregamento total ou parcial, mas a vala irá fechar-se. Poderá deslocar-se em bloco ou em parcelas, arrastando o que estiver por cima ou “rasgando” mesmo até edifícios, se estes estiverem parcialmente ancorados, ou se abrirem fendas verticais no terreno.

As providências seguras num caso deste tipo, (seja qual for a época do ano em que se verifiquem) as circunstâncias descritas serão a substituição do sistema de fundação contínua por um sistema de pegões ou sapatas, que ultrapassem a camada instável, mas não deixando de imediatamente encher a vala já aberta com alvenaria, ainda que de traço fraco (mas nunca com aterro). As caixas para pegões ou sapatas, dada a sua desestabilização, se não acautelada a perda excessiva de água ou a fuga de areias soltas, deverá fazer-se protegida contra a inundação do terreno, por bombagem permanente a vários níveis, se isso não fizer perigar a estabilidade de edifícios próximos, ou por meio de estacas-pranchas cravadas na periferia, antes da execução da escavação.

As figuras da pag. 33 exemplificam as duas soluções.

Quando iniciada uma escavação, ainda que em terreno coeso e compacto, respeitando-

se mesmo o talude natural tecnicamente recomendável, se se verificar o aparecimento de fendas verticais periféricas (que podem resultar da perda de humidade) deve acautelar-se a penetração de água nas fendas ou o escoramento possível, com a cravação de estacas curtas de madeira na zona das fendas.

Quando se trate de terrenos firmes e estáveis, em tempo seco, será bastante respeitarem-se os taludes recomendáveis, se possível, ou fazer-se a entivação adequada.

Na tabela ao lado indicam-se as inclinações de segurança dos taludes para diversos tipos de solos, quando para longos períodos de exposição ou quando em situação transitória de curta duração e sob controle.

Quando a vala ou o desaterro ultrapassem a altura de 1,40m devem ser reforçados com entivação descontínua ou contínua.

Tipo de Solo	Designação Corrente	Longo Período	Curto Período com Tempo Seco	Quando Vertical, Entivação
A	Areia solta seca	30-35°	45°	Contínua
	Areia argilosa seca	30-40°	45°	Descontínua
	Marga seca	40-50°	70-80°	"
	Marga húmida	30-40°	40-50°	"
	Aterro seco	45°	50-55°	"
	Aterro húmido	45-55°	55-60°	"
C	Terras fortes (argilosas e secas)	45-55°	70-80°	"
	Idem húmidas	35-45°	60-70°	"
	Idem molhadas	25-35°	45°	Contínua
B	Terra vegetal seca	35-45°	45°	"
	Terra vegetal húmida	35-40°	45°	Descontínua
	Terra vegetal molhada	20-30°	35°	Contínua
D	Saibro cimentado	55-60°	70-80°	Descontínua
	Rocha muito alterada	70-80°	80-85°	"
	Rocha pouco alterada	80-85°	80-85°	"
	Rocha sã	90°	90°	"

Quando haja que abrir valas em períodos de chuvas, deve iniciar-se o trabalho com a abertura de um poço entivado, à profundidade de 1,00 m abaixo da profundidade das valas, de preferência fora da área destas, e partir daí com a escavação, de modo a que toda a água entre as valas seja permanentemente drenada naturalmente para o poço onde se instalará a bomba de escoamento das águas (ver fig. 16).

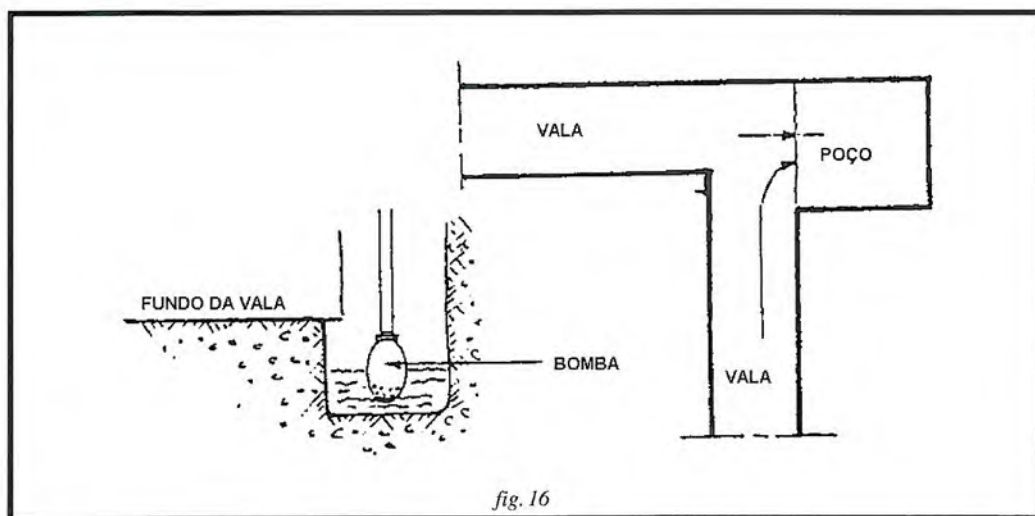


fig. 16

Ainda para a protecção à zona de trabalhos, um dos primeiros trabalhos de escavação a efectuar será sempre uma vala de drenagem periférica com saída natural ou artificial garantida, de modo a que a única água a invadir esta zona seja a que ali cai directamente. Quando esta vala tenha que ser atrevessada por caminhos, deverá ser entubada em condições de fácil limpeza.

Feita a apresentação das máquinas e as recomendações que consideramos necessárias, vamos entrar agora na escolha do método aplicável as diversos tipos de obra e de solo.

## 2.6 - Metodologia

Face ao projecto e às condições do local, estudadas as instalações do estaleiro, deve produzir-se uma planta de trabalho com a localização de todos os dispositivos previstos e com a indicação das cotas de nível do edifício e do equipamento fixo.

De posse destes dados, transferem-se para o terreno as formas e dimensões assinaladas na planta e, nas próprias estacas de implatação; as cotas a atingir para o estabelecimento das plataformas a estabelecer no terreno.

Com estas referências de apoio, o primeiro trabalho a fazer será portanto a modelação do terreno.

Se a área de trabalho for significativa, se o terreno for acidentado, se houver equipamento disponível ou recrutável, há que fazer a escolha conveniente.

Procura-se nas tabelas de rendimento de máquinas a que oferece melhores condições, e

entrega-se ao manobrador o respectivo plano de trabalho.

Se o solo for de difícil corte (como saibro cimentado, rocha fragmentada ou alterada), que esforce demasiado a máquina actuando com lâmina, deverá prever-se a utilização do “riper” e, para isso, estabelecer-se o sistema de ataque.

A técnica do “ripado”, adopta-se para remover ou fragmentar os solos difíceis em que é anti-económico ou impossível o emprego das lâminas de corte.

Vantagem do emprego de “riper”:

- a) maior produção e menor custo por m<sup>3</sup> de fragmentação;
- b) obtenção de granulometria apropriada para carga ou arrastamento;
- c) maior segurança no trabalho (menores riscos) do que o uso de explosivos;
- d) possibilidade de trabalho constante na próxima idade medida de vias de circulação ou nos centros urbanos.

- Tipos de “riper”:

- 1) giratório ou basculante, caracterizado pelo arco de círculo que os dentes podem descrever, permitindo variar o ângulo de ataque em função da profundidade do trabalho.  
Pode funcionar com um, dois ou três ou dentes, conforme a dureza do solo o permitir;
- 2) paralelogramo, caracterizado por actuar com ângulo fixo, seja qual for a profundidade, o que dificulta a acção em pequenas profundidades.

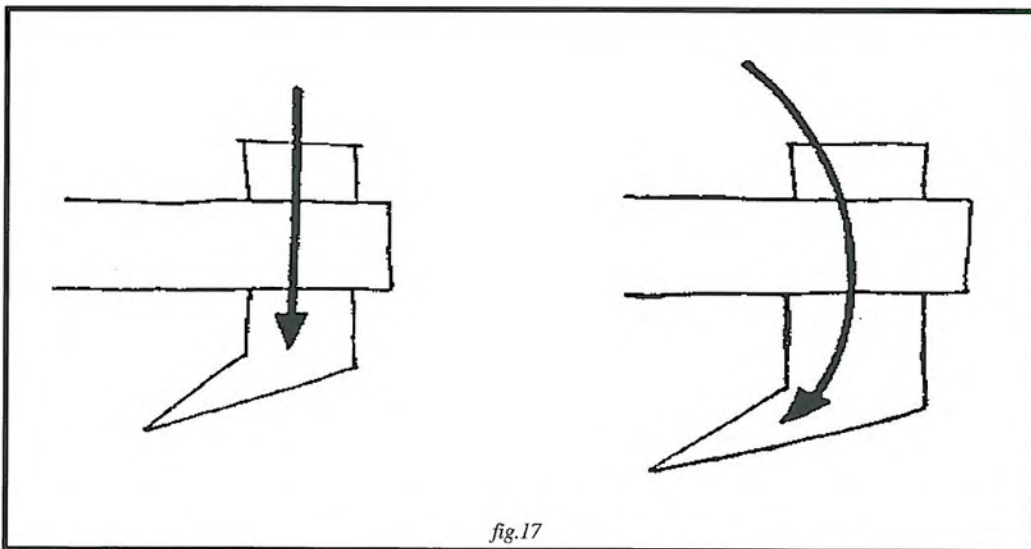


fig.17

Velocidade de corte: quando se usa o “riper” a pleno esforço (sem violência), é conveniente trabalhar em primeira velocidade, pois uma velocidade superior a 2 km/h, pode produzir estragos, que não compensem a eventual maior produção. Usar sim, o número de dentes apropriados.

Se o corte é difícil, deve procurar-se fazer um ripado em diagonal com um dente, para abrir sulcos que facilitam a acção final de corte no sentido conveniente.

Se o terreno for inclinado deve actuar-se descendo, para aproveitar o efeito da gravidade.

Se o terreno for longo e horizontal, deverá actuar-se nos dois sentidos em percursos paralelos.

### 2.6.1 - A escolha da máquina

Se os produtos do desaterro se destinam a aterro no próprio terreno, deve utilizar-se uma máquina do tipo buldozer, e deslocá-los por arrastamento depois da acção de “riper”, se necessário, ou directamente com a lâmina por corte e arrastamento se em terreno de fácil corte.

Se os produtos são para fora do terreno, é preferível a utilização da escavadora-carregadora equipada com “riper”, uma vez que aqueles não podem fazer carregamento de veículos.

#### NOTA:

Os aterros antes referidos serão mais tarde tratados, ainda neste capítulo.

Executadas as plataformas, deverá proceder-se à piquetagem da obra, utilizando simplesmente 4 estacas para a implantação de cada edifício provisório, ou peças de equipamento fixo, e o escantilhão para a obra projectada. Nesta piquetagem, não deverão esquecer-se as valas para as instalações provisórias, enterradas do estaleiro, como as valas e caixas para as instalações técnicas (água, esgotos e instalação eléctrica) da obra projectada, para que a abertura se processe sem falhas e segundo o fluxo escolhido.

Naturalmente, as primeiras valas a abrir são as que servirão o funcionamento do equipamento e de drenagem já referidas (se necessário).

Na execução dos escantilhões de piquetagem da obra, deverão ter-se em atenção os espaços para a manobra das máquinas e pessoal, como o local ou locais para a passagem dos veículos de remoção dos produtos de escavação das valas.

Se a natureza do solo e/ou a profundidade dos caboucos (valas e caixas) exigir a utilização de entivações, não deverá iniciar-se qualquer trabalho de escavação, seja qual for o método encontrado, sem que se encontre na obra o material (madeiras, pregos, ferramentas específicas) e o pessoal para as executar.

### 2.6.2 - Abertura de valas e caixas (caboucos)

Voltamos de novo a considerar condições e meios de actuação vários. Se o solo for coeso e estável, em tempo seco, ou se for rocha alterada ou fragmentada e existir escavadora valadora, a abertura das valas faz-se com a máquina equipada com as colheres adequadas às larguras previstas, procurando reduzir ao mínimo as deslocações, explorando o melhor possível a dimensão do braço. Acontece por vezes que o corte directo oferece dificuldades, resultando que a colher pode não encher em uma operação. Neste caso, é mais vantajoso fazer a desagregação (arranhando com os dentes a 45° em relação ao material), deixando cair no fundo da vala o material que vai desagregando e, retirando depois a colher cheia.



É preferível fazer menos ciclos com a colher cheia, do que o contrário, pois as operações de elevação, rotação, basculação e retorno à posição, ocupam mais tempo do que o corte, e portanto, devem fazer-se a pleno rendimento.

Quando se tratar de terreno instável, o trabalho da máquina deve ser prosseguido pela equipa de entivação, e só depois dos trabalhos de regularização do fundo.

Se a natureza do terreno não permite a utilização da máquina, o que acontece com a maior parte dos tipos de rochas, há três soluções possíveis:

- a) o desmonte a ferros ou a picareta;
- b) o desmonte com martelo pneumático;
- c) o desmonte a fogo (explosivos).

Após cada descarga, poderá proceder-se à remoção de pedras ou porções de terras de taludes que fiquem abalados, ameaçando ou não desabar porque, a descarga seguinte pode produzir o inesperado.

Estas recomendações não dispensam o conhecimento da legislação aplicável ao uso e armazenamento de explosivos.

Os solos brandos, que quando por falta de máquinas tenham de ser escavadas braçalmente, apresentam sempre o perigo de desmoronamento por desagregação ou escorregamento, pelo que mais uma vez se chama a atenção para a necessidade de acompanhar a escavação com a entivação.

Este tipo de escoramento aplica-se com frequência sempre que em lugar das valas para fundações, ou além destas, há necessidade de desaterrar no espaço de edifícios, como é o caso de abertura de caves, rampas de acesso, etc.

Sempre que tal seja previsível, antes de iniciadas as escavações, deverá encontra-se a solução adequada ao suporte dos socacos e taludes. Deverá conhecer-se de antemão se o corte deve ser feito com taludes, qual a inclinação dos taludes, e se estes vão ficar em corte ou estabilizados com muros de suporte ou de espera.

Nos casos em que têm aplicação os muros de suporte verticais, e que se justifique a protecção destes contra infiltrações, essa protecção deve ser também considerada no corte, afim de se prever espaço para a sua execução, quer por exigências de forma e dimensões, quer para a execução dos trabalhos inerentes em boas condições. Quando falarmos nestes muros, serão apresentados exemplos esclarecedores.

## 2.7 - Aterros e reposição de terras

Quando antes dissemos que não se devem fazer fundações directas sobre aterros, e que todos os aterros são passíveis de assentamentos, não queríamos significar que estes sejam incontrolláveis em todas as circunstâncias e para todos os fins; são indispensáveis em quase todas as obras, no interior ou no exterior destas, e portanto, sempre utilizáveis quando se cumpram as regras de boa execução, e se dominem as características dos materiais e máquinas a utilizar. Em casos especiais (muito especiais), podem ainda ser utilizados para fundações, desde que se utilizem técnicas especializadas de compactação, e que serão referidas no capítulo de fundações.

Seja no entanto qual for o fim a que se destinam, as regras de estabilização deverão ser sempre cumpridas, e de acordo com o fim, os materiais e os meios disponíveis.

### **2.7.1- Regras e bases de ponderação**

São várias as razões para os assentamentos, e de entre estas queremos destacar as mais evidentes:

- a)-Consolidação dos materiais que por efeito do corte aumentaram de volume (empolamento), alterando a arrumação natural das partículas, e criando bolsa, de ar que funcionam como “almofadas”, e que resistem a uma nova arrumação.
- b)-Todos os solos são porosos, podendo a porosidade depois do empolamento atingir valores da ordem dos 20%. Esta porosidade varia com a textura do solo, e na razão inversa de dimensão das partículas sólidas constituintes. Estes poros estão preenchidos com ar ou água.
- c)-A consolidação corresponde a uma arrumação dessas partículas sólidas, reduzindo a dimensão e quantidade dos poros pela compressão ou expulsão do ar, e com a expulsão da água em excesso.
- d)-Quando a porosidade do solo é caracterizado por grandes poros e por alta capacidade de armazenamento de água, esta pode dificultar grandemente a compactação, deslocando-se lateralmente por efeito de pressão superior, mas mantendo-se longo tempo a prejudicar a estabilização do aterro.
- e)-Em solos com os mesmos poros mas de baixa capacidade de armazenamento, a água é mais facilmente expulsa por escoamento podendo quando necessário recorrer-se a poços abertos para o efeito.
- f)-Os solos arenosos ou argilo-arenosos, em aterros de pequena espessura, podem conduzir à falsa estabilização, quando exista a possibilidade de responderem à compactação com deslocções laterais alternadas.

Para cada solo devem ser ponderadas as características particulares do comportamento, o estado de humidade, e o relacionamento destes factores com o tipo, estado e inclinações da base de assentamento.

Os aterros junto ou no interior dos edifícios, deverão ser feitos por camadas não superiores a 0,20 m de altura, e compactados até se verificar que o dispositivo compactador deixou de produzir efeito. A rega é indispensável como elemento “lubrificador” das partículas, mas não deve ser excessiva, pois pelas razões antes apontadas, pode prejudicar a compactação.

Quando o limite do aterro em qualquer das faces termina em talude, deve defender-se a “fuga” do efeito da compactação, por deslocções laterais sucessivas, reduzindo até ao necessário o ângulo de inclinação.

Na reposição de terras em valas, deve observar-se a espessura das camadas recomendada e, o efeito do compactador, mas, junto de tubos ou cabos eléctricos, só deve aplicar-se areia ou, terra limpa de pedras. O apiloamento na zona de envolvimento, deve fazer-se com apiloador de madeira.





A escolha dos dispositivos de compactação, deverá ser efectuada na consideração das recomendações feitas, considerando-se as seguintes hipóteses:

- apiloamento braçal por meio de maços;
- apiloamento com pilão mecânico autónomo ou pneumático;
- compactação com placas vibratórias;
- compactação com cilindros de rolos ou pneumáticos, com ou sem vibração;
- compactação com cilindros providos de pontas penetrantes (pés de carneiro).

No desmonte a ferros (alavanca ou marreta a guilho), recomenda-se que cada posto de trabalho seja constituído por dois trabalhadores que deverão alternar-se nas posições. Quando um usa a alavanca o outro actua como limpador do material, quando um usa a marreta, o outro o guilho. Trocam as funções logo que o mais esforçado acuse sintomas de fadiga.

No desmonte com martelo pneumático, o marteleiro e o limpador devem alternar-se. A fadiga em trabalhos desta natureza origina com frequência acidentes.

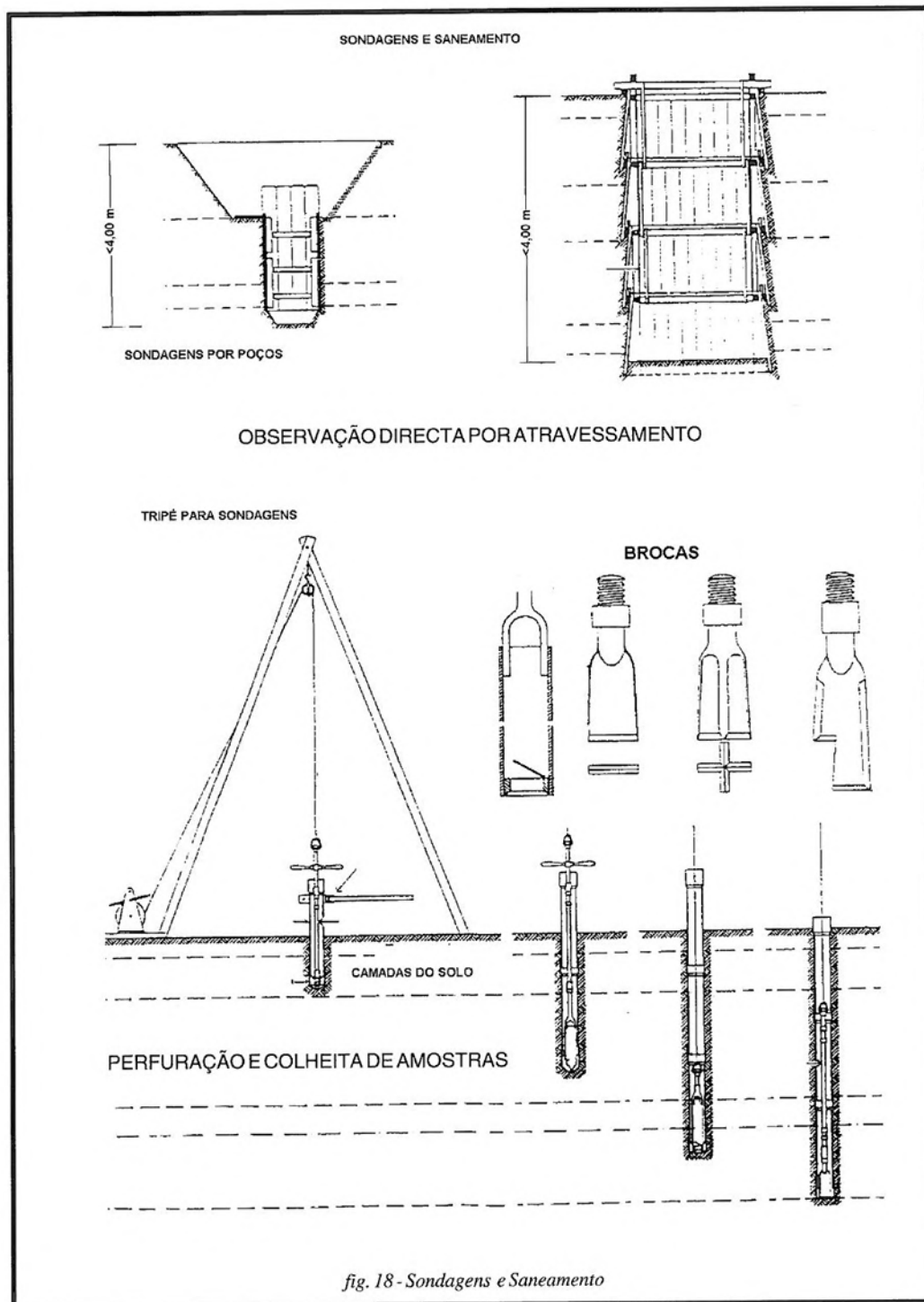
Não deverá executar-se qualquer desmonte a fogo, sem que para esse efeito se disponha de pessoal especializado.

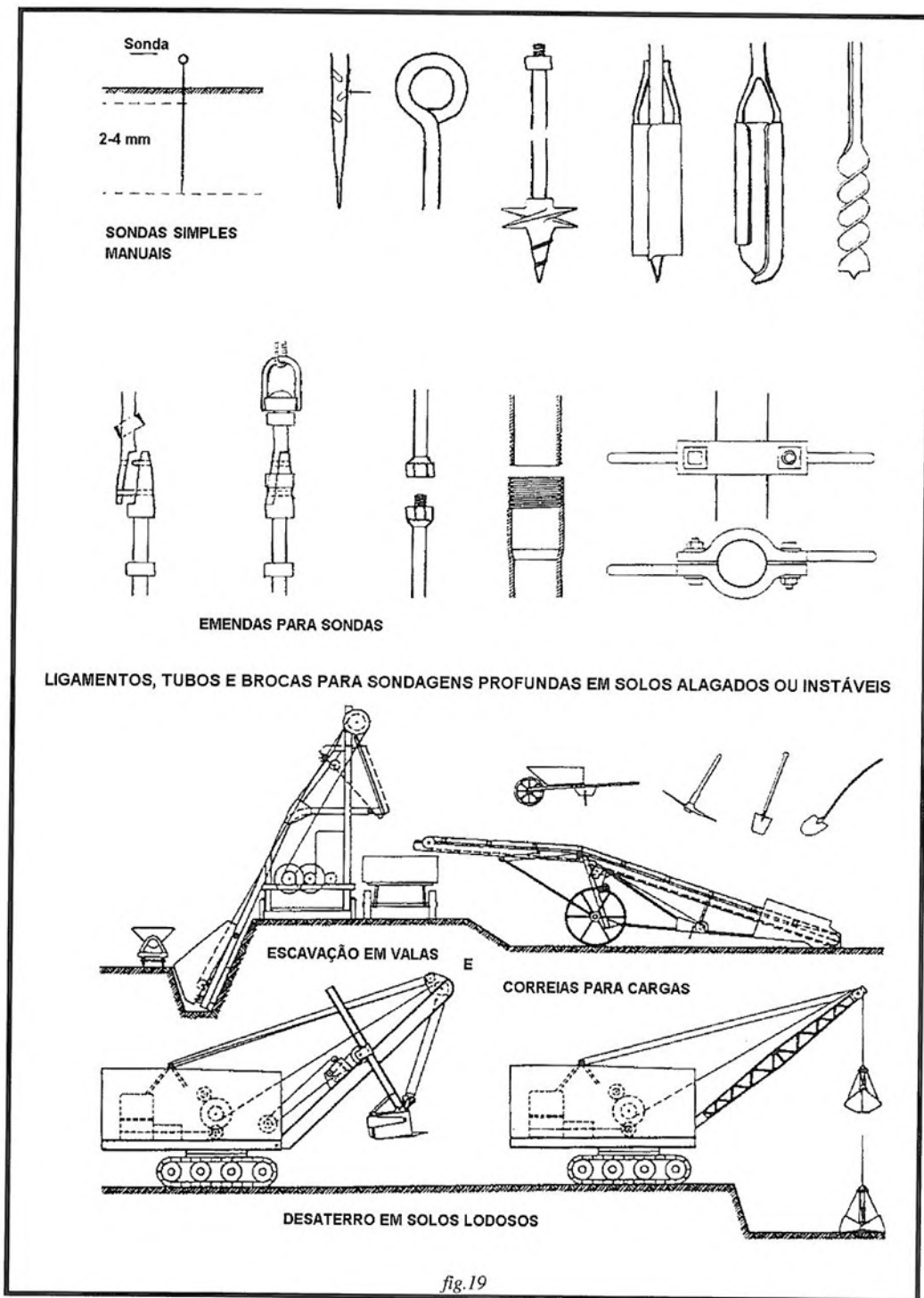
Só um especialista saberá escolher o tipo de explosivo apropriado, o diâmetro e a profundidade dos furos, a direcção destes, e a dimensão da carga, quantidade e direcção do rastilho. Nenhum furo deverá ser iniciado, sem o prévio exame destes especialistas. As operações finais de limpeza do furo, introdução e aperto da carga como do rastilho deverão ser sempre executadas pelo responsável. Os calcadores serão sempre de madeira rija ou cobre, não devendo introduzir-se seja a que título for, qualquer peça de aço, nos furos depois de introduzidas as cargas.

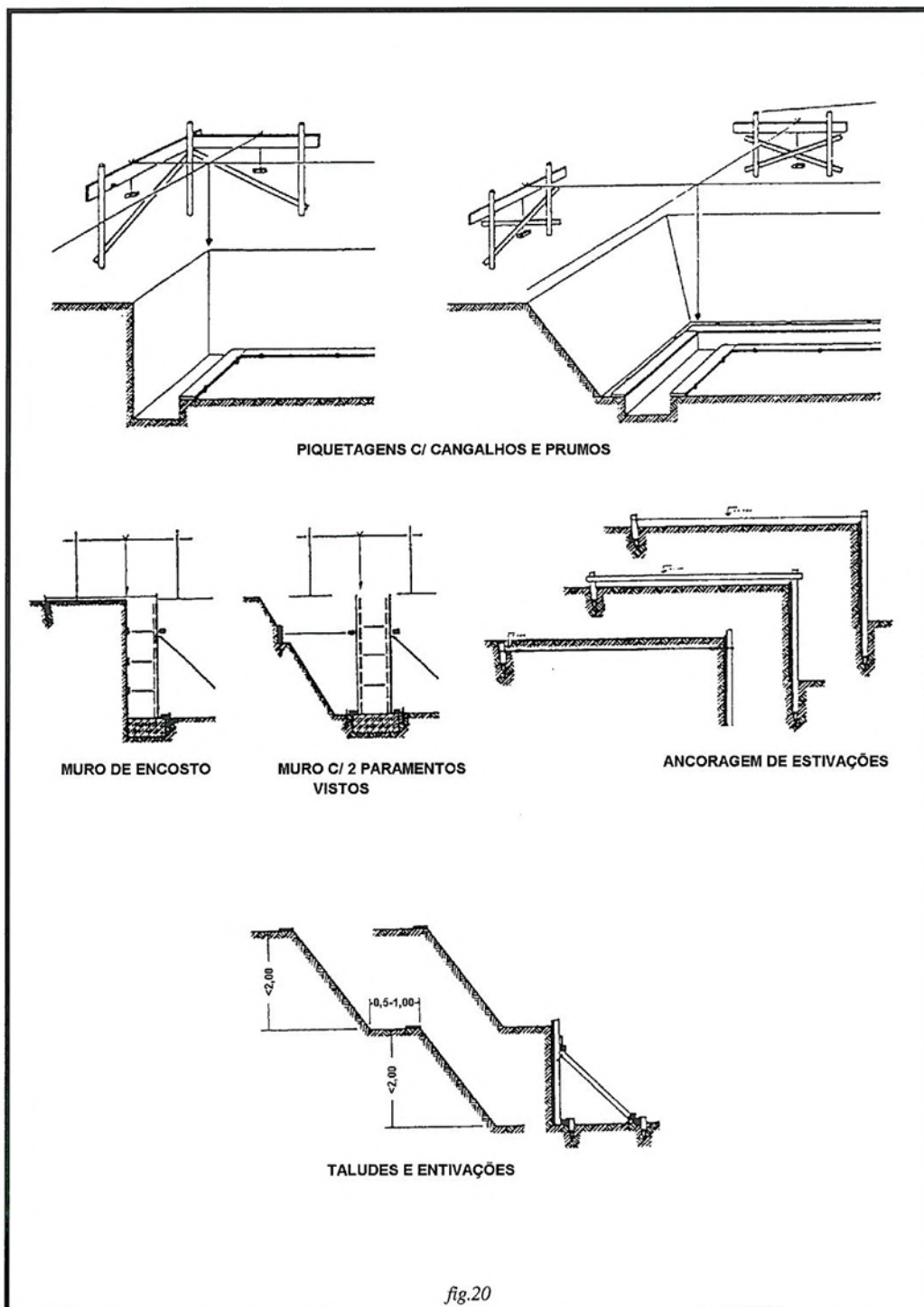
O rastilho como todos os dispositivos detonadores, deverão ser sempre da melhor qualidade, e utilizados de modo a ficar garantido, que a explosão não se poderá dar, sem que todos os trabalhadores se encontrem abrigados.

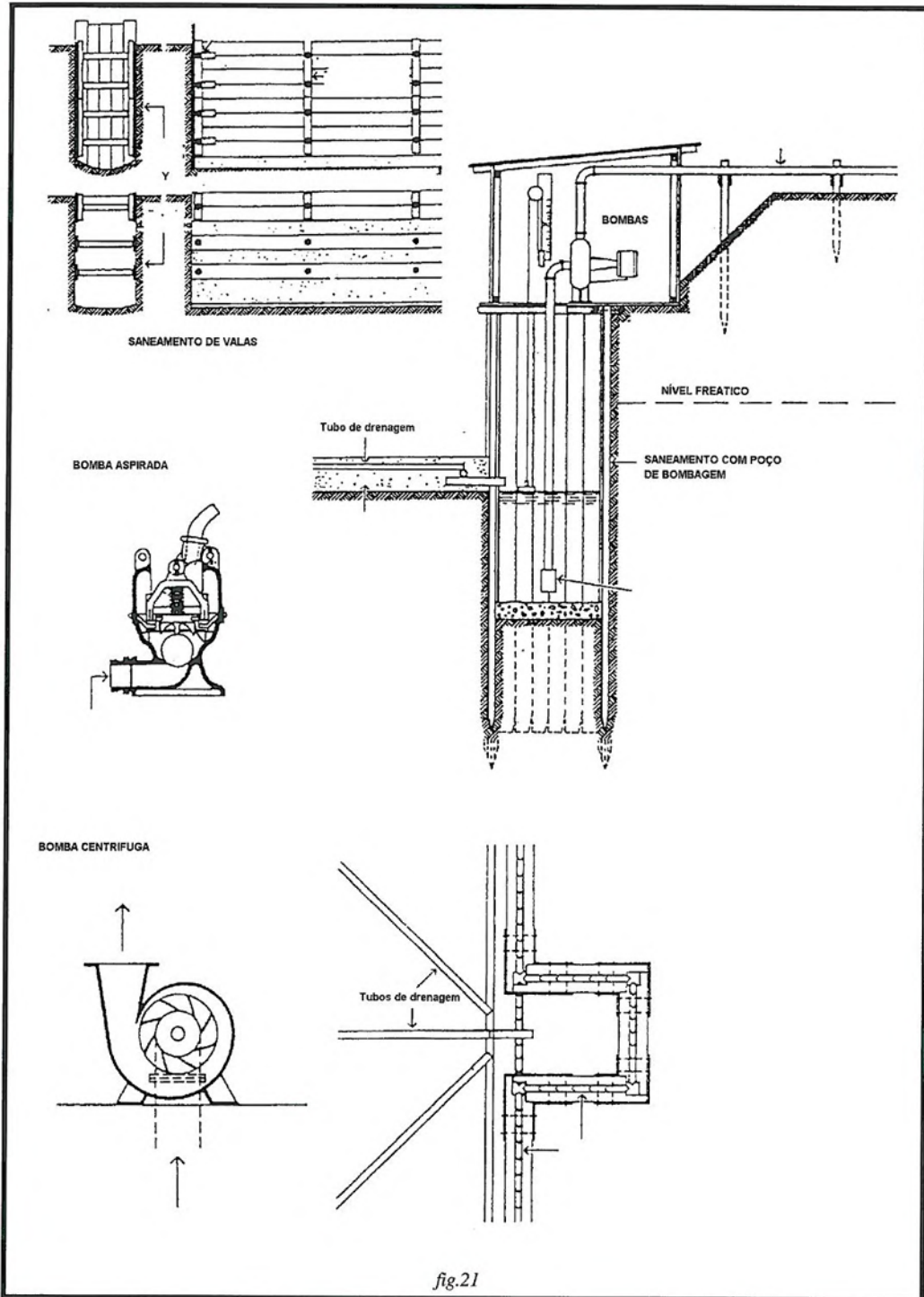
Quando próximo de edifícios, de estradas, caminhos de ferro ou de obras em laboração, não podem fazer-se descargas livres, antes de se verificar a possibilidade de as efectuar sem consequências danosas.

Cada furo deverá sempre protegido com redes apropriadas, ramos de árvores ou arbustos para evitar a projecção à distância de possíveis blocos arrancados.









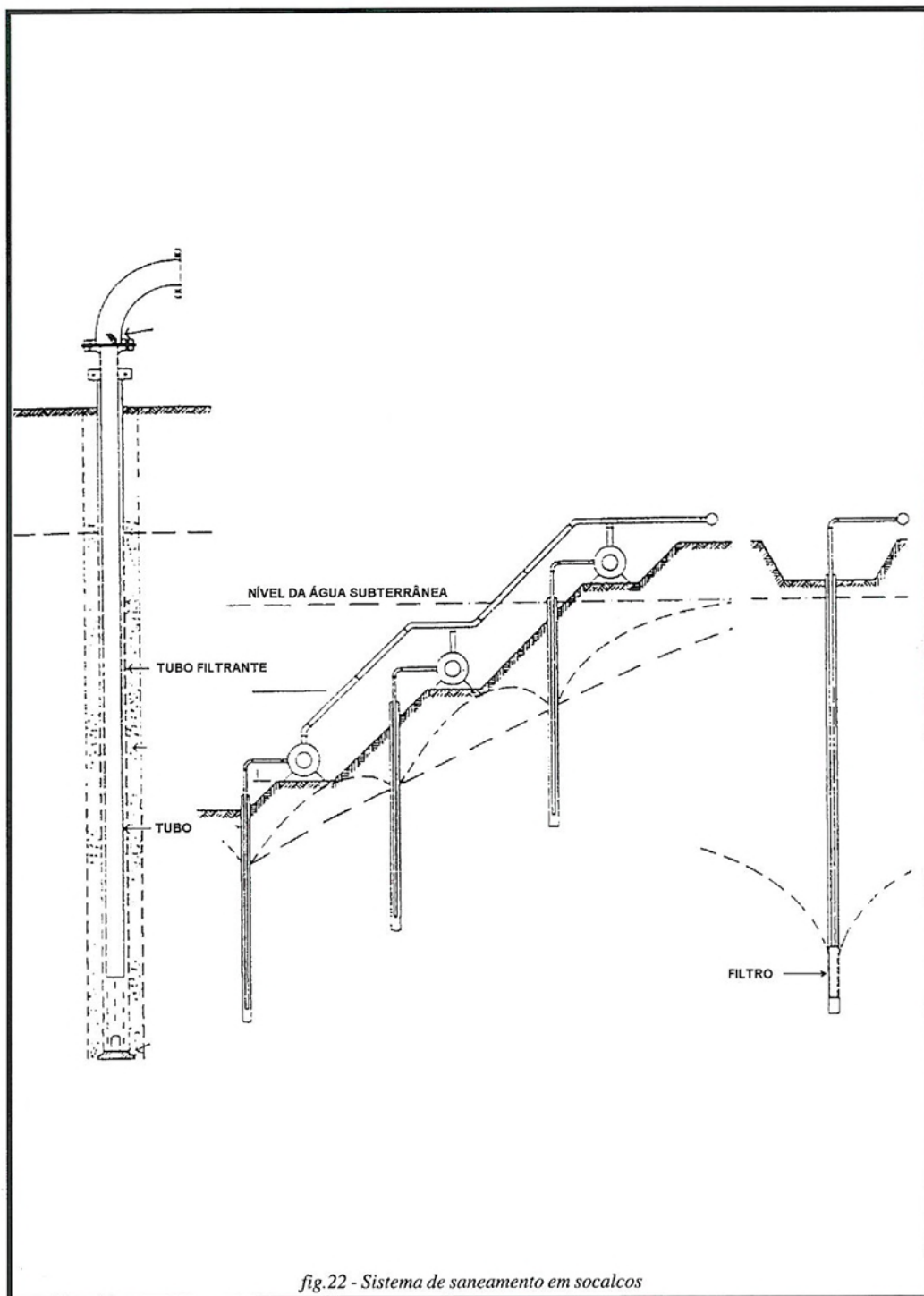


fig.22 - Sistema de saneamento em socalcos



# CAPÍTULO 3

## • Fundações / Alicerces

Fez-se um breve percurso através do tema “SOLOS”, por se entender que se impunha, antes de entrar nesta importantíssima actividade da construção.

É de facto do saber e cuidados postos nos estudo e execução das fundações que depende a estabilidade de qualquer construção.

Sem o conhecimento do comportamento dos variados tipos de solos face às cargas estáticas e/ou dinâmicas que lhes são transmitidas pelas fundações, nada de útil poderia ser estudado quanto às características, natureza e dimensões dos elementos a utilizar para uma transmissão correcta e homogénea daquelas cargas.

Como teremos ocasião de confirmar, as preocupações referidas nunca serão exageradas, ainda quando se trate de edifícios ou obras de engenharia de pequeno porte.

A capacidade de um solo para suporte de um alicerce deve ser análogo em termos de resistência à compressão, dentro da compressão, dentro de condições de equilíbrio estabelecidas, e que deverão ser sempre uma parcela da sua real aptidão até à rotura. Quando se ultrapassarem os valores assim estabelecidos (de segurança) corre-se o risco de o solo romper (ceder) por esgotamento, dando origem a um assentamento brusco ou lento e à deformação deste em contacto com os elementos dos alicerces.

Em terrenos virgens consistentes, em alicerces de largura superior a 0,70 m e não sujeitos à invasão de humidade excessiva, poderá aumentar-se o valor estabelecido em 30%, quando as tensões nos bordos dos alicerces forem considerados aceitáveis nos cálculos. Contudo, a solicitação devida à compressão no centro de gravidade das superfícies comprimidas, não deve exceder os valores das tabelas.

Ao invés disto, quando os alicerces previstos têm baixas superfícies de contacto com o solo, e o terreno se encontra exposto a trepidações ou vibrações fortes por efeito de potentes máquinas fixas próximas, em solos coerentes, aqueles valores devem ser reduzidos igualmente em 30%.

O mesmo se recomenda, quando em solos pouco consistentes, o nível freático se encontre a uma distância inferior à largura dos muros ou sapatas de fundação, mas então reduzindo 0,5 daN/cm<sup>2</sup>.

Recomenda-se ainda a consideração das seguintes circunstâncias:

- a) A resistência ou aptidão portante de um solo aumenta normalmente em relação à profundidade e largura do alicerce.





- b) Para determinação da aptidão portante de um solo, não pode deixar de se considerar sempre o assentamento admissível para a obra, tendo-se em atenção a relação entre este e as condições referidas na alínea anterior.
- c) Quando sob a camada em que assentam os alicerces e a pouca distância vertical desta, existe outra de menor aptidão portante, são os valores da resistência desta última que devem ser considerados ou corrigidos, depois de comparados pelos condições de propagação das tensões (ver págs. 70 e 71.)
- d) O emprego dos valores da tabela para solos consistentes (argilas, magras, etc.) não exclui a possibilidade de assentamentos importantes. Em terrenos desta classe, as tensões admissíveis deverão ser calculadas a partir dos assentamentos admissíveis.
- e) A redução das tensões sobre os solos não poderá no entanto, conduzir sempre à anulação dos assentamentos, dado que em muitas classes de solos, estes produzem-se mesmo com tensões baixas. O que é indispensável é que se consigam evitar assentamentos diferenciados.

### **3.1 - Assentamentos**

Em quase todas as edificações se verificam assentamentos (descida do nível destas), resultantes da compressão das camadas do solo carregadas, que varia segundo a sua natureza, potência, e ou, espessura destas.

Os assentamentos uniformes verificam-se sempre; são naturais, lentos, e não constituem qualquer perigo. Quando desiguais ou bruscos, são sempre indesejáveis e quase sempre perigosos.

A magnitude dos assentamentos pode por vezes ser ampliada pelas seguintes razões:

- 1) “Fuga de terras” por fugas ou refluxo destas para os lados dos alicerces.
- 2) Alteração da capacidade da estrutura do solo por efeito de trepidação próxima (tráfego de veículos pesados, máquinas, grandes escavações, etc.).
- 3) Elevação ou descida do nível de águas subterrâneas.
- 4) Dissecção do terreno por efeito de vizinhança de grandes fornos ou caldeiras.
- 5) Cavidades não detectadas por sondagens.
- 6) Modificações químicas do solo.
- 7) Acontece ainda que se somam em profundidades próximas da base de sapatas muito carregadas, os efeitos da propagação de pressões destas, ultrapassando a aptidão de camadas inferiores do solo.

Evitam-se assentamentos desiguais (perigosos) se forem respeitadas em especial, as seguintes regras:

- 1) Não executar fundações sem um estudo prévio muito cuidadoso, em terrenos que por efeito da inclinação das camadas, ofereçam condições diferentes de suporte ou comportamento, ou quando pela mesma razão possam escorregar por efeito de cargas.
- 2) Ao produzirem-se alterações morfológicas num terreno, deve acautelar-se a penetração de água entre camadas de solos argilosos consolidados, por serem de prever grandes alterações no seu comportamento específico.
- 3) Para solos iguais, fundações iguais e distribuição de cargas uniformes. Para um mesmo tipo de fundações, sempre um mesmo solo no mesmo edifício. Quando tal não for possível, é indispensável prever e criar condições que, considerando a diferença de assentamentos, sejam defendidas com juntas elásticas coincidentes com a “junta” de reparação dos dois tipos de solos de fundação.

A não observação de uma só destas regras fundamentais, será o bastante para se esperarem resultados indesejáveis ou mesmo ruinosos; inexoravelmente.

Quando não seja possível ou não se justifique atingirem-se profundidades onde se consiga a garantia de um suporte com uniformidade de aptidão portante, como é o caso de solos de estrutura irregular, com alternância de terra compacta e pontos de rocha, pode criar-se uma almofada de areia, com um metro de espessura bem compactada. O leito criado por esta almofada, em caso nenhum poderá ficar a menos de um metro da superfície superior do terreno adjacente.

Não vamos aqui repetir as técnicas de melhoramento e correcção de solos por se encontrar no capítulo de solos o que de útil para este fim se considerou bastante.

### **3.2 - Classes de fundações - Alicerces**

A classificação corrente destas classes considera dois grandes grupos:

- A - Fundações directas
- B - Fundações indirectas

#### A - Fundações directas

Considerando-se como tal, as que transmitem directamente para o solo as cargas que a construção e utilização lhes transmitem, para além de tensões accidentais que a seu tempo serão referidas.

Esta classe de fundações abrange três subclasses a saber:

#### A.1 - Contínuas

Quando constituídas por elementos de alvenarias de pedra ou tijolos maciços, betão simples ciclópico ou não, e betão armado, que formam o prolongamento vertical das paredes no interior do solo, até encontrarem condições de sustentação estáveis e permanentes.

#### A.2 - Descontínuas

Quando a estrutura resistente da construção, onde as cargas e tensões foram concentradas, as transmitem ao solo em pontos sem continuidade. É o caso das sapatas ou pegões de alvenaria, betão simples ou armado, situados no prolongamento vertical dos pilares.

A.3 - Ensoleiramento geral

Quando por razões técnicas especiais, impostas pelas características do edifício, pelas características do solo, ou por ambas, se impõe a formação de uma grande sapata (laje nervurada ou maciço) abrangendo toda a área da construção.

Os materiais a utilizar nas paredes e nos maciços das fundações, quando de alvenaria, por se encontrarem permanentemente sob a acção mais ou menos significativa de humidade, e em muitos casos, contendo nitratos, sulfatos e outras substâncias químicas agressivas, têm que possuir capacidade para lhes resistir sem perda de qualidade durante muitas décadas.

As pedras rijas e semi-rijas, pouco porosas, deverão ser capazes de resistir a tensões iguais ou superiores a 25 daN/cm<sup>2</sup>. Do betão ciclópico simples, exige-se igual resistência e a incorporação de pedra com as características antes referidas.

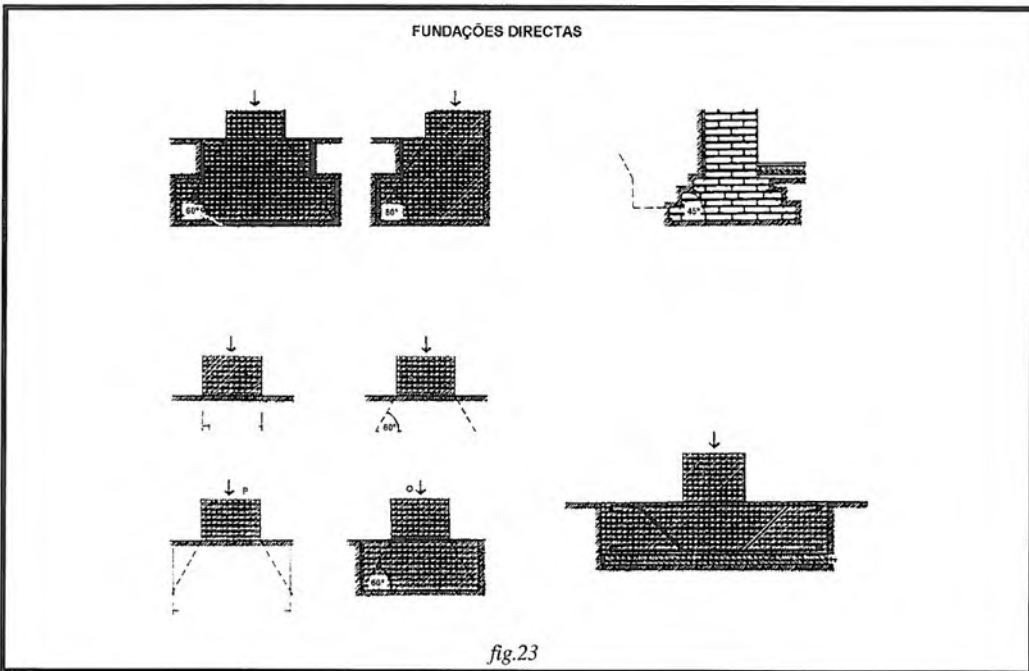
Podem ainda utilizar-se alvenaria de tijolo maciço, desde que este seja produzida em feira com câmara de vácuo, e cozido a temperatura acima de 900°C.

Quando se aplique betão armado, impõe-se o reforço do recobrimento das armaduras para o mínimo de 40 mm.

B - Fundações indirectas

Classificam-se como tal, as fundações sobre estacas de madeira, de betão, ou de aço, como vista a obterem-se pontos de apoio nos locais em que os elementos das estruturas o reclamam. Vamos de seguida, com o possível e necessário pormenor descrever os tipos de estaca referidos.

Estacas que, pelo modo como actuam no suporte das cargas, dão origem à classificação deste tipo de fundações em duas classes:



FUNDAÇÕES INDIRECTAS

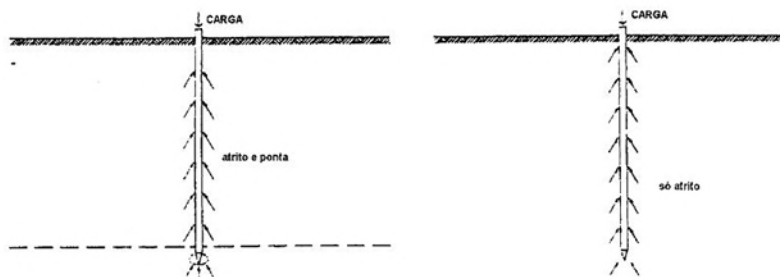
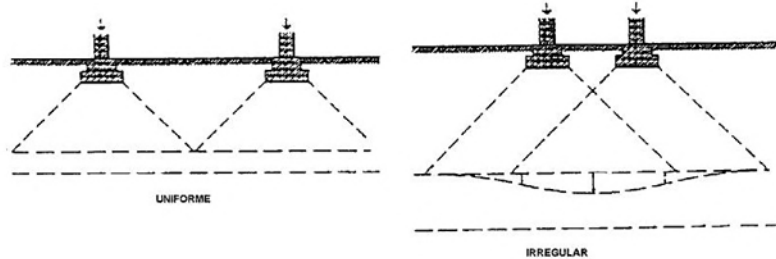
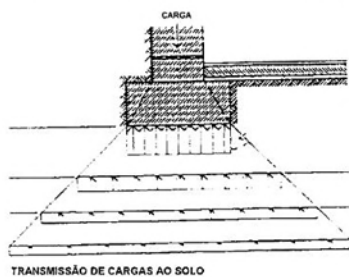
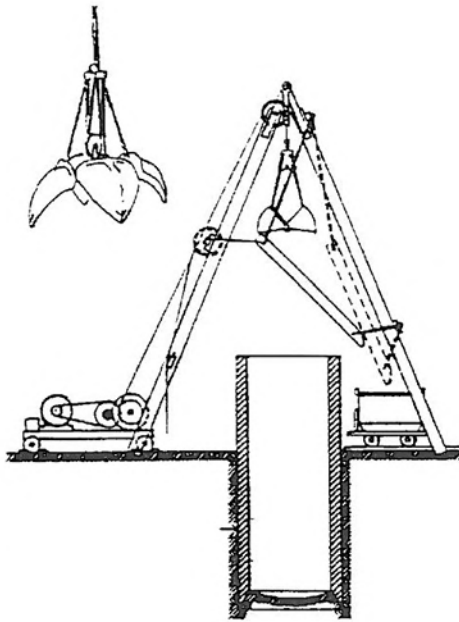


fig.24

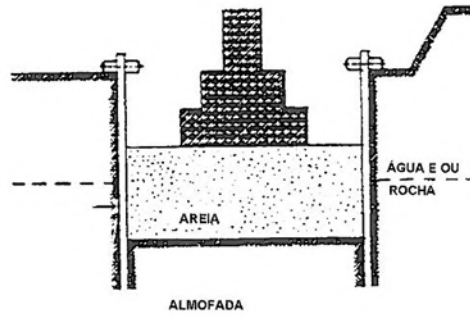


ASSENTAMENTOS DESIGUAIS

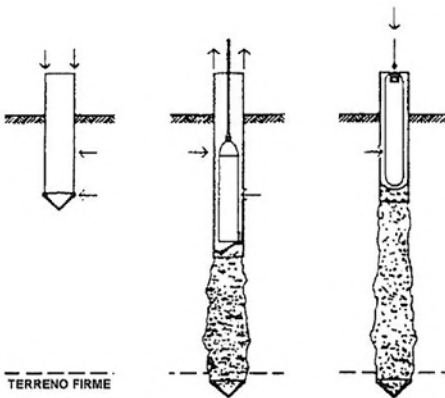
fig. 25



FUNDAÇÕES POR PEGÕES



SISTEMA SIMPLEX



SISTEMA FRANKI

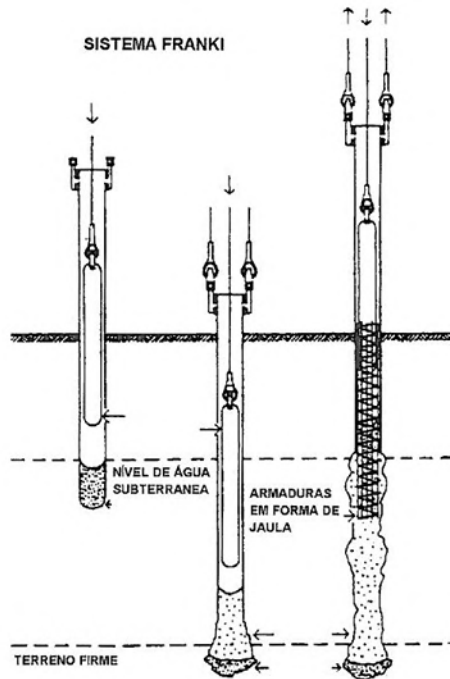


fig.26

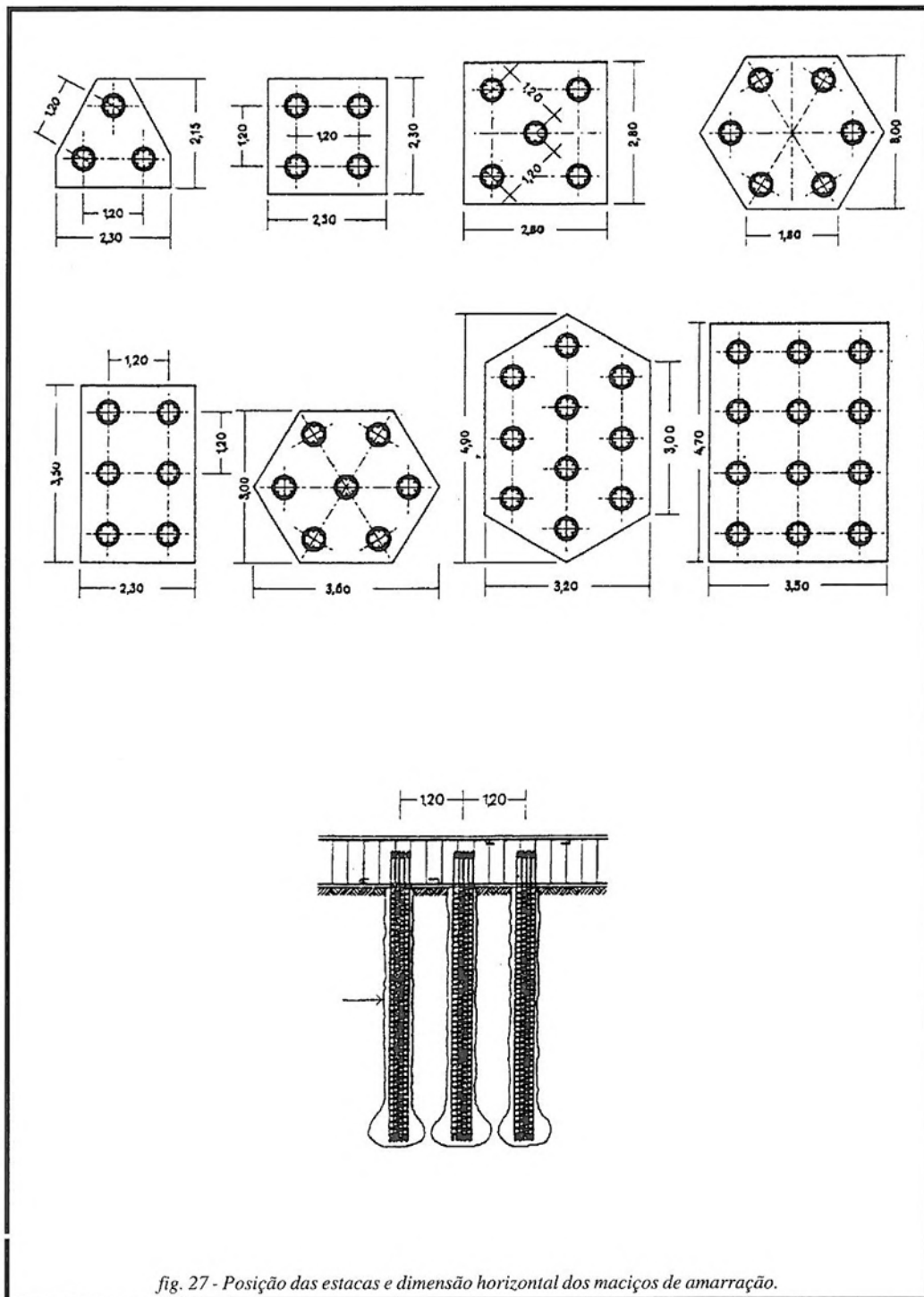


fig. 27 - Posição das estacas e dimensão horizontal dos maciços de amarração.

# INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

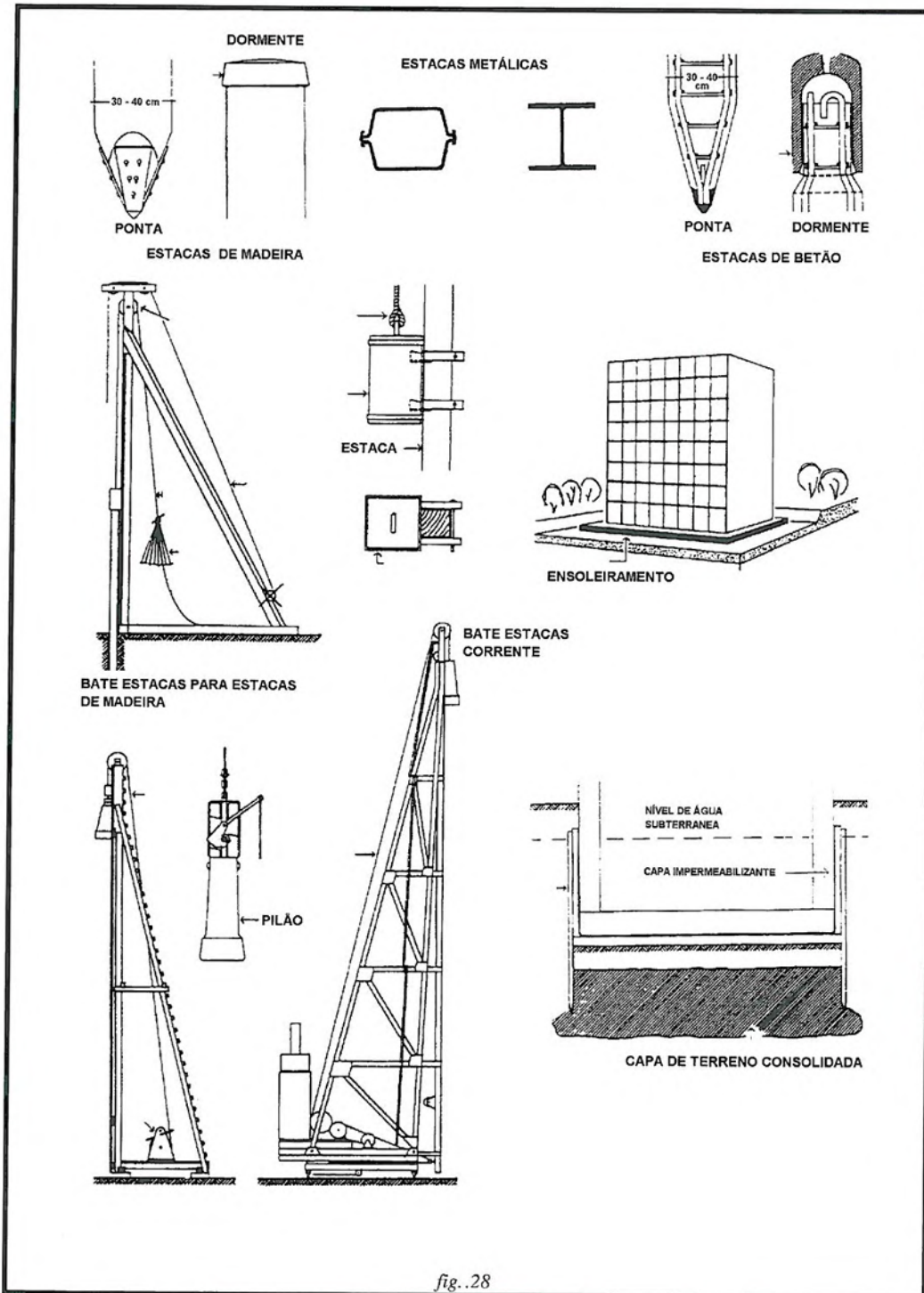


fig..28

a)-Fundações indirectas rígidas

Quando as estacas para além da resistência obtida pelo atrito com o solo perfurado, vão apoiar a ponta sobre camada resistente, sob a qual não existe solo brando ou flexível.

Somam à resistência por atrito a resistência por “ponta”.

b)-Fundações indirectas flutuantes

Quando as estacas obtêm toda a sua resistência por atrito com o solo perfurado. Este trabalho, como o melhoramento de solos referido no capítulo de solos, reclama técnicas e meios altamente especializados,

**B.1 - Estacas de madeira**

Hoje raramente se utilizam, por exigirem que se mantenham permanentemente submersas, sendo esta condição indispensável para evitar o seu rápido apodrecimento. Se existirem condições no solo que garantam o nível de água a cobri-las permanentemente, podem durar séculos como o comprovam muitas ainda existentes há vários séculos em terrenos encharcados do Norte da Europa. Têm-se deteriorado aquelas em que o nível das águas subterrâneas desceu.

Podem portanto ser usadas em obras da orla marítima, ou em terrenos na margem de rios não sujeitos a secas sazonais.

**B.2 - Estacas pré-fabricadas de betão armado**

Normalmente de secção quadrada (com arestas amaciadas) aplicadas por “cravagem” no solo como as de madeira; podem suportar cargas maiores do que aquelas, e o seu comportamento a longo prazo não depende do nível de água subterrânea. Unicamente, quando em fundações directas rígidas, há que ter em conta a possibilidade de “flambar” (varejar) quando cravadas em terrenos muito brandos ou pantanosos.

Estas estacas são produzidas em moldes horizontais, com betão da classe B40 e armaduras de aço A400 EL, com ponta reforçada de aço vazado, devendo manter-se sobre a base de moldagem no mínimo de 14 dias.

**B.3 - Estacas de aço**

A que raras vezes se recorre devido ao seu elevado custo. Como secções, existem as de perfil tubular “Union” e que são constituídas por dois elementos em forma de C ligados por juntas de aço e também os perfis Grey. Também por vezes são utilizadas as estacas-prancha, de parede fina, formando caixas. Estes três tipos são cravados como as duas espécies anteriores e só em fundações indirectas rijas.

**B.4 - Estacas de betão formadas “in situ”**

Formam-se abrindo no solo furos cilíndricos com a secção procurada, e preenchendo-os com betão calcado fortemente, com pesados pilões. Com esta operação, produz-se uma compressão lateral da massa de enchimento contra as paredes do furo, nas quais penetra de maneira irregular, o que confere a este tipo de estacas uma maior aptidão portante do que nas estacas cravadas.

O valor do atrito, a compressão contra as paredes com a rugosidade consequente, somadas



à capacidade adquirida por uma “ponta” não perfurante, estão na origem da maior aptidão referida.

São numerosos os sistemas patenteados para a produção destas estacas; vamos referir dois, os que entedemos mais esclarecedores para o entendimento dos princípios e resultados finais:

B.4.1 - Sistema Franki caracterizando pelo facto de se utilizar um tubo-manga de aço, que se faz penetrar no solo por meio de um “tampão” de betão simples, seco, que se obtém por apiloamento com o fundo apoiado sobre camada de brita. Tubo tamponado que, com pancadas de um pilão de ponta redonda, é arrastado na perfuração do solo até se atingir a resistência calculada, correspondente a uma determinada penetração, ou à “nega” por série de golpes do pilão caído de uma altura pré-calculada.

Então, na acção combinada de cabos de aço ligados à ponta livre do tubo com golpes de pilão de ponta rasa, o tubo sobe e o tampão de betão seco começa a ser expulso do tubo. Inicia-se a fase de formação da estaca, fazendo-se sair o tubo e vazando-se o betão plástico de enchimento, e aplicando com o pilão final de ponta redonda. A partir da situação conveniente, é introduzida a armadura em forma de jaula, na qual o pilão passa livremente, e continua a entrada de betão, a extracção do tubo e o apiloamento, até próximo da superfície do terreno.

A estaca está formada, pronta a ser ligada por meio do maciço em que vai integrar-se e à estrutura a que se destina como base de sustentação.

B.4.2 - Sistema de “mangas perdidas”, do qual existem diversas variantes, mas todas caracterizadas pelo facto do tubo-manga não ser de aço e recuperável, mas de betão simples ou armado. A penetração no solo pode ser obtida por brocagem ou percussão sobre tampão e o enchimento final do tubo com betão húmido e compactado com pilão de base tronco-cónica. O ensaio de carga do furo é feito directamente sobre o tampão de penetração, antes do enchimento final com equipamento específico. Funciona com estaca cravada, com atrito reduzido, e utiliza-se em especial quando o solo firme se encontre a profundidade até 8,0 m. A armadura neste tipo de estacas, aplica-se normalmente nos 2,0 m superiores do tubo, para amarração dos maciços.

Através da imagem (fig. 26 e 27) justificamos a exposição destes dois sistemas, que de algum modo podem permitir o entendimento dos outros não descritos.

Notas e recomendações finais:

- a) Quando os extractos não se apresentem horizontais, é necessário que por meio de socalcos se criem condições para que as fundações se estabeleçam sempre sobre o mesmo tipo e estado de solo, nomeadamente como se exemplifica nas figuras.
- b) Sempre que as valas ou “poços” atinjam profundidades superiores a 1,50m, seja qual for o tipo de solo, não deverá dispensar-se a entivação adequada.
- c) Seja qual for a época do ano em que os trabalhos de fundações venham a executar-se, é indispensável defenderem-se as valas ou poços contra a invasão de águas da chuva, ou de outra origem, por meio de valas de drenagem ou “obstáculos”. Se no terreno existirem águas subterrâneas permanentes ou não, deve estudar e aplicar-se um sistema seguro de saneamento (bombagem) e/ou desvio destas

para a execução da obra e se necessário para a protecção e garantia da continuidade das condições de suporte.

- d) Quando se estabelecem em suportes húmidos, ainda que só em certas épocas do ano, deve evitar-se que esta humidade suba por capilaridade acima do nível do terreno, criando-se obstáculos impermeáveis em todos os pontos onde tal possa verificar-se.

Mas pode e deve pôr-se a questão: Como saber o que existe de facto abaixo do que é possível observar-se no terreno no seu estado natural? Vamos procurar oferecer algumas respostas possíveis.

A observação superficial do terreno pode oferecer-nos dados que nos conduzam aos cuidados a tomar; nunca há certezas.

Impõe-se portanto:

- Para edifícios de pequeno porte e/ou industriais sem equipamentos pesados que transmitam fortes vibrações ao solo :

- a) Observações ou informações seguras obtidas em obras vizinhas (se as houver), e se não se verificarem sinais aparentes de variações na natureza e estrutura do solo. Isto não dispensa que ao abrirem-se as valas, se confirmem as informações recebidas.
- b) Se não houver acesso a informações seguras, impõem-se o recurso a sondagens que, para este efeito podem resumir-se a abertura de poços ou valas conforme se exemplifica nas figuras, e que deve dar origem a uma informação sobre a natureza e condições dos extractos atravessados.

Estes poços ou valas, devem situar-se de preferência próximo dos cunhais.

Depois disto, o responsável pela estabilidade da obra, poderá tomar decisões fundamentadas. Edifícios de médio porte para habitação (até 4 pisos) ou industriais com equipamento corrente sem vibrações.

- a) Se possível, o mesmo comportamento recomendado nas figuras, mas tendo em atenção as semelhanças ou diferenças entre os tipos de edifícios, e levando os poços ou valas de sondagem do solo, pelo menos a 3,00 m de profundidade.
- b) Claro e evidente que, quando em presença de rocha ou solos de cimentação “forte” e estratificação próximo da horizontal, não é necessário atingir-se aquela profundidade, não deixando nunca de se consultar o responsável referido.

Edifícios de grande porte para habitação ou indústrias de equipamento pesado.

Nesta situação, nada se deve fazer sem a orientação de técnicos especializados, ainda quando se trata de solos firmes, nomeadamente rocha, porque os factores a considerar projectam-se por vezes muito para além dos produzidos pelas cargas e vibrações julgamos portanto não ir além das recomendações e respectivas justificações feitas.



# CAPÍTULO 4

## • Edificação - Breve Historial

Iniciamos este trabalho historiando - ou melhor, fazendo um pouco de ficção - sobre as técnicas de executar abrigos fixos para benefício humano, sejam destinados a habitação ou a outros fins. Nada podemos afirmar com segurança relativamente as épocas ou processos que o homem começou por adoptar para executar os seus abrigos. Os vestígios que restam pouco vão além dos 10000 anos de idade, o que é muito pouco se atendermos a que há mais de 30000, já se tinha estabelecido a arte de fazer “sapatos” daquela época e possivelmente outras actividades que exigiam abrigos seguros para a sua laboração.

Sabe-se que colonizou tanto as tundras árticas como as florestas tropicais com igual sucesso e que portanto, foi capaz de criar ambientes artificiais nos seus abrigos para resistirem as temperaturas locais. Não se sabe se os primeiros abrigos artificiais foram produzidos com materiais perecíveis (madeira) ou já com materiais mais duradouros, como a pedra arrumada em seco ou apenas barro endurecido ao sol; sabe-se, no entanto, que há muitos milhares de anos já se usavam estes dois últimos processos, conforme as exigências do clima e os materiais que possuíam.

Tudo leva a crer que os grupos humanos primitivos faziam uma vida nómada, deslocando-se constantemente na busca de alimentos e procurando ou construindo sumariamente abrigos onde pudessem permanecer e repousar, esquivando-se ao confronto com animais fisicamente mais poderosos e melhor dotados para a luta.

Existem bastantes provas de que, a partir de certa época, as grutas foram os abrigos naturais onde os homens permaneceram durante largos períodos, e onde naturalmente encontraram condições para se multiplicarem mais rapidamente; as grutas acabaram por se tornar insuficientes para os abrigar a todos.

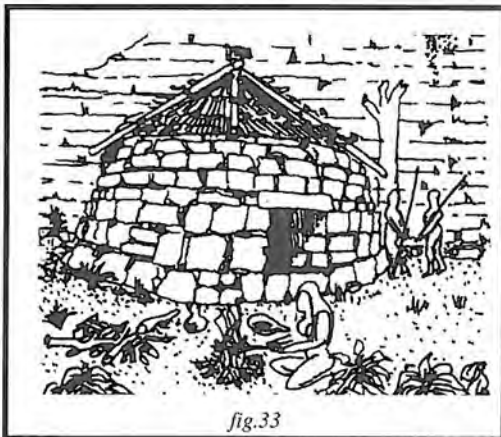
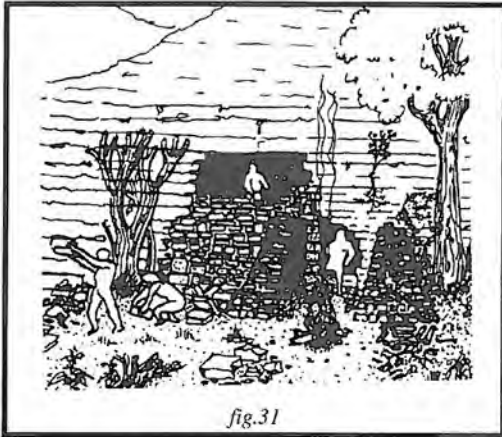
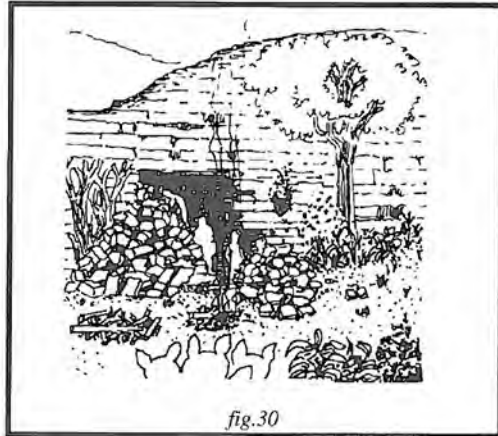
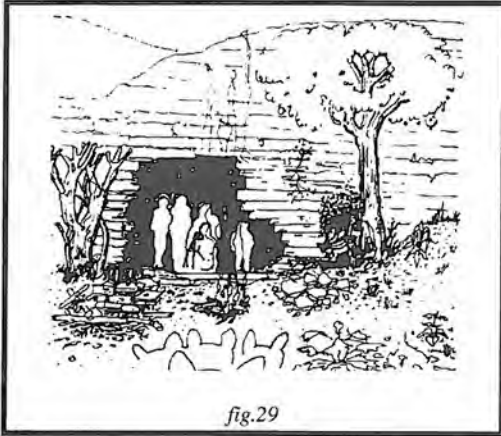
Naturalmente também, os grupos excedentários nos seus abrigos naturais nem sempre terão encontrado outros abrigos com condições semelhantes aos anteriores; isto deve-os ter levado a procurar novas soluções forçados a utilizarem artifícios; foram talvez as condições necessárias ao reforço dos meios de defesa dos abrigos naturais contra os ataques de inimigos fortes, que conduziram às soluções mais significativas.

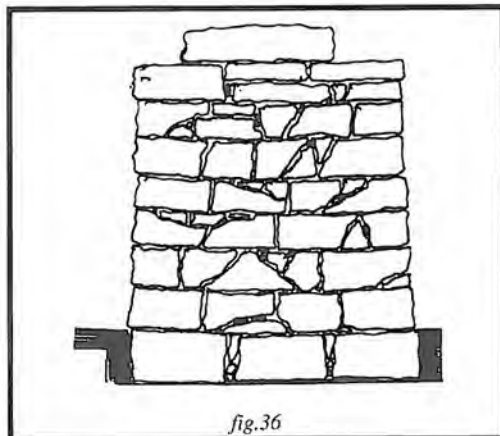
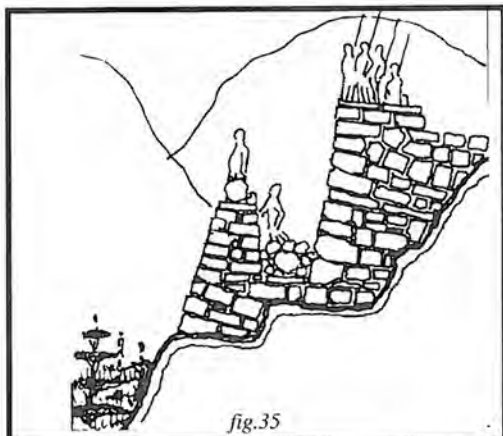
A fig.31 representa uma gruta com uma entrada muito ampla, e a hipótese provável da primeira pedra amontoada para reduzir a área daquela entrada, melhorando as condições de defesa. O modo de amontoar diversos tipos e dimensões de pedra, deve ter dado origem a compreensão do modo de as equilibrar umas sobre as outras, e naturalmente, daqui nasceu a arte de fazer abrigos e muralhas de defesa com pedras arrumadas em seco. As figs. de 30 a 36 sugerem uma sequência possível dessa evolução, e não é demais registar que em Portugal existem ainda alguns restos de muralhas construídos por este processo ha mais de 2500 anos.



## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

Verifica-se que esta evolução - como é natural - se processou sobretudo em regiões onde existiam pedras que apresentam naturalmente duas faces planas paralelas resultantes da meteorização de rochas sedimentadas em camadas pouco espessas.



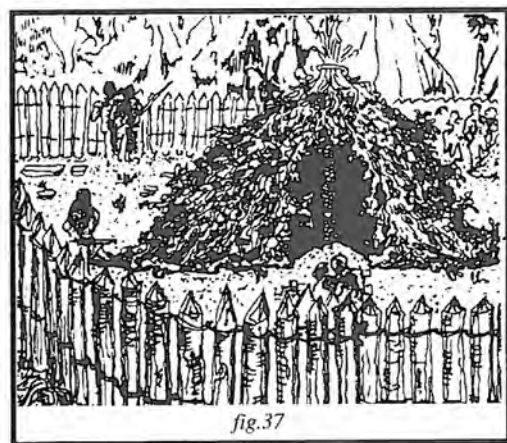


Em regiões onde este tipo de rocha não existia, e onde abundavam árvores fáceis de cortar com os meios rudimentares de então, o homem deve ter aprendido a utilizá-las, quer na construção de abrigos para a habitação, quer na formação de obstáculos de defesa.

A fig. 37 mostra-nos a hipótese de um primeiro abrigo construído pelo homem com ramos de árvores (ainda hoje usado pelos pastores), mas protegido com uma paliçada de troncos espetados no solo e com uma ponta aguçada. A fig. 38 sugere a utilização do sistema das paliçadas na construção das paredes de uma casa.

Tanto este tipo de construção de madeira como a de pedra arrumada em seco, apresentavam o inconveniente de apenas servirem de defesa contra inimigos de grandes dimensões, não impedindo a passagem dos mais pequenos, como répteis, roedores, etc. A observação do comportamento das lamas argilosas deve-o ter levado primeiramente, ao tapamento das frinchas e buracos nesses dois tipos de construção, e mais tarde, á sua utilização como “argamassas” para o mais fácil assentamento das pedras. Devem também ter verificado que quando as lamas se apresentavam misturadas com palha e outras fibras vegetais se comportavam melhor, e naturalmente, passando a utilizar essa mistura sempre que utilizavam as lamas.

As figs. 39 e 42 exemplificam esta descoberta, que tanto pode ter acontecido nas regiões da pedra como nas regiões da madeira.



A observação do comportamento do barro e a comparação com as utilizações da pedra, podem ter originado a produção das primeiras pedras artificiais: os adobes; começou-se talvez por talhar blocos de barro seco e depois por moldar o barro plástico com as formas e medidas desejadas. O conjunto das figs. 43 a 48 corresponde a uma hipótese de evolução; chama-se a atenção para o facto de ainda hoje se praticarem em vastas regiões do globo, incluindo Portugal, os processos correspondentes às últimas situações apresentadas, isto é: pedra arrumada em seco e revestida ou não exteriormente, e os adobes.

INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS



fig.38



fig.39



fig.40



fig.41



fig.42



fig.43

INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

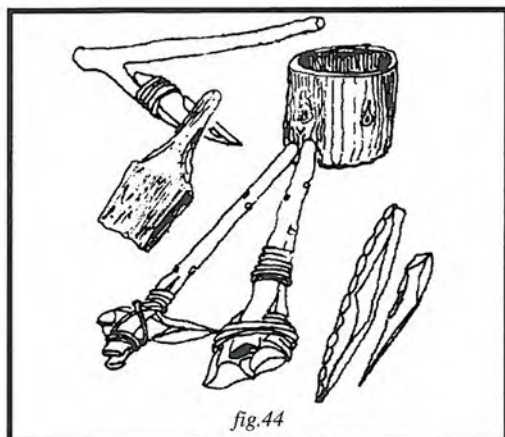


fig.44

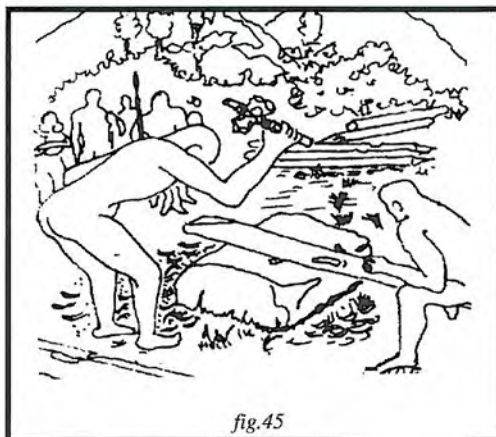


fig.45



fig. 46



fig.47

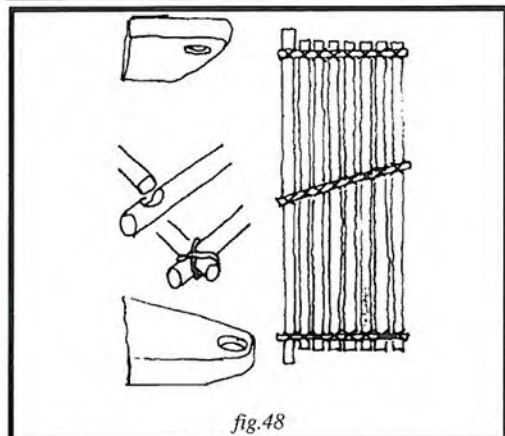


fig.48

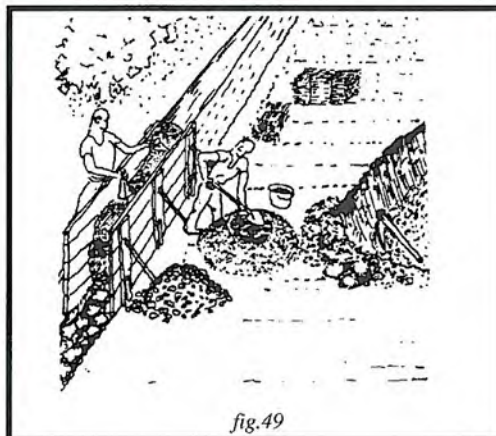


fig.49



Finalmente, queremos referir um processo também com mais de 2000 anos e que pode ser considerado o precursor das paredes moldadas: a taipa. O termo taipa, que está na origem do termo taipal e que se mantém agora relacionado com os painéis de tábuas de que são 56 os moldes do betão, mostra a relação que existe entre dois processos tão afastados no tempo e na evolução dos conhecimentos do homem.

A taipa era constituída por camadas de barro amassado com areia e palha, alternado com camadas menos espessas da mesma massa e pequenas pedras. A fig. 49 mostra-nos este processo tal como ainda tivemos ocasião de observar na construção de muros de vedação no Algarve; ainda hoje existem no Alentejo e no Algarve. pequenas habitações e dependências agrícolas construídas há muitos anos, inteiramente de taipa impermeabilizada com cal e sebo.

Notar que nas construções de pedra arrumada em seco, se atingiu tal perfeição, que sobretudo quando revestidas com barro, desafiavam e desafiavam ainda os séculos. Os cuidados de travamento longitudinal e transversal são o segredo deste êxito.

Quando passou a aplicar-se o barro nas pedras, e se descuidou o travamento, o desastre não se fez esperar, mesmo depois de se aplicar argamassa de cal, quando se pensou que esta dispensaria aqueles cuidados. Ao primeiro abalo surgiam as consequências que ainda por vezes se observam: a derrocada.

De facto, embora a alvenaria de pedra tenha hoje pouco significado na construção, é no processo da sua execução que o pedreiro encontra as bases para o domínio de todas as suas outras actividades.

Desde a alvenaria de pedra em seco de então, aos adobes e a taipa de ontem, até aos tijolos, ao betão e aos blocos de cimento de hoje, muitos milhares de anos se passaram e muito se evoluiu nos métodos de construção na observação do porquê do que resistiu ao tempo, poderemos entender o que se fez de certo e errado e, portanto, o que deve e não deve fazer-se. Desde o barro do passado aos supercimentos de hoje, vai uma distância imensa, mas a função e a maior parte das regras de construir, no essencial, mantêm-se. A maior diferença observa-se no comportamento dos materiais em presença da água e na sua resistência mecânica, mas continuamos a ter de ligar ou proteger blocos ou partículas rochosas, que na sua arrumação, continuam a obedecer a regras conhecidas antes do aparecimento dos algerantes.

# CAPÍTULO 5

## • Materiais de Construção e Ferramentas

Ninguém pode utilizar em boas condições, sem cometer erros, aquilo que não conhece; ninguém pode conhecer bem aquilo que apenas observa com os sentidos. Por isso, ao falarmos de materiais de construção, temos de nos referir sempre às suas origens e evolução; se conhecermos a origem e o modo como se têm comportado, podemos entender melhor as suas características, virtudes e defeitos, e evitar utilizações inadequadas. Começamos naturalmente pelas pedras, passando depois aos blocos e ligantes.

### 5.1 - Pedras (rochas)

As pedras naturais (rochas) são o principal componente sólido da crosta terrestre aparente, e é devido às características físicas, químicas e mecânicas que apresentam (e que adiante serão analisadas como o devido desenvolvimento), que na sua grande parte, são utilizadas como material de construção. Em muitos casos, essa utilização faz-se directamente a partir da sua extracção, sem qualquer outra preparação que não seja o ajustamento de formas e dimensões; em outros casos dão origem a outros materiais, por transformação.

Quando dizemos que grande parte destas, e não todas, é utilizada como material de construção, é porque de facto, nem todas podem ser utilizadas como tal. Umas porque oferecem grandes dificuldades na extracção, outras porque o seu comportamento em obra não oferece as condições exigidas, seja em resistência mecânica, em durabilidade, e por outras razões.

Uma boa pedra de construção deve obedecer as seguintes condições:

- a) Resistência mecânica aos esforços a que vai ser submetida, nomeadamente ao esmagamento, por acção das cargas que lhe são transmitidas, e que podem ser estáticas ou dinâmicas; no primeiro caso trata-se do peso das paredes, pisos, coberturas, etc., e sobrecargas aplicadas, ou destes e do efeito de outras, como sejam vento, sismos, vibrações de grandes máquinas em funcionamento, etc.
- b) Resistência à acção do tempo e dos agentes atmosféricos naturais ou agravados, como sejam a água, a temperatura, o gelo, o fogo e/ou ainda, o ataque de produtos agressivos de diversa natureza.
- c) Trabalhabilidade, isto é, as condições naturais de extracção e talhe nas formas e dimensões desejadas, sem exigir grande dispêndio de energia, nem perda



de qualidade por efeito do uso das ferramentas nas diversas fases de laboração.

- d) porosidade não exagerada (absorvendo ou deixando-se atravessar pelas águas) ou insuficiente (impedindo ou dificultando uma boa aderência das argamassas de ligação ou revestimento).

Ainda voltaremos a este assunto, relacionando estas características com os diferentes tipos de utilização correntes: para melhor as entendermos, vamos relacionar o comportamento de cada um dos tipos de rochas com as suas origens.

### 5.1.1 - A origem e os tipos de rochas

Evitando invadir campos demasiado especializados e de difícil exposição no âmbito deste trabalho, vamos referir as origens e os processos de formação das rochas, apenas no que é fundamental para se compreender a diversidade de características e aspectos. A fig. 22 pretende representar um corte esquemático do globo terrestre, como se de uma cala de melancia se tratasse; pode verificar-se que a camada sólida exterior, a crosta ou crusta (casca), que para o homem se apresenta como uma espessura insondável, na realidade não passa de uma fina película envolvendo uma enorme “bola de fogo”.

Não se sabe bem qual foi a origem da terra, mas sabe-se que nos primeiros tempos se encontrava a elevada temperatura; possivelmente gasosa. Durante o seu arrefecimento passou pelo estado líquido e pastoso, até que começou a formar-se a crosta sólida.

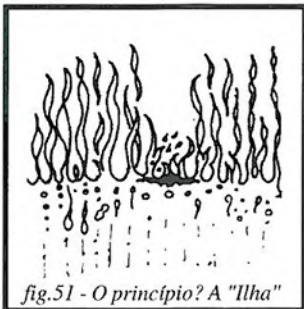
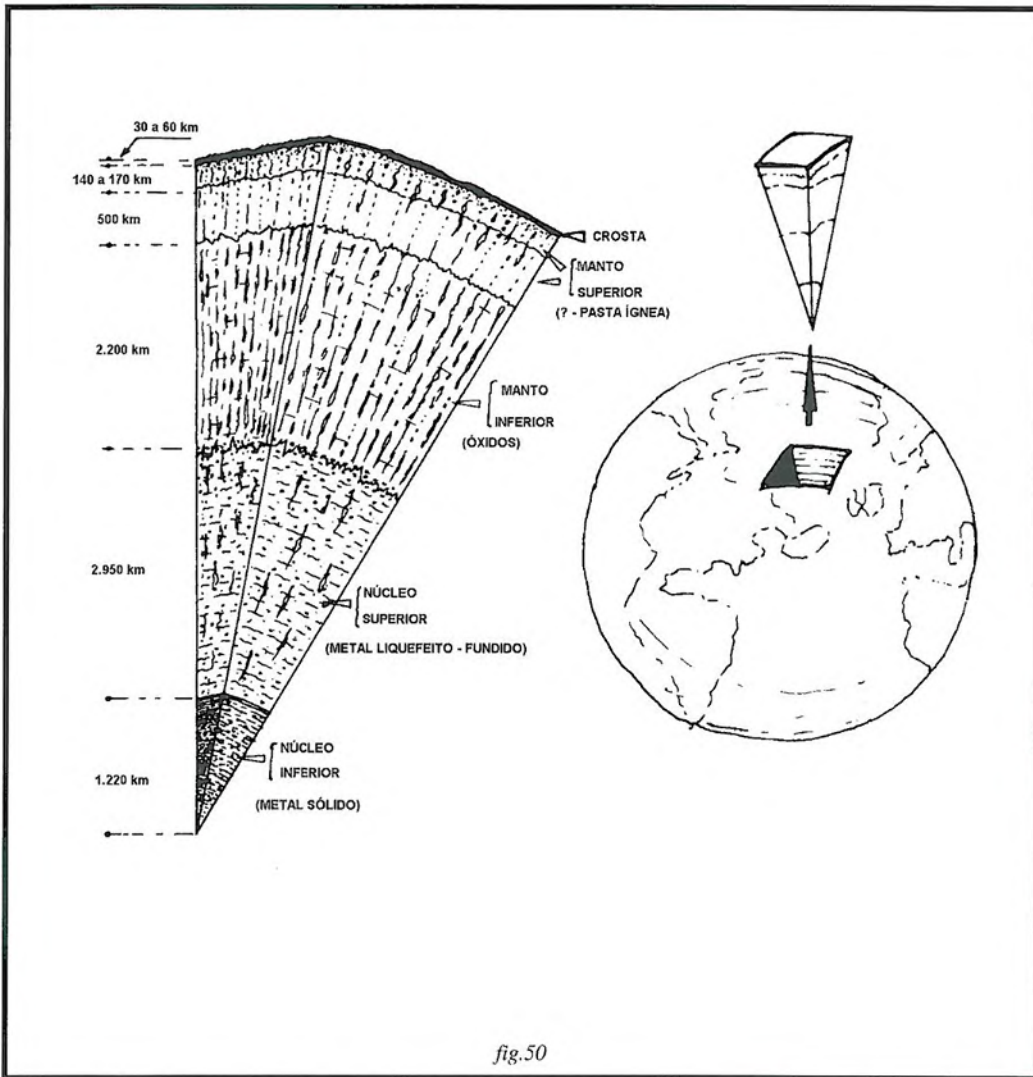
Esta película que constitui a crosta esta “rota” em cerca de 500 pontos, que tantos são os vulcões actualmente em actividade, e que periodicamente expelem gases e lava; isto dá-nos uma ideia da fragilidade da “casca”, em contraste com a incomensurável potencialidade da massa ígnea que ela envolve. Alguns especialistas pensam que a temperatura desta última ultrapassava, junto da crosta os 500000°C, enquanto as observações possíveis dão-nos um valor muito mais baixo, próximo dos 4.000, e está sujeita a uma pressão de 31000 kg/cm<sup>2</sup>.

A crosta resultou do arrefecimento superficial da massa ígnea (lava) que constitui a terra; arrefecimento este que se tem processado em milhares de milhões de anos. É de notar que o conhecimento que se possui das camadas que constituem o interior da terra é ainda muito impreciso e fruto de deduções formuladas a partir de dados obtidos em muitos séculos.

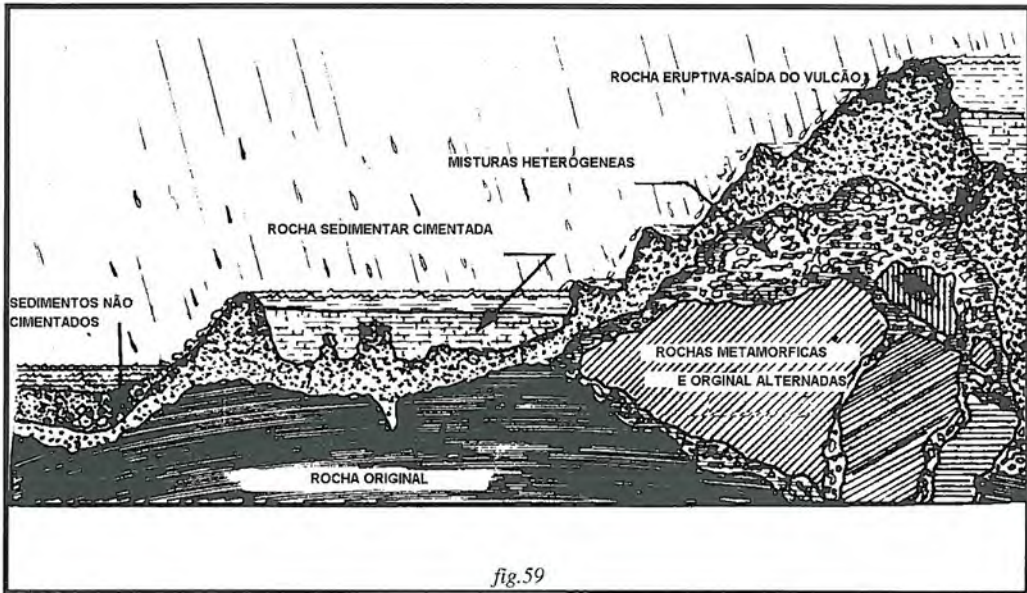
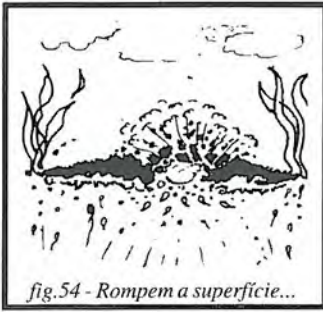
A solidificação da crosta não se processou naturalmente de uma maneira calma e linear, a partir de um determinado momento; a luta entre os elementos adivinha-se de violência indescritível. Estes, no período anterior ao arrefecimento, devem ter-se misturado e separado alternadamente, num ambiente infernal em constante mutação. O que hoje observamos, é já o resultado dessa luta em aparente estado de repouso, mas que, na realidade, se mantém apenas entre 30 a 60 km abaixo dos nossos pés.

As rochas são resultantes dessa solidificação, e a sua diversidade de formas, constituição, estado e arrumação são o testemunho evidente das tremendas convulsões que estiveram ligadas à sua origem. Às figs. 51 a 53 procuram representar esquematicamente a formação desta camada sólida exterior da terra.

As rochas ígneas são assim designadas por resultarem da solidificação de substâncias em



INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS



fusão: foram elas que constituíram as primeiras formações sólidas à superfície da terra. A formação das primeiras rochas deve ter-se verificado sob forma de “ilhas” solidificadas sobre a constante massa em fusão, e que devem ter-se dilatado, acabando por se terem ligado entre si; daqui resultou o aumento da pressão nas massas ígneas subjacentes, pela retenção de gases que acabavam por romper a rocha já formada nas zonas mais fracas. Aí vieram a formar-se novas acumulações de rocha, repetindo-se ciclo anterior.

De cada nova rotura resultava que parte das rochas fracturava e voltava a precipitar-se na pasta ígnea, fundindo de novo. Tratou-se pois, de um processo muito lento, resultando de qualquer modo, a formação de uma camada muito acidentada e porosa de uma rocha de tipo uniforme, semelhante ao basalto; nessa época a terra não tinha ainda atmosfera, pois os gases que se formavam libertavam-se e perdiam-se no exterior.

À medida que a terra foi arrefecendo, a crosta foi-se tornando mais espessa; contraindo-se, tornou-se rugosa a superfície, com montanhas e vales; outras forças se conjugaram contribuindo para esta modificação, que está longe de se poder dizer completada; que prossegue nos nossos dias.

A pressão exercida sobre a lava pela retenção de gases ia provocando roturas na crosta, agora contínua e espessa, sob a forma de vulcões, que expeliam gases pesados; estes começaram a acumular-se, formando uma atmosfera em volta da terra.

Os gases de então, principalmente vapor de água e anidrido carbónico, sendo agressivos, iniciaram uma persistente acção desagregante sobre rochas primárias, decompondo-as e desgastando-as. A medida que a terra se tornava mais fria, o vapor de água arrefecido a grandes alturas, começou a precipitar-se sobre a camada sólida, sob a forma de líquido (água), transformando-se de novo em vapor, depois de ter colaborado no processo de arrefecimento, mas acelerando também a decomposição das camadas superiores da crosta. Durante milhões de anos, muitas centenas de milhões de ciclos destes se devem ter processado, dando origem a grandes depósitos de fragmentos rochosos, de composição e dimensões variadas, que a água arrastava, acumulando-os por camadas. Muitos destes fragmentos continham em si elementos que ao fim de muitos milhares de anos formaram um novo tipo de rocha, as sedimentares. Notemos que nem sempre elas se consolidaram formando pedras, por vezes tomaram a forma de depósitos de argila, areia e outras que apesar disso também se designam por rochas.

Mas o processo não ficou por aqui: as convulsões já referidas prosseguiram, e a crosta agora já constituída por dois tipos de rochas, iria continuar a fender-se em vários pontos.

Nalguns casos a lava interior consegue atingir a superfície através dessas fendas (vulcões), espalhando-se em mantos e formando as rochas que agora se chamam vulcânicas, semelhantes às rochas primárias.

Noutros casos, a erupção não atinge a superfície da crosta, solidificando-se lentamente no interior desta, apresentando-se por isso as rochas assim formadas mais cristalinas que as anteriores; esse é o caso do granito. Todo este processo se tem prolongado até aos nossos dias. Estas rochas ígneas também se designam por eruptivas, visto que a lava se eleva por erupção através da crosta.

A formação das rochas sedimentares prosseguiu, primeiro apenas à custa das rochas originais referidas, depois com as camadas que se foram formando, mas sempre pela repetição dos ciclos descritos e com o arrastamento pela água.

Mais tarde intervieram também os organismos vivos (plantas e animais), que entretanto

apareceram na terra depois da formação do manto líquido, sob a forma de oceanos e mares. Foram as plantas que modificaram a composição inicial da atmosfera, conferindo-lhe a composição que hoje possui (oxigênio) por decomposição do anidrido carbônico.

Uma das rochas sedimentares que se usa na construção (calcário) formou-se pela actividade de organismos marinhos, designadamente certas algas, corais, e organismos providos de conchas calcárias.

A partir das rochas eruptivas e das sedimentares, um novo tipo de rocha surgiu, as metamórficas ou transformadas de rochas mais antigas. O metamorfismo da pressão e da temperatura.

No primeiro caso, incluem-se os processos sedimentares que atingiram grande altura, e cujas camadas, devido ao peso, por vezes se afundaram um pouco na crosta, passando a estar sujeitas a elevada pressão e temperatura. Estão neste caso os xistos e as ardósias, com uma foliação característica que marca as camadas das rochas que estão na sua origem.

Noutros casos o aquecimento de massas ígneas introduzidas no interior da crosta por erupção. O longo processo de arrefecimento dessas massas, provocou um aquecimento muito acentuado das rochas, vizinhas mais antigas, que são deste modo modificadas em extensões maiores ou menores. Assim, uma intrusão granítica (eruptiva, plutónica), num banco de calcário (sedimentar, preexistente), pode transformar o calcário de zona de contacto numa rocha metamórfica (mármore); temos disto alguns exemplos de grande beleza no nosso país, que revelam a natureza da rocha original.

A acção desagregante dos agentes atmosféricos e outros, combinados ou não com as variações térmicas, vai prosseguindo, desagregando as rochas de qualquer dos três tipos citados. A água das chuvas e os ventos vão arrastando os fragmentos pelas encostas, pelas linhas de água e rios até aos lagos ou mares. Pelo caminho vão depositando os mais pesados e mais leves, com impurezas, em condições variáveis; são carreados até locais mais ou menos distantes. Se as distâncias de transporte são grandes, os fragmentos acabam por ficar com as arestas arredondadas, formando-se neste caso depósitos de seixo rolado.

A seguir apresentamos um conjunto de quadros 1, 2, 3, 4 e 5 que relacionam as classificações das rochas com as suas características, aplicações e com os “nomes” habituais.

As areias e partículas úteis são apresentadas segundo a classificação por dimensões, natureza, características e aplicações.

Quadro 1 - Classificação de rochas

		Densidade	Rotura kg/cm <sup>2</sup>	Aderência, às argamassas
Ígneas (profundas)	Granito	2,5 a 3,0	1500 a 2700	muito boa
	Sienito	2,8	1800	boa
	Diorito	2,8 a 3,0	2000 a 2700	boa
	Gabro	2,7 a 3,0	2000 a 2700	boa
Eruptivas	Pórfiro	2,7	2500	muito boa

**INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS**

(superficiais)	Diabase	3,0	2700	muito boa
	Basalto	2,8 a 3,3	3000	má
	Meláfiro	2,8 a 3,0	1800	aceitável
	Tufos-lava	0,6 a 1,7	35 a 600	
Sedimentares (coerentes)	Alabastro-gesso	2,2 a 2,4	60 a 120	-
	Calcário	1,8 a 2,6	600 a 1500	variável*
	Dolomite	2,9	1300 a 1800	instável
	Margas	1,6 a 2,4	-	-
	Conglomerado	1,8 a 2,7	800 a 1700	variável
	Brecha	1,8 a 2,7	800 a 1700	variável
	Arenite		300 a 2700	variável
	(incoerentes)	Rocha alterada	-	-
	Cré(greda)	-	-	-
	Diatomite	-	-	-
		-	-	-
	Areia	-	-	-
	Seixo	-	-	-
	Argila	-	-	-
	Terras	-	-	-
Metamórficas	Mámore	2,4 a 2,8	1100 a 1800	boa
	Quartzite	2,7 a 3,0	1500 a 2700	má
	Grés	2,5	300 a 2500	boa
	Gnaisse	2,4 a 2,9	1500 a 3000	aceitável
	Xisto	2,5 a 3,0	800 a 1300	má
	Serpentina	2,6	600 a 800	boa

\*De muito boa a instável

**Quadro 2 - Trabalhabilidade das pedras correntes**

Granito	Variável agravando-se com o tempo
Basalto	Muito difícil
Meláfiro	Idêntico ao granito
Tufos	Desde muito frágil a muito abrasivo
Calcário	Variável, predominando a boa habitabilidade
Brecha	Como os calcários, por vezes frageis
Mámore	Bons com raras exceções
Grés	Muito váriaveis e abrasivos





**INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS**

Quadro 3

ORIGENS: *Surriba* - pedra de dimensões e formas variadas, proveniente da limpeza de terrenos  
*Granel* - Pedra variada e irregular proveniente das camadas superiores dos bancos  
*Cascões* - Pedra variada proveniente da meteorização superficial de bancos lamelares

		Ød(mm)
Pedra arredondada (rolada)	Godó grosso	30 a 150
	Godó médio	15 a 30
	Godó fino*	5 a 15
Britas	Brita grossa (cascalho)	30 a 150
	Brita média (1/2 cascalho)	15 a 30
	Brita fina (gravilha)	5 a 15
	Granito	5 a 10
	Areias calcárias	0,5 a 5
Areias naturais	Areia grossa	2 a 5
	Areia média	0,5 a 2
	Areia fina	0,07 a 0,5
Filler	Pó de pedra	< 0,007
Pedra grossa	Bloco regular	250 a 400
	Cunhal	variável*
	Enrocamento 25	150 a 250
	Enrocamento 15	100 a 150

\*A encomendar de acordo com a espessura da parede a que se destina - uma das dimensões (comprimento) deve ser 1 1/2 vezes a largura (paralela ao plano de clivagem)

Quadro 4 - Importância da forma dos inertes

	Porcentagem de vazios			
	Lamelar	Anguloso	Lentilhar	Rolado
Areias ou britas e godos:				
não vibrados	47,5	42,0	44,0	35,0
vibrados	35,0	28,0	32,0	26,0

Quadro 5 - Rendimento das pedras em obra (1 m<sup>3</sup> de pedra deve produzir)

	Blocagem	Parede m <sup>3</sup>	Piso m <sup>2</sup>	Argamassa
Pedra regular para alvenaria	1,100	0,830	-	-
Pedra irregular para alvenaria	1,020	0,607	-	-
Pedra de enrocamento 15	0,960	-	5,75	-
Pedra de enrocamento 20	0,980	-	4,80	-
Pedra de enrocamento 25	1,000	-	3,85	-
Brita grossa 100-150	0,940	-	6,24	-
		Betão		
Brita grossa 25-60	0,900	0,804	-	-
Brita média 15-30	0,930	0,840	-	-
Brita fina 5-15	1,000	0,826	-	-
Areia grossa (traço 1:3)	-	-	-	0,940
Areia média (traço 1:3)	-	-	-	0,960
Areia fina (traço 1:3)	-	-	-	1,000

### 5.1.2 - Extracção das pedras

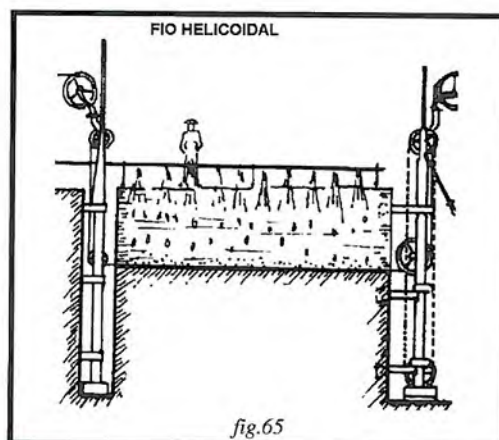
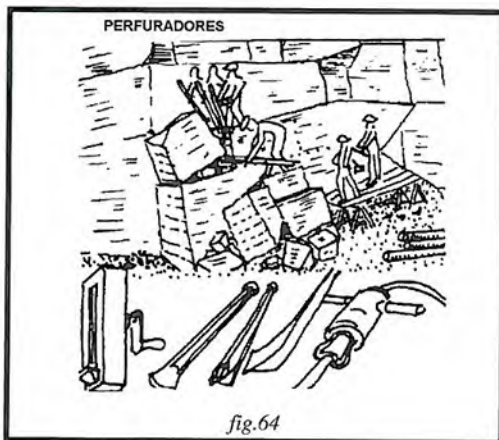
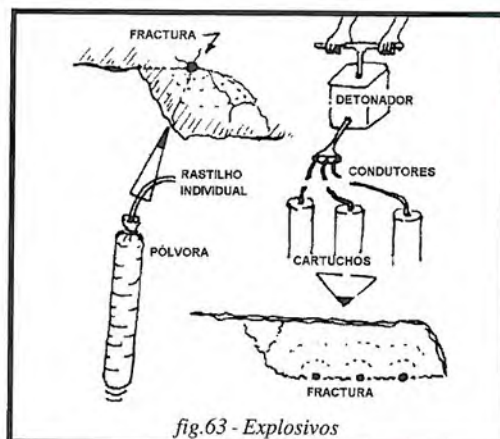
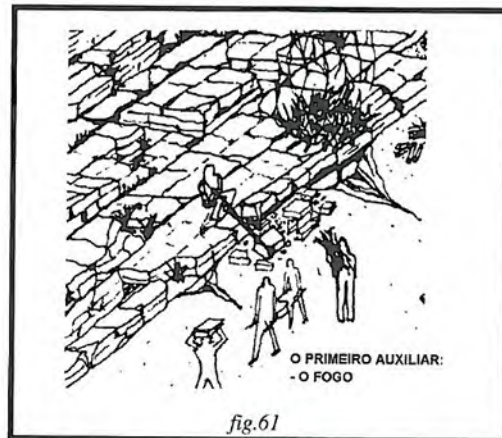
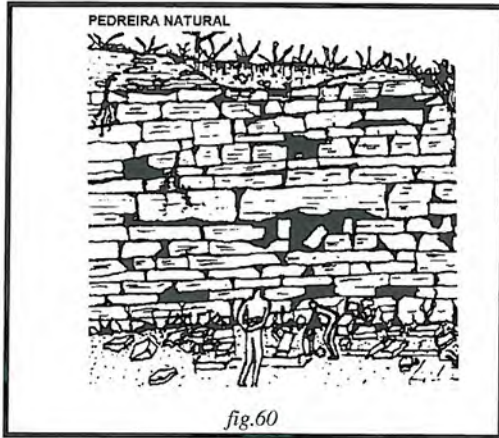
Convirá aqui também historiar um pouco, embora neste campo haja menos para dizer, pois a evolução tem sido muito lenta, e salvo nos casos de mármore e cantarias, ainda hoje se aplicam alguns processos primitivos.

As primeiras pedras que o homem utilizou nas suas primeiras construções, devem ter sido apanhadas soltas, produto da meteorização dos maciços ou mantos de rochas sedimentares, já referidas, aproveitando naturalmente, as que ofereciam faces paralelas e que se podiam ajeitar à medida das necessidades, para obter construções que se mantinham em equilíbrio.

Na a fig.60 apresentamos o exemplo de uma formação rochosa em desagregação, apresentando, na base, blocos aproveitáveis de pedra solta.

Quando as necessidades do consumo esgotaram as quantidades de pedra solta disponíveis no local, pôs-se a questão de conseguir arrancar outras pedras, que parecendo desligadas do maciço, no entanto não se conseguiram destacar facilmente. Talvez por associação de ideias, os homens tenham observado, que quando faziam uma fogueira sobre determinadas camadas sedimentares pouco espessas, estas se fragmentavam e desligavam das camadas inferiores. Devem possivelmente ter observado também, que alguns fragmentos de madeira que se partiram entalados entre os planos das camadas de sedimentação, ao molharem-se, produziam o mesmo efeito da fogueira, separando as pedras; durante muitos milhares de anos, estes foram os dois processos empregados no desmonte de rochas; as fig. 61 e 62 procuram exemplifica-los.

É claro que estes rudimentares processos só permitiam a exploração de determinados bancos lamelares, próprios das rochas sedimentares, como referimos. Depois, de aprender a utilizar o silex como ferramenta de corte, e a produzir as suas “marretas”, amarrando pedras rijas a



## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

“cabos” de madeira, o homem pôde talhar todas as pedras que arrancava, mesmo eruptivas praticando sulcos nas rochas inteiriças, para aí introduzir cunhas de madeira. Este processo melhorado viria a manter-se até ha cerca de 6000 anos, quando aprendeu a utilizar os metais; destes, os primeiros que conheceu, isto é o cobre e o bronze, pouco mais ofereceram do que cunhas de efeito mais rápido e marretas mais potentes.

As figs. 119 a 120 dão-nos alguns exemplos destas ferramentas primitivas, correspondentes aos períodos paleolítico superior, neolítico (respectivamente ha mais de 20 000 e 10 000 anos) e a idade do cobre (6000 anos) e do bronze (5000 anos).

Com a utilização do ferro, iniciada ha cerca de 3000 anos, não tardou que o homem pudesse dispor de ferramentas mas eficientes para corte e desgaste, e mais tarde, para perfuração por percussão. As cunhas passaram a ser mais eficientes e as possibilidades de predeterminar a dimensão dos blocos que convinha desmontar, aumentando consideravelmente. Passou sobretudo a haver a possibilidade de utilização de rochas mais rijas, que até então não era possível talhar.

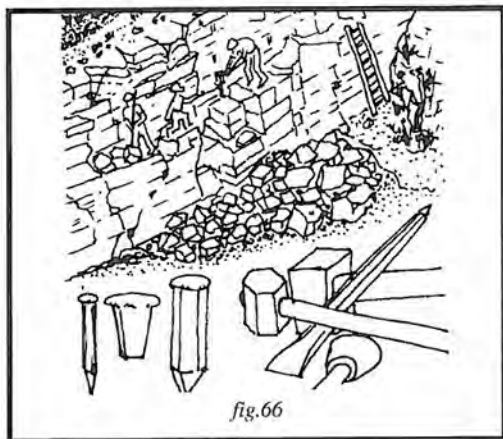
A grande revolução nos processos de desmonte de pedra para alvenarias, viria todavia, a iniciar-se já no século XVII, com a aplicação da pólvora na explosão de pedreiras. Mais tarde, com a criação de explosivos mais potentes e do detonador colectivo eléctrico, o homem pôde atacar praticamente todos os tipos de rochas, e passar a utiliza-las na construção.

Sobretudo após a criação de aços especiais e de martelos pneumáticos de simples e duplo efeito (percussão e percussão-rotação), passou-se a dispor de equipamento que resolve todos os problemas de desmonte das rochas.

No fim do século passado, surgiu ainda outro método que viria a reduzir ao mínimo os desperdícios característicos dos métodos anteriores, permitindo o desmonte de blocos de dimensões regulares, mas que se aplica especialmente a mármore e pedras de superior qualidade para a produção de cantarias e folhas serradas. Trata-se do fio helicoidal (cabos de fios torcidos) que se representa esquematicamente na fig. 63, e nas figs. 64 e 65 o desmonte com explosivos.

A pedra para alvenarias e para a produção de britas continua, no entanto a ser quase exclusivamente extraída com explosivos, ou em casos especiais, por meio de guilhos e alavancas com o apoio ou não, de martelos pneumáticos, como se exemplifica nas fig. 66 a 67.

As partículas rochosas não-cimentadas, e que se apresentam na natureza sob a forma de



areias, seixos ou saibros, quer em bancos, quer depositados no leito dos rios e dos mares, desde sempre usadas na produção de argamassas e betões, foram inicialmente recolhidas com ferramentas do mesmo tipo das usadas na agricultura (para a escavação), e removidas com pás comuns. Para a exploração de bancos de areia ou saibro, quando em grandes quantidades, desde há alguns anos que se usam escavadoras mecânicas e pás carregadoras de vários tipos e potências.

Acontece muitas vezes que estes produtos se encontram na natureza com granulometrias irregulares e misturadas ou ainda, com impurezas diversas, designadamente ródulos de argila, que podem afectar a qualidade das argamassas.

Nestes casos, impõe-se que os defeitos sejam corrigidos, se o custo não resultar exageradamente elevado. Existem várias possibilidades para o conseguir, recorrendo desde instalações simples de selecção, até instalações altamente complexas de lavagem, calibragem e controle automático de composições granulométrias específicas. As figs. 68 a 71 apresentam situações simples e complexas de exploração e tratamento deste material de alto interesse e importância na construção.



fig.68

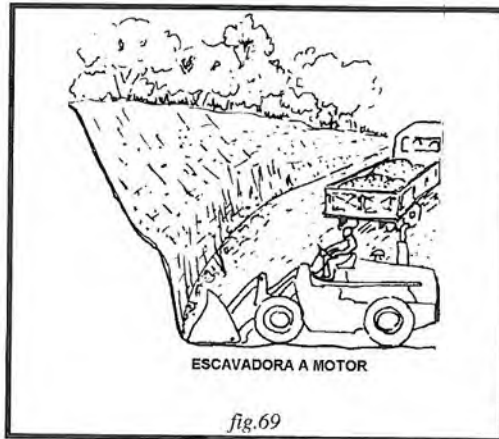


fig.69

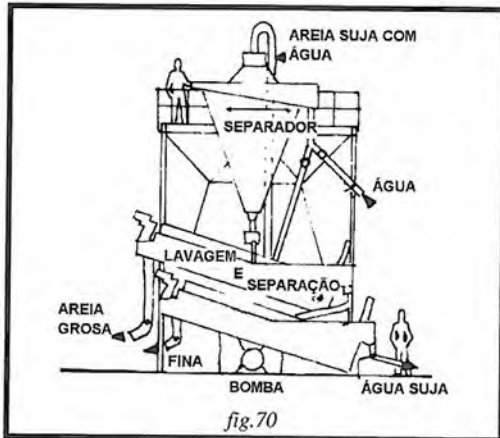


fig.70

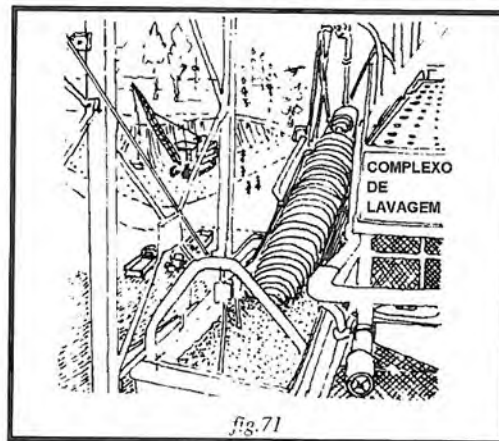


fig.71

### 5.1.3 - Transformação de pedras

De modo geral, as transformações dizem respeito à forma e à dimensão pois dificilmente quando se pretende executar uma alvenaria tecnicamente perfeita, se podem aplicar as pedras tal como se obtêm no desmonte das rochas. Não vamos aqui referir as pedras para cantaria ou enxilharia, mas somente as que se destinam a alvenarias.

Estes trabalhos são essencialmente de adaptação, quando se trata de alvenaria ordinária, isto é para revestir com um reboco. Neste caso há que corrigir as irregularidades das pedras que prejudiquem a formação de planos horizontais ou leitos para as novas fiadas de pedra a assentar, e além disso, assegurar a regularidade das faces aparentes.

Quando se trata de alvenaria para ficar à vista, há que cuidar também da regularidade das juntas verticais, pelo que há pelo menos quatro arestas a melhorar.

As figs. 72 e 73 mostram-nos as operações e os diferentes tipos de blocos a obter.

Normalmente todas elas são operações a levar a efeito na obra, próximo do local de utilização, e a maior parte das pedras é adaptada à vista das condições do local a que se destinam.

Quando a pedra é originária de bancos de sedimentação normalmente já possui duas faces paralelas como temos referido, bastando neste caso desbastar pontas e aprumar, desempenando um ou dois cantos; quando os blocos são irregulares, é necessário um trabalho mais difícil, conforme se exemplifica nas referidas figuras.

Quando se trata de alvenaria aparelhada, há que acrescentar às operações de adaptações as operações de aparelho das faces aparentes; aparelho que pode ser a picão, a ponteiro, ou simplesmente com escassilhado nas arestas, conforme se exemplifica nas figs.73 e 74. Os escassilhos (detritos) e pontas resultantes destas operações, são quase sempre na sua maior parte aproveitados na alvenaria, conforme adiante se verá.

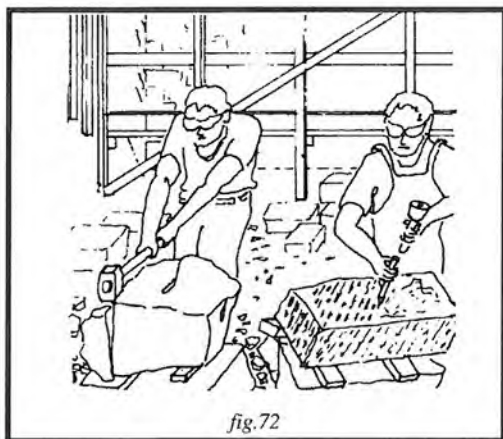


fig.72

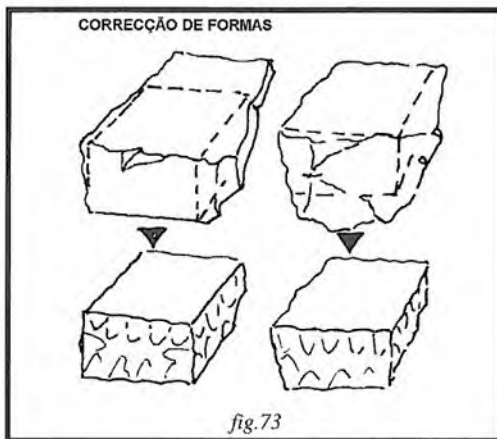
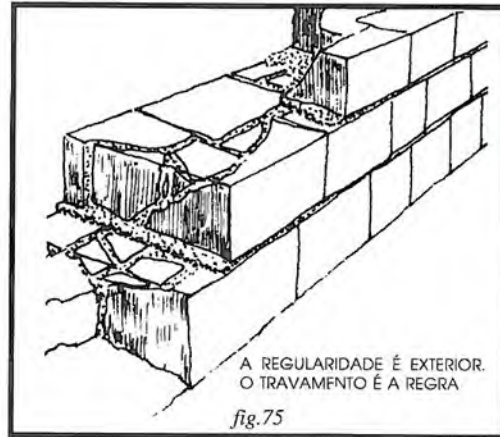
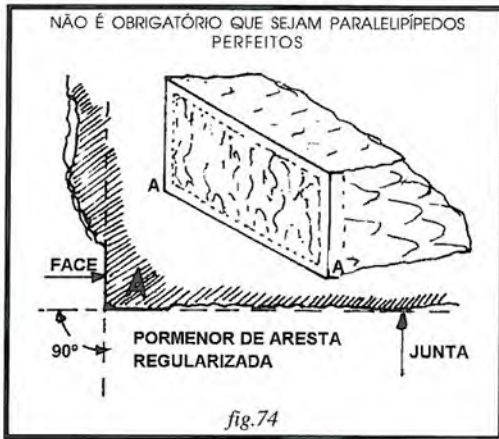


fig.73

Referimos estas operações antes de apresentarmos as regras de arrumação das pedras, com vista a possibilitar uma mais clara exposição de todas as fases de desenvolvimento dos trabalhos.



Cabe ainda aqui referir um outro tipo de transformação das pedras: a fragmentação em partículas de variadas dimensões.

Quer nas taipas, quer no betão de enchimento de grandes maciços como no enchimento de camadas de fundações de estradas, sempre se usaram estas partículas de grandes dimensões, calibradas ou não, seleccionadas ou misturadas.

Na técnica desta utilização, primeiro deve-se ter procurado as partículas de rocha junto aos grandes bancos rochosos em fase de meteorização; depois deve ter surgido a necessidade de os produzir. Esta necessidade deve ter surgido logo que o homem aprendeu a utilizar os aglomerantes artificiais, como o gesso e cal, e quando começou a utilizar a pozolana. Foi especialmente na construção de estradas e de obras portuárias, que o seu consumo atingiu desde há muitos séculos o seu ponto mais alto. Não há muitos anos que este trabalho de fragmentação era executado manualmente, utilizando marretas de vários calibres, acabando na sua fase final com a utilização do martelo de britar, que ainda hoje existe no mercado.

A partir da I Guerra Mundial, o domínio da utilização do betão armado, viria a reforçar a necessidade cada vez maior de recorrer a este material.

A evolução tecnológica que entretanto se verificou na produção e na concepção de máquinas, e sobretudo na produção de aços especiais, ofereceu a resposta adequada a estas necessidades, através de britadeiras de construção de diversos tipos, e de seleccionadores, além de melhoradores adequados a todas as exigências. As figs. 67 a 80 procuram mostrar o caminho percorrido desde o martelo primitivo de pedra, até às sofisticadas instalações actuais.

## 5.2 - Pedras artificiais (tijolos e blocos de aglomerados de cimento)

Começamos pelos produtos derivados do barro, o que tem justificação quer pela sua antiguidade quer pela enorme importância que sempre têm tido na construção; apareceu primeiro nas regiões onde não havia pedra natural aplicável, depois combinou-se ou competiu mesmo com esta.

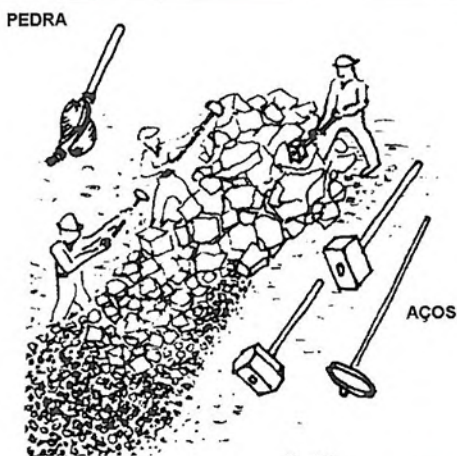


fig.76

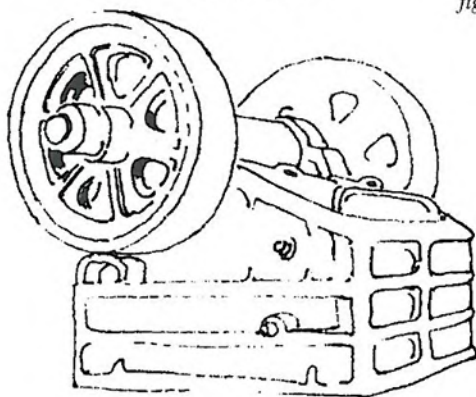


fig.77

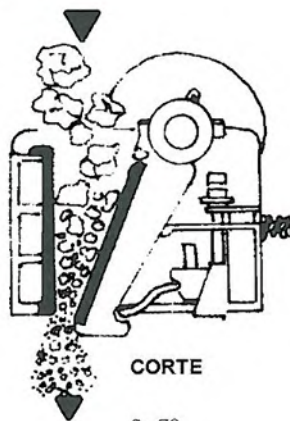
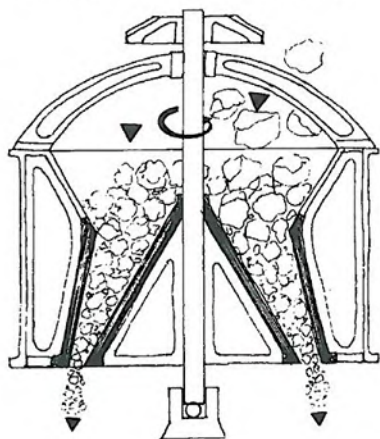


fig.78

ASPECTO E CORTE DE UMA BRITADEIRA DE MAXILAS

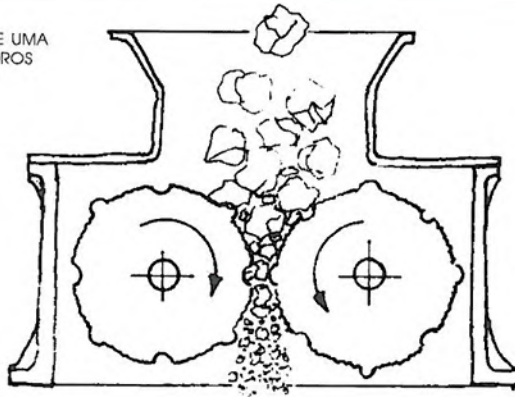


CORTE ESQUEMÁTICO DE UMA  
BRITADEIRA DE CONE

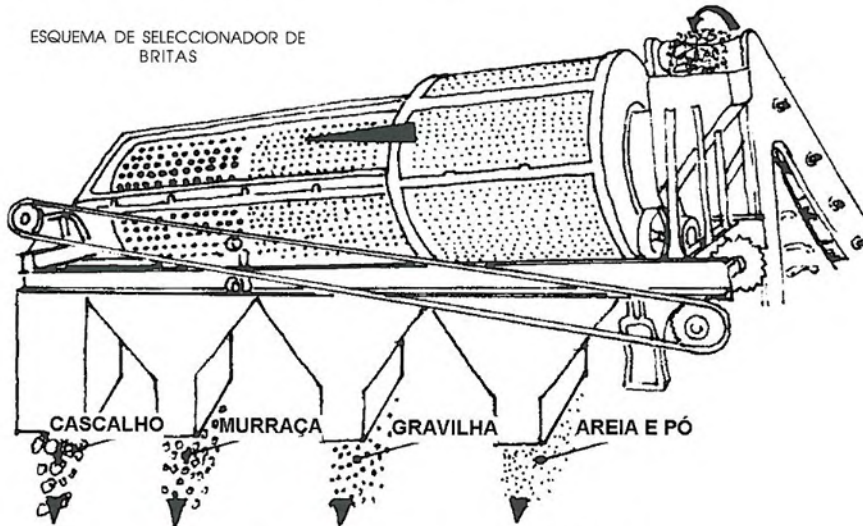
fig.79



CORTE ESQUEMÁTICO DE UMA  
BRITADEIRA DE CILINDROS



ESQUEMA DE SELECCIONADOR DE  
BRITAS



FORMAS QUE AS  
BRITAS PODEM  
APRESENTAR DA  
RELAÇÃO  
PEDRA/BRITADEIRA

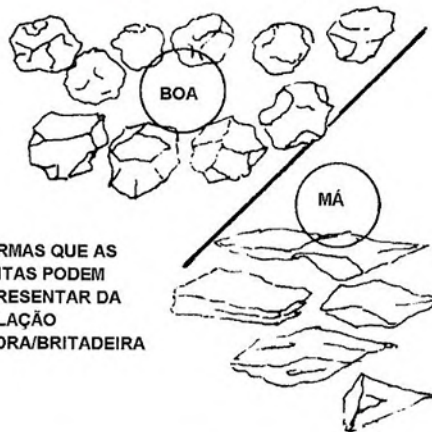


fig.80

### **5.2.1 - Tijolos**

O tijolo fez a sua primeira aparição sob a forma de adobes, possivelmente nas condições já referidas, com diversas formas e dimensões, determinando uma expressão própria nas construções onde era aplicado ou imitando simplesmente as construções feitas com blocos de pedra. Foram de início produzidos naturalmente com terra argilosa, contendo restos de raízes e impurezas próprias das camadas superficiais, depois com a argila mais limpa e menos arenosa das camadas inferiores, secas ao sol. Verificando-se que os adobes do primeiro tipo se comportavam melhor que os do segundo, passou-se a adicionar ervas secas e palha, juntando areia quando esta não aparecia na argila. Esta composição tanto era válida há 10000 anos como há 5000, como hoje é nas regiões em que ainda se aplicam adobes secos ao sol.

Ao protegerem as suas fogueiras contra o vento, envolvendo-as com pilhas de adobes disponíveis, devem ter verificado que estes sob certas condições, endureciam muito mais e resistiam melhor a acção das chuvas e do tempo. Encontrou-se depois a forma de cozer os adobes, agora transformados em tijolos, utilizando medas, com ainda víamos cozer há 50 anos no nosso Alentejo.

Os babilónios utilizaram tijolos nas suas construções há mais de 5000 anos, sob as mais variadas formas e aspectos. Há mais de 2500 anos os caldeus já os produziam vidrados para revestimento de paredes e pavimentos.

Os assírios, os gregos, e mais tarde os romanos, especialmente os últimos, aperfeiçoaram extraordinariamente as técnicas de produção em grandes quantidades; mas foram os persas e os caldeus que criaram primeiro uma expressão arquitectónica própria, adequada ao tijolo, no que foram imitados por quase todos os países da Europa. A primeira máquina moldadora de tijolos só viria a aparecer a meio do século passado, e já com um rendimento de 1500 tijolos por dia (12 horas), sendo movida por cavalos. Pouco tempo depois aparecia a primeira fieira de hélice movida a vapor e já com boquilha para extrusão, rematada por um tapete de rolos, no qual se instalara uma cortadora de arames accionada manualmente. As figs. 83 a 92 procuram ilustrar esta evolução até à primeira fieira mecanizada.

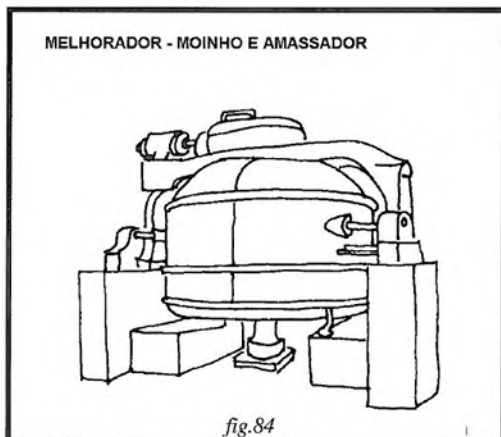
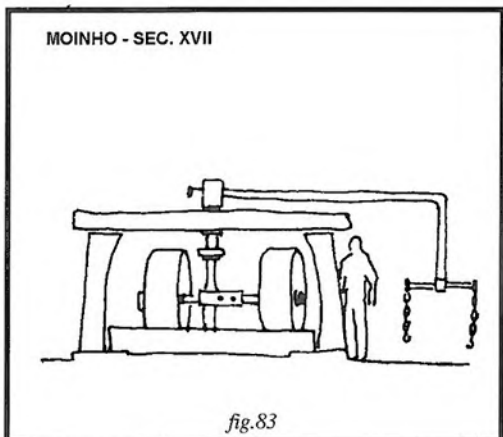
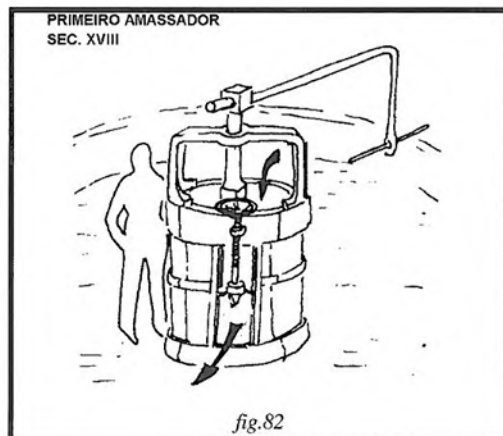
Com a evolução da máquina que passou a ser utilizada desde a extracção do barro, a preparação, correcção e homogenização deste, à extracção e bombagem do ar, até à secagem acelerada e “cozedura” controlada automaticamente, a evolução foi espectacular. Hoje, neste campo produzem-se prodígios nas formas, dimensões, leveza e resistência, e a partir de argilas ontem consideradas incapazes.

O aligeiramento dos tijolos e o aumento das suas dimensões, tornados possíveis com os progressos obtidos na produção, trouxeram consigo novas técnicas de aplicação através de novos processos de tratamento, de combinação, e até de manuseamento.

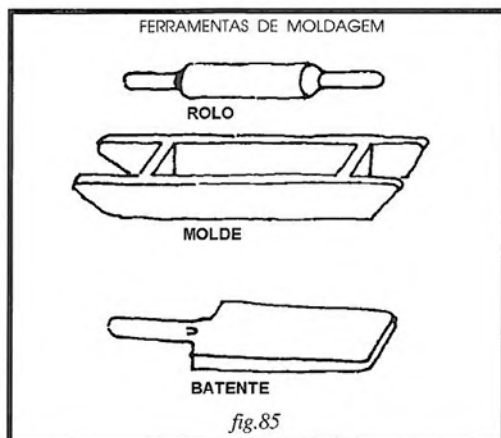
A variedade de tijolos surgidos nos últimos 20 anos, fruto das exigências das actuais construções e do permanente desejo de “novidade”, atingiu a certa altura proporções assustadoras, pelo que em muitos países os poderes públicos tiveram que disciplinar a produção, estabelecendo normas limitadoras da liberdade de actuação neste domínio.

Normas que naturalmente limitavam a variedade de dimensões e características técnicas, deixando ainda vasto campo à imaginação criadora na distribuição interna dos septos e

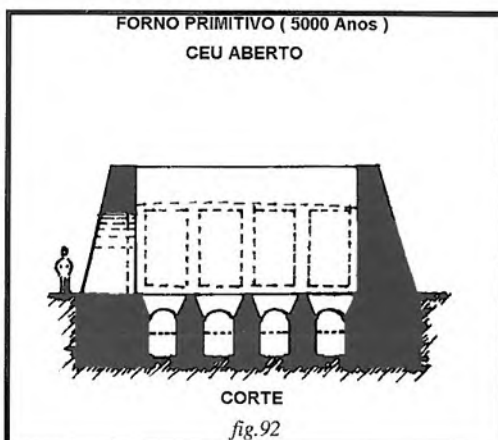
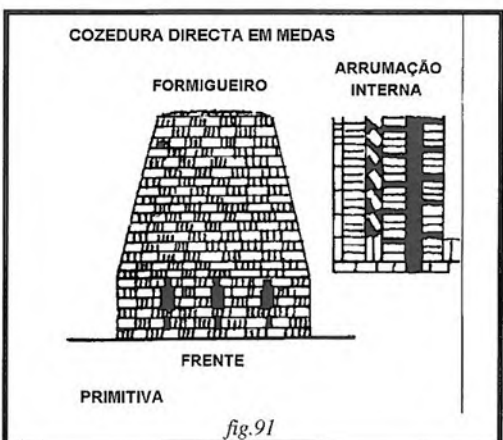
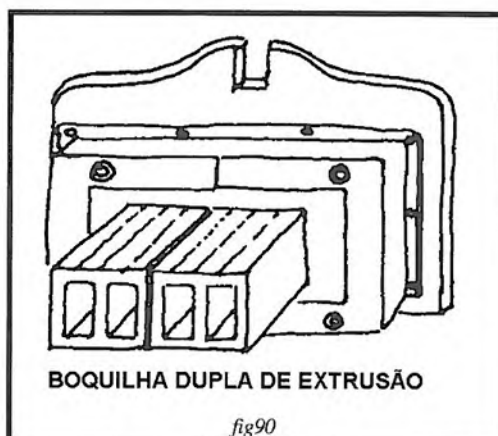
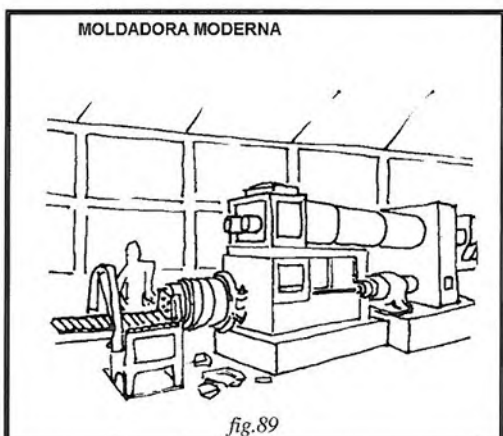
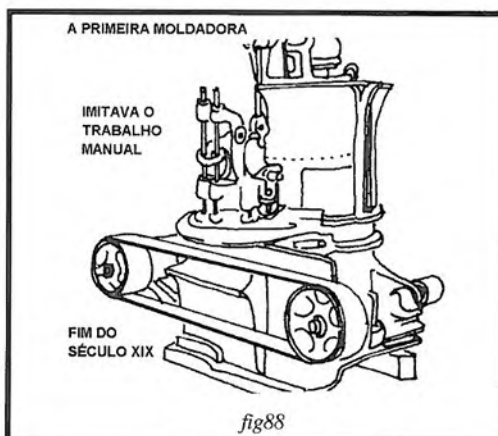
INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

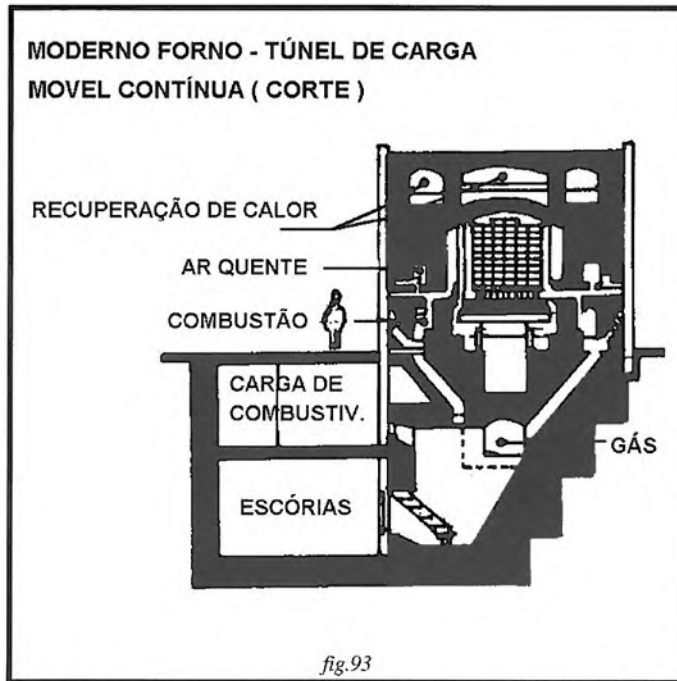


DURANTE MAIS DE 50 SÉCULOS!!!



**INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS**





furos para fins especiais.

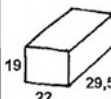
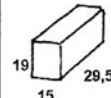
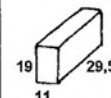
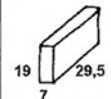
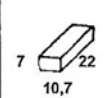
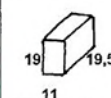
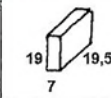
Vamos em seguida apresentar grande parte dos tijolos para a construção de paredes que se produzem em Portugal, começando pelos tipos normalizados.

A especificação E 160 de 1965 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, define e normaliza as formas e dimensões exteriores de tijolos para paredes, limitando-os a cinco modelos, para dois dos quais estabelece complementos de conjugação. O quadro seguinte reproduz o que consta na referida especificação (fig. 94).

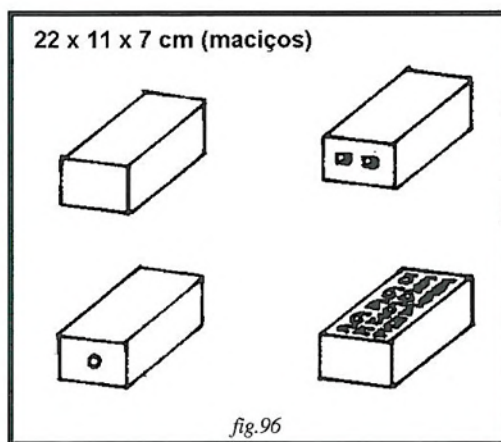
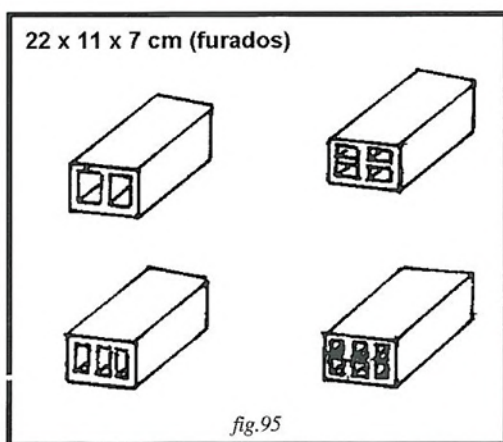
Nos quadros das figs. 95 a 101 damos os exemplos mais significativos de soluções diversas encontradas dentro das dimensões normalizadas, desde o tijolo muito ligeiro ao compacto, passando pelo duplex que aparece no mercado quase exclusivamente na dimensão nominal de 30 x 20 x 20 cm. Este foi criado com vista a criar descontinuidade nas juntas horizontais e verticais da argamassa de assentamento, e dos septos horizontais.

Para além deste modelos, produzem-se hoje em dia muitos outros para fins especiais, que apresentamos classificados segundo a finalidade para que foram concebidos; limitam a nossa exposição aos que maior aceitação tiveram, pois de contrário a lista seria longa, fastidiosa e quase inútil, (figs. 102 a 108).

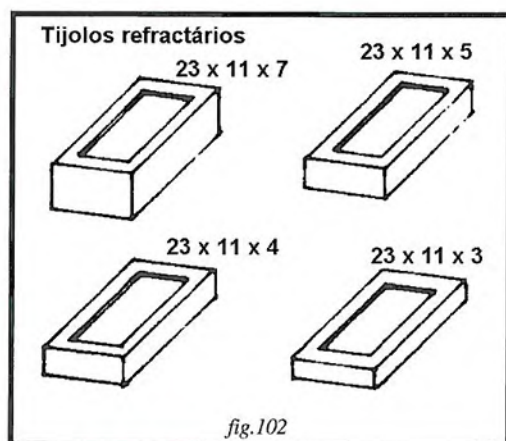
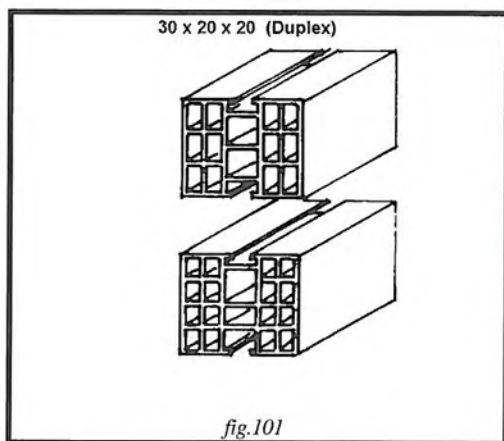
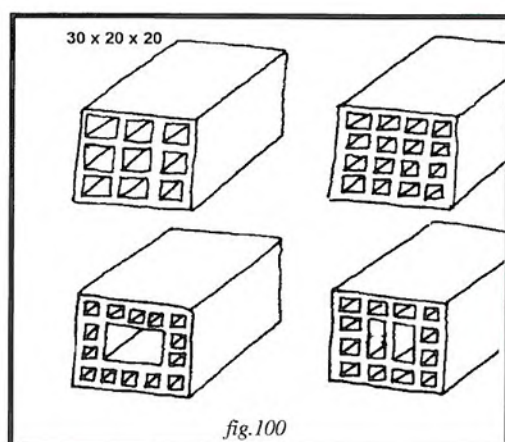
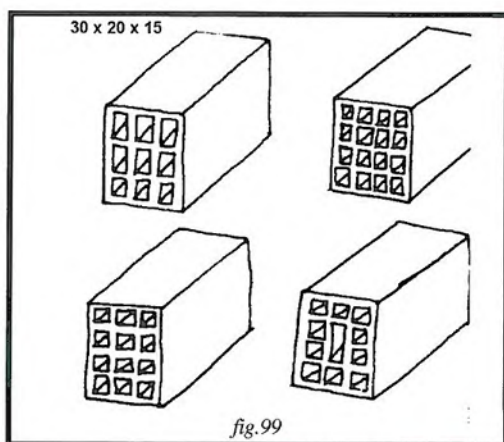
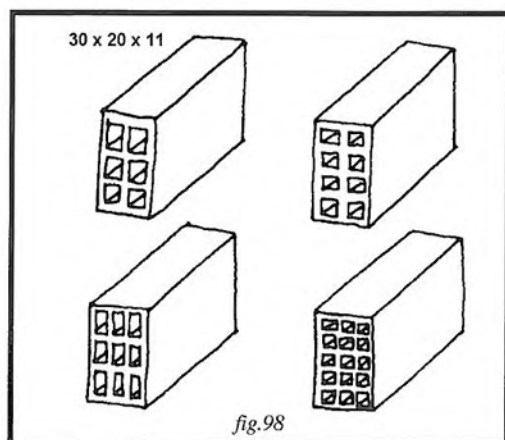
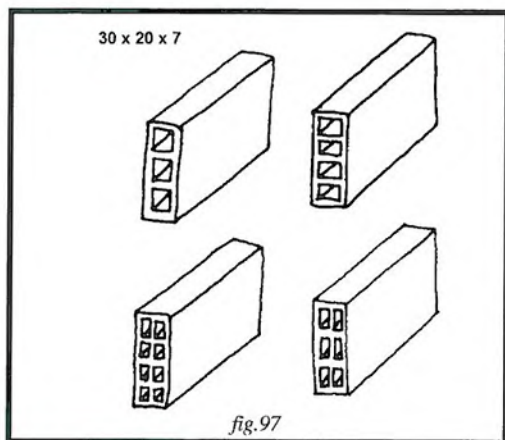
# INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

DESIGNAÇÃO	CONFORMAÇÃO	DIMENSÕES NOMINAIS (mm)		
		COMPRIMENTO	LARGURA	ALTURA
30 x 22 x 20		295	220	190
30 x 20 x 15		295	150	190
30 x 20 x 11		295	110	190
30 x 20 x 7		295	70	190
22 x 11 x 7		220	107	70
20 x 20 x 11		195	110	190
20 x 20 x 7		195	70	190

*fig.94 - Formatos de tijolos normalizados*



INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS



Fuga de chaminé 33 x 21 x 21

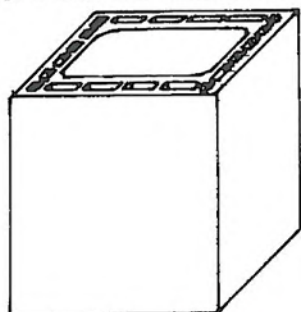


fig.103

Canais, Singelo e duplo

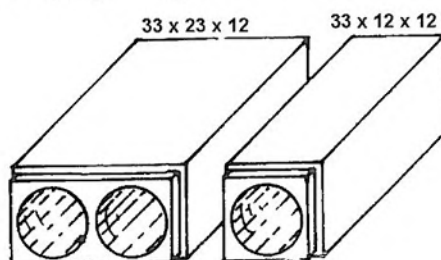


fig.104

TIJOLEIRA PISO

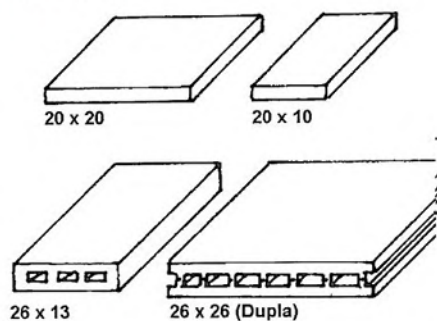


fig.105

TIJOLEIRAS PARA TECTOS E TABIQUE

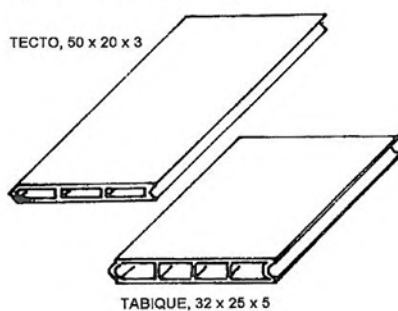
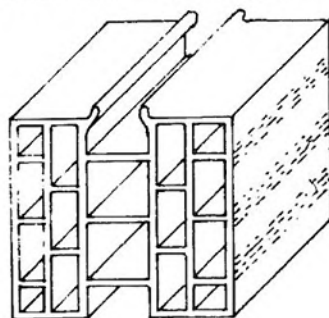


fig.106

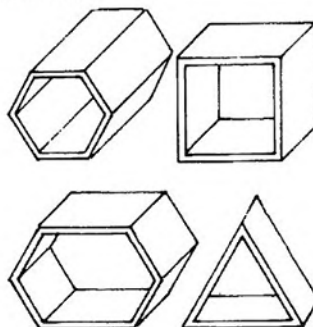
TIJOLO DUPLEX AUTO - CONSTRUÇÃO



30 x 20 x 15/22/27

fig.107

GARRAFEIRA



GRELHAS

fig.108



Vamos terminar a exposição sobre tijolos, referindo as condições técnicas a que devem obedecer de modo a poderem ser aplicados satisfatoriamente, sobretudo em paredes exteriores:

- 1º) Regularidade de forma e dimensão, não apresentando deformações consequentes de más condições de fabrico, como empeno, amolgadelas, contracções irregulares da secagem, etc., devendo ainda e sobretudo, apresentar todas as arestas bem alinhadas e faces bem esquadriadas entre si.
- 2º) Boa cozedura, não apresentando gretas, fendas, ou sinais de princípio de vitrificação.  
O toque deve ser muito sonoro e a cor uniforme.
- 3º) A estrutura da massa deve ser uniforme, de boa porosidade aparente, sem ser demasiado áspera, isenta de impurezas, nódulos calcários ou outras, que comprometam o seu comportamento. Deve permitir o corte por percussão com picadeira, ou aresta da colher, sem se fragmentar.
- 4º) Absorção de água não inferior a 8% do seu peso em seco, e em caso algum superior a 15% depois de mergulhado na água, até atingir um peso constante.
- 5º) Ausência de eflorescências resultantes da presença de sais solúveis, que podem vir a comprometer a médio prazo, o comportamento dos revestimentos. O método seguro de obviar a este inconveniente, para além dos ensaios que podem mandar fazer-se em laboratório, é o de observar onde este tijolo tenha sido aplicado há 3 anos ou mais.
- 6º) Finalmente e não menos importante, é a resistência mecânica dos tijolos. Esta não deve, em caso algum, ficar aquém dos 15 kg por cm<sup>2</sup> da superfície exterior do tijolo, quando utilizado em panos de enchimento de painéis de estruturas de betão armado; e 30 kg por cm<sup>2</sup> para construções resistentes de alvenaria de tijolo.

*Notas:*

- a) *Não referimos os tijolos sílico-calcários, cujo fabrico atingiu, no início deste século, alto significado em muitos países, especialmente na Alemanha e na América do Norte, pelo facto de a única fábrica que ensaiou o seu fabrico em Portugal (há muitos anos) não ter conseguido atingir qualidade para poder competir com o tijolo de barro vermelho. Há ainda ao sul do Tejo, nomeadamente no Barreiro, algumas construções dessa época com este tijolo à vista, produzido com areia siliciosa e cal, endurecido em autoclaves por acção de vapor de água a altas pressões; este processo de fabrico originava alto custo para a instalação das fábricas.*
- b) *Os tijolos especiais para revestimento decorativos são tratados em conjunto com outros materiais de revestimento.*

### **5.2.2 - Adobes sílico-calcários**

Não estão ainda esgotadas as potencialidades desta combinação, como teremos ocasião de referir no parágrafo seguinte; utilizando-se blocos deste tipo de Norte e Centro de Portugal, em regiões pobres em barro e pedra, e onde existe areia fina levemente argilosa. Esta areia misturada com uma pequena quantidade de cal em pó, bem batida em moldes de madeira, permite fabricar blocos que postos a secar em telheiros ou ao sol, endurecem muito lentamente; aplicam-se normalmente em pequenos edifícios de um piso e em pequenas instalações agrícolas.

### **5.2.3 - Blocos celulares sílico-calcários endurecidos em autoclave**

Há muitos anos (perto de 40) que se vem generalizando na Europa a produção de blocos leves de estrutura celular, tendo como principais componentes a areia siliciosa finamente moída e a cal.

Em Portugal existe há alguns anos uma fábrica próximo do local onde se fez o ensaio dos tijolos sílico-calcários, e que vem produzindo com bons resultados este material, o Ytong. Até agora tem produzido apenas uma classe, o Ytong 25 (que corresponde a uma resistência à compressão de 25 kg/cm<sup>2</sup>), mas em muitos países produzem-se mais duas classes com a resistência de 20 e 50 kg/cm<sup>2</sup>.

O método sueco original prevê e pratica a substituição da areia por cinzas e escórias de altos-fornos, e as escórias procedentes de rochas betuminosas também finamente moídas. As instalações fabris são de elevado custo, pois exigem equipamento muito complexo, nomeadamente para o empolamento das pastas, para a sua movimentação, e para as autoclaves de endurecimento.

Os blocos são extraordinariamente leves, variando o seu peso, segundo as classes, entre 550 e 850 kg/m<sup>3</sup> (na entrega) correspondendo a classe 25 a um peso específico de 650 kg. Oferece muito boas condições de isolamento acústico e térmico, considerando os suecos a espessura de 0,24 m como satisfatória para paredes exteriores.

Em Portugal fabrica-se nas espessuras de 50, 100, 150, 200 e 240 mm e com o comprimento e larguras comuns, respectivamente de 0,60 e 0,20 m.

Adiante voltaremos a este material com as recomendações e cuidados a observar na sua utilização.

### **5.2.4 - Blocos leves de betão celular**

Embora exista em Portugal mais do que uma firma que se dedica à produção de betão celular, nenhuma conhecemos que se dedique a produção de blocos deste material.

### **5.2.5 - Blocos de aglomerados naturais leves**

Classificam-se como tal os blocos de betão e pedra-pomes, mas como referimos para o betão celular, não temos conhecimento de que sejam fabricados no país, excepto nos Açores, em zonas onde dificilmente obteriam outros inertes para a produção de blocos.

### 5.2.6 - Blocos de aglomerados leves

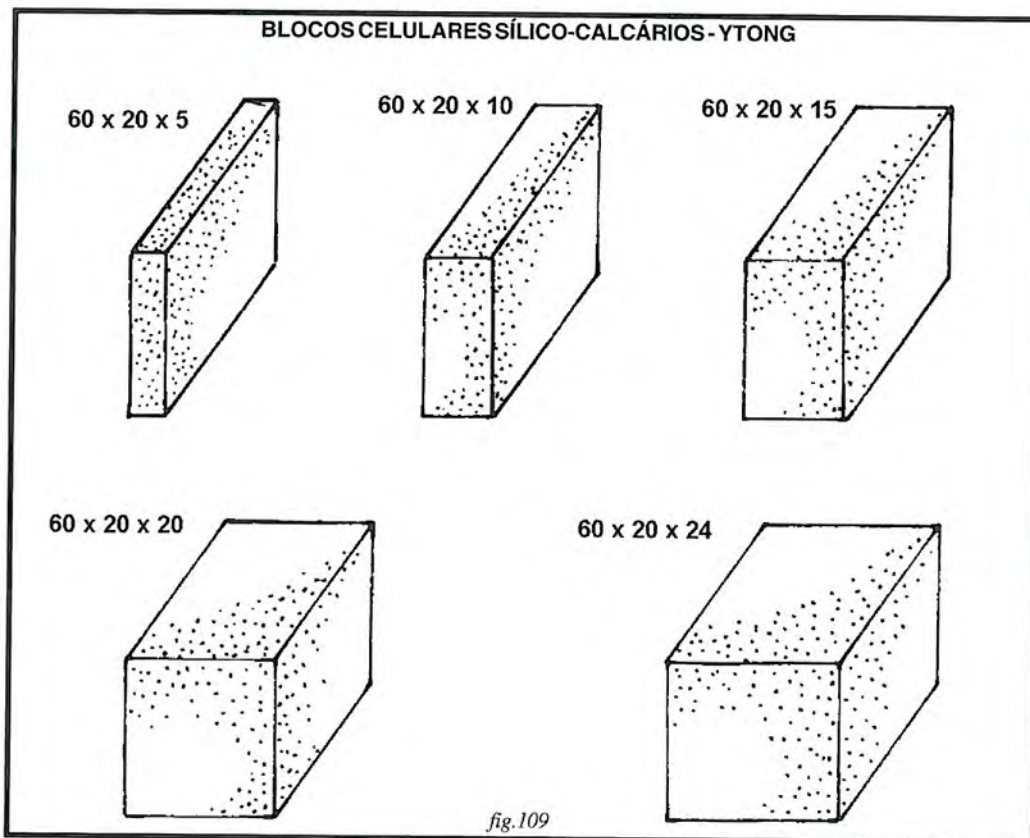
Está hoje muito generalizado no nosso país o fabrico de blocos leves de betão com argila expandida, tendo-se instalado muitas fábricas para a produção deste material. Os blocos com ele fabricados, possuem muito boas condições para competirem com os tijolo de barro vermelho, pelo seu comportamento em obra, sobretudo pelas qualidades de isolamento térmico e acústico e de aderência às argamassas de revestimento.

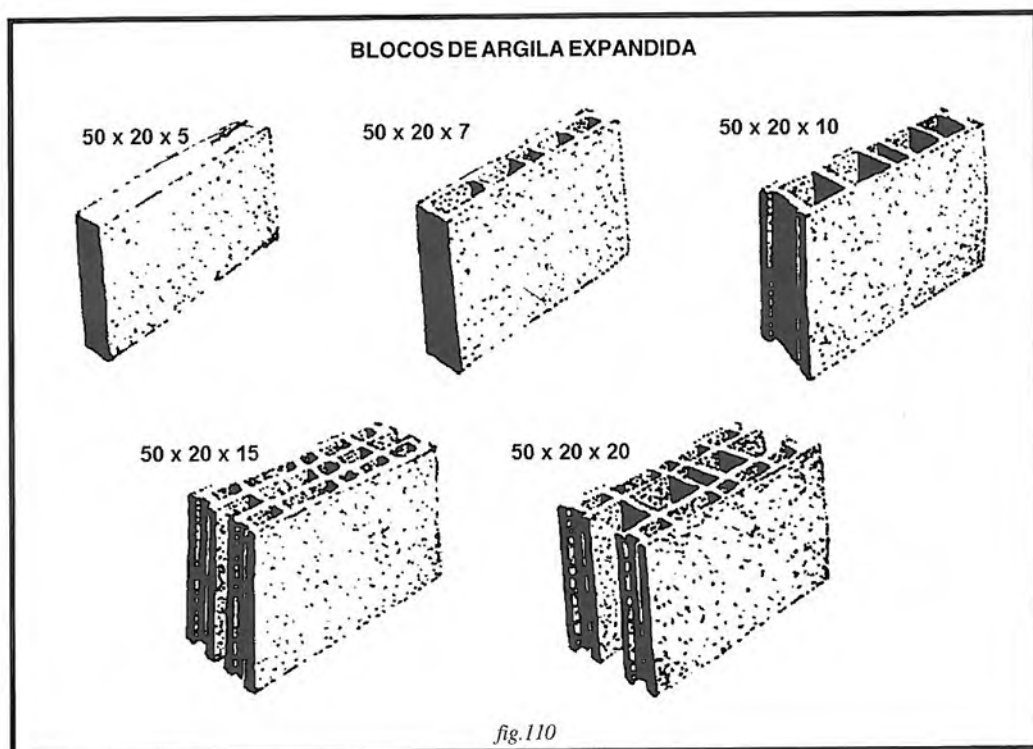
A argila expandida que se fabrica em Portugal apresenta-se no mercado sob a forma de pequenas esferas porosas de cor castanho escura. São constituídas por uma mistura de argila com produtos combustíveis, que ao serem submetidos a altas temperaturas em fornos rotativos, produzem um clínquer poroso, vitrificado no interior e no exterior (pomes artificial). É um produto muito resistente a compressão, ao fogo e aos ácidos.

Apresentam-se no mercado em quatro granulometrias calibradas, ou em composições granulométricas específicas.

Com este material pode produzir-se betão de excepcional qualidade e bastante leve, razão porque tem larga aplicação na produção de blocos para a construção.

Damos de seguida algumas das formas e dimensões das muitas que existem no mercado nacional (figs. 109 a 110).





### 5.2.7 - Blocos de cimento

O bloco de “cimento”, assim designado e conhecido desde a sua origem, é de facto um bloco de betão como os que temos vindo a referir; correntemente não se utiliza na sua produção qualquer inerte especial (salvo em blocos também especiais), sendo produzidos quase sempre à base de cimento areia e gravilhas, ou simplesmente cimento e areia.

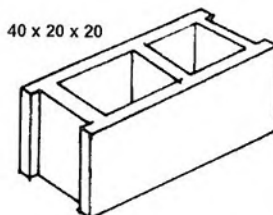
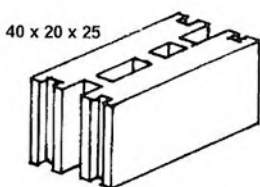
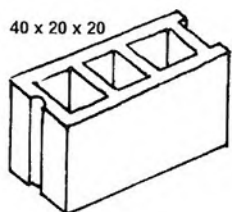
Os métodos e meios de fabrico, utilizados quando do seu aparecimento, entre nós no princípio do século, deram origem a produtos de qualidade variável, mas quase sempre má, pelo que o seu uso foi praticamente suspenso durante muitos anos.

Últimamente com a introdução de máquinas e métodos racionais de produção, têm aparecido no mercado alguns blocos de qualidade e aspecto excepcionais, alguns dos quais merecem confiança; certas fábricas produzem-nos com aspecto e condições que dispensam qualquer acabamento em uma das faces.

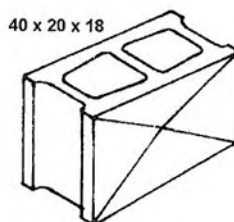
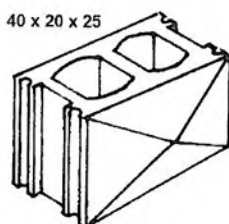
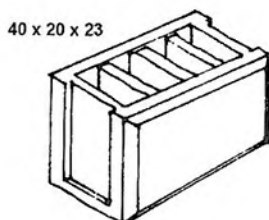
Apresentamos também um quadro com algumas das formas e dimensões mais usuais entre nós (figs. 111A). Para além destes blocos fabricados com inertes leves e correntes, também hoje se produzem com os mesmos métodos, alguns elementos de betão que julgamos de interesse apresentar, e que são os mostrados nas fig. 111B.

Não tenho esgotado este assunto, pois que ainda existem outros materiais aplicáveis como pedras artificiais para alvenarias, entendemos que as referências apresentadas são suficientes, na generalidade.

INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

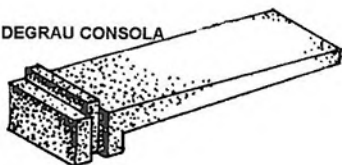


COM UMA FACE ACABADA - RELEVO -

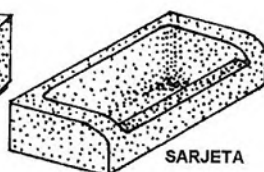
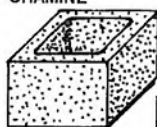


BLOCOS DE BETÃO (CIMENTO) — ESPESSURAS: 15, 20 e 25 cm

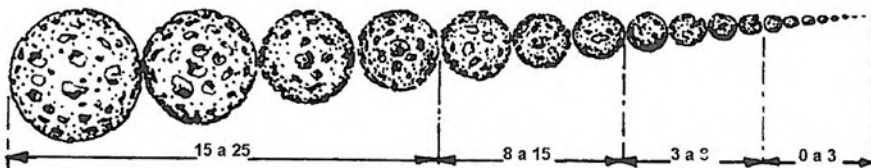
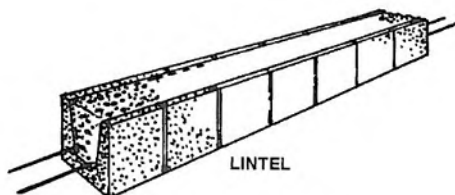
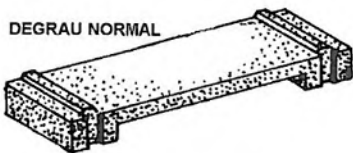
DEGRAU CONSOLA



CHAMINÉ



DEGRAU NORMAL



PRÉ FABRICADOS COM ARGILA EXPANDIDA

fig.111

### **5.3 - Aglomerantes**

Designamos por aglomerantes todos os materiais naturais ou artificiais que promovem a ligação de grãos, partículas de pedra ou de blocos inertes (pedras naturais ou artificiais).

Já referimos que o primeiro aglomerante a ser usado pelo o homem nas suas construções terá sido o barro, que não possuía as condições para garantir a ligação permanente dos inertes; com efeito, a circunstância de amolecer ou se diluir sob a acção de água não garantia condições suficientes de segurança às construções.

Para obviar a este inconveniente, era necessário recorrer a grandes espessuras de paredes e mantê-las sempre protegidas com substâncias gordurosas ou a repara-las periodicamente.

#### **5.3.1 - Gesso**

Não se sabe quando os aglomerantes artificiais surgiram, mas sabe-se que foi o gesso que apareceu nas argamassas mais antigas, aplicadas nas alvenarias e em revestimentos protectores e decorativos.

Empregou-se no Egipto na construção de pirâmides e de outros monumentos funerarios ha mais de 4000 anos; foi também o aglomerante usado pelos balilónios ha cerca de 5000 anos. Mais tarde os gregos, os romanos e os árabes também fizeram largo uso do gesso nas suas construções e decorações.

No estado natural, o gesso é uma rocha sedimentar essencialmente constituída por sulfato de cálcio hidratado. Na natureza apresenta-se com vários aspectos e cores, desde branco puro, amarelo, cinzento e até ao vermelho, e em grandes bancos de rocha compacta ou branda, ou até em camadas terrosas inconsistentes.

Para o fabrico do gesso em pó que nos interessa, utilizam-se as pedras mais puras, correntemente designadas por pedras de gesso, e que são as anidrites, selenites e alabastros; submetidos a acção do calor até se produzir a desidratação, dão lugar ao gesso, que sob a acção da água, faz presa, isto é, endurece e tem propriedades de ligante.

Segundo a temperatura e o tempo de “cozedura” se vão obtendo gessos com diferentes características; assim temos:

- Entre os 110° a 200°C, durante 8 a 10 horas (para pedras próximas dos 15 cm), obtem-se o gesso semi-hidratado, de presa rápida (gesso estuque);
- Entre os 200° e 300°C, de acção mais rápida, obtem-se um gesso de presa lenta e grande resistência;
- Entre os 300° e 400°C, obtem-se um gesso de presa aparente rápida, mas de resistência reduzida;
- Entre os 500° e 700°C, resulta gesso inerte;
- Dos 800° a 1 000°C, obtem-se o gesso hidráulico de alta resistência, e que é aplicado nas mais variadas finalidades, incluindo pedra artificial para decoração e pavimentos.

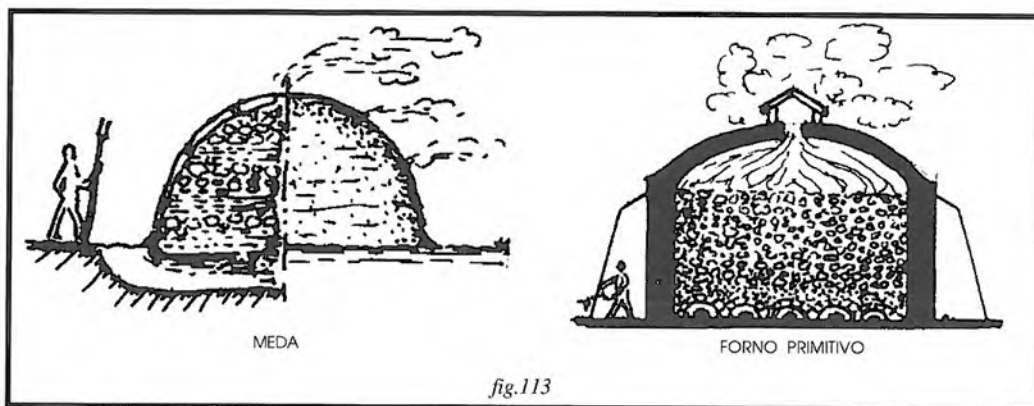
Para utilização na construção em Portugal, apenas se fabricam dois tipos de gesso, cujas especificações constam da Norma Portuguesa NP-315 de 29/11/1963 e que ali são designadas como:

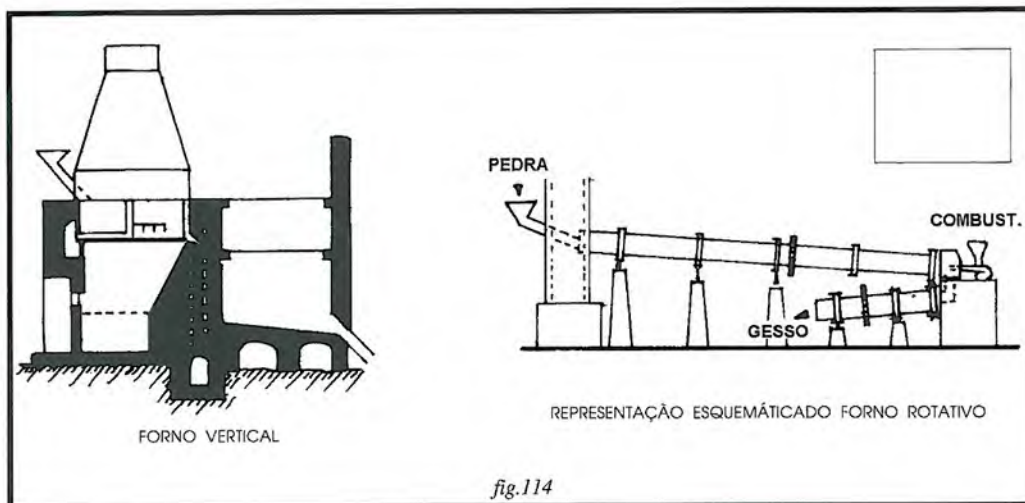
“2.21 - Gesso para esboço - gesso escuro ou pardo resultante de tratamento térmico normal (calcinação) proveniente de gesso bruto escuro, com granulometria mais elevada do que o gesso para estuque, para ser utilizado sobre esboço de paredes executado com argamassa de cal e areia.”

“2.22 - Gesso para estuque - Gesso branco resultante do tratamento térmico do gesso bruto branco ou amarelo a 140°C (designado por calcinado), utilizando em mistura com cal ou outro retardador.”

Para a preparação de pasta ou argamassa, num e noutro caso, os gessos recebem a adição de água e/ou retardadores de presa segundo condições e quantidades apropriadas, adiante referidas.

Apresentamos em seguida alguns processos ainda em uso dos métodos primitivos de produção de gesso e um esquema dum forno rotativo recente (figs 113 a 114).





### 5.3.2- Cal

A cal é o produto resultante da decomposição pelo calor, de rochas calcárias. O carbonato de cálcio, que é o componente principal destas rochas, por acção do calor liberta o anidrido carbónico, que se junta aos fumos do combustível, separando-o do óxido de cálcio (cal viva); esta apresenta-se sob a forma de pedras brancas, amorfas e instáveis, com grande avidez de água, tão grande que absorve o vapor de água da atmosfera.

Quer pela rega, quer pela absorção lenta, acaba por reagir com a água transformando-se em hidróxido de cálcio, que é a cal apagada. O hidróxido de cálcio é um corpo branco pulverulento, em parte solúvel na água a qual comunica a cor branca (leitada de cal), ou com menor quantidade de forma com ela uma pasta fluida e untuosa (pasta de cal apagada); a introdução de pedra de cal viva em água deve ser feita com cuidado, muito cuidado, pois rapidamente atinge elevada temperatura fervendo a água e projectando porções de pasta quente para fora das vasilhas.

Com regas frequentes de pequenas quantidades de água, acaba por se transformar num pó fino (cal em pó).

A cal apagada tem a propriedade de endurecer lentamente ao ar, unindo fortemente as partículas sólidas a que se junta, constituindo o aglomerante que aparece imediatamente a seguir ao gesso, nas construções da antiguidade. Não se sabe exactamente quando começou a ser utilizado, mas verifica-se que os etruscos já dominavam com segurança as técnicas de produção e utilização da cal ha mais de 2 500 anos, conforme testemunham as alvenarias das cisternas e túmulos que ainda existem. Mas foram os romanos, pouco antes da era cristã, que iriam a desenvolver a “arte das argamassas” até um ponto que se manteve durante 19 séculos.

De tal modo foi assim, que no fim do século XVIII, a grande elite de estudiosos franceses que se dedicaram ao estudo da renovação e melhoramento deste aglomerante apenas conseguiu diferir as suas ideias, mais por interpretações do que por questões essenciais, relativamente aos trabalhos do arquitecto romano Vitruvio.





Recordamos-nos bem de que, próximo de Portalegre, os velhos pedreiros de há 60 anos obtinham com a cal da região, tratada segundo métodos arcaicos, argamassas com resistência só igualadas pelas de cimento Portland; lamentamos que tão valioso material tenha caído hoje em desuso, no nosso país.

### 5.3.2.1 - Classes de cal

O calcário, ou seja a cal natural, raramente é apenas o carbonato de cálcio que a caracteriza; com efeito aparece sempre acompanhada de outras substâncias como argila, magnésia, ferro, enxofre, alcalis e matérias orgânicas, as quais não são expurgadas pela calcinação, e ficam intergradadas na cal viva, comunicando-lhes as propriedades mais ou menos significativas, segundo a proporção em que entram no volume total. Distinguem-se os diferentes tipos:

- *Cal gorda*: Se a rocha original contém até 5% de argila, resulta após calcinação a cal gorda, que ao hidratar-se produz uma pasta consistente e untosa; esta pasta mantém-se indefinidamente branda, e conservada fora do contacto com o ar, acaba por dissolver-se na água. Uma boa cal viva pode aumentar 3 a 3,5 vezes o seu volume, ao transformar-se em pasta.

- *Cal magra*: Se a rocha original contém menos de 5% de argila, e magnésia em proporção superior a 10%, ao adicionar-se água, forma uma pasta pouco consistente, aumenta menos de volume do que no caso da cal gorda, liberta mais calor e em contacto com o ar, acaba por se reduzir a pó. Dissolve-se completamente na água ao fim de longo tempo.

- *Cal hidráulica*: Resulta da calcinação de rochas que contém mais de 5% de argila; é um produto, que para além das qualidades da cal gorda, pode endurecer e consolidar-se em ambiente húmido e debaixo de água. O índice hidráulico de uma cal resulta da relação em peso da sílica + alumina (argila), cal e a magnésia.

O quadro que a seguir se apresenta e que reproduz a classificação de Vicat, engenheiro francês do século passado, e grande continuador dos trabalhos de investigação do romano Vitruvius (do século I antes de Cristo); indicam estes índices, o tempo de presa e as condições em que esta se processa (QUADRO 6).

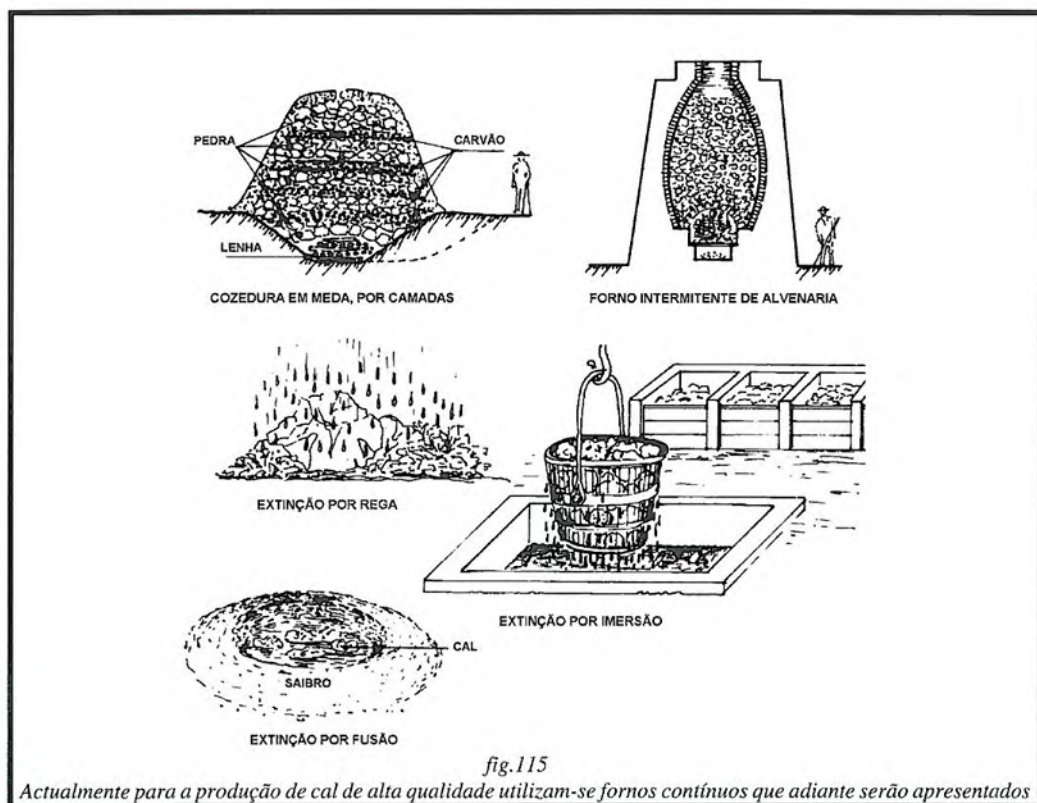
A fig. 115 reproduzem os diversos processos de tratamento da pedra calcária na produção dos diversos tipos de cal e os meios correspondentes de extinção; adiante se falará das suas aplicações e dos traços recomendáveis das misturas.

# INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

Quadro 6

Classificação dos aglomerados hidráulicos de Vicat (1928) (ver Quadro de cimentos).

Natureza dos aglomerantes	Índice hidráulico	% de argila na rocha	Tempo de presa	Resistência à compressão
Cal gorda ou magra	0,0 - 0,10	0,0 - 5,3	só faz presa ao ar	6-8
Cal debilmente hidráulica	0,10 - 0,16	5,3 - 8,2	16 - 30 dias	6-8
Cal medianamente hidráulica	0,16 - 0,31	8,2 - 14,8	10 - 15 dias	10-16
Cal hidráulica padrão	0,31 - 0,42	14,8 - 19,1	5 - 9 dias	15-25
Cal eminentemente hidráulica	0,42 - 0,50	19,1 - 21,8	2 - 4 dias	50-80
Cal no limite da classificação, ou cimento lento	0,50 - 0,65	21,8 - 26,7	1-12 horas	280
Cimento rápido (segundo a classificação da época)	0,65 - 1,20	26,7 - 40,0	5-15 min.	váriavel kg/cm <sup>2</sup> dias 28 - 56



### 5.3.3-Pozolana

São substâncias naturais (e até artificiais) que reduzidas a pó e misturadas com cal comum foram produtos hidráulicos, isto é que fazem presa debaixo de água. O seu nome deriva do nome da região onde esta característica foi descoberta: Puzzuoli, em Itália, na bacia de Nápoles, onde foram empregues pela primeira vez como aglomerantes naturais. Os gregos e os romanos empregaram-nos para adicionar a cal na execução de obras de portos marítimos e fluviais e em trabalhos de fundação em zonas alagadas. As obras publicas e urbanas construídas por estes povos, com esta mistura, continuam ainda a desafiar os anos. Os elementos químicos que integram as pozolanas são os mesmo dos aglomerantes hidráulicos artificiais, com falta de cal em quantidade bastante para os tonar insolúveis. A composição química das pozolanas revela a presença de 3% a 10% de cal para 40% a 60% de sílica e 15% a 20% de alumina, enquanto a cal hidráulica apresenta cerca de 65% de cal para 25% de sílica e 5% de alumina.

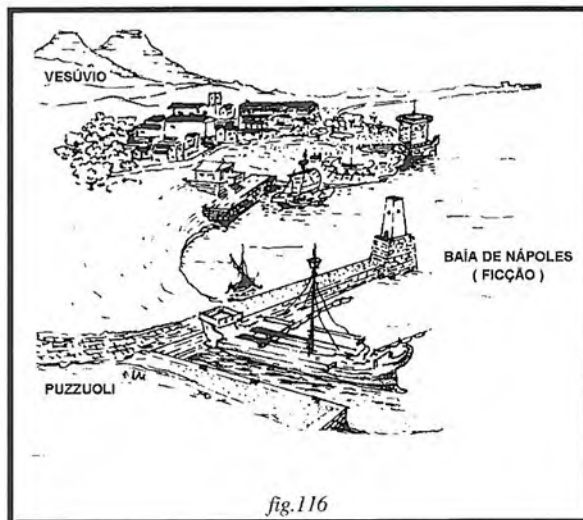
Não é difícil verificar que uma vez corrigida a carência de cal, nos encontramos em presença de um aglomerante hidráulico. Os romanos usavam nos trabalhos submersos a substituição de uma parte de areia por uma parte de pozolana nos traços de 1:2 de cal e areia, donde resultava um aglomerante com as proporções seguintes aproximadas para os principais componentes:

	Cal gorda		Pozolana		Cal, mais pozolana	Relação final
Óxido de cálcio	93	+	10	=	103	51,5
Argila	5	+	80	=	85	42,2
Outros	2	+	10	=	12	6
	100 %		100 %		200 %	100,0 %

De notar que em condições especiais que exigiam uma melhor combinação destes componentes, os romanos utilizavam na mistura a cal viva pulverizada por terem descoberto que assim ela actuava como detonador enérgico dos fenómenos da presa e endurecimento. (É curioso ainda acrescentar que na Índia, na Grécia, no Egipto, e até em Roma, na falta de pozolanas naturais, utilizavam o recurso a pozolanas artificiais, pulverizando tijolos e telhas para juntarem à cal).

Em Portugal, possuímos em algumas ilhas dos Açores pozolana de muito boa qualidade e em quantidades incalculáveis. Na ilha de S. Miguel, especialmente, existem enormes quantidades de pozolana do tipo de massapez que é de óptima qualidade. O tipo tetin sendo igualmente muito bom, é especialmente indicado para a produção de corantes para cal e cimento, depois de tratado para o efeito.

Como sucede com a cal, este produto natural aguarda a sua hora de recuperação como matéria de construção de excepcional qualidade que é.



### 5.3.4 - Cimentos

O termo “cimento” crê-se que deriva da expressão latina “caementum” que se significava argamassa ligante e se aplicava às argamassas em geral, qualquer que fosse o aglomerante utilizado.

Só em 1792 quando Parquer patenteou o cimento produzido com as pedras calcário-argilosas, a que se chamou cimento romano, este nome ficou ligado ao aglomerante hidráulico de presa mais rápida do que a correspondente aos tipos de cal então utilizados. Já antes do inglês I. Smeaton, em 1756, ao observar as causas de endurecimento das argamassas hidráulicas das obras daquela época, ainda exclusivamente constituída por cal e pozolana, observou que as melhores entre estas, eram produzidas por calcário argiloso. Vicat em França, no início do século passado, produziu cal hidráulica artificialmente ao tentar obter cimento a partir de misturas de calcário pulverizado e argila.

Atribui-se no entanto a José Arpdin a invenção do cimento que patenteou em 1824 e que deu nome de Portland por apresentar depois de seco o aspecto da pedra de uma localidade Inglesa com esse nome. Até 1857 o cimento Portland artificial era exclusivamente fornecido pela Inglaterra, mas neste ano iniciou-se a produção em França e em seguida noutros países.

Em 1885 procedeu-se pela primeira vez a classificação oficial dos aglomerantes hidráulicos, apenas cal, cal eminentemente hidráulica, cimento natural e cimento Portland. Só mais tarde foi acrescentado o cimento de escórias de alto fornos.

À medida que as novas categorias de cimento surgiram, foram sendo também revistas as classificações; em 1961 estas já apresentavam um grande número de classes, das quais damos uma ideia no Quadro 7.

**INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS**

Quadro 7 - Quadro de cimentos

Designação	Símbolo	Resistência à compressão		Resistência à tracção	
		7 dias	28 dias	7 dias	28 dias
Supercimento	SC	355	500	30	35
Cimento de alta resistência	HRI	315	400	25	30
Portland artificial	CPA	210	325	20	25
Portland de ferro	CPF	210	325	20	25
Metalúrgica misto	CMM	210	325	20	25
De altos-fornos	CHF	210	325		
Escória do clínquer	CLK	210	325		
Escória à cal	CLX	100	160		
Cimento de alvenaria	CM	160	250		
Cimento natural	CN	100	160		
Aglomerante para alvenaria	LM	50	100		
Cal eminentemente hidráulica	XEH	50	100		
Cimento supersulfatado	CSS	315	400	25	30

A produção de cimentos envolve uma serie de operações comuns a todos eles e outras específicas, mas vamos-nos ocupar apenas as que se referem ao cimento Portland, por ser o mais utilizado, e o que interessa especialmente às obras correntes de construção.

Dada a dificuldade de se encontrar na natureza os calcários com as componentes na proporção certa para a produção de cimento com características rigorosamente constantes, é indispensável fazerem-se verificações permanentes aos calcários que são recebidos nas fábricas, e a partir aí, proceder às correcções necessárias; estas podem consistir na adição de argilas gordas ou margas, areia siliciosa, escórias de altos-fornos, resíduos de minerais de ferro, etc.

Uma vez pulverizados todos estes produtos, produzem-se misturas rigorosamente exactas e homogéneas que são calcinadas até ao princípio da fusão, obtendo-se um produto chamado clínquer, que é de novo pulverizado conjuntamente com gesso, em quantidade não superior a 3%. Esta pequena quantidade de gesso funciona como retardador de presa, e sem ela seria extremamente difícil utilizar o cimento no intervalo de tempo em que o fenómeno da presa o permitiria.

Como já referimos, o calcário para o fabrico de cimento apresenta-se na natureza com composições variáveis dentro de certos limites, mas contendo sempre carbonato de cálcio, sílica, alumina, óxido de ferro, magnésia, etc. (calcários argilosos ou margas).

A trituração da pedra é efectuada em várias fases, em britadeiras de vários tipos, até se atingir o estado de pó fino rigorosamente calibrado.

As misturas para correcção dos componentes podem ser feitas por via húmida ou seca, mas

## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

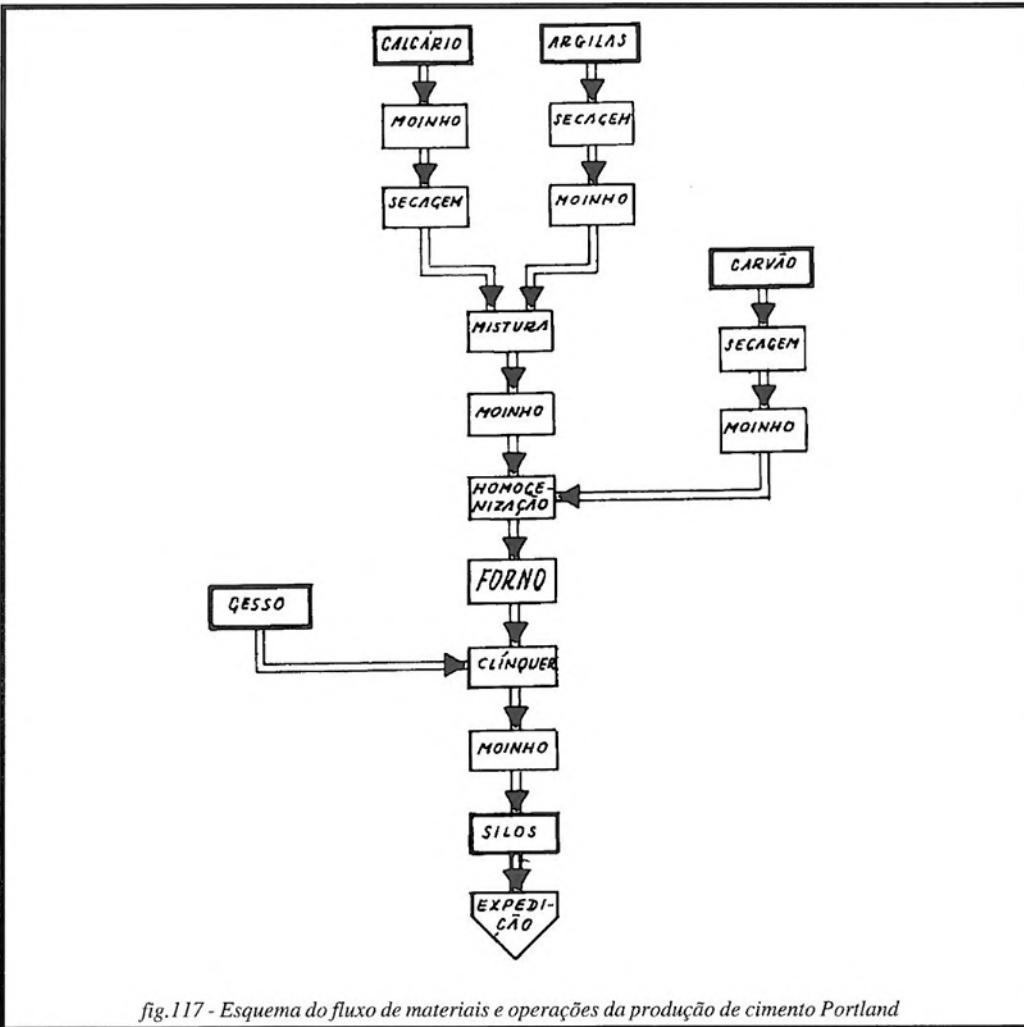
em ambos os casos a entrada nos fornos verticais ou rotativos é sempre feita com um grau de humidade que garanta a homogeneidade da mistura.

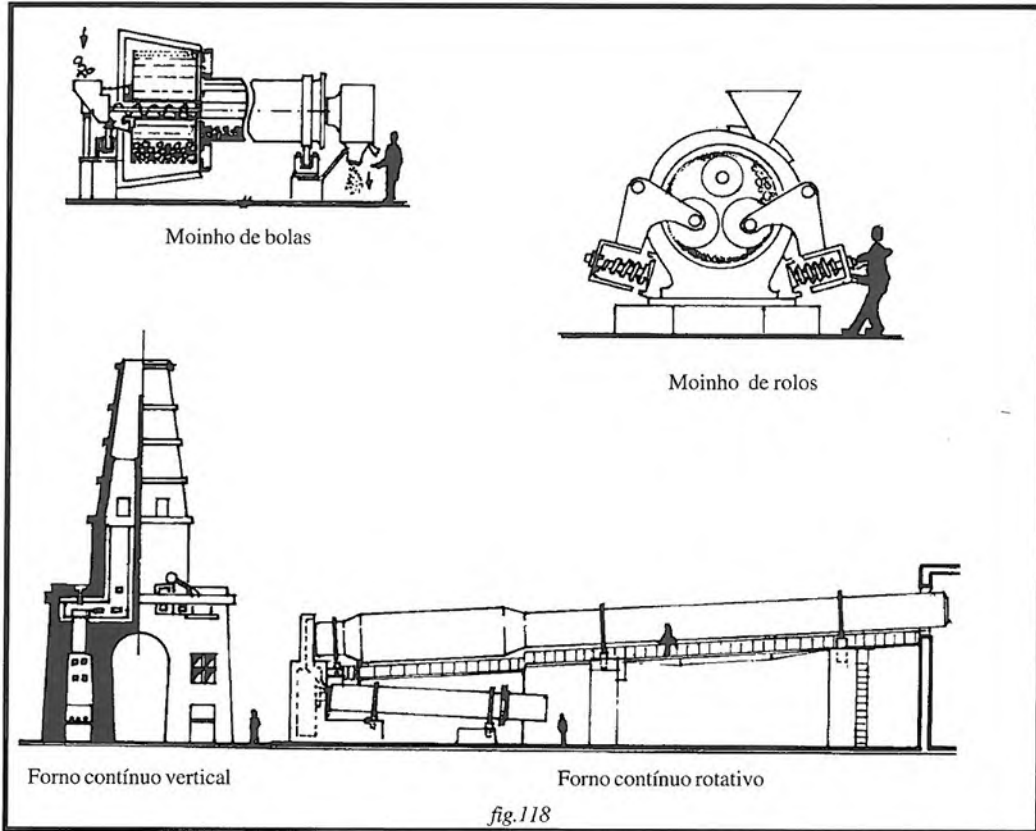
O gráfico da fig. 117 procura reproduzir o fluxo dos produtos e as fases de fabrico que acabam na trituração e ensilagem.

A trituração final é ainda mais cuidada que a anterior e a finura do pó é rigorosamente controlada.

Queremos finalmente chamar de novo a atenção para os exageros que se têm cometido com a utilização indiscriminada do cimento nas nossas obras, em prejuízo de outros aglomerantes mais indicados; adiante voltaremos a este assunto.

A fig. 118 apresentam alguns tipos de britadeiras e os dois tipos de fornos em uso, sendo os rotativos os mais utilizados actualmente.





#### 5.3.4.1 - Cimento branco

O cimento branco obtém-se empregando matérias-primas isentas de ferro, dado que é este que comunica a cor cinzenta ao cimento Portland. Utilizam-se calcários muito puros e caulino, ou na falta daqueles calcários, a argila branca que existe em quantidades apreciáveis em algumas regiões do país.

As operações de fabrico são em tudo semelhantes às referidas para o cimento Portland, mas a calcinação é feita em fornos especiais alimentados com combustíveis à base de petróleo, para não produzirem cinzas que afectariam a pureza da cor branca do cimento. A resistência destes cimentos é aproximada das que se exigem para o Portland, na amassadura exigem maiores quantidades de água, pelo que há que acautelar a tendência natural para a fissuração por retracção durante o endurecimento.

Este tipo de cimento é aplicado quase exclusivamente em revestimentos especiais, sobretudo quando se exige bom aspecto a par de alta resistência, e quando se pretende fazer uma incorporação de cor nas massas. É igualmente aplicado na produção de pedras artificiais para o revestimento, e no fabrico de mosaicos hidráulicos de cores claras ou venadas.

### **5.3.5 - Asfaltos**

Denominam-se asfaltos as substâncias de cor negra brilhante que no estado puro constituem um betume, mas que geralmente se encontram na Natureza misturadas com diversas substâncias, como argilas, calcários, areia e xistos, formando rochas asfálticas com cor de chocolate.

O uso do asfalto pelo homem remota às civilizações babilónicas, tendo sido empregado em argamassas na construção de muralhas, cisternas, e ainda no fabrico de mosaicos, há mais de 2500 anos. Foi também aplicado na construção de barcos, para calafetagem das juntas das madeiras, pelo egípcios e pelos hebreus, na produção de vernizes e lacas.

Só em meados do século passado passou a ser utilizado na pavimentação de estradas e na impermeabilização das alvenarias dos pisos enterrados.

Actualmente os asfaltos são obtidos por destilação de misturas naturais e de algumas substâncias orgânicas, especialmente petróleos, ou directamente da exploração de depósitos naturais; atribui-se a mesma origem dos petróleos, segundo algumas teorias, formados no interior da terra por acção da água salgada sobre hidrocarbonetos fósseis existentes em certas camadas sedimentares.

O betume é o composto mais importante dos asfaltos, aproximadamente constituído por:

- Carbono	75	%
- Hidrogénio	10	%
- Enxofre	0,5	%
- Nitrogénio	2	%
- Cinzas	10	%
- Impurezas	11,5	%

Na construção, emprega-se quase exclusivamente em trabalhos de impermeabilização e, por ser uma especialidade fora do âmbito deste livro, não vemos interesse em levar por diante a nossa exposição, embora não quiséssemos deixar de o referir como aglomerante.

### **5.4 - Ferramentas e utensílios**

Antes de entrarmos na descrição dos trabalhos, e com vista a facilitar o entendimento perfeito do texto, vamos apresentar um conjunto de desenhos das ferramentas do pedreiro, sobretudo porque há muitas ferramentas que são conhecidas por diferentes nomes nas várias regiões do país.

Por curiosidade, começamos por apresentar as ferramentas de que se serviram os primeiros pedreiros até ao aparecimento dos metais, e com as quais foram feitas muitas obras que ainda hoje admiramos.

Assim temos:

- Ferramentas primitivas (figs. 119 e 120).
- Ferramentas actuais correntes (figs. 121 a 123).
- Ferramentas actuais especiais (fig. 124).



## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

UTENSÍLIOS DE SÍLEX (PEDERNEIRA) QUE JULGAMOS TEREM SIDO USADAS PELOS HOMENS DE HÁ 300 SÉCULOS (PALEOLÍTICO SUPERIOR)



PARA ARRANCAR RAIZES ?  
ARMAS ?

FERRAMENTA ?  
ARMA ?



PARA TRABALHAR MADEIRA, PELES E OSSOS ?

AGULHAS ?    ARMAS ?

PARA DESBASTAR MADEIRA ?

NOTA : NÃO INCLUÍMOS AS PONTAS DE SETAS E LANÇAS.

UTENSÍLIOS DE SÍLEX USADOS PELOS HOMENS DO NEOLÍTICO ( ATÉ HÁ 3000 ANOS ) E QUE JÁ NÃO OFERECEM DÚVIDAS QUANTO À SUA FINALIDADE. SÃO DE FACTO FERRAMENTAS



ESCOPRO



ESCOPRO



ESCACILHAD.



ESCODA



GOIVA



MARRETA



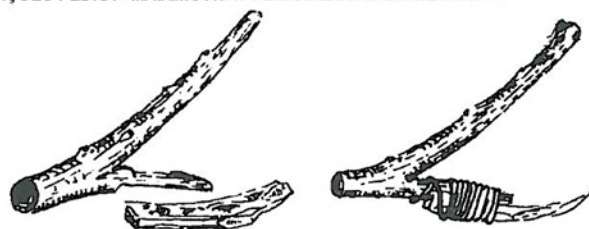
PICÃO



PICÃO

fig.119

COMBINAÇÕES PEDRA - MADEIRA NAS FERRAMENTAS DO NEOLÍTICO



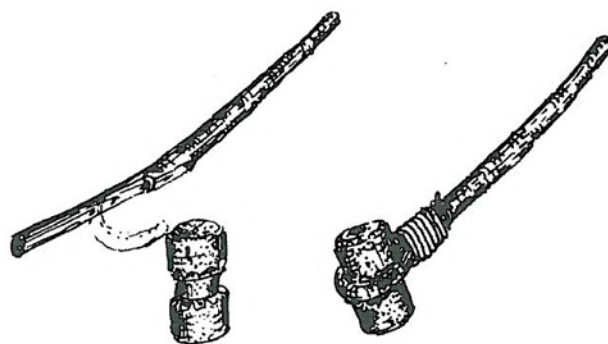
A PRIMEIRA ENXÓ



UM MACHADO



UMA PICARETA



UMA MARRETA

fig.120

# INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

FERRAMENTAS CORRENTES UTILIZADAS HOJE NOS TRABALHOS DO PEDREIRO

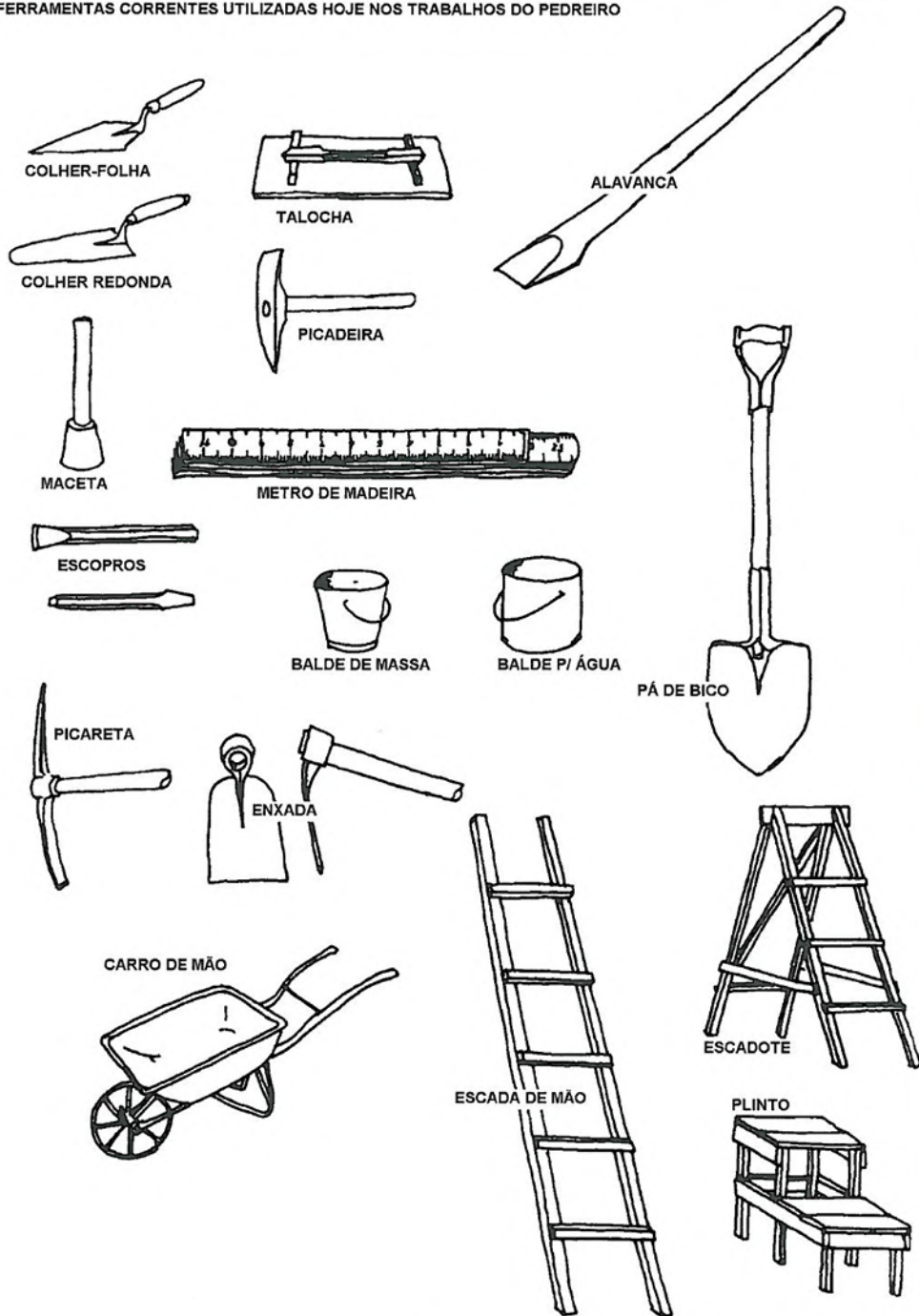
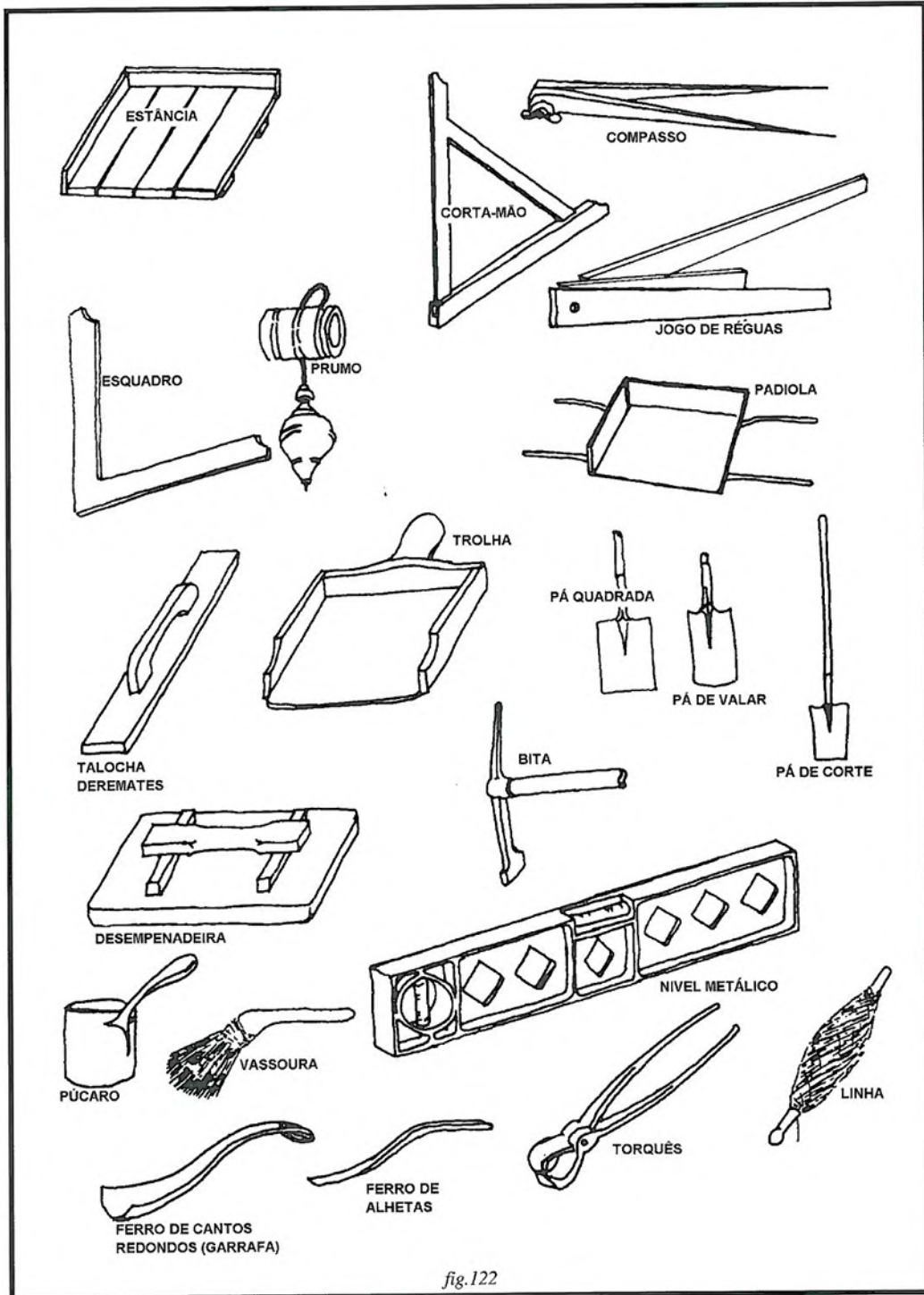


fig.121

INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS



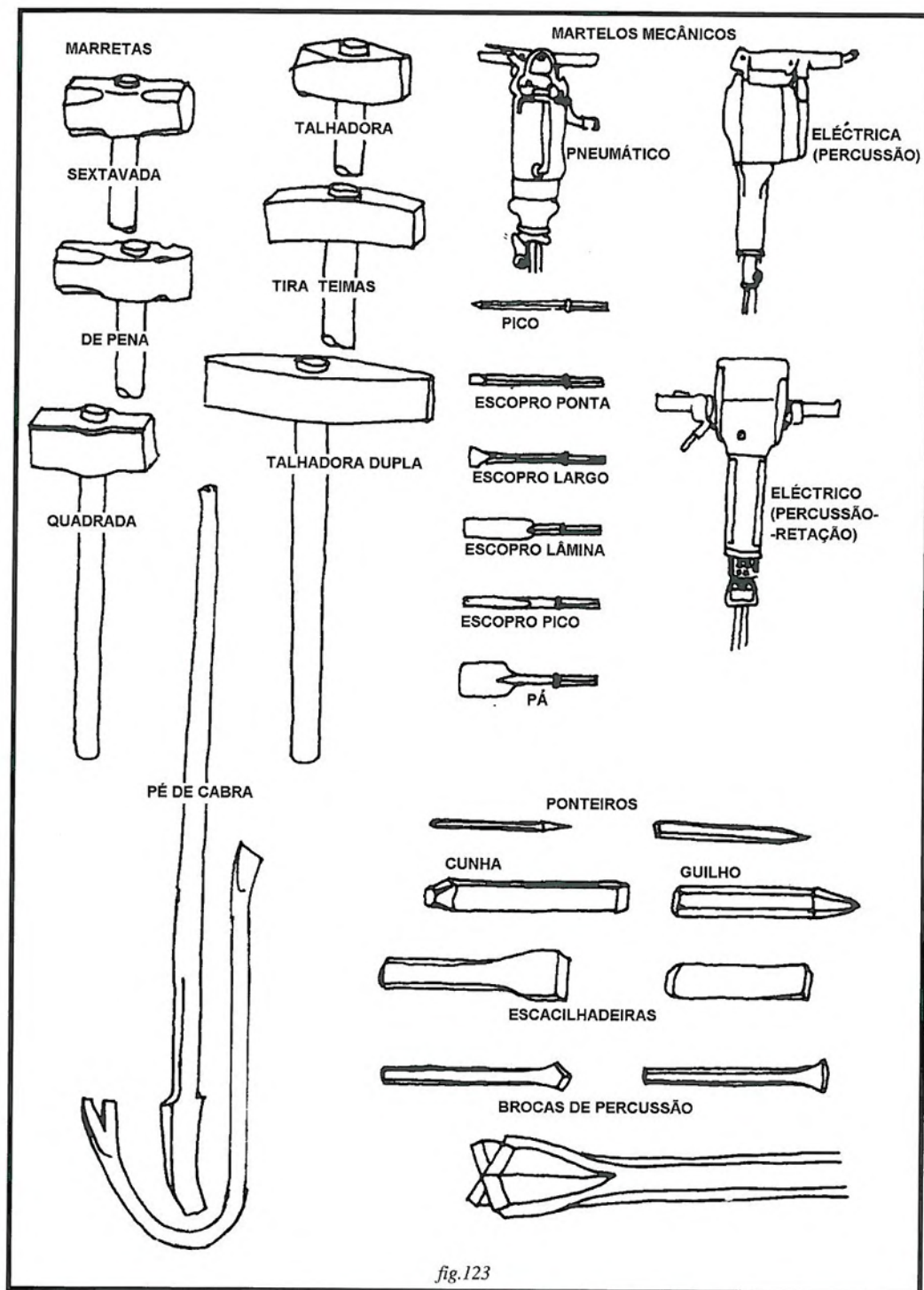
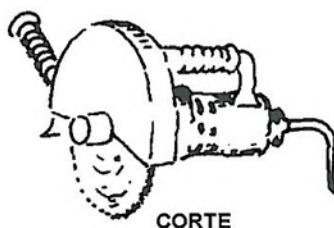


fig.123

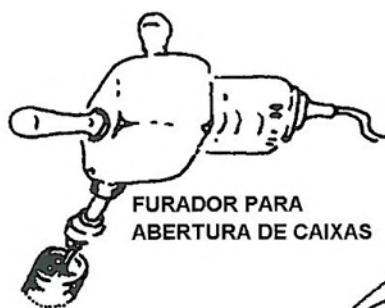
FERRAMENTAS ESPECIAIS ACELERADORAS DE CADÊNCIA



MESA DE CORTE  
DE TIJOLOS,  
TELHAS, Etc.



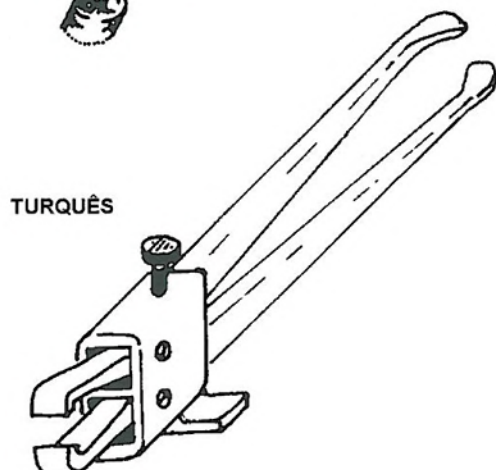
CORTE



FURADOR PARA  
ABERTURA DE CAIXAS



ROÇADORA

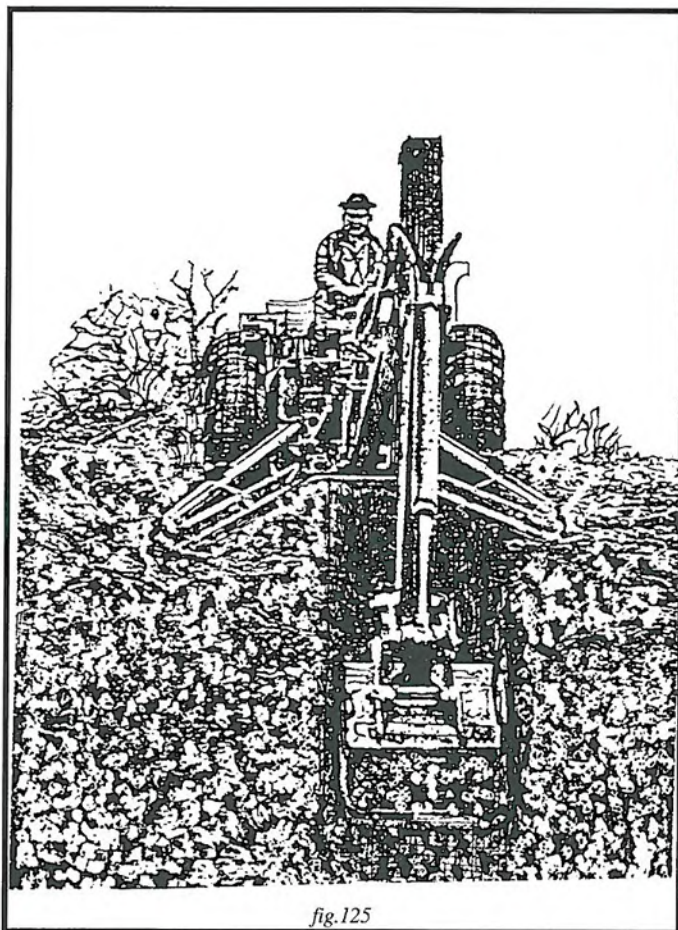


TURQUÊS



BERBEQUIM

fig.124



*fig.125*

# I CAPÍTULO 6

## • Argamassas

Entende-se por argamassas as misturas plásticas obtidas com um aglomerante (gesso, cal ou cimento), areia e água, que servem para ligar entre si as pedras naturais e artificiais das construções de alvenaria e para as revestir com camadas protectoras e/ou decorativas. Já referimos os aglomerantes, as areias e as pedras no seu estado natural; vamos referir agora as areias na sua relação com as argamassas e a água das misturas.

### 6.1 - Água

A melhor água para as argamassas é a potável, proveniente de rios ou poços, que não contenha sais nocivos à presa dos aglomerantes e ao comportamento destes em obra. As águas que tenham cloretos de sódio ou de magnésio em quantidades superiores a 1%, ou sulfatos em quantidades superiores a 0,3% não devem ser aplicadas porque prejudicam a resistência das argamassas. O mesmo acontece com as águas que contenham substâncias orgânicas, como as estagnadas de poços ou pântanos.

### 6.2 - Areias

As areias provenientes do mar devem ser lavadas com água doce, para lhes extrair o cloreto de sódio que dissolvendo-se na água iria prejudicar a resistência das argamassas e o seu comportamento em obra.

As areias provenientes dos rios devem ser crivadas, a fim de as libertar de substâncias orgânicas como raízes, fragmentos de madeira, carvão, etc., porque, além de prejudicarem a resistência das argamassas, criam condições para uma fácil penetração de águas nas alvenarias.

As areias provenientes de bancos naturais quando isentas de raízes e outras impurezas, devem ainda ser controladas quanto ao teor em argila. Quando a quantidade de argila for superior a 6% deve evitar-se a sua utilização nas argamassas de cimento, pois a argila actua como retardador de presa.

### 6.3 - Granulometrias

Como se verifica no quadro 3, as areias apresentam-se na Natureza com grãos entre os 5 e os 0,07 mm de diâmetro, passando a outras designações quando abaixo ou acima destas dimensões.



As areias de grãos grossos dão geralmente argamassas mais resistentes do que as de grão fino, mas exigem mais aglomerante para o preenchimento de vazios entre os grãos, condição indispensável a uma perfeita impermeabilidade; as areias de grãos finos, por exigirem maiores quantidades de água para resultarem plásticas, e portanto trabalháveis, acabam por ficar muito porosas e oferecer menor resistência.

As condições ideais para a produção de uma boa argamassa encontram-se numa composição granulométrica plena; neste caso resultam argamassas mais compactas, com menor quantidade de aglomerante e de água e com plasticidade e aderência satisfatórias.

O processo prático de comparar a granulometria de duas areias consiste em seca-las, preencher recipientes rigorosamente iguais e introduzir água em ambos, até à saturação. A que receber menos água será a de composição granulométrica mais perfeita, por ter um menor volume de vazios.

#### 6.4 - Doseamentos

Uma argamassa só necessita em princípio do aglomerante e água necessários ao preenchimento dos vazios da areia, dependendo o volume de vazios da mistura de areia e aglomerante e da finura deste. Sucede que numa argamassa os grãos da areia não permanecem tangentes entre si como acontece no seu estado natural; eles ficam envolvidos pelos finos grãos do aglomerante em maior ou menor grau, durante o processo da amassadura, do que resulta que num metro cúbico de argamassa entra uma quantidade de areia, inferior a 1 m<sup>3</sup>, dependente da dosagem do aglomerante. Por sua vez desta depende a resistência da argamassa.

Durante o processo de endurecimento, em condições normais só uma parte de água é que se associa ao aglomerante, evaporando-se a restante, deixando vazios na massa que são preenchidos pelo ar.

Da associação de água ao aglomerante resulta uma elevação inicial da temperatura e portanto um pequeno aumento inicial de volume; quando a argamassa arrefece, retrai, isto é diminui ligeiramente de volume, e tanto mais quanto maior é a quantidade de aglomerante usado na mistura, para o mesmo volume deste.

Este último aspecto é especialmente significativo nas argamassas de cal, devido ao grande significado da retracção deste aglomerante; os aglomerantes hidráulicos têm uma retracção menos significativa.

Os doseamentos ou traços, indicam-se normalmente pela relação entre o volume aparente dos aglomerantes em pó, e o volume aparente da areia.

Assim, um traço de uma parte de cimento para três partes de areia representa-se por 1:3. Nos aglomerantes hidráulicos é habitual referir os traços com a indicação do peso de aglomerante que entra num certo volume (1 m<sup>3</sup>) de argamassa, por exemplo, referir uma argamassa de 400 quilos de cimento por metro cúbico (400 kg/m<sup>3</sup>) de argamassa.

O doseamento da água depende da finura dos grãos dos aglomerantes e da granulometria da areia e deve ser sempre feito utilizando o mínimo de água, dentro das possibilidades de se obter uma mistura suficientemente plástica; isto para se reduzirem ao mínimo os vazios já referidos que esta deixa ao evapora-se. No entanto, em mínimo varia consoante o estado de humidade das areias, a temperatura ambiente e o estado das superfícies a ligar ou revestir.

Damos a seguir a relação entre as necessidades de aglomerantes e areia para diversos traços correntes nas obras, apresentando em seguida bases para a escolha do mais indicado para cada fim (quadros 8 e 9).

### **6.5 - Argamassas de gesso**

Com o gesso de esboço ou de estuque de presa rápida, formam-se normalmente pastas simples, amassando-se somente com água. O gesso admite pouca areia, não devendo ultrapassar-se os 50% em volume; a mistura não deve fazer-se sem a adição de um retardador de presa, pois de contrário dificilmente poderá aplicar-se em boas condições, por falta de tempo para isso.

A quantidade de água de amassadura varia entre os 50% e 70% do volume do gesso, não devendo nunca ultrapassar-se o máximo aqui indicado.

Quando se trata de pasta simples, a amassadura processa-se espalhando suavemente o gesso em pó sobre a água de uma vasilha larga, em camadas delgadas que vão mergulhando na água até a saturarem.

Quando já não recebe mais gesso mistura-se rapidamente e aplica-se imediatamente, pois a presa inicia-se 3 a 5 minutos depois e termina próximo dos 15 minutos.

O gesso ao fazer presa, aumenta de volume em cerca de 1%, o que pode evitar-se amassando-o com água de cal, o que ainda tem a vantagem de aumentar a resistência.

Quando se trata de argamassa de gesso e areia, a mistura faz-se a seco e em recipiente largo; agita-se com uma colher redonda enquanto se vai adicionando a água de amassadura, à qual se junta o retardador de presa. O período de utilização deve situar-se entre os 5 e 20 minutos, de acordo com o retardador utilizando e a dosagem da mistura.

Como retardador pode utilizar-se a dextrina a 5%, (cinco gramas por quilo de gesso), grude, ou ainda silicato de sódio concentrado, em qualquer caso, em proporção semelhante. Normalmente quando se pretende utilizar argamassas de gesso, é aplicada de facto uma mistura de cal em pasta e areia que se amassa normalmente, à qual se adiciona o gesso no momento da aplicação. Neste caso, a proporção recomendável é corrigida para o seguinte:

- 2 volumes de cal em pasta
- 1 volume de areia

e, depois, 1 volume de gesso.

Esta mistura já permite uma utilização que pode situar-se entre os 10 e 30 minutos, sendo no entanto ainda conveniente a utilização do retardador relacionado com o gesso.

### **6.6- Argamassas de cal comum**

As argamassas de cal comum podem ser obtidas a partir de cal em pasta ou em pó, preparadas com maior ou menor antecedência, ou amassadas na medida das necessidades de cada dia. Quando a cal não oferece bastante confiança, deve preparar-se em grandes quantidades e com antecedência bastante para a neutralização dos nódulos de “pederneira”. Sobretudo quando se trata de cal produzida em fornos primitivos ou em medas (a mato) como ainda hoje se procede nalgumas regiões.

Quando há suficientes garantias de qualidade, pode usar-se a argamassa na medida em que se vai produzindo, embora haja vantagem em garantir o tempo necessário a uma perfeita absorção da água pela cal de amassadura.

Quando se utiliza cal em pasta, deve-se evitar utilizar a camada junto ao fundo onde se depositam os nódulos de cozedura imperfeita ou siliciosa.

É comum prepararem-se amassaduras com dois ou três dias de antecedência, que endurecem um pouco, mas não há qualquer inconveniente em lhe adicionar mais água para que adquira a plasticidade necessária, quando quiser aplicar-se.

A amassadura pode ser manual ou mecânica quer para depósito quer para remolhar.

Quando se pretende melhorar a resistência destas argamassas com um pouco de cimento, deve-se fazer a adição deste, no acto da remolha, isto é, quando se vai aplicar.

De notar que não estamos a referir a argamassa bastarda, mas a argamassa de cal comum melhorada.

### 6.7 - Argamassa bastarda

Quando não se exige dos rebocos uma resistência especial ao choque ou ao atrito, especialmente quando venham a servir de base a revestimentos de acabamentos, não devem aplicar-se rebocos hidráulicos pobres isto é, abaixo do traço de 1:5 de cimento e areia. É muito mais vantajosa a aplicação de argamassas bastardas de cimento cal e areia nos traços que se indicarão como recomendáveis.

Quando se constroem paredes com tijolo leve de baixa resistência à compressão, não se justifica a aplicação de argamassas hidráulicas ricas com resistências muito superiores ao tijolo, mas pelas razões que justificam a sua substituição nos rebocos, será também preferível a utilização de argamassas bastardas.

Um traço de cimento e areia abaixo de 1:5 terá de ser forçosamente poroso e de fraca aderência, pelo que será preferível a aplicação de argamassa bastarda que, sendo mais plástica e de melhor aderência, ainda continuará de resistência muito superior à dos referidos tijolos.

As argamassas bastardas caracterizam-se por um endurecimento bastante rápido, propriedades hidráulicas enérgicas e uma secagem muito rápida e isenta de fissurações.

Quando a cal da mistura é aplicada em pasta, tem de se contar com a água existente na pasta e desconta-la à quantidade recomendável para o traço e condições de utilização.

### 6.8 - Argamassas pozolânicas

Como já antes tivemos ocasião de referir, as pozolanas quando combinadas com a cal produzem aglomerantes de alta resistência e eminentemente hidráulicos.

À mistura deve fazer-se de preferência com a cal em pasta e nas proporções de 1:1, 2:1 e 3:1 em volume, em relação à cal, conforme o grau de hidraulicidade que se pretende.

A pasta resultante da combinação da cal com a pozolana finamente moída acrescenta-se areia em quantidade correspondente a metade da soma dos aglomerantes e a água bastante para a plasticidade desejada.

Assim temos:

Pozolana	Cal	Areia
1	1	1
2	1	1,5
3	1	2

### **6.9 - Argamassas hidráulicas (de cal hidráulica e cimento)**

São assim classificadas todas as argamassas produzidas com aglomerantes hidráulicos, com a cal hidráulica e os cimentos, pelo facto de fazerem presa tanto ao ar como na água. As dosagens variam com as características dos aglomerantes; com a qualidade (granulometria) das areias, com a plasticidade desejada e com a resistência ou capacidade reclamada pelo trabalho.

Com a cal hidráulica o doseamento varia ainda com o grau de hidrúlicidade da cal, para além do fim a que se destina, isto é, rebocos, fundações de paredes de pedra ou de tijolo. Assim, para rebocos com cal medianamente hidráulica recomenda-se 500 a 600 kg de cal/m<sup>3</sup> de argamassas e 600 a 1000 para cal eminentemente hidráulica.

Para mачões de fundação, 350 a 450 e 400 a 500 kg por metro cúbico de argamassas, respectivamente para os mesmos tipos. Para paredes de pedra, 300 a 350 e 350 a 400 respectivamente como para paredes de tijolo, 260 a 300 e 300 a 350 kg (ver quadros 8 e 9). Com cimento Portland o doseamento varia apenas com a qualidade das areias e a resistência reclamadas pelos trabalhos a que a argamassa se destina.

Quando as argamassas se destinam a aplicar em revestimentos que exigem grande resistência mecânica e grande compacidade, há que recorrer a traços muito ricos em cimento, por exemplo 1:2 e 1:3, o que exige cuidados especiais na aplicação e na secagem pois que se não forem observados, resultarão inevitavelmente fissuras.

O traço 1:1 só se aplica em calda no enchimento de juntas, no assentamento de mármore e na colmatagem de fendas devendo no último caso enriquecer-se com aditivos que contrariem a retracção.

Os traços 1:4 e 1:5 devem ser aplicados nas alvenarias de que se exigem elevadas resistências, havendo o cuidado de adicionar cal no segundo caso, quando não se disponha de boa areia. A cal é necessária ao melhoramento do traço, quando se utiliza a areia lavada, e o traço poderá então ser 3 de cimento, 1 de cal e 16 de areia.

As quantidades de água variam com as condições climáticas e com a avidéz de água dos materiais a ligar tendo em atenção que tanto a falta de água como a água em excesso prejudicam a resistência final da argamassa.

A amassadura pode fazer-se manual ou mecânicamente, devendo prestar-se especial atenção à mistura ainda em seco da areia com o cimento.

Os quadros 8 e 9 procuram completar este capítulo com as necessárias informações para a produção de boas argamassas.

## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

Aglomerante					Inerte			Tipo de obra				
Cal branca em pó	Cal hidráulica	Cimento Portland	Areia	Brita	Fundações	Alvenaria de pedra	Alvenaria de tijolo	Beirão armado				
Parte Kg	Parte Kg	Parte Kg	Parte dm <sup>3</sup>	Parte dm <sup>3</sup>	Hum Seco	Rija	Pouca rija	Inter	Exter			
3	525		4	1000	-	F	B	MB	MB	B		
3	420		5	1000	-	F	T	B	B	T		
3	350		6	1000	-	F	F	B	B	F		
2	280		5	1000	-	F	F	T	T	F		
3	190		4	800	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP		
3	190		2	200	MB	ESP	ESP	ESP	ESP	MB		
3	190		2	200	B	MB	MB	MB	MB	B		
4	250		2	200	T	B	B	B	T			
		2	300		B	MB	B	B	ESP	MB		
		1	350		MB	ESP	MB	MB	ESP	ESP		
		2	400		ESP	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP		
				1	F	T	T	B	B	T		
				1	T	B	B	MB	MB	B		
				1	B	MB	MB	ESP	ESP	MB		
				1	MB	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP		
				1								F
				1	200	4	660	6	990			
				1	250	3	510	4	820			T
				1	300	2	515	3	770			B
				1	350	1,5	440	3	810			MB
				1	400	1,5	510	2	680			ESP

Sinalética:  
 F - Não recomendável, fraco  
 T - Tolerável em casos simples sem responsabilidade  
 B - Bom, recomendável  
 MB - Muito bom, em casos de grande responsabilidade  
 ESP - Excessivo, só em casos muito especiais

QUADRO 8 - Aplicação de argamassas em alvenarias (misturas)

# INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

MBAglomerante				Inerte		Tipo de obra										
Parte	Kg	Cal hidráulica		Parte	Kg	Parte	Kg	Parte	dm <sup>3</sup>	Rebo pra cañar	Rebo para estuc	Rebo base para ladril	Rebo alta resist	Rebo imper meáv	Beto para reves	Beto resist
		Parte	Kg													
3	525							4	1000	BP	B	T	-	-	-	-
3	420							5	1000	TP	B	T	-	-	-	-
3	350							6	1000	TP	B	T	-	-	-	-
2	280							5	1000	FP	T	T	-	-	-	-
3	190			4	400			8	800	ESP	ESP	ESP	MBL	MBL	ESP	-
3	190			2	200			6	600	ESP	ESP	ESP	MBL	MBL	MBL	-
3	190			2	200			10	1000	MB	MB	MB	BL	BL	BL	-
4	250			2	200			12	1200	B	B	B	TL	TL	FL	-
				2	300			5	1000	B	MB	B	T	B	T	-
				1	350			2	1000	MB	ESP	MB	B	MB	B	-
				2	400			3	1000	ESP	ESP	ESP	MB	ESP	MB	-
								5	1000	T	B	MB	T	T	B	F
								4	1000	B	MB	ESP	B	B	MB	T
								3,5	1000	MB	ESP	ESP	MB	MB	ESP	B
								1	400	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP	MB

SINALÉTICA:

F - Não recomendável, fraco

T - Tolerável em casos simples

B - Bom, recomendável

MB - Muito bom, em casos de grande responsabilidade

ESP - Excessivo, só em casos muito especiais

BP-TP-PP-O\*P\* indica que não é impermeável

ESP-L-MBL-BL-FL-O\*T\* indica que tem limitações a

QUADRO9





# CAPÍTULO 7

## • Alvenarias

Entende-se por alvenarias toda a construção de edifícios ou obras de arte, executada com pedras naturais ou artificiais. Esta designação deriva do árabe e significava o trabalho feito pelo pedreiro (al-banná). Em Espanha manteve-se uma designação mais próxima desta origem, pois ali o pedreiro é o albañil, e a alvenaria é albañileria obra do albañil.

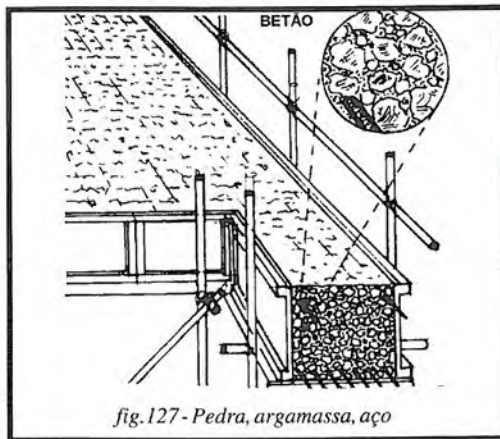
Nós criamos o termo pedreiro (o homem que constrói com pedra) e mantivemos o trabalho do pedreiro ligado à designação original árabe.

De qualquer modo, o próprio termo árabe al-banná parece ter a sua origem no nome de uma pedra que usavam nas construções: o al-batre; isto é, a pedra deu o nome ao ofício, este deu o nome à obra.

O próprio betão cujo nome deriva do latim (bitumen) é uma forma de alvenaria, uma vez que a pedra é igualmente, o elemento essencial; inicialmente o betão era utilizado para o enchimento de vazios, muito usado na construção de muralhas de fortificações e obras portuárias. O aglomerante era então a cal; a cal adicionada à pozolana ou ainda aos betumes naturais (figs. 126 e 127).

Na execução de alvenarias de pedra ou de tijolo, na arrumação dos blocos naturais ou artificiais em boas condições de estabilidade, é que o pedreiro revela a sua maior ou menor competência.

O pedreiro que sabe executar com perfeição uma parede de alvenaria de pedra ou tijolo, que tenha entendido bem a relação das funções combinadas dos blocos e argamassas, pode





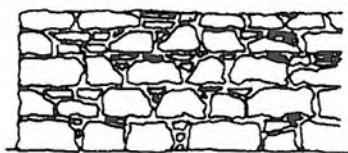
discorrer com segurança sobre todas as outras actividades do pedreiro.

Aqueles que ainda não foram capazes de entender as regras de execução das alvenarias poderão ser grandes artistas se a habilidade manual os favorecer, mas um habilidoso não é forçosamente um profissional competente.

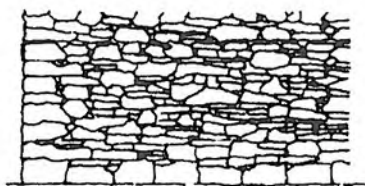
Aos que aceitam este princípio, chama-se de novo a atenção para as origens da alvenaria; as tais paredes de pedra em seco, ou de pedra e terra que tem resistido aos séculos e aos fenómenos meteorológicos e sísmicos desses séculos.

Na descrição dos diversos tipos de alvenarias vamos passar por algumas já fora de uso; mas entendemos indispensável fazê-lo para melhor compreensão do que hoje se faz (figs 128 e 129).

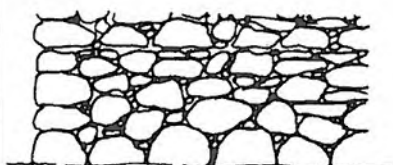
ALGUNS EXEMPLOS DE ALVENARIAS



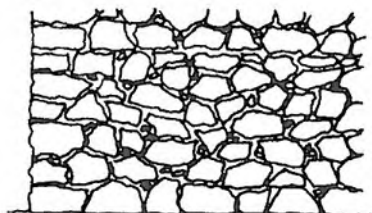
Pedra irregular (natural)



Pedra irregular (natural, má)



Pedra surribada (má)



Pedra irregular (procurada)



Pedra irregular (corrigida)



Pedra lamelar (fiadas)

fig.128

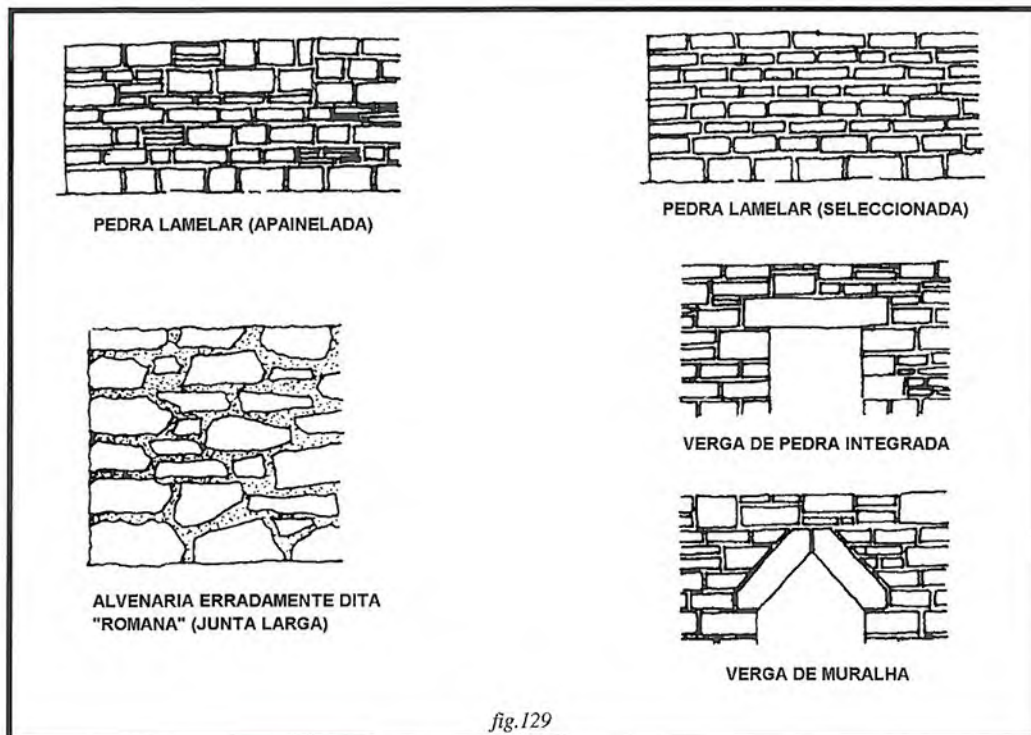


fig.129

## 7.1 - Alguns exemplos de alvenaria

### 7.1.1 - Alvenaria de taipa

Como já referimos, a alvenaria toma este nome (de taipa) quando é executada entre taipais. O taipal é um painel formado com tábuas e barrotes e que serve para a formação de caixas sem fundo nem tampa (molde) vertical para o enchimento com massas e pedras que constituem a taipa. É o equivalente à execução de paredes de betão simples, somente que o enchimento é feito por camadas alternativas de terra argilosa, adobes, tijolos ou britas. A primeira operação com a construção deste tipo de alvenaria consiste na abertura de caixa (caldeira) para a preparação da terra argilosa (saibro) com a dimensão adequada às necessidades da obra (fig 130).

Aberta a caixa, vão-se espalhando camadas de terra com cerca de 0,15 m de espessura que se vão regando até formar uma pasta plástica. Camada a camada vai-se enchendo a caldeira que finalmente se cobre com ervas ou mato para proteger da acção directa do sol.

Para que a terra atinja as condições de humidade igualmente distribuída, deve manter-se em repouso durante pelo menos uma semana.

Quando se pretenda produzir uma taipa com resistência à acção das chuvas, poderá cobrir-se cada camada de terra com cal em pó em capas de 0,05 m de espessura, antes das regas. Entretanto abrem-se as valas para fundação e preparam-se os moldes.

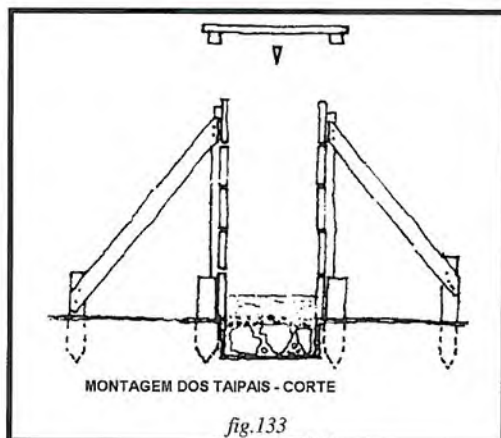
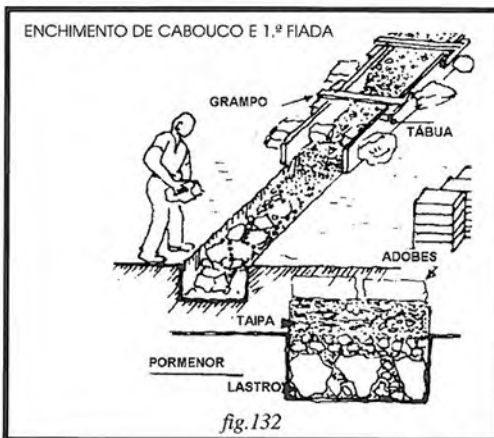
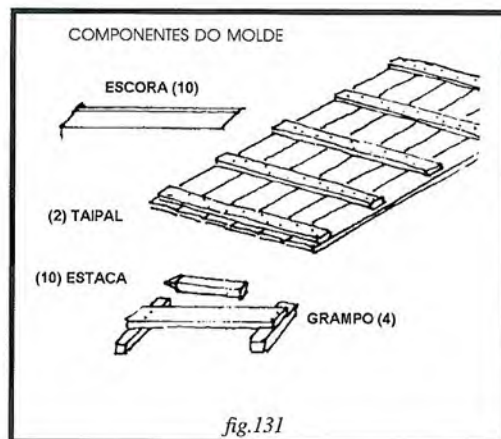
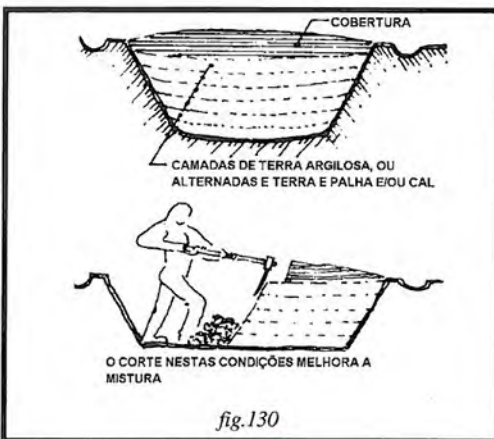
Quando se trata de muros de vedação como se exemplifica na fig. 134, bastará depois

encherem-se os moldes por camadas de 0,15 a 0,20 m de espessura, alternando com fiadas de adobes ou tijolo maciço (fig. 132) ou camadas de pedra batida sobre camada de massa (fig. 134).

Quando se trate de pequenos edifícios, de um só piso, para habitação ou instalação agrícola, deve anteriormente executar-se uma estrutura de madeira para reforço das paredes e para a fixação de portas e janelas e cobertura (fig. 135).

Quer se trate da taipa simples ou misturada com cal, deve sempre ter-se o cuidado de a proteger com 6 a 8 demãos de cal aplicada com pulverizador, sendo a última demão de cal com sebo ou com borras de azeite.

Estas substâncias gordurosas, para que se combinem com a cal, deverão ser introduzidas no recipiente onde vai derreger-se a cal, com esta ainda em pedra, antes de juntar água. A proporção ideal é de 0.5 kg de gordura por cada 15 kg de cal em pedra. Note-se que não devem fazer-se fundações de taipa em terrenos húmidos ou sujeitos a invasão de águas, ainda quando esta é enriquecida com cal. Em terrenos desta natureza ou situação, as fundações devem ser feitas com alvenaria de pedra, protegendo-as contra à subida de águas por capilaridade, até à taipa.



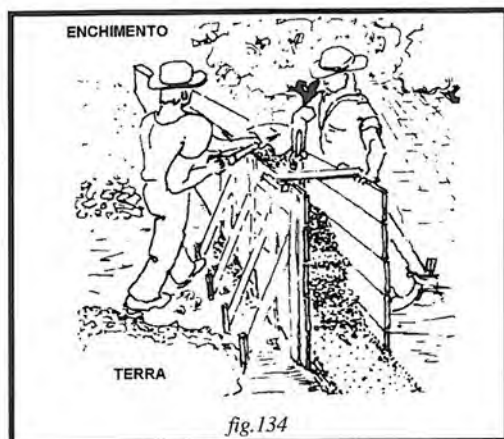


fig.134



fig.135

### 7.1.2 - Alvenaria seca

Designa-se deste modo a alvenaria de pedra assente em seco, isto é, sem argamassas de enchimento dos vazios entre as pedras. A argamassa, neste tipo de alvenaria só pode aparecer no revestimento dos paramentos vistos, quando esse for o caso.

Usa-se ainda na construção de muros de vedação de propriedades, aproveitando as pedras que se acumulam nas limpezas das terras para agricultura.

Há no entanto regiões do país onde nos nossos dias se fazem construções de um ou dois pisos recorrendo a este tipo de alvenaria.

É na execução deste tipo de alvenaria que o pedreiro melhor pode revelar a sua capacidade de construir com pedra. As paredes neste tipo de construção devem executar-se com espessuras sempre superiores a 0,40 m, salvo nos muros de vedação ou revestimento de taludes em que podem descer até 0,30 m. Os antigos artífices usavam para a determinação de espessura das paredes a relação de 1/3 de altura.

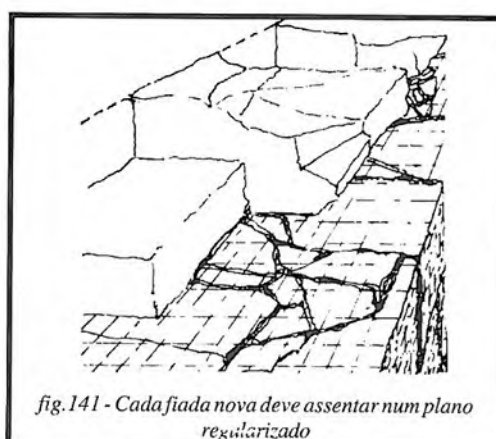
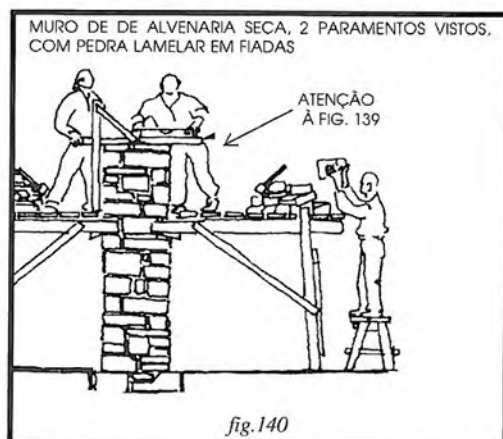
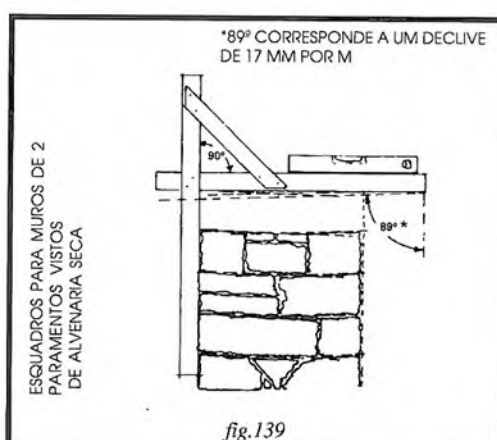
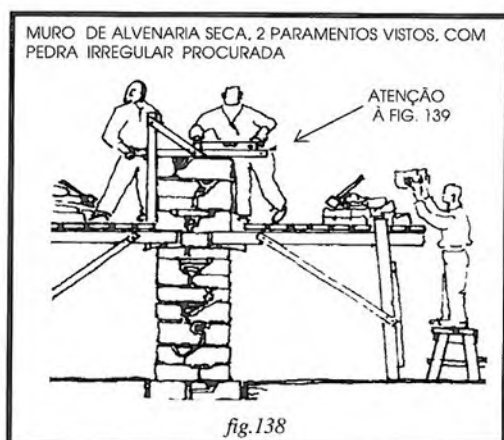
O travamento de cada uma das pedras é regra fundamental, e que terá de ser garantido pela posição firme de todas as pedras. Nenhuma pedra poderá retirar-se ou deslocar-se sem a deslocação de um maior ou menor número de pedras a sua volta. Ainda antes de receberem cargas, todas as pedras deverão estar perfeitamente firmes, sem possibilidade de oscilarem em qualquer dos sentidos. Os escassilhos estabilizadores deverão estar perfeitamente apertados sem possibilidade de fuga ou de esmagamento.

Não podem verificar-se juntas coincidentes em duas fiadas contíguas, quer longitudinalmente, quer transversalmente. O travamento preconizado não pode ser apenas aparente, ou seja, não basta que as juntas verticais sejam interrompidas em cada fiada, é necessário que de facto cada fiada de pedra consolide e trave perfeitamente a anterior.

Através de um conjunto de imagens exemplificamos o que acabamos de expor; ver figs. 136 a 141.

Esta alvenaria pode aplicar-se desde fundações a muros de suporte, espera ou de encosto e em paredes exteriores e interiores, não sendo no entanto de aplicar em edifícios nas zonas sísmicas.

## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS



### 7.1.3 - Alvenaria ordinária

Toma o nome de alvenaria ordinária a construção corrente, comum, de pedra irregular, sem faces aparelhadas. Pode ser executada com argamassa de cal comum, cal hidráulica, de cimento, ou bastarda, pelo que na sua designação se deve referir o tipo de aglomerante previsto.

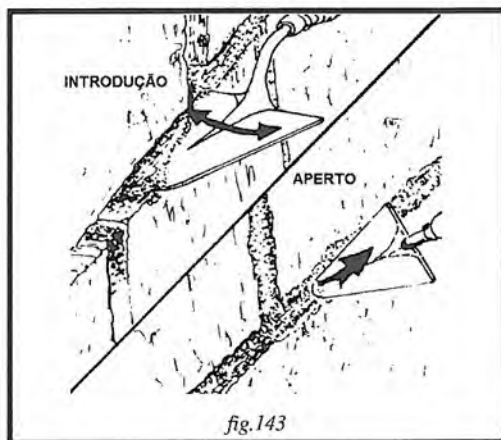
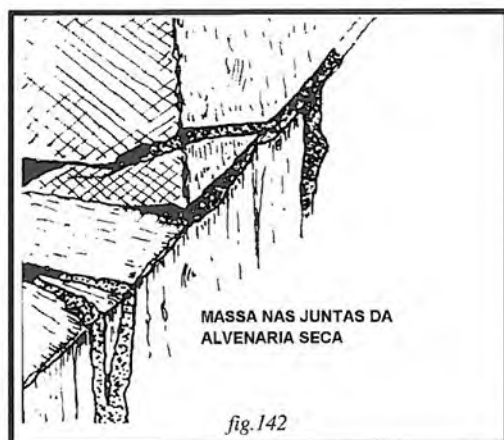
É executada normalmente para ser revestida com reboco ou qualquer outro tipo de revestimento, o que não impede alguns autores de projectos de a considerarem (quando bem executada) com condições para ficar à vista.

Considera-se que uma alvenaria é bem executada quando, mesmo argamassada, respeita as regras de arrumação e travamento referidas para a alvenaria seca; a argamassa comporta-se apenas como elemento normalizador de transmissão vertical de cargas, e garante da solidez do conjunto.

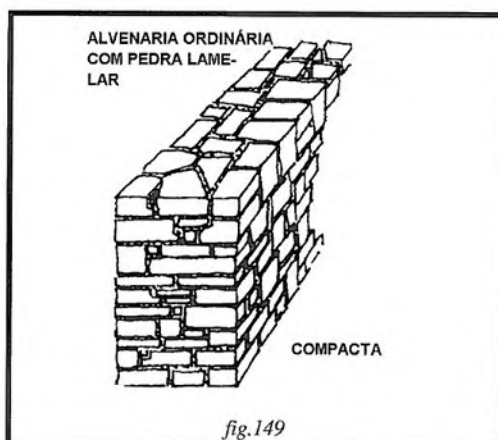
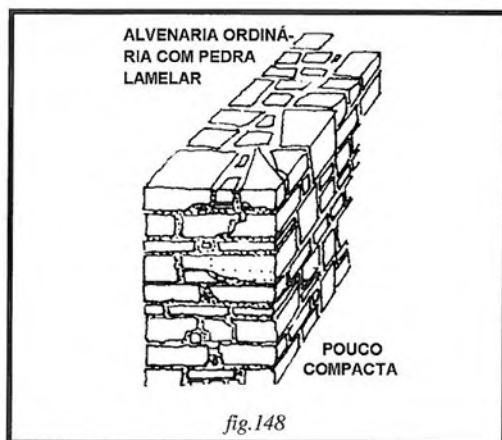
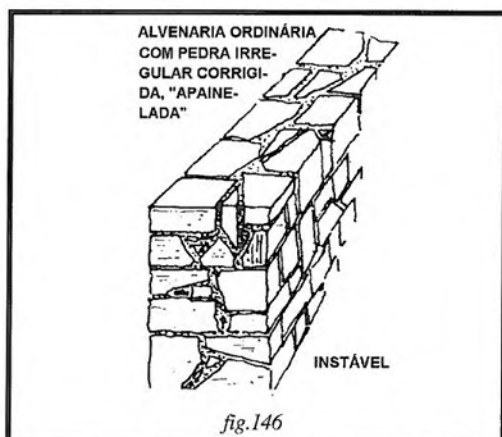
No conjunto de exemplos que apresentamos nas figs 144 a 149 mostram-se dois modelos de actuação face a dois tipos de pedra (de faces paralelas e irregulares) procurando destacar a boa e a má utilização de ambas, sobretudo da rocha de estratos paralelos com leitos (fiadas) contínuos e descontínuos.

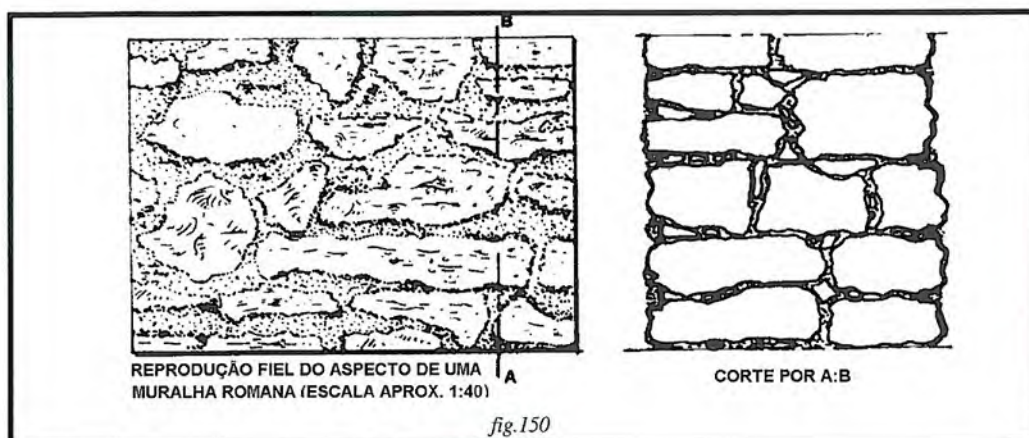
No exemplo da fig. 150 a que se convencionou chamar alvenaria romana, verifica-se que os escassilhos ficam recolhidos em relação a face da parede para serem cobertos com massa, o que dá a ideia de que os romanos utilizavam grandes quantidades de massa nas suas alvenarias. Nos exemplos de alvenarias defeituosas que apresentamos, a argamassa aparece como “cola” ou ligante, provocando, face as grandes diferenças de resistência entre argamassa e pedras, que as cargas acabem por ser transmitidas pontualmente através das saliências das pedras, o que provoca deslocções e fendas que se manifestam nos mais variados pontos e direcções.

Acontece ainda que algumas pedras ali representadas foram colocadas com o leito de sedimentação ao alto, o que para além de resultar considerável quebra de resistência, pode ainda dar origem à desagregação de películas nas faces dessas pedras, que enfraquecerão a parede nesse ponto e poderão mesmo desagregar a zona correspondente do reboco.



# INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS



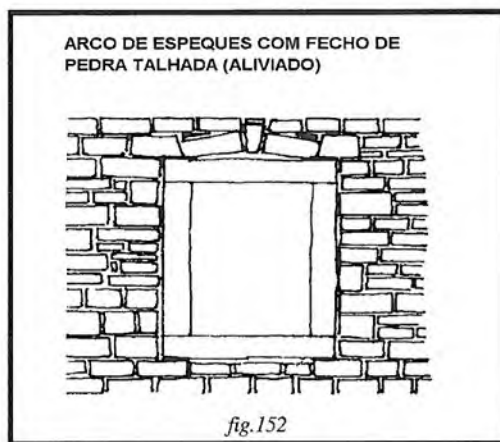


#### 7.1.4 - Aberturas

Quando é necessário interromper a parede de alvenaria para dar lugar a vãos de porta ou janela, quer seja ou não guarnecida com cantaria deve cuidar-se ainda mais do travamento e da rigidez do conjunto, porquanto para além da necessidade de respeitar formas adequadas, há que prever a concentração de cargas transmitidas pelos lintéis ou arcos de ressalva desses vãos. Há também que ter em conta que as cantarias de guarnecimento não só participam na resistência da parede, com ainda tem de ser “aliviadas” e protegidas contra qualquer hipótese de transmissão de cargas, ao mesmo tempo que terão de ser rigidamente fixadas. O contorno vertical dos vãos (ombreiras) é portanto uma zona a ser executada com especial cuidado.

A verga, se não for formada por um lintel de betão, aliviado também da verga de cantaria, deverá ser protegida por um arco de alvenaria conforme se exemplifica nas figs. 151 e 152, onde também se pode verificar como fazer o assentamento das pedras na ombreira.

O exemplo da figura 153 mostra-nos como os nossos antepassados resolviam o problema nas paredes de alvenaria; nela pode ver-se também o modo fácil de executar os arcos de





ressalva nas condições aconselhadas.

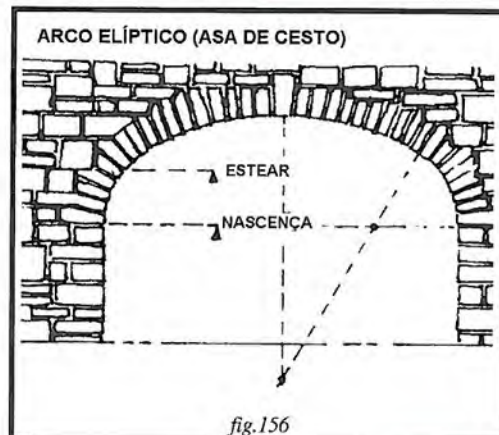
Quando sobre os vãos devem existir arcos para ficarem à vista ou não, como se exemplifica nas figs. 157 E e F, os cuidados terão de ser ainda maiores e a ordem de execução dos trabalhos terá de obedecer a fases que garantem o bom comportamento dos elementos intervenientes e a conveniente rigidez.

Tal como se exemplifica nas figs. 157 A e B os arcos começam ainda antes de se iniciar a volta, com a preparação da alvenaria para os receber. É nessa altura que se colocam os moldes (cimbres) de madeira tão robustos quanto necessários para suportar o peso da argola resistente antes de receber a pedra de fecho.

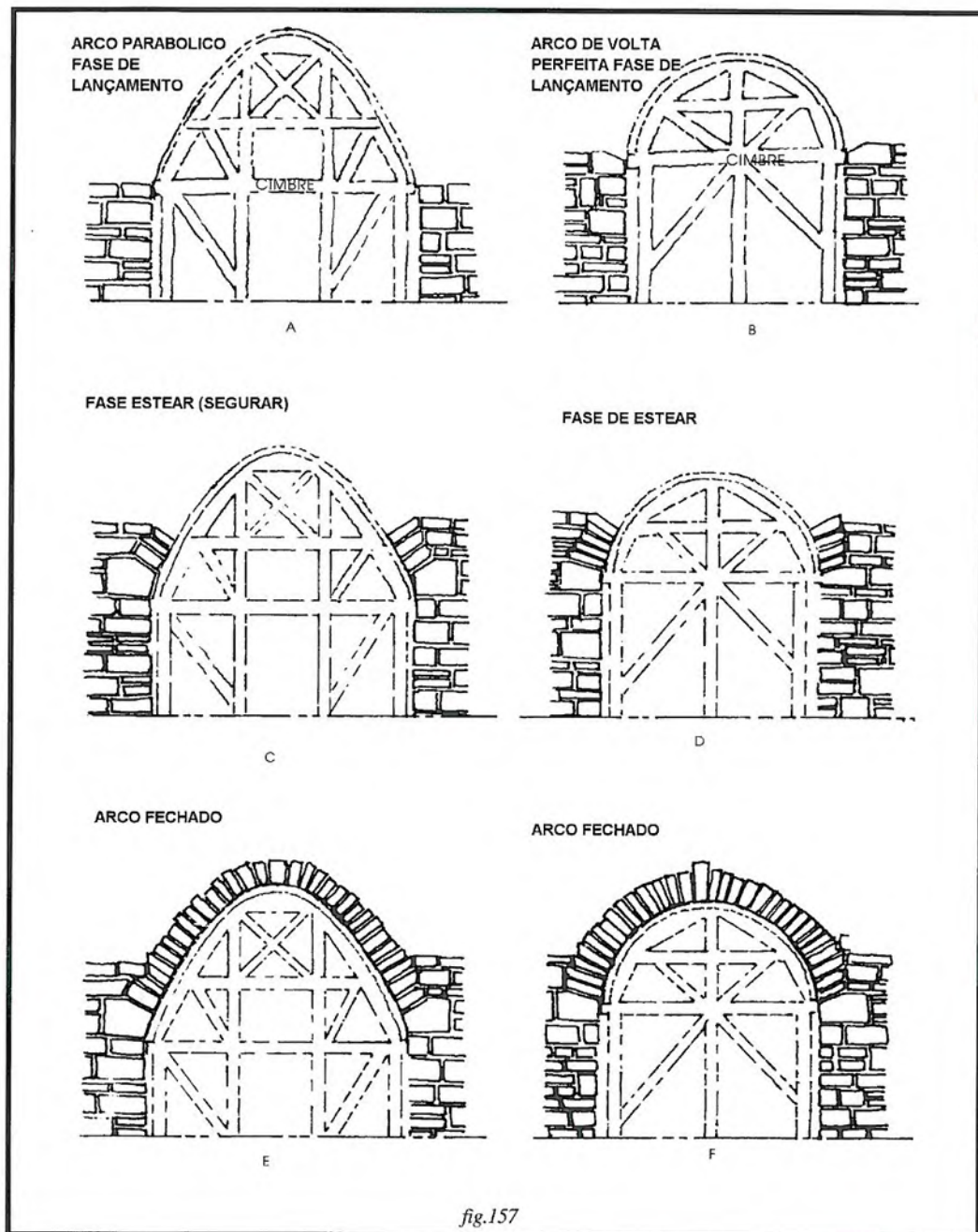
Simultaneamente, de ambos os lados, guarnece-se o cimbre com as aduelas do arco até 1/3 da altura total, acompanhando-se com as fiadas de alvenaria bastantes para garantirem a estabilidade das aduelas assentes.

Depois disto, e ainda simultaneamente, assentam-se as restantes aduelas rematando com a pedra de fecho. De novo se vão acrescentando fiadas de alvenaria até se atingir a altura desejada, encastrando e acompanhando bem esta alvenaria contra a aduela do arco.

A argamassa entre as pedras da aduela deve ser a mínima necessária a um aperto equilibrado, evitando-se no entanto, o contacto directo entre as pedras.



A fig. 157 procura exemplificar as fases referidas.



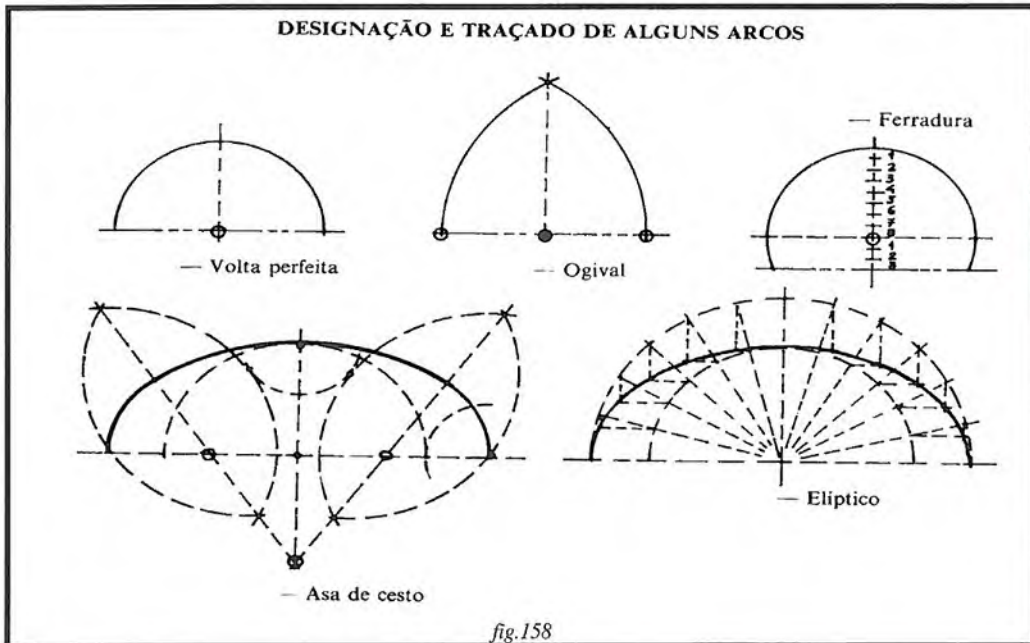
### 7.1.5. Cunhais, ângulos e encontros

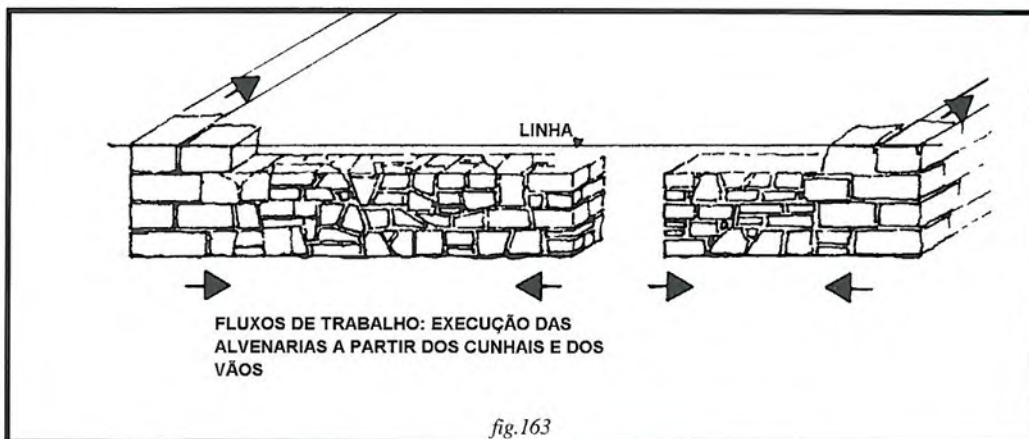
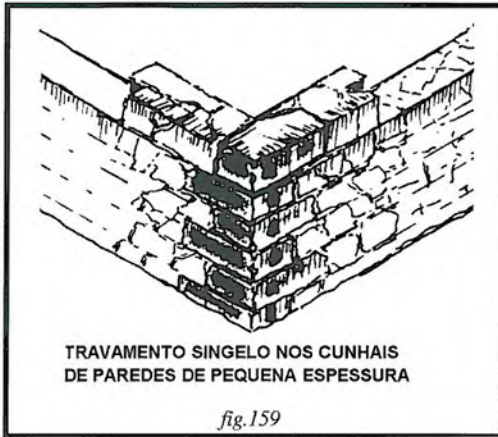
Os cunhais, ou seja, os ângulos, normalmente de  $90^\circ$ , que as fachadas formam entre si, bem como qualquer intersecção de duas paredes, são zonas onde os problemas de travamento das alvenarias adquirem especial significado, e onde os cuidados devem ser ainda maiores. Se alvenaria for descuidada nos cunhais e na intersecção das paredes, é muito provável que estas venham a desligar-se mesmo sem haver razões particulares que o justifiquem; isso pode suceder mesmo que as fundações tenham sido bem executadas, segundo todas as regras; basta por vezes que a região onde o edifício se situa esteja sujeita a choques térmicos climáticos, como acontece em muitas regiões do país.

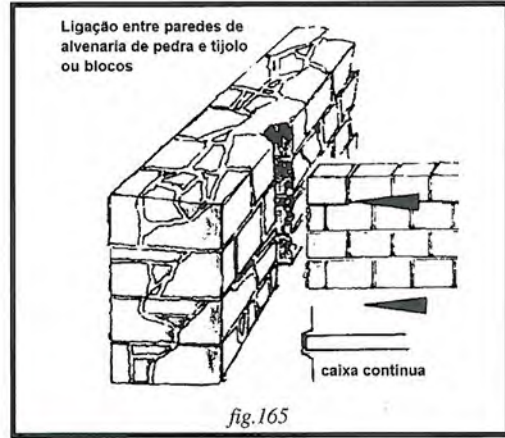
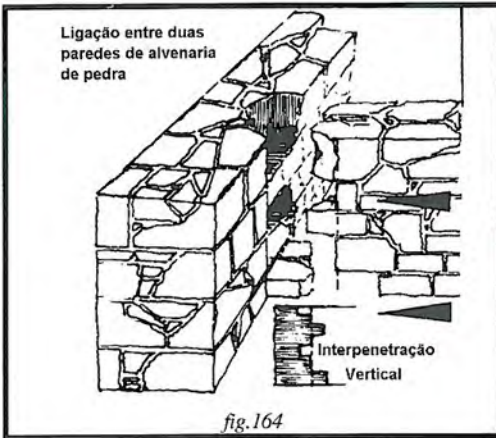
Note-se a grande quantidade de edifícios existentes com tirantes metálicos de reforço atravessando-os próximos dos cunhais; repare-se que outros edifícios próximos desses, por vezes bem mais antigos, os dispensaram, e melhor se compreenderá a importância que deve ser dedicada à alvenaria dos cunhais.

As figs. 159 a 165 exemplificam como esse travamento se deve fazer em paredes de pequena e grande espessura e como devem ser lançadas as fiadas de alvenaria, partindo dos cunhais para as zonas de menor responsabilidade, onde as soluções de recurso são mais fáceis.

Tudo o que temos recomendado se aplica a qualquer tipo de argamassa, reservando-se o fim deste capítulo para fazer recomendações acerca da qualidade das argamassas a utilizar. Antes de se passar ao parágrafo imediato queremos dizer que os cuidados recomendados para as alvenarias deste tipo se aplicam às fundações, paredes de encosto, aos muros de suporte e de espera, podendo, neste caso, discuidar-se o rigor da regularidade dos paramentos não aparentes.



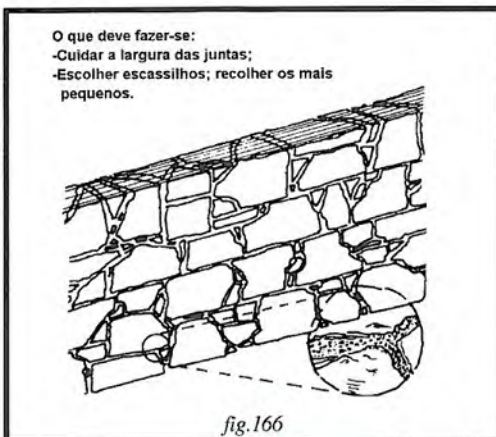




### 7.1.6 - Alvenaria aparente

Quando se pretende que a alvenaria fique à vista, sem revestimento, ha várias soluções quanto ao aspecto possível, a saber:

7.1.6.1 - Se se pretende uma alvenaria ordinária à vista, e quando se deseja evitar que dela resulte uma tosca imitação de alvenaria aparelhada, para além do que antes foi recomendado, será conveniente cuidar-se da escolha dos escassilhos a aplicar e que irão ficar aparentes. Deverá evitar-se a aplicação de lamelas muito finas, com arestas muito vivas e agressivas. Quando não for possível evita-lo, deverão aplicar-se recuados das faces dos paramentos para que a massa das juntas os encubra, como na já referida alvenaria romana. As figs. 166 e 167 mostram dois exemplos: o que deve e não deve fazer-se.



### 7.1.7 - Alvenarias aparelhadas

Na execução de alvenaria aparelhada, deverá ter-se em atenção a qualidade e características da pedra a aplicar e proceder conforme a seguir referimos.

7.1.7.1 - Se a pedra é de formação lamelar deverá a alvenaria ser executada por fiadas horizontais, contínuas ou não, mas procurando repetir na parede a situação e formação dos bancos de onde a pedra foi extraída. Para o efeito, deverão apenas corrigir-se as irregularidades das faces paralelas e aparelhar-se o canto escolhido para ficar a vista. Os topos serão apenas regularizados para facilitar o encontro das pedras adjacentes sem necessidade de recorrer a enchimentos.

As figs. 168A e B oferecem nos diversos aspectos possíveis e as figs. 168B e C exemplos de pedra para os obter.

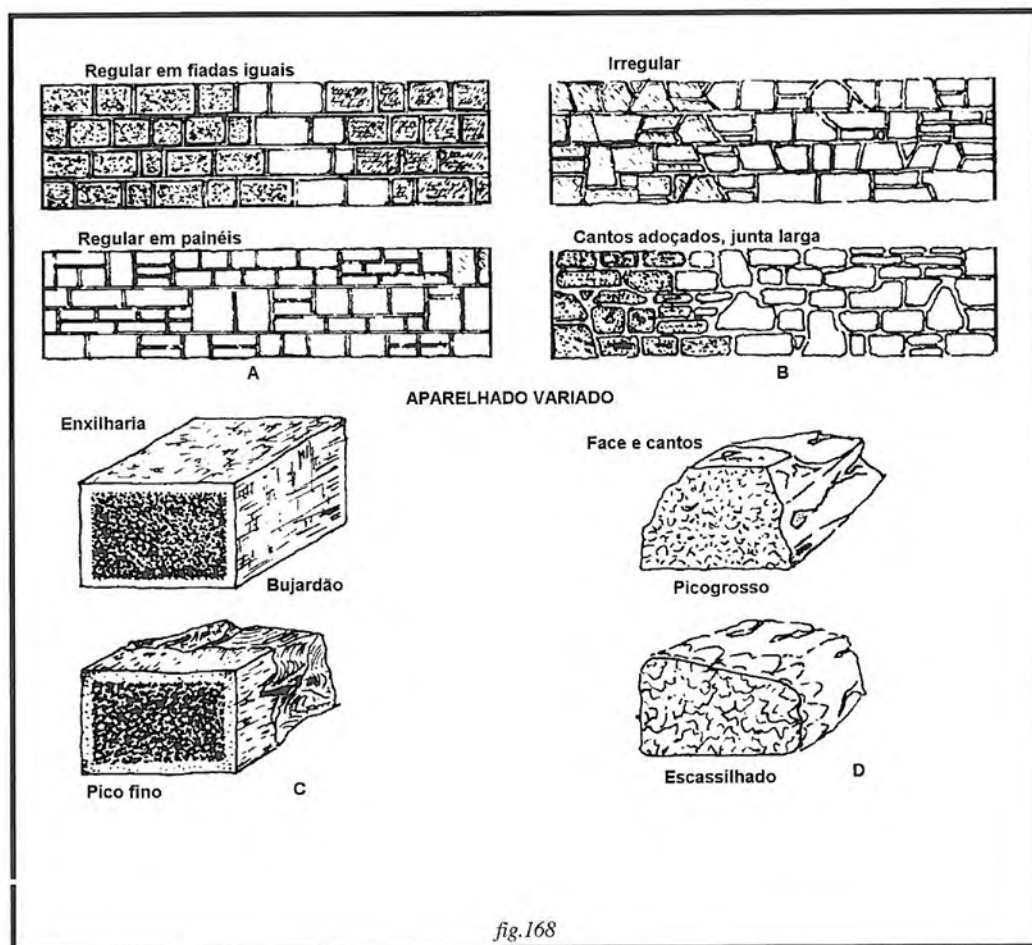


fig.168

7.1.7.2 - Se a rocha é de formação compacta e a pedra é extraída sobre a forma de blocos irregulares a alvenaria deverá utilizar o mais possível das formas originais das pedras, evitando grandes desperdícios de materias e mão de obra.

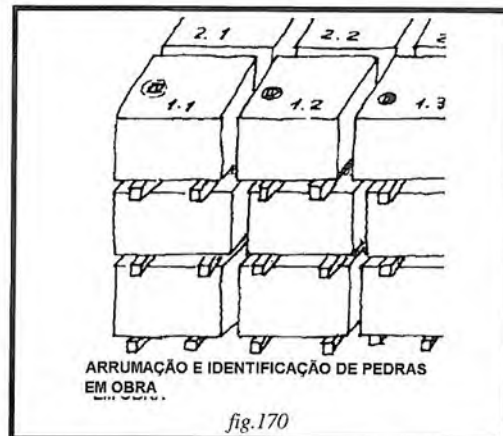
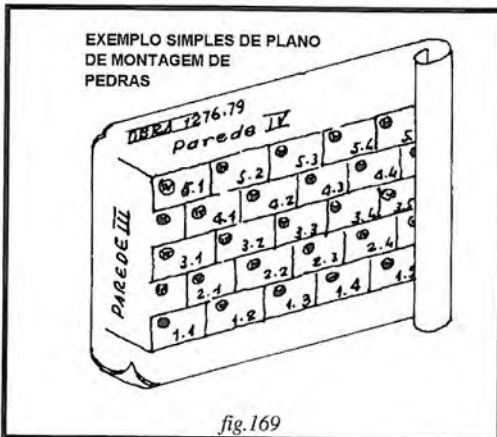
A fig. 168A procura apresentar exemplos de paredes produzidas com este processo; para o efeito, escolhem-se nos blocos as superfícies mais regulares para o leito e para a face que ficará aparente, regularizando-se a primeira, esquadriando a segunda e aparelhando-a. Em seguida deverá procurar-se dar à face aparelhada um contorno o mais regular possível, embora sem formar paralelogramos bastando uma forma poligonal.

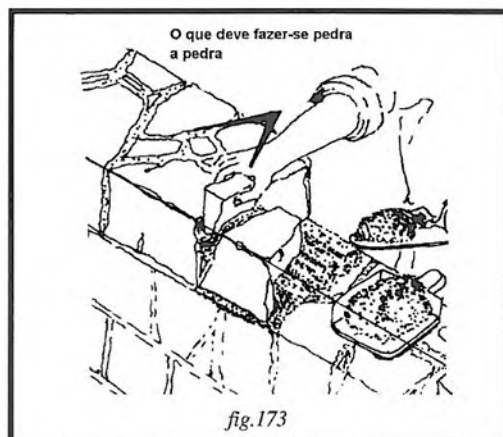
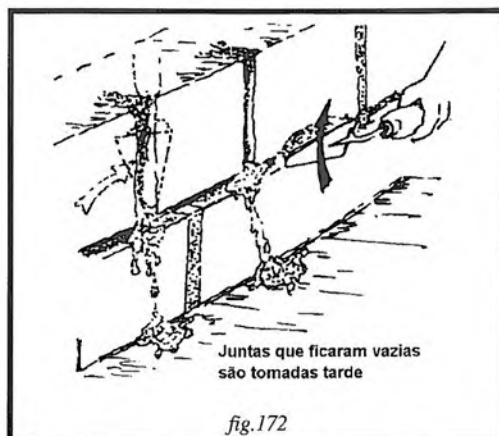
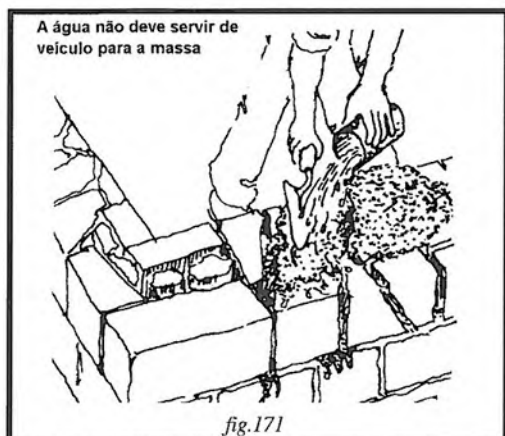
As pedras dos cunhais e ombreiras terão o leito regularizado e duas faces aparelhadas e portanto dois polígonos formados. As figs. 171 a 173 exemplificam estas operações.

Nas alvenarias não revestidas por reboco tem de se prestar especial atenção ao problema das juntas entre pedras. A argamassa de assentamento e enchimento tem de ser bem apertada, e deve corrigir-se o velho hábito de a fazer penetrar nos pontos difíceis com ajuda de água. A pedra deve ser bem limpa antes de ser levada para a parede e generosamente molhada. A argamassa não deverá ser demasiado fluida.

O excesso de água na argamassa conduz sempre ao mau comportamento desta em obra. A água ao evaporar-se ou ao ser absorvida pelas pedras deixa em seu lugar vazios que servem mais tarde de caminho mais ou menos fácil para as infiltrações. Há ainda outro ponto fraco e de fácil acesso às águas: a zona exterior das juntas. A massa, ainda quando bem apertada nas juntas interiores da parede, porque aí é fácil conseguir-se, tem sempre uma zona onde por poder “escapar-se”, o aperto não se produz. É necessário portanto, ainda com a massa de assentamento fresca (e não mais tarde), fazer-se o reaperto nessa zona.

Ao fazê-lo deverá ter-se a preocupação de não aplicar massas em excesso ou em defeito. As figs. 171 a 173 mostram-nos duas soluções habituais defeituosas, e uma perfeita.





### 7.1.8 - Enxilharia

A enxilharia é uma alvenaria de blocos regulares tendo todas as pedras a forma de paralelepípedos; elas deverão ter formas regulares, com as faces todas esquadriadas e paralelas duas a duas. Os aspectos possíveis deste tipo de alvenaria aparecem exemplificados na fig. 168A.

A preparação e aparelho das faces vistas desta pedra exige a intervenção de canteiros em obra, ou o fornecimento de pedras já trabalhadas na pedreira e acompanhadas de um esquema de montagem com numeração por fiada e posição, conforme se exemplifica nas figs. 169 e 170.

Dado que neste tipo de alvenaria a espessura das juntas deverá ser reduzida ao mínimo, a argamassa deverá ser feita com areia calibrada por joeira.



### 7.1.9 - Alvenaria de pedra em abóbadas

Tal como nos arcos, a alvenaria em abobadas, reclama a aplicação de cimbres ou cambotas, que são os moldes sobre quais as pedras vão assentar até a introdução dos fechos. Como é natural, estes cimbres têm de ser dimensionados para suportarem as grandes cargas a que vão ser sujeitos e que podem ultrapassar uma tonelada por m<sup>2</sup>. Mas não basta a existência de moldes robustos; é necessário respeitarem-se certas regras de construção para que a abóbada possa existir como tal.

A primeira das regras que queremos apresentar é a do respeito pela abóbada. Ninguém deve tentar construir uma abóbada sem que esta tenha sido concebida e dimensionada por um técnico com competência para o efeito, e que deverá também conceber e calcular os cimbres.

Depois disto, de posse destes dados, cabe ao pedreiro saber executar. Esta, como o arco, pode apresentar-se com variadas formas, e cada forma com as suas exigências particulares.

Não vamos aqui apresentar os casos complexos que exigem técnicas muito especiais; vamos referir só os casos correntes das abóbadas de berço e de barrete de clérigo, em arcos de volta perfeita, ogivais e abatidas que representamos nas figs. 174 e 175.

Para a abóbada ogival apresentamos duas soluções possíveis: o cachorramento e as aduelas resistentes, conforme se indica nas respectivas figs. 157B e 155.

A abóbada abatida que se representa na fig. 156 corresponde ao arco em asa de cesto, elíptico por ser o mais usual e de fácil traçado.

Como soluções construtivas apresentamos as duas que consideramos mais significativas: com aduelas talhadas em cunha, e com aduelas de pedra galgada, com um topo feito.

O que a seguir vamos referir diz respeito as duas soluções, destacando apenas no fim as particularidades.

1ª fase:

Fixação da cambota, havendo o cuidado de a apoiar sobre palmetas de modo a poder aliviarse para ser deslocada para nova utilização, uma vez que, por ser uma peça de custo elevado, deverá prever-se a sua utilização por várias vezes.

Para melhor garantia na rigidez da posição da cambota, deve também fazer-se o seu aperto lateral, igualmente por palmetas no topo da travesa principal, conforme se assinala na fig. 177.

2ª fase:

Garantida a rigidez da cambota assentam-se de um lado e outro as primeiras fiadas da aduela e até aos pontos assinalados na fig. 178, com argamassa rica, amassada com pouca água, havendo o cuidado de apertar vigorosamente com maço de madeira cada uma das pedras que se assenta. Atingindo este ponto, faz-se o enchimento com alvenaria de traço fraco mas bem apertado até a mesma altura assinalada.

3ª fase:

Concluído este enchimento, continúa-se o assentamento das aduelas, havendo o maior cuidado em evitar juntas transversais contínuas e apertando bem pedra a pedra como já foi referido, até se atingir o centro do arco, reservando espaço para a introdução do fecho. O fecho é talhado

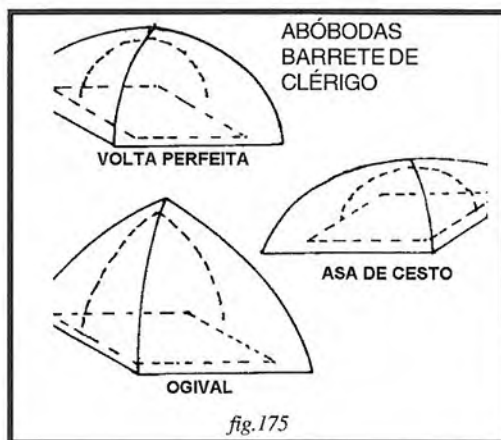
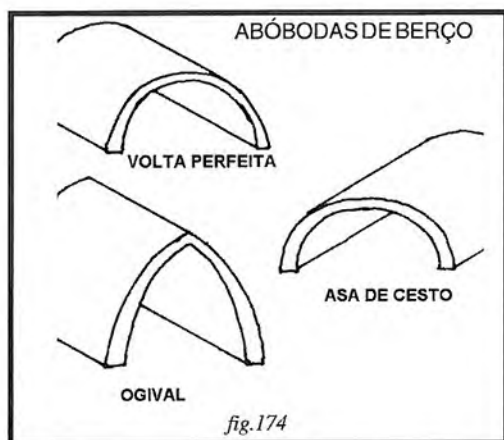
ou escolhido para ser introduzido com o mínimo de massa, bem apertado, devendo ficar um pouco saliente das restantes pedras da aduela (fig. 179).

4ª fase:

Fechada a aduela, procede-se ao enchimento dos encontros com camadas de pedra em seco, bem aplicada a mão, acompanhando-se sempre com argamassa pobre na zona de contacto com pedras da aduela e alternando com camadas da mesma argamassa para garantir a rigidez do conjunto. Este enchimento remata superiormente com uma camada de pedra e argamassa, cobrindo a aduela da abóbada (fig.179).

Nos casos especiais das abóbadas formadas por aduelas talhadas em cunha, deverá trabalhar-se com traço rico, de areia fina calibrada a joeira, para reduzir ao mínimo a espessura das juntas.

Nas abóbadas formadas por cachorrimento, o enchimento com alvenaria vai sempre acompanhar o assentamento dos cachorros (fig. 157E).



## 7.2 - Betão simples e armado

Iniciamos este capítulo com alvenaria moldada entre taipais, a taipa; antes de passarmos à alvenaria de pedras artificiais, queremos voltar a alvenaria de enchimento, a que se executa preenchendo moldes que lhe dão a forma: o betão.

Como já tivemos ocasião de afirmar, há muitos séculos que o homem emprega nas suas construções diversos tipos de betões, quer em fundações, em infraestruturas de estradas, em enchimento de rins de abóbadas e na formação de muralhas de grandes espessuras. Somente que o aglomerado que então se empregava (a cal a mato), caracterizado por uma presa muito lenta, não permitia a sua utilização em paredes de edifícios correntes ou obra de certa importância.

A resistência à compressão que se conseguia atingir ao fim de alguns anos de betonagem,

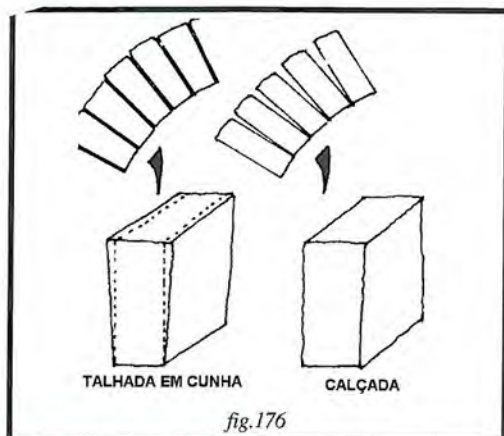


fig.176

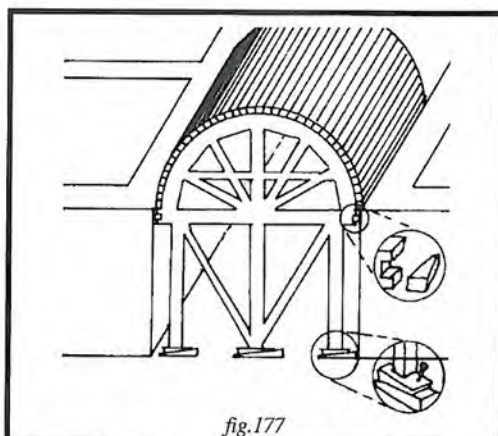


fig.177

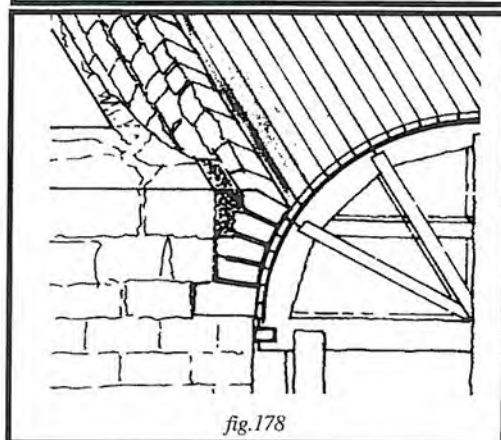


fig.178

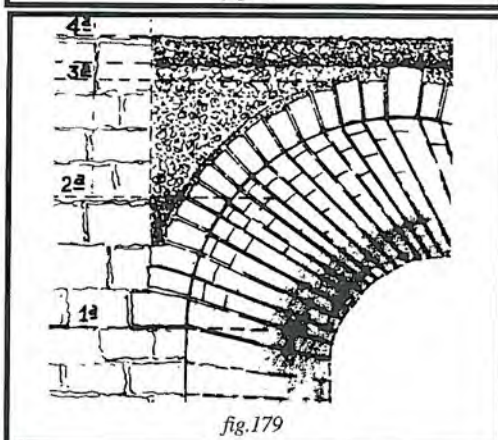


fig.179

em casos muito especiais, raramente atingia os 50 kg/cm<sup>2</sup> e os ensaios de aderência realizados igualmente muitos anos depois da aplicação, raramente atingiam os 2 kg/cm<sup>2</sup>. Somente com a descoberta em meados de século passado do cimento em Portland, de endurecimento muito rápido, foram abertos novos horizontes para este modo de construir elementos resistentes. Todavia só no fim do século passado, depois de persistentes estudos levados a efeito por engenheiros franceses, surgiram as primeiras regras que vieram a permitir a autilização de betão em obras de responsabilidade.

A partir do princípio deste século o betão de cimento foi substituindo progressivamente as alvenarias de pedra e o betão de cal nos enchimentos. Mas foi necessária a 1.<sup>a</sup> Guerra Mundial, com as destruições maciças consequentes, para se dar o grande impulso ao betão. A necessidade de abrigar rapidamente as populações desalojadas e de aplicar a mão-de-obra não especializada, que resultou da desmobilização dos exércitos, encontraram no betão uma resposta adequada.

A intervenção do pedreiro especializado nas execução de alvenarias ficava bastante reduzida, mas obrigava-o a acrescentar aos conhecimentos anteriores os que o novo método de construir lhe exigia.

Vamos em seguida referir as questões que interessam a quem executa o betão, isto é,

relação entre o cimento, areia e as britas; entre estes e a água; e finalmente, entre este conjunto e o aço no betão armado. Embora não caiba ao pedreiro realizar as cofragens, falaremos destas o necessário a uma compreensão bastante para uma realização consciente das tarefas que lhe cabem.

### 7.2.1 - Factores que intervêm na qualidade do betão

#### *a) A qualidade e estado do cimento:*

Quanto a qualidade, cabe ao laboratório de apoio à obra verificá-la quando surjam dúvidas, mas, para além destas, deverá acautelar-se o seu armazenamento em condições de não estar em contacto com o pavimento húmido ou sujeito à acção de chuvas, água de condensação ou vapores de água.

#### *b) Qualidade e quantidade de água:*

Já referimos que a água deve ser pura e isenta de sais que prejudiquem a presa e o comportamento ulterior do betão; resta referir que a quantidade de água tem uma importância considerável na resistência final do betão e na sua porosidade. A água a aplicar não deverá ir além da necessária para molhar o cimento, a areia e a brita. Não pode estabelecer-se taxativamente uma determinada quantidade de água e aplica-la indistintamente com a areia e a brita secas, húmidas ou molhadas, e indiferente à granulometria. Deve procurar-se uma plasticidade constante à saída da betoneira, correspondente à da massa dos rebocos.

Deve poder formar-se com a colher uma pirâmide de base igual à altura e, quando a natureza dos trabalhos exija maior fluidez das massas, deve compensar-se com a adição do cimento o excesso de água acrescentado, isto é, se para a plasticidade normal se aplicam 20 l de água por saco de cimento, e para a plasticidade necessária houver que acrescentar mais 5 l de água por saco, deverão acrescentar-se mais 1/4 de saco de cimento nesta mistura, a fim de manter a mesma relação A/C de água para o cimento. Esta relação só pode ser encontrada a partir do estado ideal de molhagem da plasticidade corrente e já deixa de estar dependente do grau de humidade dos inertes.

#### *c) Composição granulométrica dos inertes (areias e britas)*

As composições granulométricas, isto é, a relação entre quantidades e dimensões são um dos elementos fundamentais da resistência do betão. Este será tanto mais resistente quanto menor for o valor dos vazios entre pedras, sem preenchimento com um mínimo de areia. Na obtenção destes resultados contam a forma e a combinação das dimensões deste grãos. A dimensão está intimamente relacionada com a necessidade de água para molhagem e esta, para uma quantidade de cimento invariável, determina a resistência final. O assunto é demasiado complexo para caber no âmbito deste trabalho, mas não podemos deixar de chamar atenção para a necessidade de não fazer misturas de inertes sem um estudo prévio elaborado por um técnico competente.



*d) Qualidade dos inertes*

Não basta que a composição granulométrica dos inertes seja correcta; é indispensável que estes sejam de boa qualidade; e que a pedra ofereça as mesmas condições das exigidas para a alvenaria de pedra, e que a britagem seja feita em boas condições. Deve evitar-se a pedra que se apresenta em lamelas finas (lascas) porque é difícil obter-se uma boa arrumação, mesmo com a vibração cuidada. A pedra e a areia devem apresentar-se limpas e isentas de argila ou substâncias orgânicas.

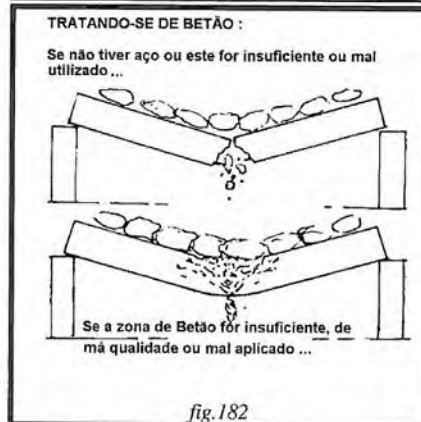
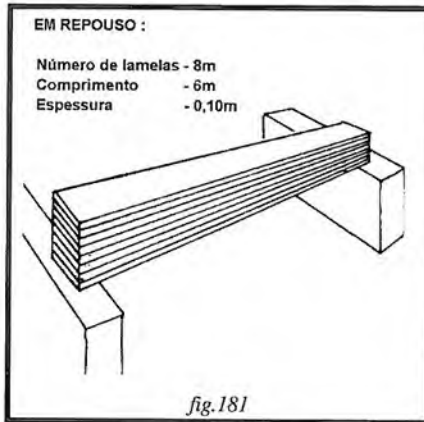
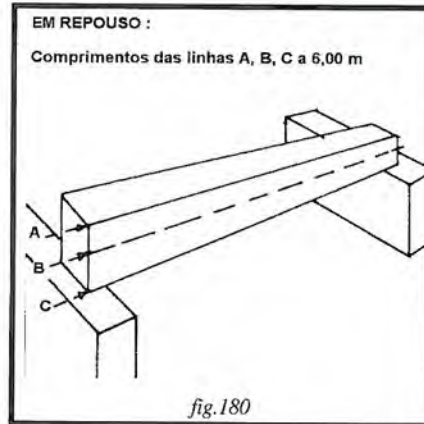
*e) Amassadura e transporte*

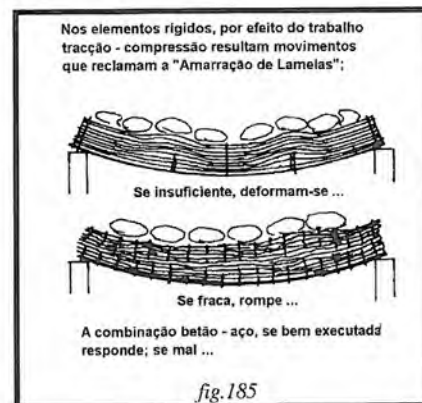
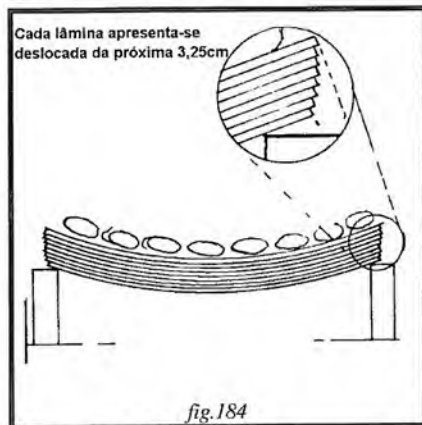
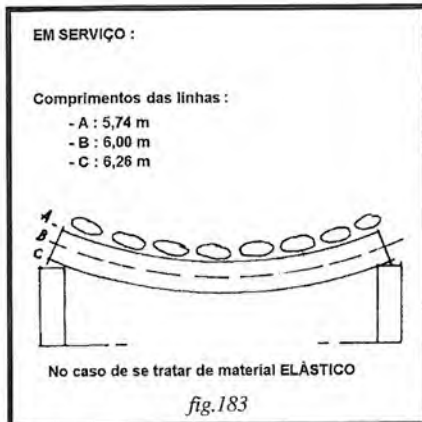
Mesmo com o cumprimento de todas as condições anteriores, ou seja com um adequado doseamento de inertes, água e cimento, e com a melhor qualidade deste, se a amassadura e o transporte não forem cuidados, todos os esforços e rigor na escolha, acabam por resultar inúteis. A mistura manual ou mecânica tem de ser perfeita, a massa tem de resultar rigorosamente homogénea. Mas se o transporte se processar a grande distância em veículos que transmitam à caixa as vibrações do motor, a homogeneidade conseguida na mistura será destruída e a pedra ficará quase separada da argamassa. Quando isto não consegue evitar-se, há que refazer a mistura antes da sua aplicação.

*f) Aplicação em obra*

A aplicação deve fazer-se de modo a garantir ainda a homogeneidade das massas, quer no apiloamento quer na vibração. Não é raro verificar-se nas obras que a vibração é levada até à segregação das massas; até depositar a pedra no fundo do molde fazendo vir à superfície a argamassa que antes estava bem distribuída. Isto está errado; a vibração deve produzir uma boa arrumação das pedras e da argamassa de modo a atingir-se a maior compacidade possível. Pela mesma razão, pelo efeito da absorção rápida da água, deve evitar-se a aplicação do betão em moldes secos e porosos, como em moldes rotos; sobretudo quando se trate de betonagem de elementos delicados.

Na aplicação, a escolha da dimensão das britas tem uma importância considerável, porquanto é necessário garantir a livre passagem destas por entre as armaduras e o seu perfeito envolvimento.





g) O endurecimento

Para que o endurecimento se processe em boas condições, é necessário evitar-se a rápida evaporação da água nas superfícies livres. A evaporação rápida da água de amassadura prejudica significativamente a qualidade e resistência final do betão. Quando não pode evitar-se, com a aplicação de películas adequadas, devem fazer-se regas frequentes, especialmente nas zonas mais sujeitas à acção do calor.

h) As armaduras.

Anteriormente tínhamos apenas referido o betão simples, o componente aço das armaduras não tinham sido considerado. Vamos agora procurar relacionar os dois componentes do betão armado e o modo como se combinam para responderem às solicitações a que terão que responder.

O betão, como pedra artificial, apenas pode ser considerado como elemento capaz de resistir a esforços de compressão, ao esmagamento. Como tal, é normal exigir que suporte em boas condições cargas da ordem dos 70 a 120 kg/cm<sup>2</sup>, enquanto a esforços de tracção não pode ser considerado para além de 3 a 6 kg/cm<sup>2</sup>, e só em casos especiais.

Ora, a maior parte dos elementos estruturais estão sempre mais ou menos sujeito a esforços dos dois tipos.

Vejamos o exemplo simples de uma viga rectangular simplesmente apoiada e com carga uniformemente distribuída, construída por lamelas sobrepostas (figs. 181 e 184).

Na fig. 288 na situação de repouso (sem peso próprio e sem cargas) todas as lamelas são horizontais; na fig. 184, correspondente à viga carregada, todas as lamelas estão curvadas e escorregaram longitudinalmente umas sobre as outras.

Nas figs. 180 e 183, a viga é constituída por uma só peça, e ao curvar verifica-se que abaixo da linha tracejada, as fibras esticaram (aumentam de comprimento) enquanto acima da mesma linha, encolheram, foram comprimidas.

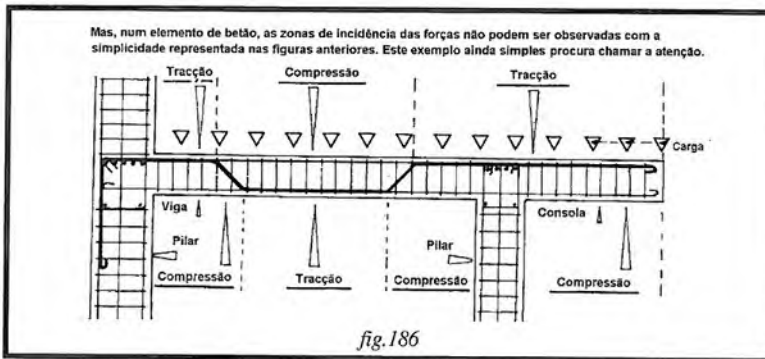
Voltando à primeira viga, à lamelar, mas ligando agora entre si as lamelas para evitar que escorreguem (objectivo dos estribos), verificamos que a viga terá de ceder rompendo abaixo da linha tracejada, porque o material não resiste ao esforço de tracção (fig. 185). Se sob esta viga amarrarmos uma lâmina de aço

com suficiente resistência, verificamos duas hipóteses possíveis: esmaga a zona acima da linha tracejada ou rompe a amarração e rompe longitudinalmente (fig. 185).

Conhecendo-se estes princípios básicos, combinam-se as características de dois materiais (betão e aço) e coloca-se o aço longitudinalmente onde os esforços de tracção se exercem confiando ao betão, dentro dos limites admissíveis, a responsabilidade de suportar os esforços de compressão, e estabelece-se a ligação entre as duas zonas por intermédio de amarração transversal (estribos).

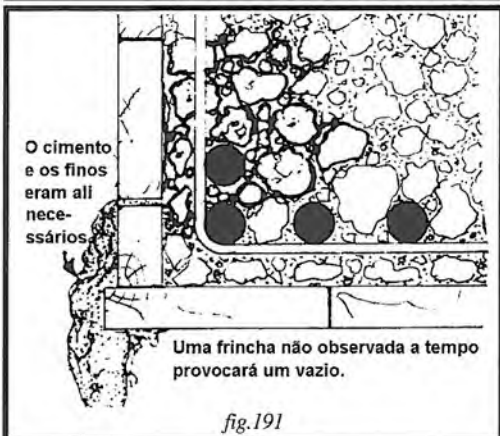
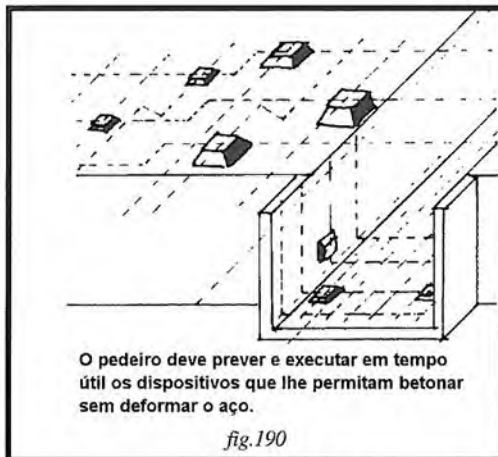
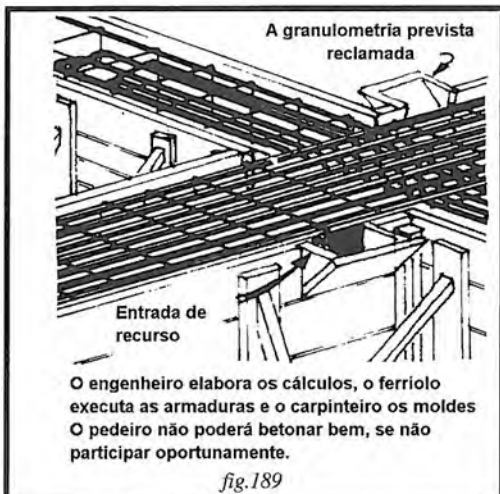
Quando a zona de compressão não tem área bastante para resistir aos esforços de compressão, aumenta-se a dimensão desta zona ou reforça-se com aço que à compressão, oferece uma resistência de 12 a 20 vezes superior à do betão (fig. 182). Apresentada esta rápida explicação, queremos chamar a atenção para o aço nos elementos de betão ; tecnicamente podem determinar-se os locais onde os esforços vão incidir e quais os seus valores.

Tem tanta importância o rigor na elaboração de uma armadura e o respeito pela secção indicada, como o seu posicionamento no elemento. Um varão ou varões fora do lugar previsto são absolutamente inúteis ou até prejudiciais. Vejam-se alguns exemplos nas figs. 186 a 188.



*i) Os moldes*

Não cabe ao pedreiro executar os moldes para o betão, mas cabe-lhe utilizá-los; não lhe compete garantir a rigidez dos escoramentos, mas compete-lhe verificá-los e controlar o seu comportamento. Mesmo depois de cuidadosamente executados, acontece que durante o período da montagem das armaduras, as madeiras se contraem, formando frinças entre as tábuas; compete ao pedreiro evitá-lo ou corrigi-lo, fazendo o necessário, com a devida antecedência, para as refechar, matendo-as assim até à betonagem e colmatando com massa de gesso as que não conseguiu fechar. Compete-lhe ainda, durante a betonagem, verificar se há pontos de fuga para massas e colmatá-las imediatamente, utilizando para o efeito, os meios possíveis e necessários. Quando para facilitar a desmoldagem, se utilizar um óleo apropriado, este deve ser aplicado antes da montagem das armaduras e em termos e quantidades que não possam vir a engordurar os varões, prejudicando a boa aderência ao betão (figs. 189 a 192).





### 7.3 - Alvenarias de adobes e tijolo

Ao reunirmos os adobes aos tijolos queremos estabelecer uma ligação que existe de facto. As alvenarias de tijolo com as suas regras e condicionantes, beneficiaram da experiência multissecular adquirida com os adobes.

Variaram as qualidades e as dimensões, mas as regras mantiveram-se. O travamento, as combinações, a relação tijolos-massa e as condicionantes nasceram com os adobes mas mantiveram-se inalteráveis na alvenaria de tijolo.

A relação tijolos-argamassa; a função da massa é a mesma das alvenarias de pedra. A quantidade de argamassa deverá ser mínima, condicionada apenas pelas irregularidades dos tijolos e pela granulometria das areias. A função da massa continua a ser acima de tudo, a de anular o efeito das irregularidades na forma e dimensões dos tijolos, garantindo uma transmissão de cargas verticais equilibrada. Garante ainda a posição fixa dos tijolos entre si e a rigidez do conjunto pela aderência perfeita que se reclama e consegue entre as argamassas e os tijolos.

A aderência será grandemente reforçada se houver o cuidado de se humedecer bem o tijolo com regas abundantes e frequentes nas épocas quentes e secas, para compensar a evaporação excessiva durante o processo de endurecimento.

#### 7.3.1 - O travamento

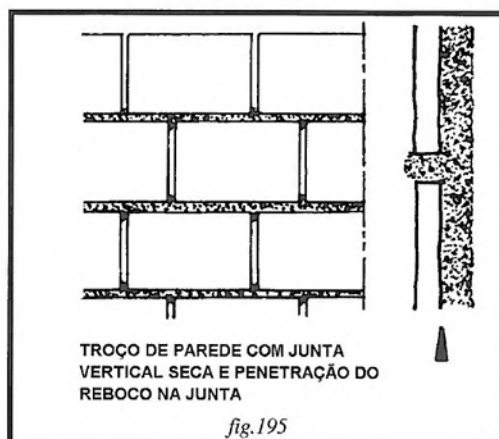
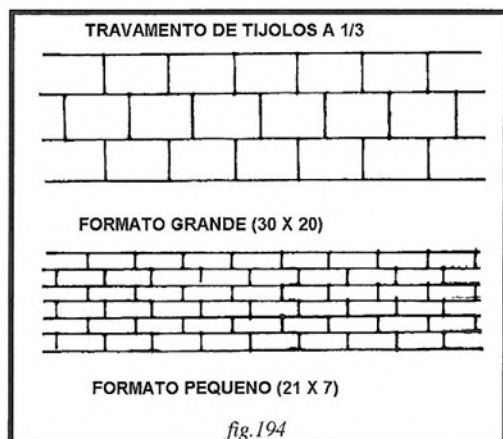
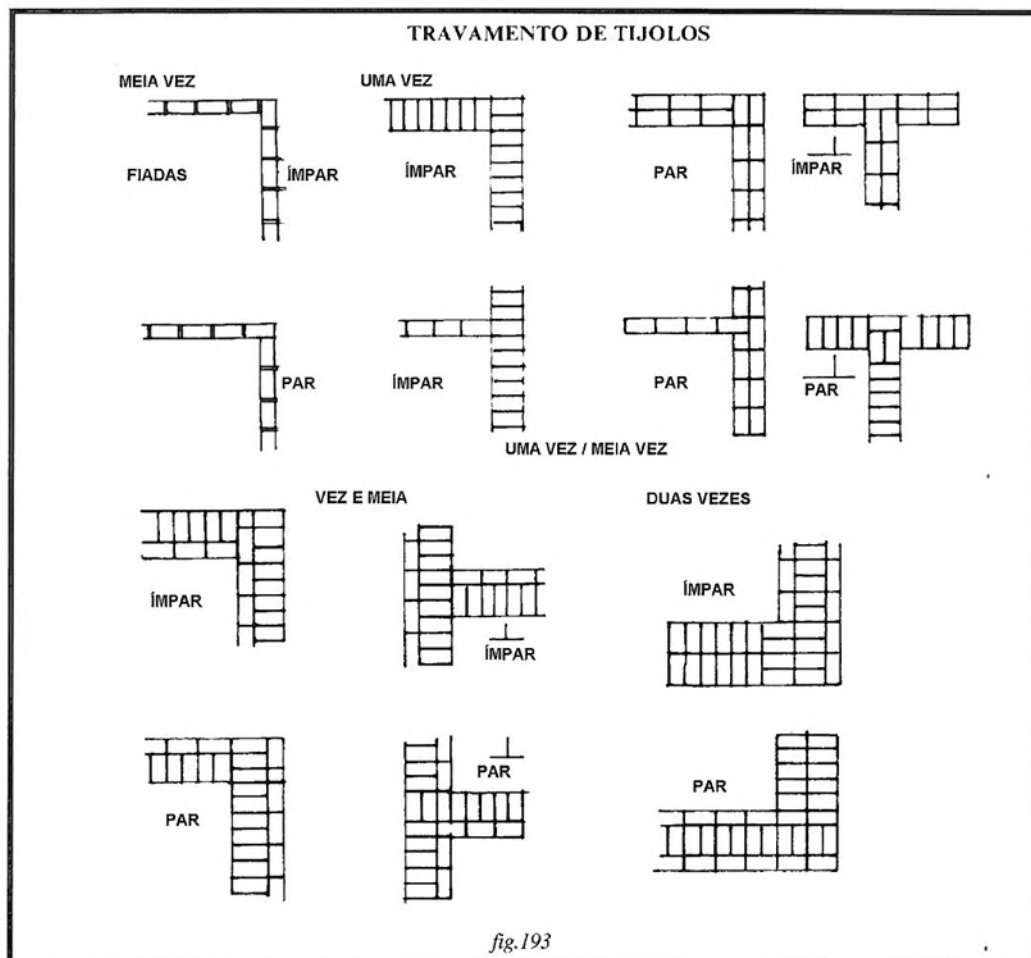
Tal como nas alvenarias de pedra, o travamento (desencontro vertical de juntas) é indispensável, muito especialmente quando se dispensa como hoje é corrente (e sem inconvenientes), o acompanhamento vertical dos tijolos com argamassa.

O travamento por vezes não é fácil quando se trata de paredes que exigem a aplicação de mais do que uma camada de tijolos na espessura. Para exemplificar diversas soluções de travamento em paredes de variadas combinações e espessuras, apresenta-se a fig. 193.

Queremos ainda acrescentar que embora nos exemplos o travamento se apresente sempre a meias dimensões, isso não significa que esta combinação seja obrigatória; quando tal for considerado necessário, poderá fazer-se o travamento a 1/3 - 2/3 ou 1/4 - 3/4, sem qualquer inconveniente.

Afirmámos que hoje é corrente não se aplicar argamassa nas juntas verticais; acrescentamos que só em paredes de tijolo à vista essa massa se justifica. Quando o tijolo se destina a ser rebocado, ainda que em paredes exteriores, a argamassa é perfeitamente dispensável, bastando que, ao assentarem-se os tijolos, estes não fiquem encostados uns aos outros (figs. 194 e 195).

Hoje esta provado que a argamassa nas juntas verticais, nas condições em que é aplicada, não aumenta em nada a resistência das paredes à compressão e, por não poder apertar-se, funciona como um bom veículo para as infiltrações de água.

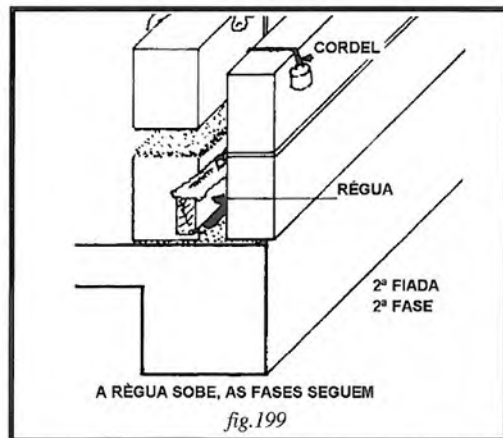
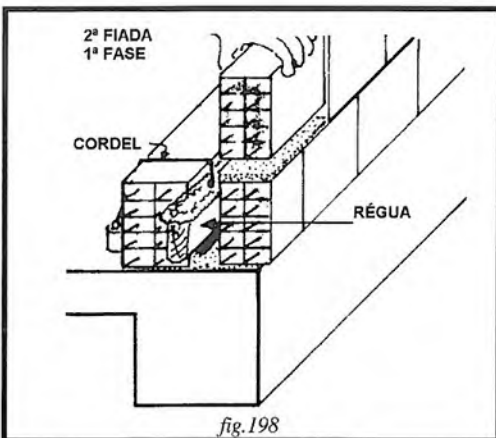
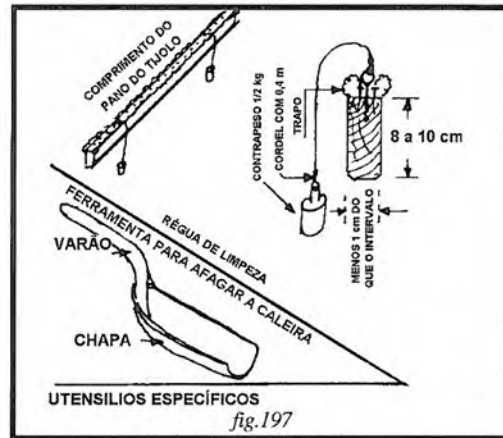
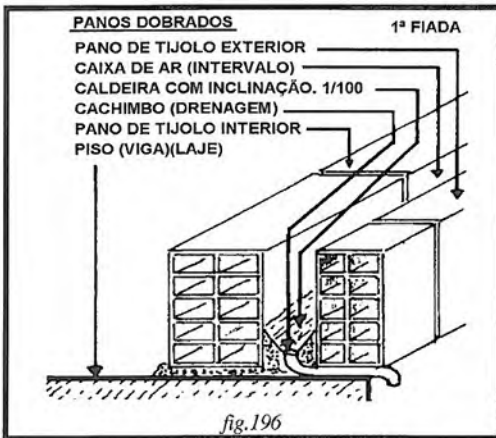


### 7.3.2 - Panos dobrados (paredes duplas)

É frequente o recurso aos panos dobrados em paredes exteriores para reforço das condições de isolamento térmico e contra a humidade nessas paredes; sucede que se estes não forem executados com os devidos cuidados acabam por funcionar em sentido quase inverso, porquanto a água que consiga atravessar o primeiro pano fica com campo livre para escorrer ao longo deste e vir a depositar-se na massa porosa e escorrida durante a execução da parede, que se situa no fundo da caixa formada pelos dois panos.

O método para obviar este inconveniente consiste em entalar um sarrafo entre os dois panos, o qual irá subindo com a parede para evitar que vá caindo argamassa que não pode ser retirada da caixa entre os dois panos.

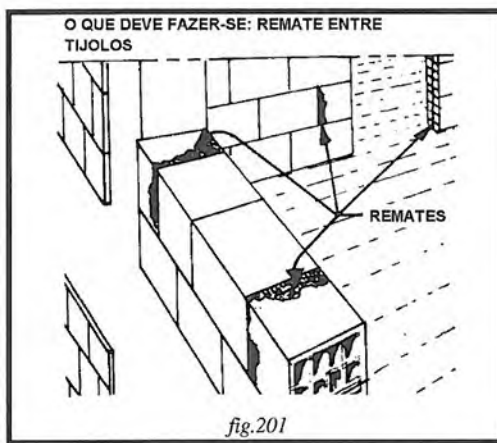
No fundo da caixa deve formar-se uma caleira, à qual se deve dar saída por meio dum "cachimbo" de plástico, de cobre zincado ou aço inox, conforme se exemplifica nas figs. 196 a 199.



### 7.3.3 - Remate

Hoje o tijolo, ou grande parte dele, é aplicado em panos de enchimento das malhas de betão das estruturas dos edifícios; isso obriga a frequentes cortes de tijolos, para acerto de dimensões mesmo quando se trabalha com meios tijolos (1 a 1 1/2 tijolos cortados em cada 10, em média) obrigando a remates e a introdução de massas entre os cortes e os elementos de betão.

Esta argamassa, sobretudo em grandes espessuras, fissurando ao retrain-se no processo de endurecimento, acaba por originar pontos de fácil penetração de água. Tal como nos cunhais e nos vãos, estes remates não devem fazer-se junto dos elementos de betão, mas entre dois tijolos da fiada, como se exemplifica nas figs.200 e 201.



### 7.3.4 - Tijolos em arcos e abóbadas

Tudo o que se disse e recomendou para a execução de arcos e abóbadas de pedra, nomeadamente no que se refere a cimbres e cambotas, tem inteira aplicação quando se trata de construções desse tipo, mas de tijolo..

Quando a dimensão dos tijolos não é bastante para suportar as cargas previstas, recorre-se a aduelas duplas ou triplas sobrepostas, funcionando a primeira camada de tijolo como cimbra da imediata. Mas, quando isso acontece, os arcos sobre postos nascem a partir do saímel do arco anterior, conforme se representa nas figs. 202 a 204.

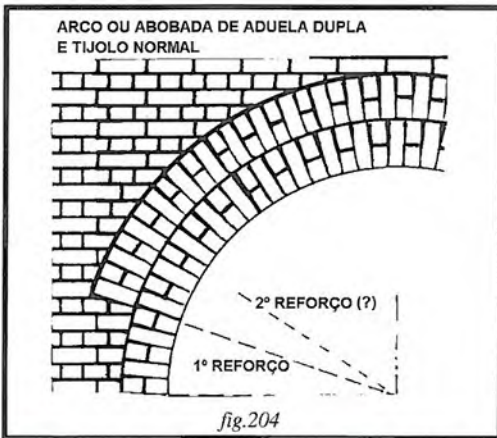
### 7.3.5 - Abobadilhas alentejanas

Produce-se no Alentejo um tipo especial de abobadilhas com características particulares, cuja origem se desconhece com rigor, embora tudo nos leve a crer que são reminiscências de métodos árabes de construção de tectos e que foram ao longo do tempo, adaptados ao tijolo de fabrico manual da região. Reforça-se esta convicção com o facto de o método reclamar a utilização de gesso quando este material raramente era utilizado no Alentejo.

O que distingue este método do processo de construção das abóbadas correntes, é o facto



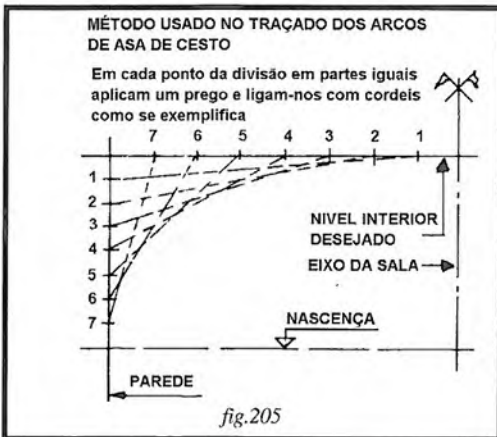
## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

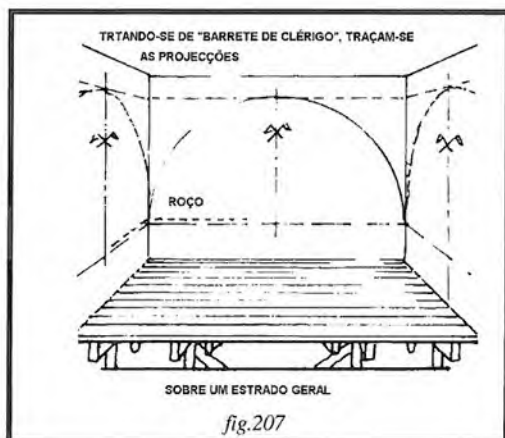


de dispensar a utilização de cimbres, ainda quando para vencer vãos superiores a 6 metros.

O método ainda hoje apenas é conhecido por meia dúzia de famílias de pedreiros que têm vindo a transmiti-lo oralmente aos seus descendentes, desde há muito gerações.

E se aqui o divulgamos para conhecimento geral, é porque há muitos anos conseguimos obter isoladamente, por iniciativa própria, uma série de respostas, aparentemente inúteis, a perguntas organizadas e programadas; fizemo-lo para evitar que este método de construção se perdesse. Os pedreiros que conduzimos na execução de





algumas abobadilhas experimentais de grandes dimensões, ao invés de transmitirem a outros os ensinamentos recebidos, foram engrossar o número dos “privilegiados”, usando os conhecimentos adquiridos apenas em proveito próprio.

### 7.3.5.1 - O método empírico

O método aplica-se indistintamente a abobadilhas de berço ou de barrete de clérigo, e com arco de volta perfeita ou de asa de cesto.

Para o lançamento da abobadilha é necessário que as paredes de contorno estejam construídas até à altura do extradorso da abobadilha marcando-se nestas o desenvolvimento dos arcos, conforme se exemplifica nas figs. 206 e 207, respectivamente para abobadilha de berço e barrete de clérigo; esta marcação é feita sobre um pré-reboco na zona a traçar e o traço correspondente à curva do intradorso.

Acima do traço abre-se um roço na parede para receber a primeira fiada de tijoleira conforme se exemplifica nas figs. 208 a 210, obtendo-se assim apoio para uma argola de contorno do compartimento. Os tijolos desta argola, como todos os da abobadilha, são assentes com uma argamassa de gesso e areia ao traço de 3:1 (três de gesso para um de areia fina cirandada, em volume)fig. 209.

Logo que a primeira fiada esteja completa, inicia-se o assentamento dos quatro cantos segundo o traçado das paredes e de acordo com o que se exemplifica nas figs. 210 e 213. Para o assentamento destas tijoleiras coloca-se a massa de gesso nos cantos que vão entrar em contacto com as anteriores (sempre duas) e mantêm-se seguras até que o gesso endureça.

As quantidades de massa que se vão fazendo são sempre pequenas para que não se percam por endurecimento.

A partir dos cantos, sempre dos cantos para o centro, vão se assentando 2 tijoleiras por canto.

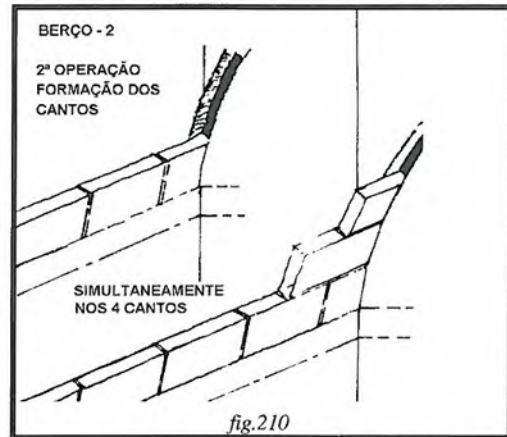
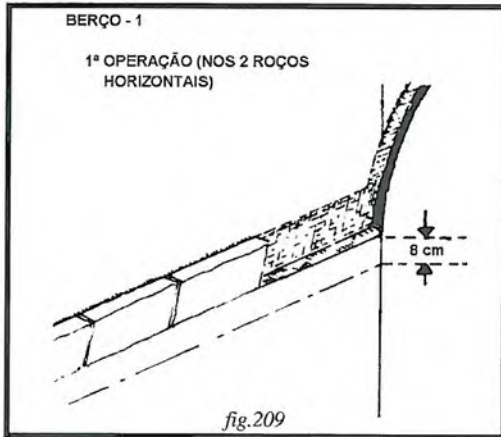
As figs. 209 a 217, mostram-nos a evolução deste enchimento que se vai fechando em redor do fecho final.

Note-se a existência de 4 linhas esticadas que vão avançando com o enchimento; chama-se a

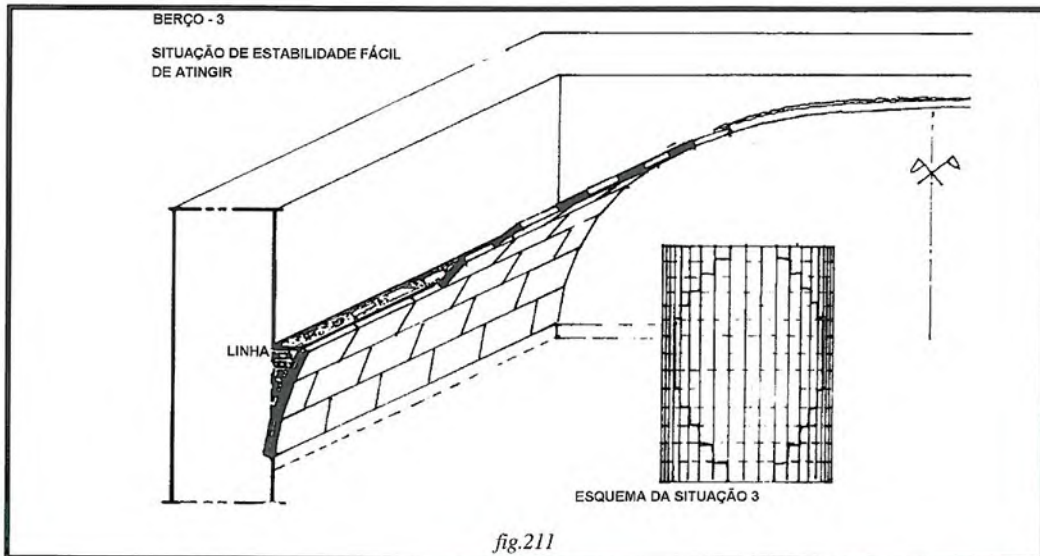


atenção para um pequeno mas significativo pormenor: na medida em que o assentamento das tijoleiras se vai afastando dos cantos, as tijoleiras vão-se afastando da linha, na abobadilha de berço, em cerca de 3 mm por tijoleira o que dará como resultado uma flecha de 3 cm no sentido longitudinal para um lado de 6 m (fig. esquemática 214). Este pormenor não se verifica na construção da abobadilha de barrete de clérigo.

Ainda outro pormenor: à medida que as tijoleiras vão atingindo a altura da 2ª fiada, vão sendo acompanhadas contra a parede com a mesma massa de gesso e tijolo partido (fig. 216) e quando a meio da casa se atinge a altura da 3ª fiada, faz-se o reforço do acompanhamento com tijolo triturado e areia, bem misturados em seco.



Em abobadilhas de compartimentos com mais de 4 m de largura deve fazer-se superiormente um reforço com cintas formadas pela mesma tijoleira e assentes com a mesma massa, conforme se exemplifica na fig. 218.



ESQUEMA REPRESENTATIVO DA EVOLUÇÃO DA  
MONTAGEM DE TIJOLEIRAS (VISTA INTERIOR)

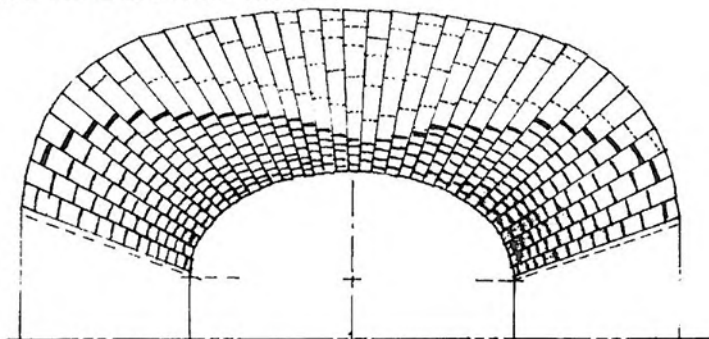
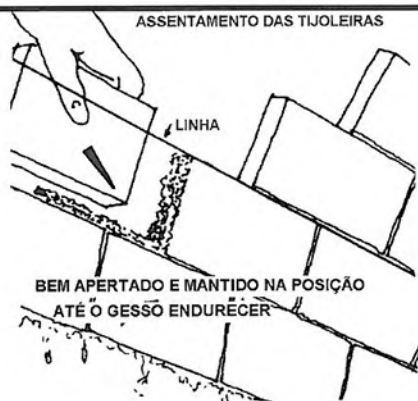


fig.212

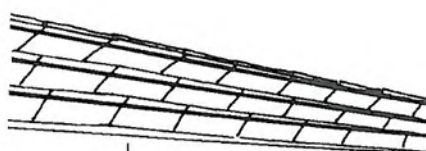
ASSENTAMENTO DAS TIJOLEIRAS



BEM APERTADO E MANTIDO NA POSIÇÃO  
ATÉ O GESSO ENDURECER

fig.213

FLECHA LONGITUDINAL (FIADAS)



TRAÇO FORTE - LINHA  
TRAÇO FRACO - TIJOL.



fig.214

BARRETE DE CLÉRIGO - 1

NÃO POSSUINDO CANTOS DE CONTACTO  
DIRECTO COM AS PAREDES, ACIMA DA 1ª  
FIADA, O ENCHIMENTO, EMBORA PARTINDO  
DOS CANTOS, FAZ-SE POR FIADA.

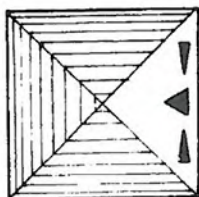


fig.215

BARRETE DE CLÉRIGO - 2

LANÇAMENTOS DAS 3 PRIMEIRAS FIADAS,  
AINDA COM LIGAÇÃO INDIRECTA ÀS  
PAREDES, ATRAVES DO ENCHIMENTO

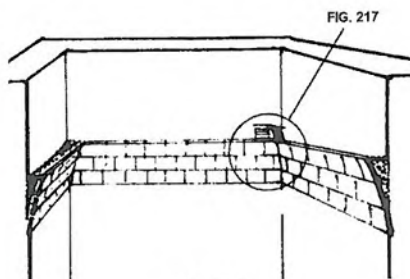
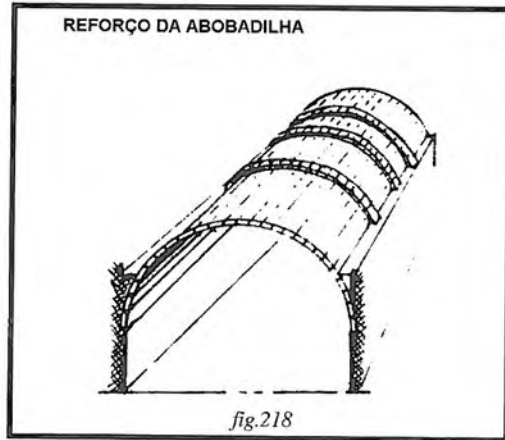
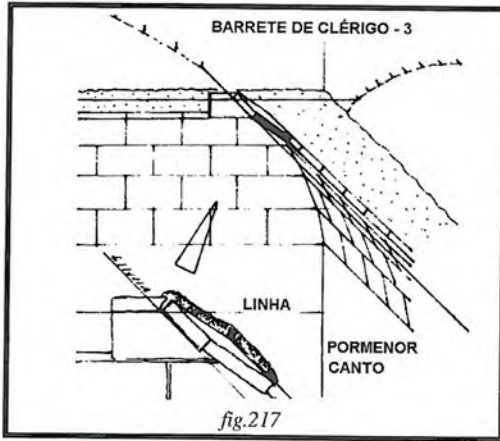


fig.216





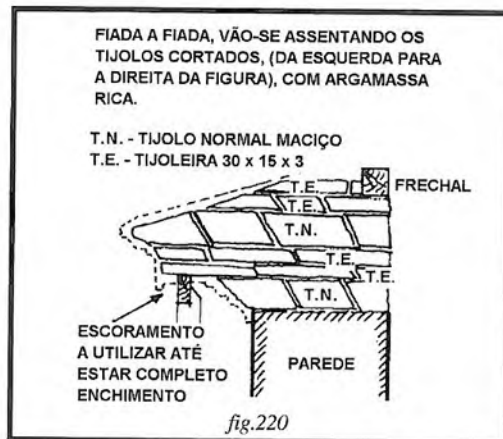
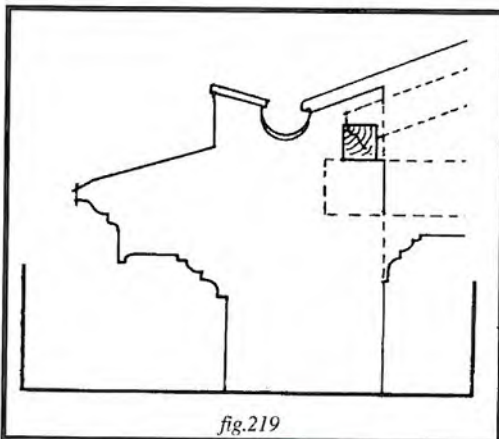
Atingida a altura total e colocado o fecho bem apertado, enchem-se os rins da abobadilha com a mistura em seco já referida, rematando com betão de cal e tijolo triturado, sobre o qual se podem assentar tijoleiras de revestimento.

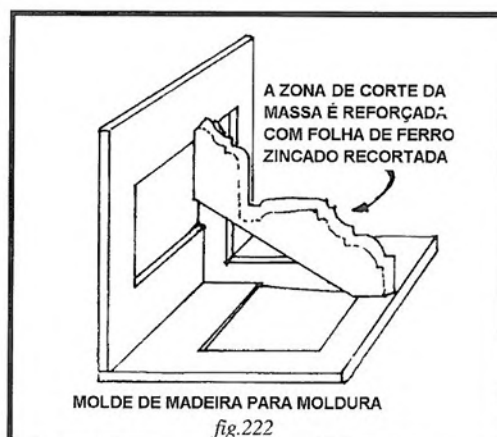
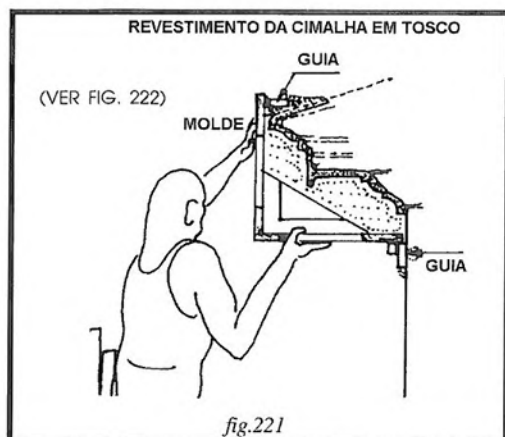
Embora no Alentejo essas abobadilhas sejam feitas com tijolos de abobadilha de dimensões 32 x 16 x 4 cm, tem-se aplicado com os mesmos resultados a tijoleira de isolamento de 24x11x4cm.

Quando estas abobadilhas passam em frente de vãos e alturas que exigem a ressalva dos vãos, executam-se lunetas que são levantadas pelo mesmo processo, a partir de cantos ou roços e as intercepções vão resultando naturalmente no desenvolvimento da abobadilha.

### 7.3.6 - Tijolos em cimalthas e cornijas

Podemos comparar o método de execução das cimalthas de tijolo ao método da execução das abóbadas ou arcos de achorrados, isto é à sobreposição de cachorros que vão sendo carregados por tijolos que repousam sobre a parede e cujo peso os equilibra.





O exemplo das figs. 219 a 222 mostram-nos uma cimalha de balanço médio na sua expressão final e duas fases do desenvolvimento da execução.

Em casos especiais de grandes balanços, recorria-se a amarrações com barra de ferro e que iam interessar na compensação dos grandes volumes balanceados, maiores volumes de alvenaria; como se verifica na fig. 223 esta amarração vai mobilizar o peso das alvenarias que se situam abaixo da cimalha.

Hoje, com o betão armado, estes trabalhos só se justificam quando o molde de betão é mais dispendioso do que o velho processo aqui referido.



### 7.3.7 - Alvenaria com tijolos especiais

Não pensamos referir aqui todos os tijolos especiais criados pela indústria de cerâmica, apenas desejamos apresentar algumas regras comuns a todos eles, e os casos especiais que exigem métodos diferentes dos que têm sido descritos.

#### 7.3.7.1 - Tijoleira em panos finos

Estes tijolos, que normalmente se fabricam com 3 a 5 cm de espessura, têm múltiplas aplicações nas obras correntes, de entre as quais destacamos a seguinte:

Revestimento interior e exterior de estruturas de betão armado em complemento dos panos duplos, conforme se exemplifica nas figs 224 a 226.

Neste caso, a aplicação faz-se sem grandes dificuldades, desde que na execução dos panos se preveja a participação destes tijolos no travamento, e se aplique massa nas superfícies em contacto com o elemento a revestir.

Para garantia de uma aderência perfeita desta massa aos elementos de betão, deve aplicar-se

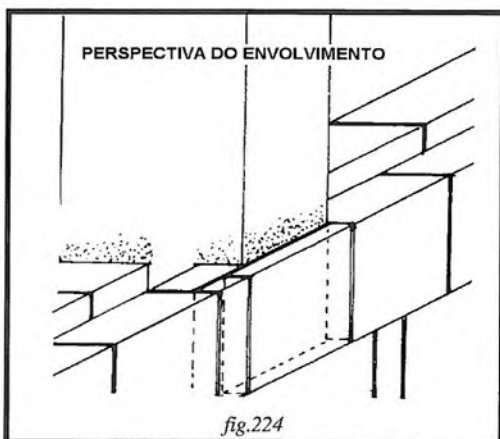


fig.224

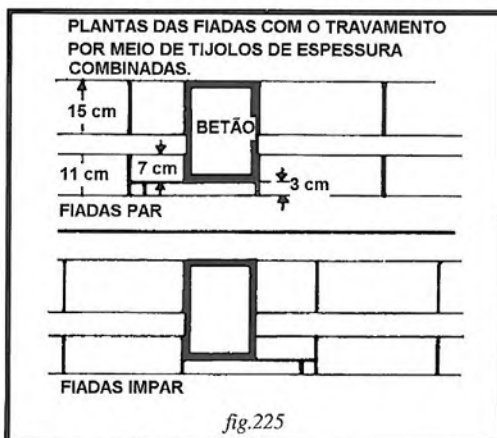


fig.225

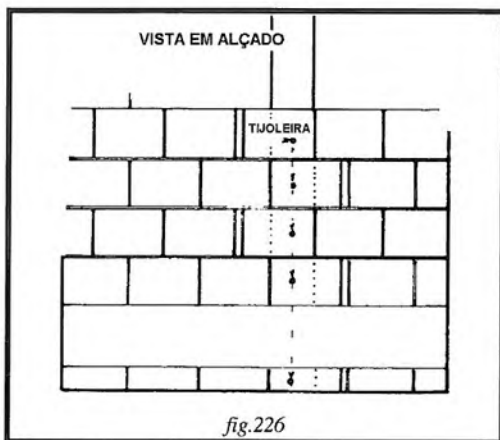


fig.226

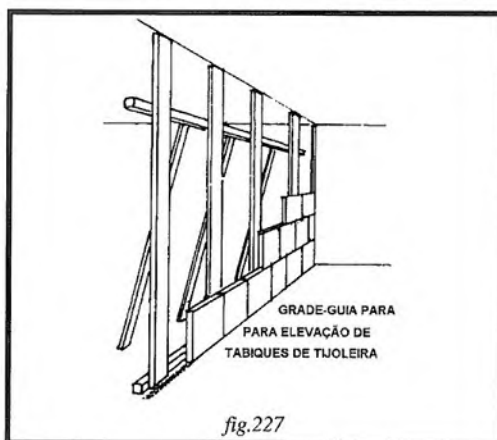


fig.227

um salpisco à vassoura ou com projector apropriado e com aguada forte de cimento e areia, imediatamente após a desmoldagem destes elementos. Para que esta aplicação resulte eficaz e fácil, deve fazer-se simultaneamente com a execução dos panos de tijolo de enchimento da estrutura.

As figs 224 e 225 procuram exemplificar todas as operações aqui recomendadas.

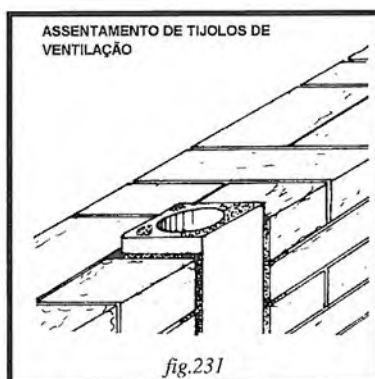
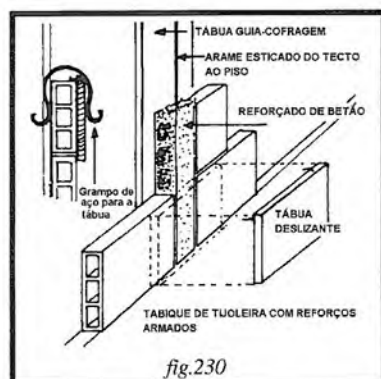
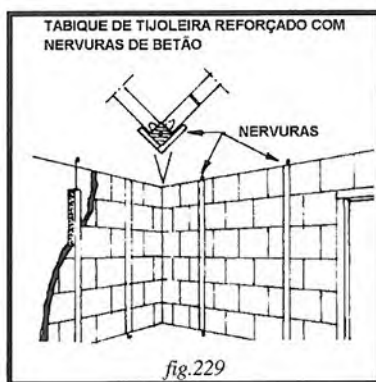
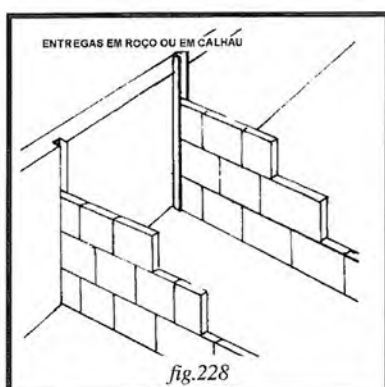
### 7.3.7.2 - Tijoleira em tabiques reforçados

A aplicação dos mesmos tijolos na execução de tabiques, dificilmente se poderia fazer pelos processos antes preconizados, pelo que se recomenda o recurso a um painel ou grade de apoio,

bem desempenada e que se aprumada e que se fixa facilmente com palmetas no tecto ou no piso.

Quando estes tabiques atingem grandes dimensões, devem ser reforçados com nervuras de betão que se farão coincidir com tábuas do taipal e que servem de molde de fundo às nervuras.

Estas deverão ser reforçadas com grade simples de aço  $\varnothing$  6mm e deverão entrar um pouco ( $\pm 3$  cm) nas lajes do tecto e do pavimento (figs 228 a 230).



### 7.3.7.3 - Fugas e ventiladores de tijolo

Dada a escassa espessura que nestes tijolos fica reservada para a aplicação de argamassa, a sua fixação é fundamentalmente garantida pelas paredes onde se integram. Se o acompanhamento com estas paredes for bem feito (e deve sê-lo) a função da massa nas juntas é apenas de vedação, podendo-se dispensa-la sem qualquer prejuízo nos tijolos de ventilação.

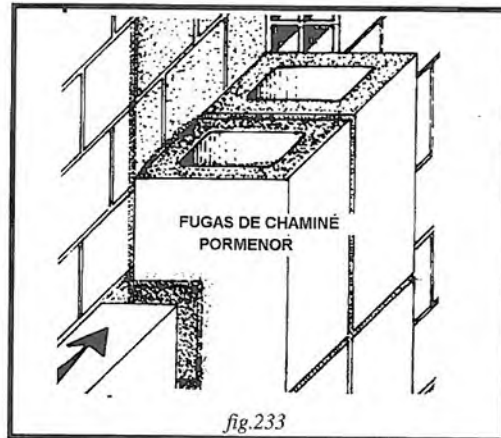
Nas juntas dos tijolos de fuga de chaminés aplica-se o mínimo de massa, que deve ser quase seca e bem entalada (figs.231 a 233).

#### 7.3.7.4 - Tijolos refractários

O assentamento deste tijolos deve fazer-se com massa refractária (a adquirir com os tijolos) e nunca com argamassas normais de alvenaria. Nestes, as juntas deverão ter sempre espessuras entre os 12 e 15 mm, dado que a massa desempenha a dupla função de fixante e amortecedor dos movimentos de dilatação e contracção dos tijolos, que podem estar sujeitos a variações térmicas superiores a 600°C.

A massa de assentamento deve ser preparada com o mínimo possível de água, e os tijolos devem ser simplesmente limpos e não molhados.

Quando se pretenda que as juntas fiquem alegradas e regularizadas, deve continuar a aplicar-se a mesma massa, e não cimento branco e cal como é hábito fazer-se.



#### 7.3.7.5 - Tijolos prensados

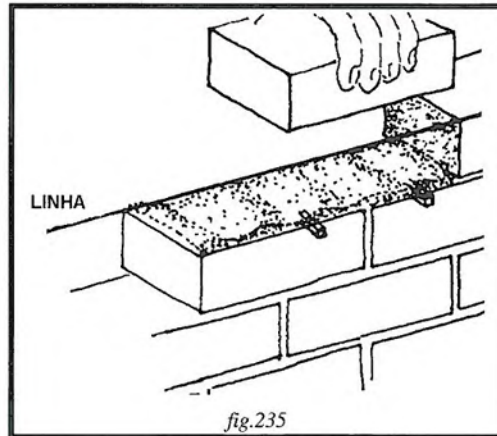
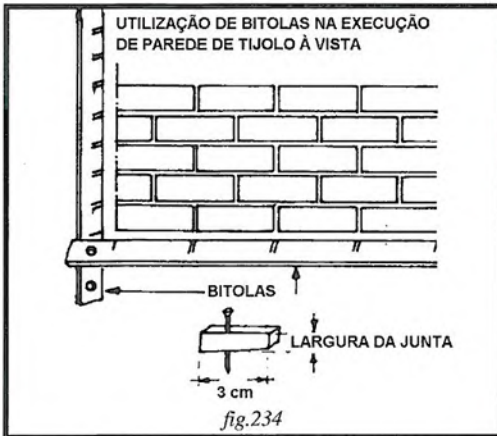
Referimos o tijolo prensado e/ou rebatido e não as tijoleiras de revestimento que serão referidas depois.

Antes de se executar qualquer pano com estes tijolos, deve ensaiar-se em seco a distribuição destes de modo a evitarem-se cortes de pequenas dimensões, que para além de oferecerem mau aspecto são de difícil execução. É sempre possível, fazendo variar as juntas entre 8 a 12 mm (todas iguais), evitarem-se situações de recurso, pois só por acaso, sem este trabalho prévio tal se evitaria.

Na altura, é habitual o recurso a uma bitola executada nas mesmas condições, e que deverá servir de base para a formação da "fita" de massa em cada fiada. Num pano de 2,00 m de alto, podem aplicar-se, por exemplo 25 fiadas de tijolo com juntas de 10,4 mm, ou 26 fiadas com juntas de 7,5 mm. Isto serve para demonstrar que, assentando livremente, o normal seria atingirem-se os 2,00 m desejados com uma tira de 1/2 tijolo ou ultrapassar a medida procurada.

## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

Ainda neste tipo de alvenaria não devem fazer-se outros tipos de travamento que não os de 1/2 tijolo, conforme se verifica nas figs. 234 a 236.



### 7.3.8 - Alvenaria de blocos

Os blocos de cimento normalmente são produzidos com furos ao alto, cegos ou não, isto é atravessando ou não tidas a espessura dos blocos.

Tudo o que tem sido dito quanto a travamento tem aplicação nos blocos; estes têm de ser travados, mas por razões de concepção dos furos, quando atravessantes e para um total aproveitamento dos septos no suportes das cargas, o travamento tem de se processar sempre a 1/2 comprimento.

O assentamento de massas, quando se utilizam blocos de furos cegos, é feito em toda a

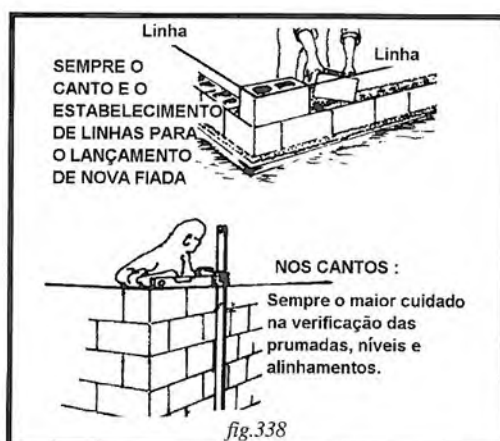
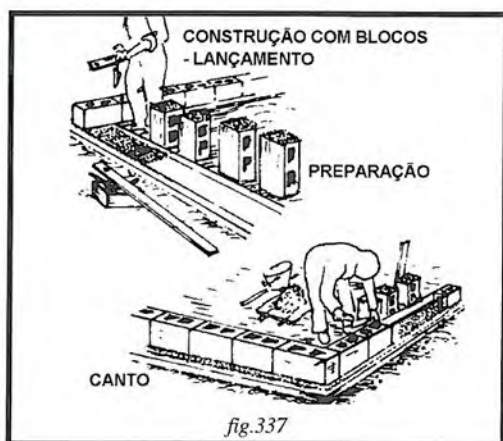
NOTA: O conteúdo das figuras 237 a 336 não consta da presente obra.

superfície livre da fiada anterior e nos topos dos blocos assentes e a assentar, fazendo deslocar um pouco cada bloco ao assenta-lo, com vista a apertar a massa nos topos.

Quando se trata de blocos com furos atravessantes, a massa é colocada no topo das paredes verticais, o bloco é assente o mais possível na posição certa, e a massa é colocada por cima a preencher o espaço entre os topos.

Quando os blocos são maciços, o que acontece com os de espuma cálcica Ytong, devem aplicar-se as regras recomendadas para a enxilharia; com o mínimo possível de massa e, como não é aconselhável molhar estes blocos, recomenda-se o seu assentamento com uma massa muito fluida de cal, pó de pedra e cimento nas proporções respectivamente de 3:1:1 em volume.

Nestes últimos, o travamento pode fazer-se livremente e para um melhor aproveitamento dos cortes de cada fiada basta que se evite a coincidência de juntas verticais entre fiadas sequentes. Dado que estes blocos são fornecidos com espessuras sempre iguais, recomenda-se que o acerto entre fiadas se faça sempre com a ajuda de uma pequena régua que evitará a formação de barbotes ( vejam-se as figs. 337 a 342).





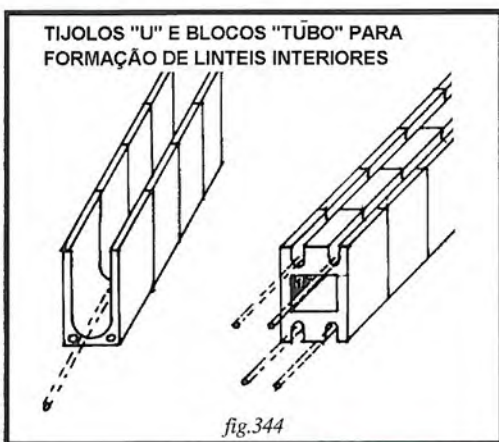
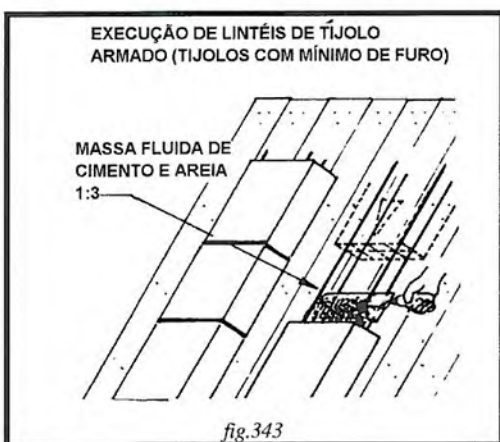
### 7.3.9 - Lintéis pré-fabricados

É pouco utilizado o recurso aos lintéis de vãos interiores com elementos pré-fabricados embora a sua utilização seja compensadora.

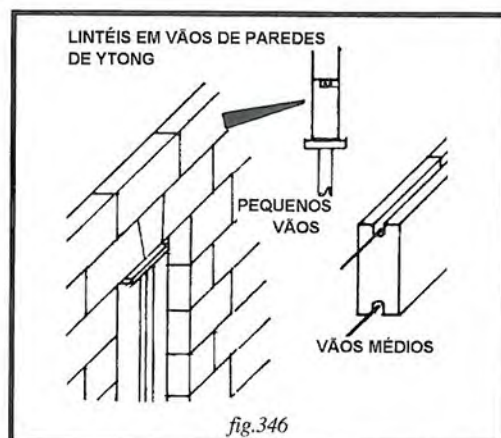
Para os panos de tijolo interiores e para vãos correntes é fácil, aproveitando-se os furos dos tijolos e com 4 varões  $\varnothing 6$  mm, fazerem-se lintéis para vencerem vãos até 1.40 m, piso a piso, e conforme se exemplifica na fig 343.

Para os blocos de furos ao alto, algumas fábricas produzem blocos em U que permitem a formação rápida de lintéis conforme se exemplifica na fig 344.

Para os blocos de espuma cálcica e para vãos até 0,90 m pode utilizar-se o princípio dos arcos achorrados, com uma pequena escora provisória a meio do vão e o reforço superior com um arame zincado de  $\varnothing 4$  mm embebido em rasgo com argamassa, ou para vãos maiores, com a utilização de 2 arames embebidos conforme se exemplifica na fig. 346.







## 7.4 - Massames e enrocamentos

Fechamos este capítulo com duas operações complementares entre si, embora possa qualquer delas aparecer sem a outra.

O massame é um betão simples ou reforçado com malha de aço, que se executa para servir de base a pisos assentes directamente sobre o terreno.

Quando o terreno é firme e seco, sem estar sujeito a infiltrações, o massame pode e deve ser executado directamente sem intermediário, justificando quando muito a aplicação de uma ligeira camada de areia simples ou gravilha com vista a evitar que a argila existente no terreno se combine com a primeira capa de massa, impedindo-a de endurecer.

Quando não existem estas condições, ou apenas alguma das duas, é aconselhável fazer-se previamente o trabalho que se classificou de enrocamento (enrochamento) e que por si já indica que se trata de endurecer como a rocha.

### 7.4.1 - Enrocamento

Os enrocamentos são camadas de fundação que permitem distribuir as cargas dos massames ao terreno subjacente, e ao mesmo tempo, possibilitam a drenagem do solo; é necessário que as pedras dos enrocamentos sejam arrumadas em condições de, com a compactação, melhorarem o comportamento superficial dos terrenos.

Aconselha-se portanto que as pedras assentem no solo, não com uma superfície plana mas com um bico ou ponta penetrante (encapeladas) de modo que, ao serem batidas ou cilindradas, penetrem tanto quanto possível na base. A acção combinada destas penetrações melhora consideravelmente a resistência do terreno (figs. 347 a 350).

Os enrocamentos podem, ou não, incluir manilhas de betão, devendo em qualquer caso, assegurar-se as saídas de águas que drenam.

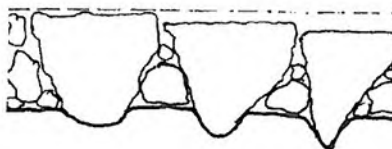
O ENROCAMENTO NESTAS CONDIÇÕES  
AMORTECE CONSIDERAVELMENTE O  
EFEITO DA COMPACTAÇÃO



O CILINDRO

fig.347

A COMPACTAÇÃO É CONSIDERAVELMENTE  
MELHORADA QUANDO AS PONTAS  
ASSENTAM NO TERRENO



AS RODAS

fig.348

MASSAME ARMADO SOBRE ENROCAMENTO

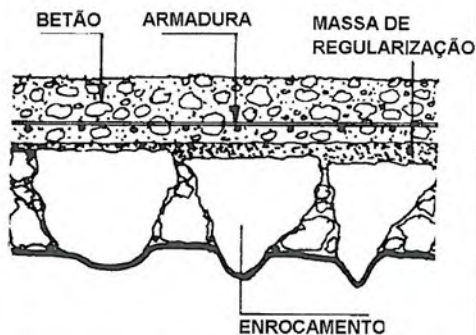


fig.349

MASSAME DUPLAMENTE ARMADO PARA  
GRANDES CARGAS

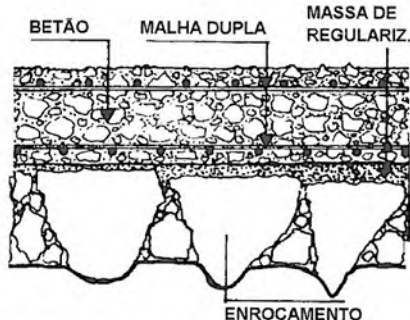


fig.350

A PRIMEIRA FASE DE EXECUÇÃO DE UM  
MASSAME SOBRE ENROCAMENTO  
CONSISTE NA ABERTURA DA CAIXA.  
PARA O EFEITO, CRAVAM-SE NO TERRENO  
AS ESTACAS NIVELADAS QUE GARANTI-  
RÃO A REGULARIZ. DA ESCAVAÇÃO

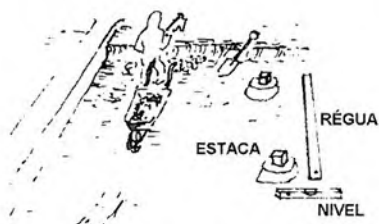
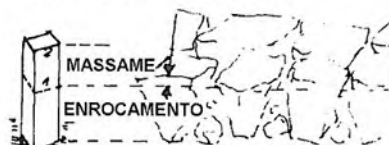


fig.351

NO ENROCAMENTO AS PEDRAS SÃO  
ARRUMADAS UM POUCO ALTAS



PARA QUE DEPOIS DE COMPACTADAS  
FIQUEM NO NÍVEL



PRONTAS A RECEBEREM O MASSAME

fig.352

#### 7.4.2 - Massame

O massame pode ser feito com betão simples de cal areia e brita, de cal hidráulica areia e brita, ou de cimento, areia e brita.

A escolha deve ser racional, e não deve fazer-se o que é habitual, mas o que é conveniente. Em regiões ricas em cal (branca ou hidráulica) e em pisos destinados a serem acabados com tijoleira de barro, lajedo de cascões ou costaneiros, etc., se o terreno é seco ou servido

por uma drenagem eficiente, não há qualquer razão ou vantagem para aplicação de massame com cimento.

Se o acabamento previsto exige um suporte de alta resistência à compressão ou é aplicado com massa ou pasta de cimento, a betonilha terá de ser de argamassa de cimento, e conseqüentemente, o massame também será de cimento.

Seja qual for o aglomerante utilizado, o massame deverá sempre ser executado com betão húmido (pouca água) e bem batido com talocha vibratória ou maço de ferro.

Quando, apesar de todos os cuidados postos na execução do enrocamento, não se tem confiança no comportamento do terreno e o piso vai ser usado na movimentação de grandes cargas, aconselha-se o reforço do massame com uma malha de varões de aço  $\varnothing$ , com vista à distribuição daquelas cargas por maiores zonas do enrocamento (figs. 349 e 350).

A malha deverá ser dimensionada pelo técnico autor do projecto, face à natureza do terreno e à utilização do piso. Damos em seguida algumas sugestões para composição a aplicar nos massames (Quadro 10 - pag. 165).



Lajedo rústico em parques ou jardins, terreno não alagado, em tempo seco.

Tijoleira ou tijolo, Idem.

Piso interior de tijoleira ou mosaico, em terreno não sujeito a humidade.

Pisos exteriores para acabar com betonilha, sem tráfego sobre rodas.

Idem com tráfego de veículos de peso médio.

Pisos interiores de tijoleira, mosaico ou outros sobre terreno sujeito a humidade, em habitações, escritórios, estabelecimentos, etc.

Pisos interiores e exteriores sujeitos a cargas, sobre terreno instável, para qualquer acabamento.

NOTA: Quando se preveja a instalação de máquinas, devem executar-se maciços próprios e independentes.

Betão de cal, cimento, areia e brita ao traço em volume de 2:1:6:8, bem compactado, ou,

Betão de cimento, areia e brita ao traço de 1:4:6, bem compactado.

Betão de cimento areia e brita a traço de 1:3:5, bem compactado.

Betão igual ao anterior, reforçando o enrocamento.

Betão de cimento, areia e brita ao traço de 1:2:4, com aditivo impermeabilizador e muito bem compactado.

Sujeito a calculo de espessura, armadura e condições de execução

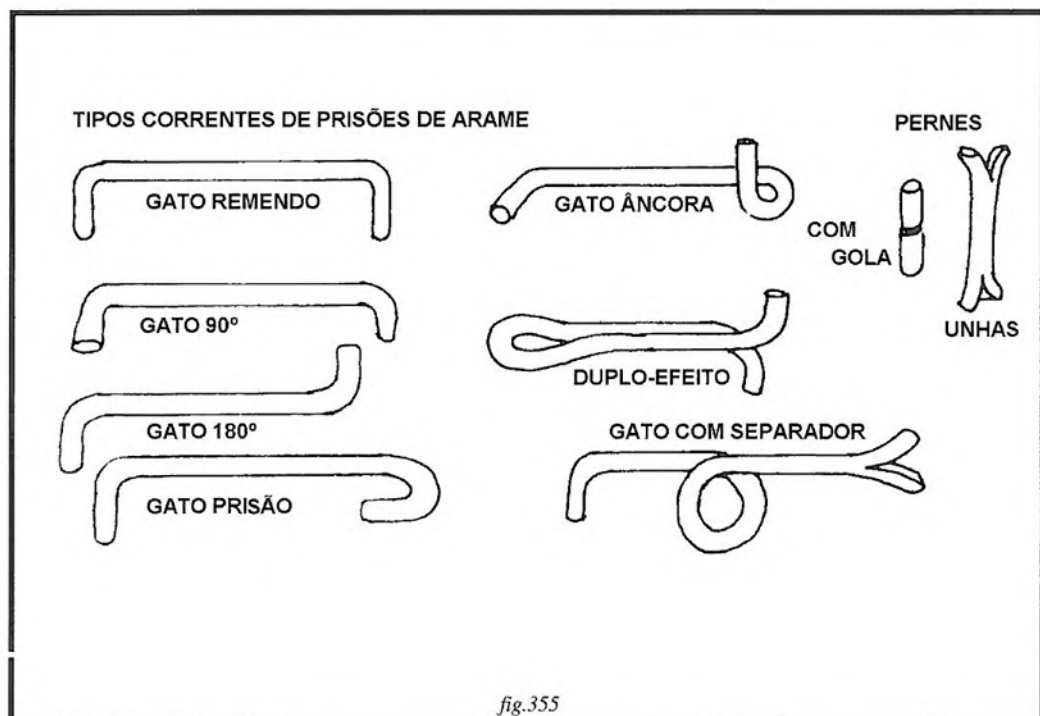
QUADRO 10. - Sugestões de traços para massames



## CAPÍTULO 8

### • Assentamento de Cantarias e Mármore

Como fizemos nos capítulos precedentes, vamos aqui referir apenas as tarefas específicas do pedreiro, não indo além de simples referências quanto ao trabalho do canteiro. Cabe ao pedreiro o assentamento e a fixação de todas as cantarias e mármore das obras, desde o guarnecimento de vãos e de fachadas ao assentamento dos mármore interiores. Dada à diversidade de soluções para cada uma das muitas aplicações, dentro desta especialidade, vamos dividir este capítulo em diversos parágrafos, tratando cada um em separado, embora correndo o risco de algumas repetições. Antes, no entanto, vamos apresentar alguns componentes auxiliares de aplicação quase comum, para facilitar a compreensão de alguns termos que iremos usar (figs. 355 a 362).



PRISÕES DE BARRA

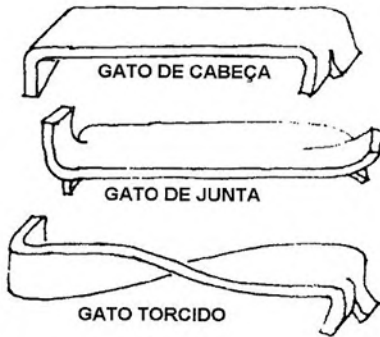


fig.356

PRISÕES ESPECIAIS



fig.357

DIVERSOS

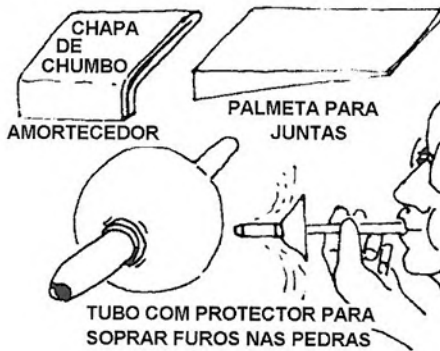


fig.358

DIVERSOS



fig.359

DUAS VERSÕES DE GRAMPO DE MOLA PARA SEGURAR CANTARIAS



fig.360

JOGO DE FERROS ÚTEIS NA MOVIMENTAÇÃO E ACERTOS DE PEDRAS NO ASSENTAMENTO

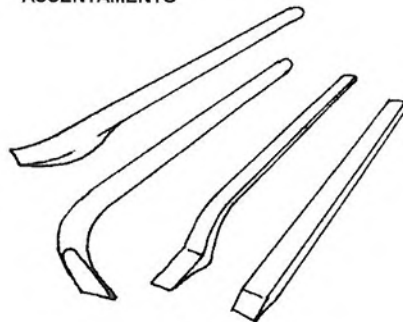


fig.361





### 8.1.1 - Soco ou roda-pé

Tratando-se de um soco ou roda-pé de remate, normalmente dispensam-se prisões para a parede, confiando-se essa missão à argamassa de assentamento. Com a alvenaria já executada e com o reboco feito uns centímetros acima do soco (6 a 10 cm), transfere-se para o piso, previamente preparado, uma fita de massa na qual se traça, a bico de colher, a linha exterior da aresta inferior das pedras. Com uma bitola reguladora da saliência, apoiada no reboco, fixa-se uma prisão de mola e aperta-se uma palmeta superiormente, para segurar a pedra o mais próximo possível da sua posição vertical (fig.363). Ao lado desta, coloca-se a pedra imediata, que é pousada a alguns milímetros do local definitivo, para evitar o choque das arestas, elevada ao seu lugar com o auxílio de um ferro (pequena alavanca) com movimentos de remo. Pelo mesmo processo, vão-se fixando sucessivamente todas as pedras do troço.

Fixada a última, estica-se uma linha sobre a aresta comum, superior e, com um o auxílio das palmetas, faz-se o acerto final pedra a pedra, aliviando ou apertando a palmeta (figs. 364 - 365).

Logo que todo o troço se encontra alinhado, procede-se à tomada das juntas com uma capa superficial de gesso e acompanha-se a junta horizontal de apoio com a nova fita de massa sobre a fita de assentamento; para o efeito faz-se com que esta encoste perfeitamente às pedras, de modo a evitar a saída da aguada de assentamento. Logo de seguida introduz-se uma pequena quantidade de traço de cimento e areia fina, a 1:1, de modo a encher cerca de 5 cm de altura e, com uma barrinha fina de ferro, ajuda-se a descida da aguada.

Deve ocupar-se a meia hora imediata, com outras operações em outros troços ou trabalhos, voltando de novo a introduzir novas aguadas, em alturas de 0,25m, de meia em meia hora, até se atingir o fim do enchimento. Depois disto, aguarda-se o dia imediato, para se retirarem primeiro as palmetas, depois as prisões de mola.

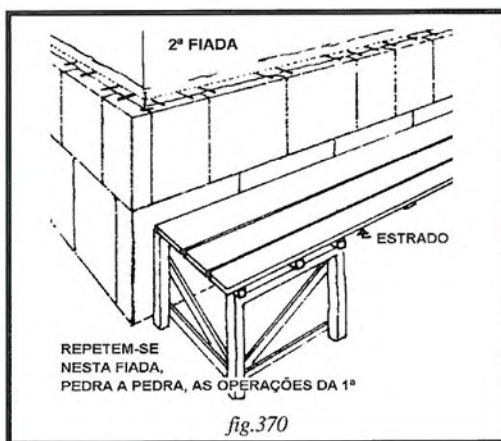
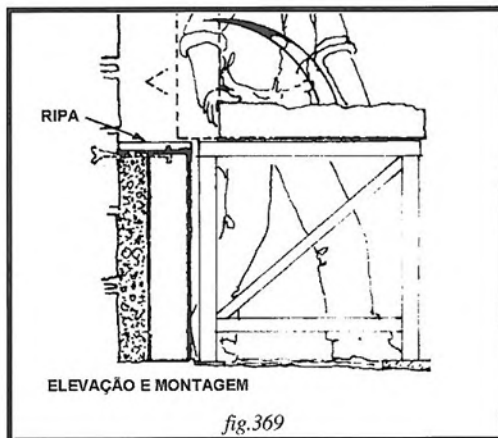
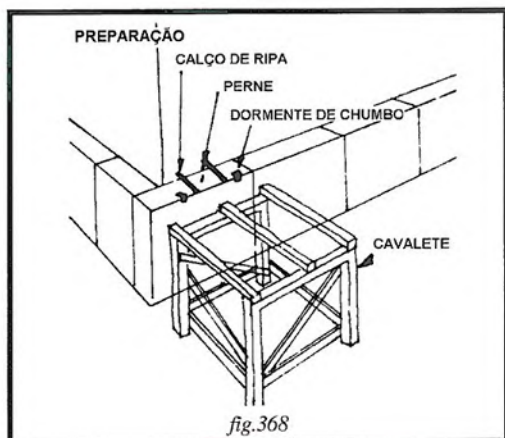
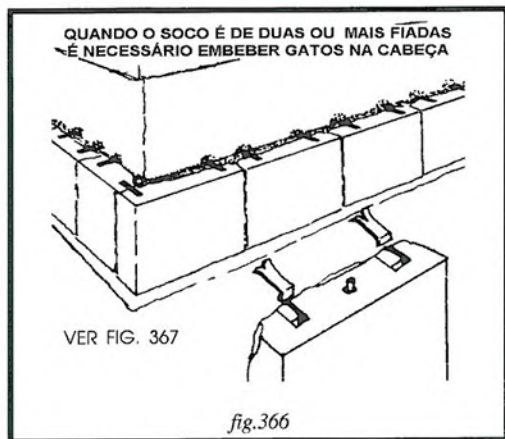
Em seguida fazem-se os remates da junta superior e do reboco. Depois, e para concluir, retira-se o gesso das juntas verticais, que se rematam com pasta de cimento simples, ou cimento branco, conforme a cor da pedra assente.

Se o embasamento for constituído por mais de uma fiada, às operações descritas há que acrescentar a abertura de sedes para gatos simples de barra de ferro na junta superior, e dois pernes de arame por pedra, ou dois gatos de efeito duplo e, depois das prisões e palmetas colocadas, abertura de caixas na parede e fixação destes acessórios de ligação. Antes da abertura das caixas na parede, tapa-se a junta para que os detritos não se introduzam entre a parede e a pedra.

Para assentamento da segunda fiada, começa por se proteger a aresta sobre a qual a nova fiada vai assentar, com dormentes de chumbo ou pequenas lâminas de madeira; sobre estas se descansa a nova pedra que se firma no lugar já com as sedes na junta inferior para os pernes, ou orelhas de gato de duplo efeito. Uma vez bem assente, com os gatos ou pernes nas sedes, firma-se na junta superior, com a prisão e palmeta, como foi descrito, e repetem-se, pedra a pedra, as mesmas operações, que acabam com a introdução de aguada como já foi indicado.

Se mais fiadas existirem, tudo se repetirá fiada a fiada (figs. 366 à 370).

**INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS**



### 8.1.2 - Capeamentos

Tratando-se de capeamentos de remate superior de muros ou cortinas, horizontais ou rampantes, ao contrário do que é hábito fazer-se, todas as pedras deverão ter, nas juntas, uma sede para gato de fixação, e duas para pernes (fig.372).

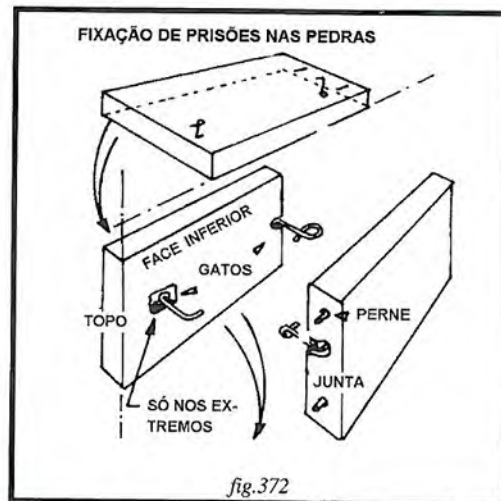
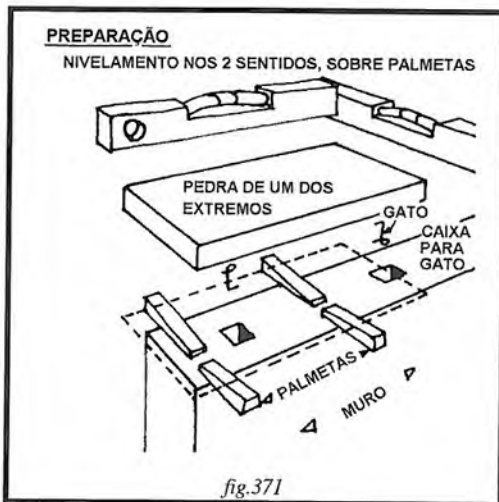
Para início da montagem, colocam-se provisoriamente sobre palmetas, as pedras terminais de troço, alinhadas com o auxílio de duas linhas (uma em cada aresta superior); desmonta-se em seguida a primeira, deslocando-a longitudinalmente, e abrem-se na alvenaria, as caixas para os gatos. Formam-se dois travesseiros de massa próximo dos extremos da primeira pedra, e, sobre estes, assenta-se a pedra já no local definitivo.

Esticam-se de novo as linhas e, com um maço de madeira e com o auxílio de um nível usado transversalmente, vai-se batendo (com cuidado) a pedra até a levar à posição definitiva. Introduzem-se em seguida os gatos nas sedes e caixas e enchem-se estas, fixando os gatos à alvenaria (figs. 371 a 373).

Segue-se a introdução dos pernes nas sedes da primeira pedra, previamente cheios de pasta de cimento, depois a abertura da caixa na alvenaria, para o gato da nova pedra e, finalmente, o estabelecimento dos travesseiros da nova pedra. Enchem-se as sedes dos pernes com pasta de cimento, assentando-se a nova pedra, fazendo penetrar os pernes nas suas sedes, esticam-se as linhas e, como para a anterior, faz-se o acerto final. Acontece por vezes que, numa destas operações, os travesseiros acabam por ser demasiado apertados e ficar mais baixo do que o necessário; em tais casos, introduzem-se lateralmente palmetas e com estas faz-se o acerto desejado.

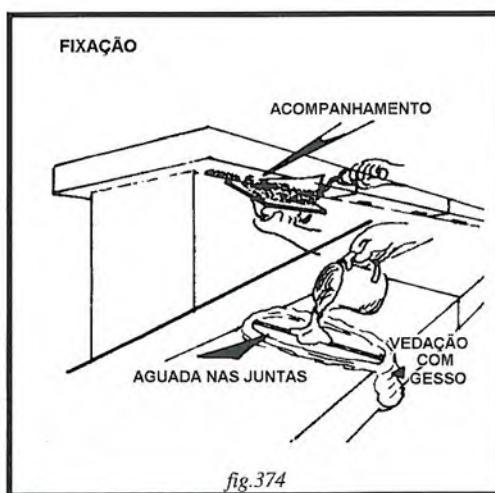
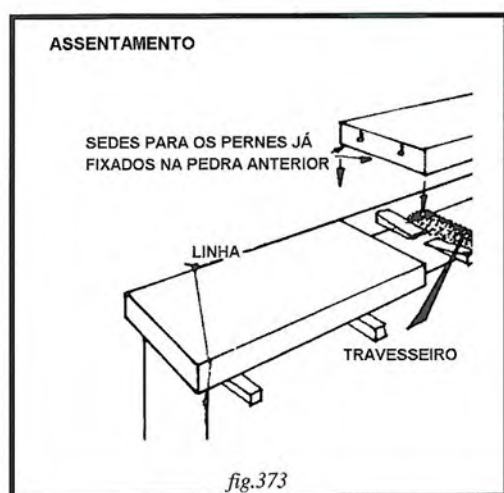
Ainda dos lados, aperta-se o travesseiro defeituoso para o ajustar à pedra, e reforça-se com massa.

Assim, pedra a pedra, se assenta todo o troço, sendo a última pedra alinhada à régua assente sobre as anteriores.



Quando todas as pedras se encontram no seus lugares, calafeta-se um dos lados com uma tira de massa rija bem apertada e somente húmida, que se deixa endurecer. Logo que se encontra bastante dura, com o auxílio de talocha e um atacador, enche-se a junta completamente com massa húmida. Finda a operação, enchem-se as juntas verticais entre pedras com ajuda de cimento simples, tapando previamente as fugas com pequena capa de gesso.

Seguem-se os remates (fig. 374).



## 8.2 - Cantaria de lancil em vãos

### 8.2.1 Peitos

Seja qual for a forma ou tipo de peito a assentar, quer para receber ombreiras, quer quando é pedra única, deve ter-se sempre o cuidado de a assentar sobre dois apoios extremos, ficando toda a zona central aliviada.

Se estes são assentes (o que é normal) antes dos rebocos exteriores executados, deve estabelecer-se previamente a sua posição em relação a esses rebocos e às mestras-base. Piso a piso, nos vãos extremos da fachada, são implantados os pontos de referência para o estabelecimento das linhas de alinhamento das cantarias, que podem até não ser as mesmas em todos os pisos.

De posse desta imprescindível referência, pode iniciar-se o assentamento de peitos, ou soleiras de janelas de sacada.

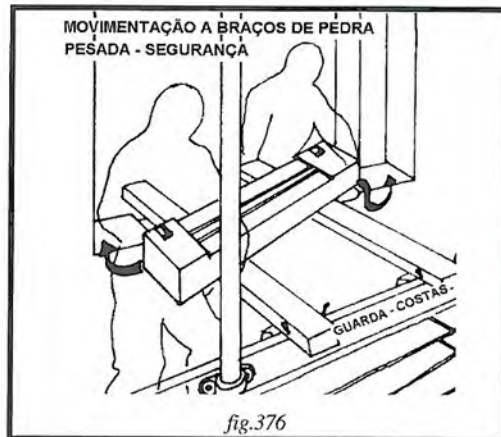
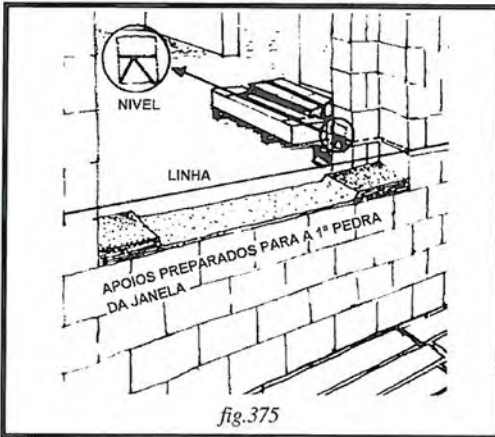
Vão a vão, tendo em atenção os níveis interiores e/ou condicionamentos exteriores (raros) e a espessura real das pedras a assentar, estabelecem-se os apoios com massa rica, cercade 10mm

abaixo da medida desejada e bem nivelados entre si, como, transversalmente (fig. 375). Sobre estes apoios, depois de suficientemente endurecidos, assentam-se os dois peitos extremos da fechada, acertando-os pela linha preestabelecida a partir dos pontos de referência já citados; e com o auxílio de palmetas de ambos os lados faz-se o seu nivelamento nos sentidos longitudinal e transversal (fig. 377).

Uma vez bem alinhados e nivelados, passa-se a linha para a aresta superior destes, bem esticada, e assentam-se todos os intermédios com os mesmos cuidados.

Logo que todos se encontram nos seus lugares, procede-se ao enchimento da junta sobre os apoios com massa rica e sòmente húmida, bem atacada de ambos os lados, rematando-a pela linha das alvenarias e sem retirar ainda as palmetas. O vazio do aliviado é preenchido de seguida com argamassa pobre de cal e areia, ficando recuada cerca de 10 mm das faces dos apoios.

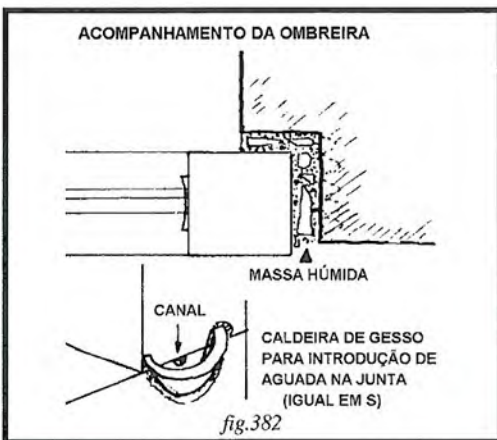
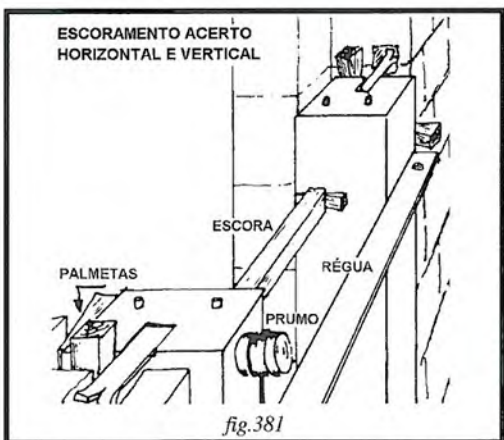
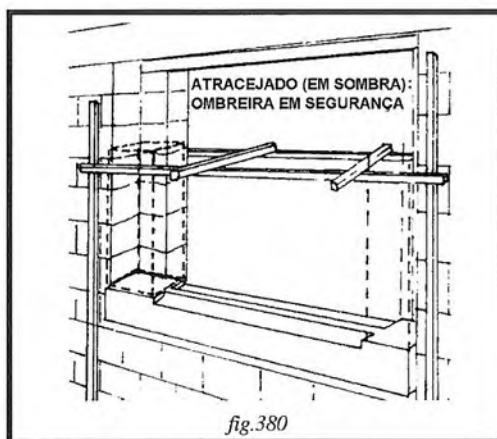
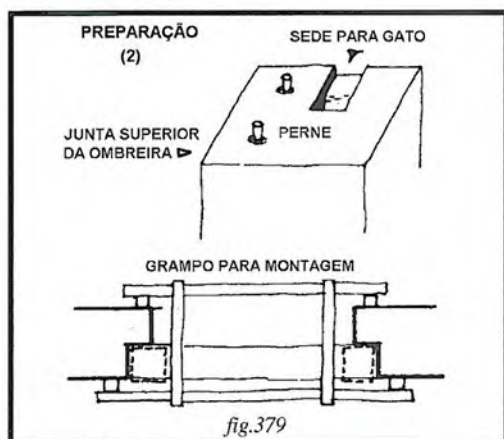
Só depois se retiram as palmetas e se enche o seu vazio com massa.



### 8.2.2 - Ombreiras

As ombreiras devem possuir já as sedes para os gatos e pernes, ou para os gatos de duplo efeito, com os rasgos para a entrada da água de enchimento (sendo preferível a aplicação de gatos de duplo efeito), e devem corresponder a sedes já abertas nos peitos.

No assentamento das ombreiras sobre os peitos, devem usar-se dormentes de chapa de chumbo ou folhas finas de madeira rija, sem os quais as arestas inferiores serão forçosamente afectadas, ainda que o assentamento se faça com os maiores cuidados. As caixas na alvenaria para receberem as ombreiras devem ser amplas, a fim de permitirem a fácil movimentação destas. Colocadas as ombreiras nos seus lugares, tem de se tomar cautelas para que não possam cair, pelo que se recomenda que de antemão, se tenham procurado processos de escoramento que permitam pequenos movimentos e os trabalhos de fixação, conforme, a título de exemplo, se representa nas figs. 379 e 380.





Logo que estejam apumadas e com as faces alinhadas à régua, procede-se à fixação do gato superior e ao enchimento da caixa da alvenaria com argamassa normal das alvenarias, e partículas de pedra ou tijolo, procurando não deixar vazios. Vão a vão fixam-se todas as ombreiras, e logo que as massas tenham atinjido dureza bastante podem retirar-se os escoramentos e prepararem-se as calhas para assentamento seguro das vergas, conforme se exemplifica nas figs. 380 a 383.

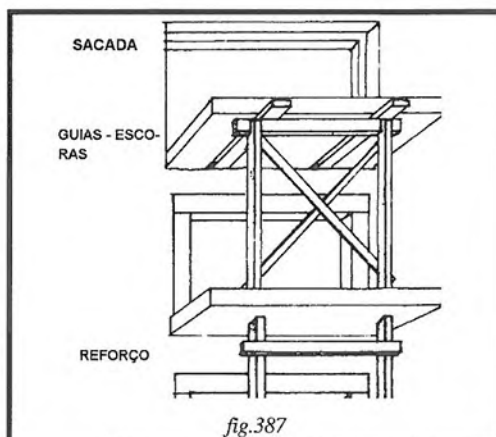
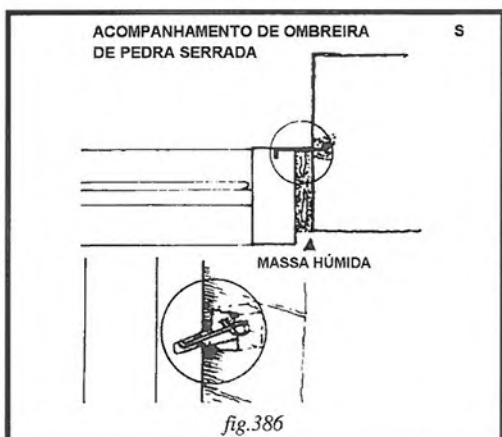
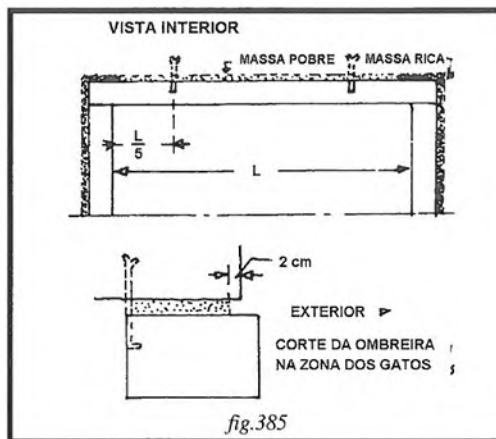
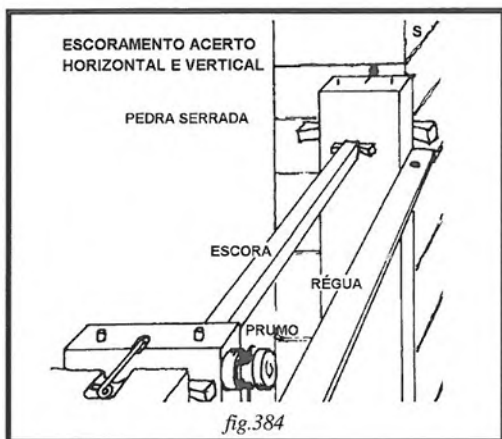
### 8.2.3 - Vergas.

As vergas apoiam-se fora da linha das paredes sobre as calhas previamente preparadas, um pouco acima da cabeça das ombreiras, e fazem-se escorregar sobre as calhas para cima de dormentes, acertando sedes inferiores com as saliências dos gatos de duplo efeito das cabeças das ombreiras. Uma vez no local, e com as faces bem alinhadas com as das ombreiras, procede-se ao seu acompanhamento com argamassa e partículas de pedra ou tijolo, quer nos topos quer na junta superior, mas até à prumada da face interior das ombreiras (fig. 385). A zona central é preenchida com massa igual à aplicada no aliviado do peito.

Quando estas vergas vencem grandes vãos, é conveniente, depois de firmes no lugar e já acompanhadas, reforça-las com gatos na face interior, nunca ao centro mas em ambos os lados a  $1/5$  do vão, conforme se representa na fig. 385.

Depois de executadas todas estas operações, há que proceder ao enchimento das juntas entre as pedras, o que se faz com aguada de cimento simples (branco ou normal) fechando as juntas com gesso na periferia e fazendo uma pequena caldeira que se vai carregando com a aguada.

Esta caldeira é fixada em frente dos rasgos de ligação com as sedes dos gatos e deve garantir-se que se distribui pela junta, abrindo algumas saídas para o ar; depois disto procede-se aos remates e à limpeza do gesso.



#### 8.2.4 - Guarnecimento de vãos com pedra serrada.

No guarnecimento de vãos com pedra serrada, até 0,10 m de espessura, as operações seguem os mesmos princípios e cuidados, embora com pequenas variantes que se referem sempre, figura a figura, de modo a destacarem-se as diferenças, assinalando-se estas segundas com o mesmo número, mas a que se acrescentou um "S" significando pedra serrada; notar que nestas últimas os gatos são sempre de arame zincado, normalmente de 4 mm Ø.

Nota:

Quando a soleira de sacada é substituída por uma soleira de varanda, isto é, em consola sobre a fachada, utiliza-se para o seu assentamento um sistema de calhas conforme foi descrito para as vergas, mas que fica a funcionar com escoramento até ao vão estar completamente revestido e as massas suficientemente endurecidas. Nunca antes de uma semana depois do assentamento das ombreiras (fig. 387).



### 8.3 - Forro de pedra serrada

No revestimento de fachadas (3 a 6 cm de espessura), a utilização de forro de pedra serrada segue tudo o que foi descrito para o assentamento de embasamentos, socos ou roda-pés com mais de uma fiada; isso diz tanto respeito aos cuidados de interligação entre as fiadas (pernes) como à amarração superior (gatos) e ainda às massas de enchimento e, ao cuidado de não fazer a introdução de massa com mais de 0,25 m de altura.

Quando existam cordões horizontais ou verticais salientes do forro, o seu assentamento não deverá fazer-se confiando apenas no forro; cada peça destes cordões deve ter a sua amarração própria, como se estivesse livre.

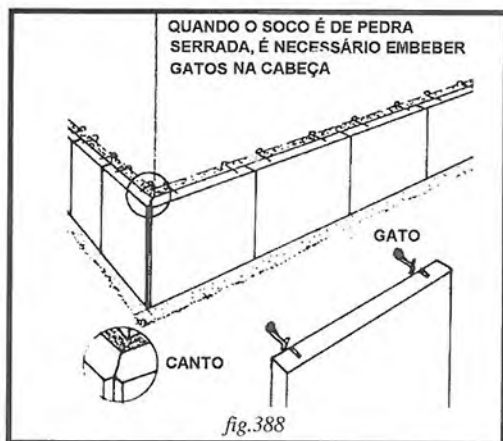
Apresentam-se figuras confirmando a semelhança dos meios e métodos referidos e o processo de fixação de cordões horizontais e verticais (figs. 388 a 393).

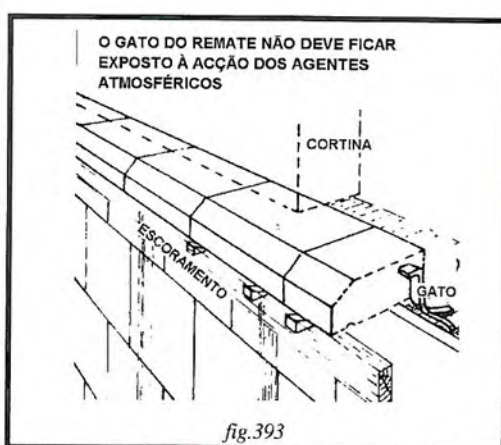
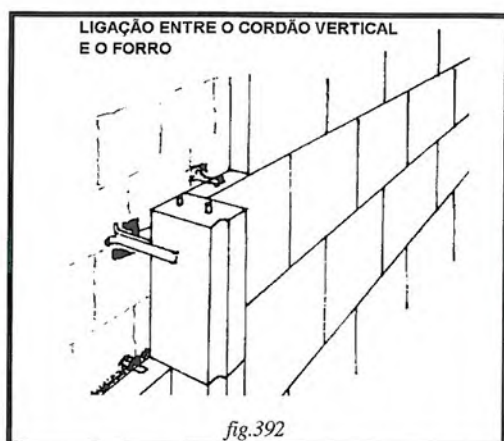
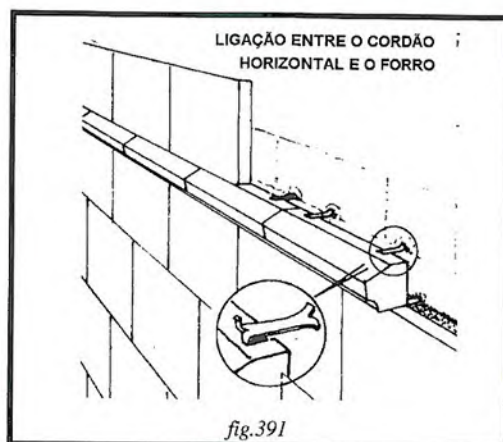
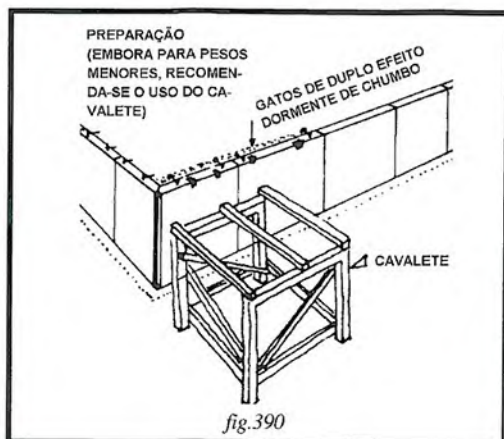
Quando se trata de pilastras em revestimento de cunhais, consideram-se cada fiada no conjunto de pedras das duas fachadas.

Quando o remate superior do revestimento é feito com pedras em balanço formando cimalha, as pedras são assentes como se recomendou para o capeamento, mas os gatos fixados como se representa na fig. 393, mesmo que sobre estes venha a implantar-se ou cortina ou platibanda de resguardo.

Notemos que as pedras serradas são fornecidas normalmente tendo a face anterior (a que vai ligar às massas) à superfície bastante lisa e com mais ou menos pó de pedra aderente. Se a pedra é bastante porosa, o que se verifica molhando-a, bastará que antes de a aplicar seja lavada com escova áspera ao alto, e bastante água.

Se é pouco porosa, deverá aferroar-se a pedra (além de limpar como referimos) ou seja, picar-se com uma picadeira ou com um ponteiro, para melhorar a aderência à argamassa de assentamento.





#### 8.4 - Cantaria grossa em pavimento e escadas de lancil.

Neste parágrafo vamos referir essencialmente os trabalhos que normalmente se fazem no exterior dos edifícios, embora os casos especiais se prolonguem ao interior.

##### 8.4.1 - Mosaico de cascões de espessura irregular.

Para este tipo de revestimento é conveniente reservar uma altura livre de cerca de 0,10 m. pois as espessuras variam entre 4 a 8 cm. por vezes na mesma pedra.  
O assentamento inicia-se com o estabelecimento de pontos de nível e, tratando-se de mosaicos de dimensão regular, com a implantação da linha na junta da primeira fiada.  
Dada a irregularidade de espessuras referidas, pedra a pedra, formam-se quatro “montes

de massas” e sobre estes coloca-se o mosaico, que se vai apertando com um maço de madeira até o levar próximo da altura desejada. Atingidos esses pontos, verifica-se, com o nível nas diagonais, o valor da correção a fazer e os pontos mais altos e, com golpes de maço cada vez mais fracos, atinge-se a posição desejada (tendo sempre o cuidado de não bater a pedra sem antes retirar o nível). A massa em excesso que sai das juntas livres é retirada e vai ajudar a formar os quatros montes da pedra imediata (figs. 394 e 395 ) Pedra a pedra vão-se formando as fiadas até à última pedra, sempre com os montes de massa.

A linha vem avançando fiada a fiada com o auxílio de uma régua para verificar o acerto, o nível da bolha, e o maço de madeira. Na última fiada há que cuidar do facto de a massa em excesso já não ter para onde sair, evitando aplicar massa a mais, porque se isso acontecer terá de se levantar a pedra, retirar a massa e voltar a assenta-la. Este tipo de pavimento normalmente é assente com a junta um pouco aberta (aproximadamente 5 mm), junta que terá de ser preenchida com aguada de cimento e cal, e com regador de bico fino ou funil de bico espalmado.

A aguada vai-se introduzindo sempre em pontos certos, não ao longo da junta, para que o ar possa sair. Quando se apresenta totalmente cheia e estabilizada, deixa-se repousar umas horas, limpam-se as pedras e fazem-se os remates.

Se as dimensões são irregulares, a linha não existe e em seu lugar utiliza-se uma régua de nível que, em conjunto com o nível, vai servindo pedra a pedra. Em todo o restante, o trabalho é o mesmo.



#### 8.4.2 - Mosaico de espessura uniforme

Se, em vez de cascões, se usam mosaicos de espessura uniforme (de 3 a 6 cm) em vez dos montes de massa, faz-se uma betonilha levemente mais alta que o necessário para a espessura da pedra, e sobre esta fazem-se uns rasgos transversais com o bico da colher para permitir assentar e sair o ar, conforme se exemplifica na fig. 398. Com o auxílio da colher, assentam-se todas as pedras da fiada previamente mergulhadas em água. Com uma régua assente sobre as mestras e com um batedor de pega vão-se batendo uma a uma, todas as pedras, até formarem um plano regular entre si, ficando certas com as mestras. Com a régua colocada ao baixo, no topo livre das pedras, batendo-a, acerta-se a junta da fiada. A circunstância de ter molhado previamente as pedras vai permitir executar calmamente todas as operações.

Corta-se a massa em excesso, forma-se nova faixa de betonilha com rasgos, e assenta-se a fiada seguinte, sempre com o mesmo método, verificando sempre a existência de barbotes (desacertos de juntas) que se corrigem com o batedor de pega.

Concluindo o pavimento, tomam-se as juntas com a aguada, com foi referido para o parágrafo anterior.

#### 8.4.3 - Degraus em lancil ou bordaduras

Quando é necessário assentarem-se degraus em lancil, ao contrário do que é habitual, o assentamento deve fazer-se de cima para baixo. Primeiro porque não se corre o risco de ferir ou afectar a aderência às massas, dos degraus já assentes, com a passagem sobre eles dos novos degraus; depois, porque o acompanhamento inferior se faz em melhores condições.

Para isso, a alvenaria de assentamento deve estar previamente executada para toda a escada, e tão certa, quanto possível, com os lancis a assentar.

Se a escada é ladeada por paredes ou cortinas, marcam-se nestas os topos dos degraus utilizando-se para o efeito, um molde de contra placado fino com os recortes dos degraus (fig. 397).

Se a escada é livre, simulam-se as cortinas com dois taipais e marcam-se nestes os degraus, como foi referido para as cortinas.

Se cada degrau é constituído por mais do que uma pedra, executam-se para cada um deles, duas travessas de uma massa e quatro palmetas se for livre nos topos, ou então duas palmetas à frente e engrossamento da massa na zona não acessível.

Como um maço de madeira e aliviando progressivamente as palmetas faz-se descer o degrau ao ponto desejado, verificando-se com o nível, nos dois sentidos, o rigor da posição.

Se os degraus são montados no exterior, sujeitos a chuvas, deve prever-se um leve jorramento de cerca de 1%, o que se consegue controlar colocando um calço de cerca de 3 mm de espessura, sob o nível, junto do focinho do degrau (figs. 398 e 399).

Logo que o degrau se encontre na posição desejada, acompanha-se com a massa na junta inferior, apertando-a com um atacador de madeira e, só depois, na junta vertical de encosto. Para o segundo degrau, antes de o montar no lugar e utilizando o molde com o perfil, verifica-se a folga no encosto e reduz-se com enchimento de massa, ao mínimo, o volume de aguada a aplicar.

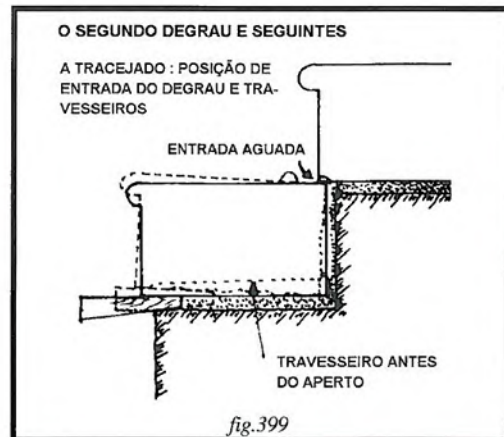
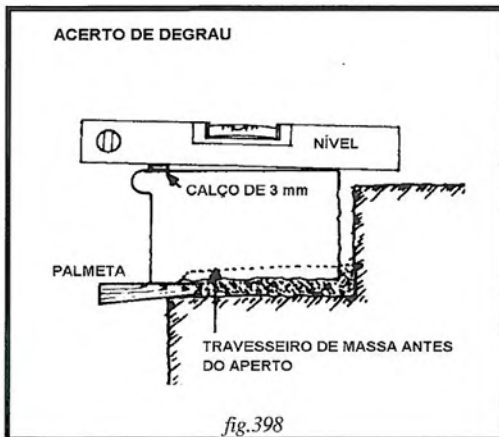
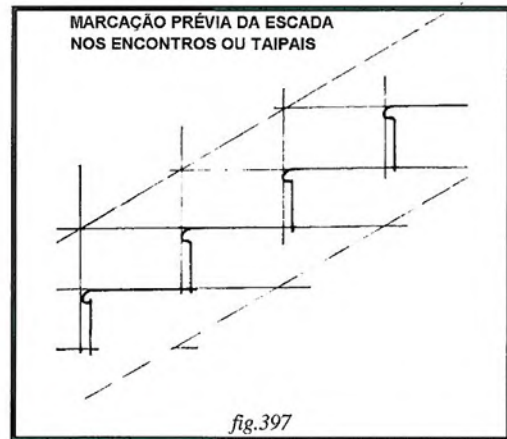
Depois disso, executam-se as travessas de massa, as palmetas, e faz-se descer o degrau até o introduzir sob o espelho do anterior na medida prevista, aliviando-o e fazendo-o descer

na frente até ao jorramento desejado. Ataca-se inferiormente com massa e segue-se ao degrau imediato, repetindo as operações.

Quando todos os degraus estão montados, faz-se o acompanhamento dos topos com massa, executam-se pequenas caldeiras com barro ou gesso, e enche-se com aguada a junta de encosto.

Acaba-se como sempre, com a limpeza, remoção das caldeiras e execução dos remates. Vejam-se os exemplos nas figs 397 a 399.

O assentamento de bordaduras faz-se exactamente como o descrito para o primeiro degrau.



## 8.5 - Mármore em paramentos

O assentamento de mármore em paramentos, desde o rodapé de remate aos lambris alto ou baixo, difere dos assentamentos descritos, essencialmente pela sua fragilidade, dado que o alto preço deste material obriga a reduzir ao mínimo as espessuras.

Esta fragilidade obriga a maiores cuidados na manipulação e à aplicação de maior número de acessórios metálicos de travamento, enquanto se reduz a espessura ou diâmetro do metal de que são feitos.

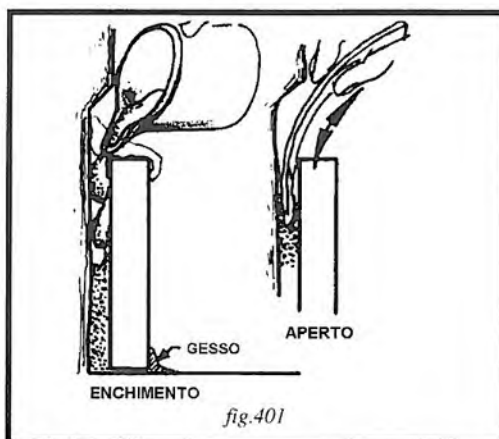
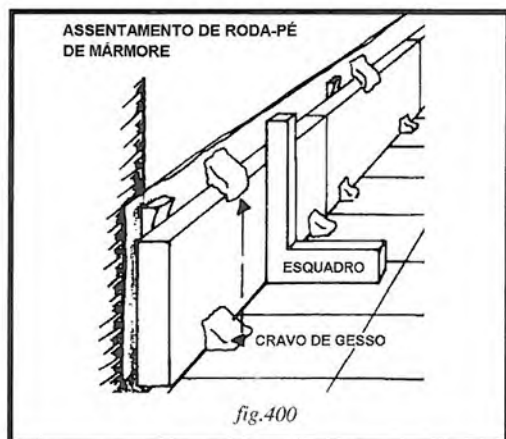
### 8.5.1 - Rodapé baixo de remate em paredes

Quando se trata apenas de um rodapé, com alturas até 15 ou 20 cm, a fixação pode considerar-se satisfatória apenas com a aderência das massas.

Assim, o assentamento pode fazer-se sobre um traço no pavimento, mantendo-se as pedras no lugar por meio de cravos de gesso ao piso e a parede, fixados com a ajuda de um esquadro de madeira e umas palmetas (figs. 400 e 401).

Logo que a pedra se encontra segura, reforçam-se os cravos inferiores e superiores e enche-se a junta com massa fluida de cimento e areia fina, com auxílio de uma barrinha de aço flexível e de ponta arredondada, conforme se exemplifica na fig. 401.

No dia imediato, retiram-se as palmetas e o cravos de gesso, fazendo-se os retoques e as limpezas.



### 8.5.2 - Lambris e revestimento total de paramentos

Trataremos em primeiro lugar dos revestimentos em lambris, com grandes placas de mármore, a toda a altura do revestimento. São estes os que reclamam maiores cuidados, embora não sejam os mais trabalhosos. Neste tipo de revestimento e em compartimentos de média dimensão (até 3,00 m) aplica-se um painel completo de cada vez, isto é, um conjunto de placas passíveis de acompanhamento e enchimento simultâneo.

Quando o painel ultrapassa os 3,00 m referidos, divide-se em painéis de medida igual ou inferior.

É hábito e aconselhável aplicarem-se estes painéis antes do piso assente; para início de trabalho assenta-se uma régua bem calçada com gesso e com a junta da parede bem tomada com o mesmo material, mas com os calços formados por palmetas bem combinadas, para serem facilmente removidas (fig. 402).

Cada placa de mármore recebe os furos e aberturas necessárias aos dispositivos que cobre (torneiras, tubos, tomadas, etc.) e as sedes para todos os gatos superiores e intermédios, e para os pernes das juntas e respectivas entradas para a aguada.

Nestas condições, com os devidos cuidados, coloca-se a primeira pedra sobre a régua (onde previamente se traçou a linha exterior) o mais aprumada possível, encostada a palmetas introduzidas na junta superior; com o auxílio destas e de um prumo (fio de prumo) procura-se a posição definitiva (fig. 403). Fixa-se superiormente com linhadadas de gesso (pita embebida em gesso) e, sobre a régua, fixam-se cravos de gesso com partículas de tijolo.

Com a pedra já aprumada e segura introduzem-se os gatos nas sedes e em caixas nas paredes, e assentam-se com massa de cimento simples (fig. 404). Fixada a primeira pedra, assenta-se a segunda um pouco afastada e desloca-se lateralmente a fechar a junta, fazendo com que os pernes da primeira entrem nas sedes da segunda. Fixa-se em cima e em baixo como a primeira e repetem-se todas estas operações até à última do painel.

Uma vez assentes todas as pedras de um painel, tomam-se todas as juntas, verticais e horizontais, com o maior cuidado e introduz-se uma pequena quantidade de aguada, não mais 5 cm de altura para criar um encosto interior inferior.

Fixadas com gesso, as pedras deste modo, fixa-se uma régua horizontalmente a todo o comprimento do painel, a cerca de 0,60m do piso, e colocam-se, sem esforçar, pequenas linhadadas nas pontas superiores das escoras. Esta régua e estas escoras são colocadas para contrariarem a pressão interna exercida pelas aguadas de enchimento.

Feito isto, recomeça-se o enchimento com aguadas espaçadas de 1/2 hora, em camadas com cerca de 0,20 m de altura, até ultrapassar em cerca de 0,30 m a altura da escora (fig 405).

Simultaneamente pode estar a assentar-se outro painel em outra parede ou no outro lado de um vão, na mesma parede.

Duas horas depois de se atingir esta altura, ou no dia imediato, estabelece-se outro escoramento 0,60 m acima do primeiro, e com os mesmos meios e cuidados, sem contudo retirar o primeiro (fig. 405).

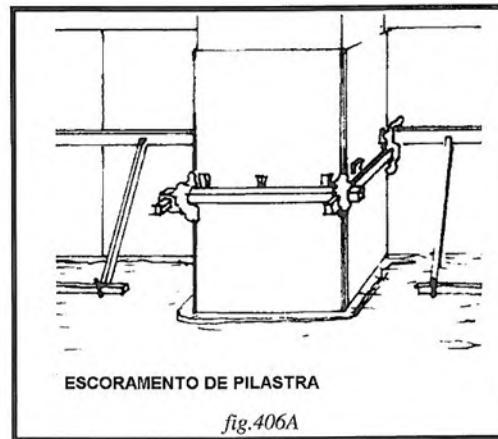
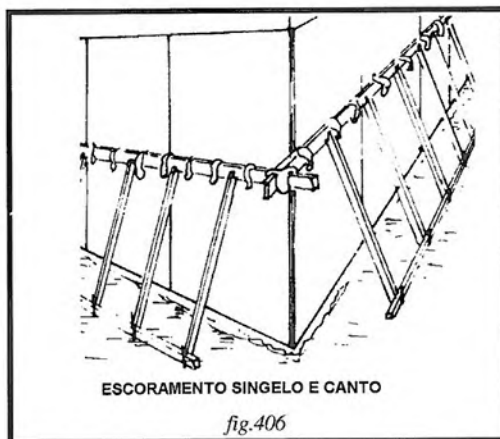
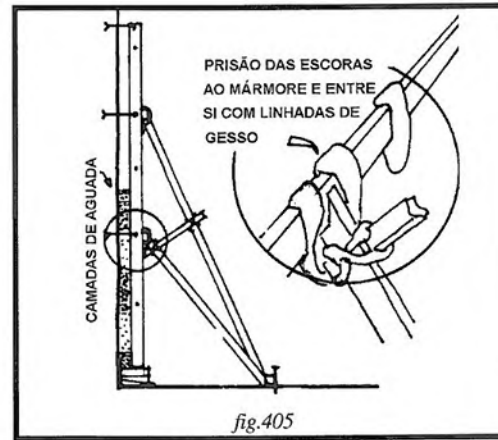
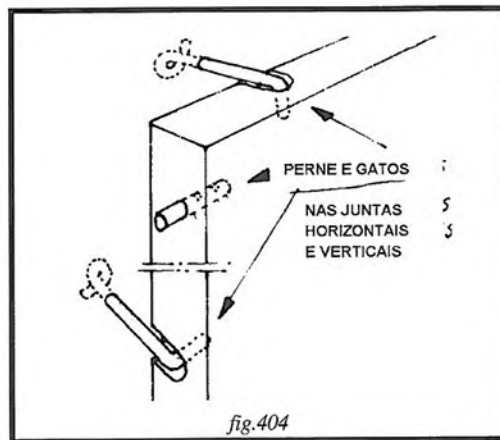
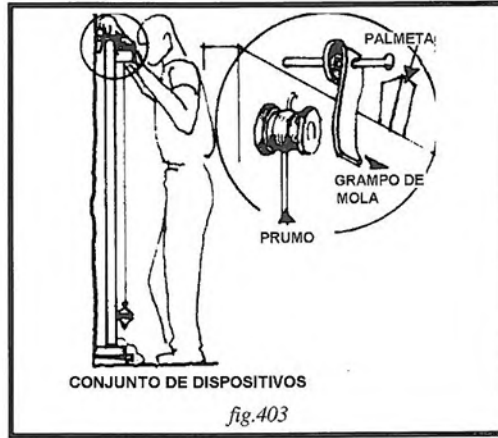
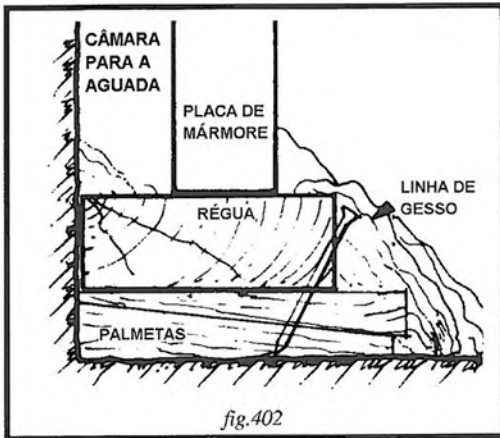
De novo começa a introdução de aguadas, na mesma cadência, até cerca de 0,30 m acima do novo escoramento. Se o lambril tiver 1,50 m de altura, teremos atingido o fim do enchimento.

Se tiver mais de 1,50 m e até 2,00 m (o que não é fácil ultrapassar, com uma chapa), duas horas depois pode começar-se nova série de enchimentos já sem novo escoramento, confiando apenas no efeito dos gatos superiores.

No dia imediato pode retirar-se todo o escoramento e cravos de gesso, matendo-se apenas a régua de apoio que deve ser retirada depois de concluído todo o trabalho de assentamento de mármore em lambris no compartimento.

Quando se trate de lambris constituídos por placas de mármore em fiadas sobrepostas, procede-se como para o assentamento de forro de cantaria, somente que, com os cuidados reforçados, face a fragilidade das placas finas. Se as fiadas tiverem mais de 0,60 m de alto,

INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS





é conveniente estabelecer um escoramento como se indicou, a meio de cada fiada. Concluído o enchimento e os remates superiores dos lambris, compete ao canteiro ou polidor de mármore o trabalho de limpeza do mármore e aplicação de betume nas juntas. Quando se trata de contornar pilastras ou pilares, deve procurar-se fazer o assentamento e enchimento simultâneo de todas as peças de envolvimento, mas então os escoramentos são substituídos por grampos ou braçadeiras de madeira ligadas por linhas e apertadas com palmetas (fig. 406 a 406A). Julgamos que deve já ter sido notado o facto de nunca se ter aconselhado a utilização de pregos. Com efeito, no assentamento de mármore deve evitar-se a todo o custo qualquer operação que exija percussões nas paredes ou pavimentos. O hábito do uso do prego faz muitas vezes esquecer o efeito das percussões quando se pretende que as aguadas de cimento funcionem como cola.

### 8.5.3 - Mosaico de mármore em pavimentos

O mosaico de mármore assenta-se sobre betonilha que se vai fazendo fiada a fiada, tal como foi descrito para os mosaicos de pedra serrada, mas o maço de madeira ou batedor de pega não devem actuar directamente sobre o mármore, mas sobre uma ponta de tábua que deve manter-se sempre bem limpa e que se coloca sobre o mosaico de mármore, conforme se representa na fig. 406B.

Quanto ao restante, incluindo o enchimento de juntas, tudo deve processar-se como foi descrito também para a pedra serrada.

### 8.5.4 - Revestimento de degraus de escada com cobertor e espelho de pedra serrada em mármore

O revestimento de degraus deve iniciar-se pelo assentamento dos cobertores, de cima para baixo, e seguindo a marcação que deve fazer-se na parede de encosto ou em taipal montado para este efeito.

Com base na marcação, executa-se uma faixa de betonilha correspondente à dimensão do cobertor, com rasgos para a saída do ar e com altura levemente superior à necessária. Sobre esta, assenta-se o cobertor acabado de lavar (como já se recomendou) e, usando uma tábua limpa como amortecedor, bate-se levemente com o maço de madeira até o fazer descer à altura final desejada. Durante esta operação, deve fazer-se uso do nível de bolha para acompanhar a descida do cobertor.

Fixado o primeiro, faz-se para o imediato tudo o que acaba de ser aconselhado, como para os restantes.

Mas, sempre que dois cobertores sequentes estão montados, deve aplicar-se o espelho entre os dois.

O assentamento do espelho, partindo do princípio que a superfície de assentamento se encontra regularizada e na posição correspondente à espessura a receber. Para fácil assentamento aplica-se na superfície humedecida uma fina camada de pasta de cimento e água com espátula de dentes. Coloca-se, fazendo pressão. Para garantia de endurecimento em boas condições, fixam-se com gesso dois esquadros de madeira, conforme se vê na fig. 407.

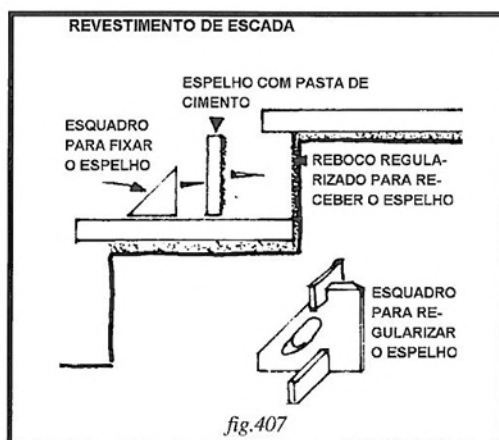
Um a um, vão-se assentando cobertores e espelhos, tendo-se sempre o cuidado de não afectar a posição do cobertor ao assentar o espelho.

## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

O rodapé de remate, que deverá assentar-se como foi descrito para o rodapé. Deverá assentar-se depois da escada se encontrar já firme, depois de um endurecimento não inferior a 12 horas.

*Nota final:*

*Nos casos especiais de revestimento, como tectos de mármore, peças ornamentais, ou cantaria fortemente moldurada, o pedreiro cede o lugar ao canteiro e actua como seu auxiliar em operações complementares.*





# CAPÍTULO 9

## • Diversos

Neste capítulo vamos apresentar ainda uma série de trabalhos complementares de outras profissões a que o pedreiro é chamado a prestar colaboração.

### 9.1 - Tacos, buchas e peças de fixação cravadas com argamassas

O pedreiro deve reclamar para que lhe sejam fornecidos os incorporados para fixação de rodapés, aduelas e aros de portas e janelas, etc., para que, na execução das paredes, essas peças já fiquem fixadas nos respectivos lugares. Se o conseguir, na medida em que vai executando as paredes, por vezes com simples golpe de colher, cria condições para a introdução de um taco que deste modo, ficará melhor assente e sem necessidade de afectar alvenarias, depois de prontas, com roços e abertura de caixas.

Os tacos de rodapé estão nestas condições e, se ficarem afastados 0,30 m, um golpe de colher é suficiente para criar a sede para o assentamento e ao assentar a primeira fiada de tijolo já lá ficam os tacos assentes (fig. 408).

O mesmo acontece com os tacos para fixação das aduelas das portas e janelas.

Igualmente, se numa parede é necessário embeber um tubo de grande secção, a reserva pode e deve ficar feita na elevação da parede (fig. 409) ou pode mesmo executar-se um reforço, se necessário, e que mais tarde não poderá certamente ser feito.

A mesma situação surge quando, na laje de uma casa de banho, cozinha, laboratório, etc., surge a necessidade de se distribuir uma rede de esgotos, caixas de sifões, etc.; se tudo for ponderado na altura devida, ou ali poderão ficar as reservas ou tudo se resolverá posteriormente, mas executando as respectivas lajes mais baixas (fig. 410).

### 9.2 - Roços e caixas em paredes e elementos de betão

Não sendo de prever a curto prazo, que venham a ser evitados os roços e abertura de caixas, vamos oferecer algumas sugestões que podem minimizar o efeito pernicioso destas “pequenos sismos” a que as obras estão sujeitas.

#### 9.2.1 - Roços em alvenaria de pedra

Os roços em alvenaria de pedra devem se executados com ponteiros bem aguçados, e temperados, de modo apropriado para o tipo de pedra a cortar.

Não deve usar-se nunca o guilho e marreta ou escopros largos que obrigam a golpes mais violentos; nas zonas dos escassilhos deve evitar-se aluí-los, sendo preferível retirá-los e substituírem-se por outros mais pequenos, na altura da abertura dos roços.

### **9.2.2 - Roços em betão armado**

No betão armado não deve fazer-se qualquer roço, por insignificante que pareça, sem que o técnico projectista o autorize e dê as devidas instruções.

### **9.2.3 - Roços em paredes de tijolo**

Nas paredes de tijolo a cutelo, ou com espessura correspondente, não deve fazer-se qualquer roço horizontal ou em diagonal. Se, apesar de tudo, isso for inevitável, deverá fazer-se o reforço da parede com uma rede de metal distendido, a incluir no reboco (de espessura reforçada). Nas paredes de tijolo a 1/2 vez (11 a 12 cm de espessura) o roço não deve em caso algum, ir além de 3,5 cm de profundidade.

Na abertura destes roços deve sempre aplicar-se o ponteiro bem aguçado, e os golpes de ferramenta devem ser sempre praticados de cima para baixo e nunca em ângulo superior a 45° (fig. 416).

### **9.3 - Fixação de tacos**

Nas paredes de tijolo interiores nos compartimentos secos, não há qualquer razão técnica impeditiva da aplicação de tacos com gesso e areia fina, ao traço de 3:1, sendo este traço mais indicado para o efeito.

Nas paredes exteriores (face interior) onde pode haver hipótese de penetração de humidade, o traço mais indicado é o de cimento, cal e areia fina a 1:1:3, porque endurece rapidamente e tem menor retracção que a argamassa sem cal.

O mesmo se indica para os tacos a aplicar nos compartimentos húmidos, como cozinhas e casas de banho.

Todos os tacos a aplicar nas zonas húmidas, devem ser previamente impregnados com um fungicida de acção prolongada, e que não possua produtos que possam vir a provocar manchas no revestimento das paredes.

O taco deverá ser de forma tronco-cónica ou secção trapezoidal, mas, quando tal for necessário, poderá ser paralelepípedo, com rasgos ou ranhuras (figs. 411 a 413).

A caixa para assentamento do taco deverá ser preenchida com massa fluida e, ao apertar-se o taco, esta irá comprimir-se contra as paredes, refluindo a que estiver em excesso. Com a colher aberta-se de novo a massa para a caixa, de modo a acompanhar bem o taco (figs. 415 e 419).

### **9.4 - Acompanhamento de tubos de instalações técnicas**

Os tubos de ferro galvanizado para água fria devem ser acompanhados com argamassa de cimento e areia ao traço de 1:4; para água quente ou vapor, só devem ser acompanhados depois de perfeitamente envolvidos com material isolante elástico. Depois podem ser acompanhados com o mesmo traço dos tubos de água fria.

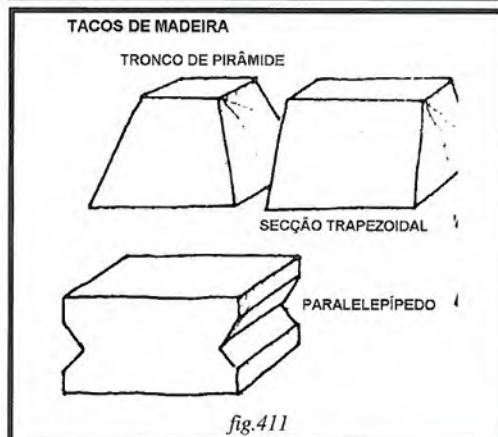
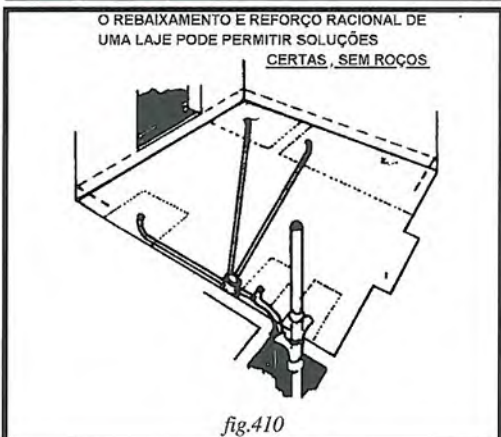
Os tubos de chumbo só devem ser acompanhados com traço de cal e areia a 1:2, sem qualquer percentagem de cimento, porque este material ataca o chumbo. Sendo indispensável utilizar argamassa de cimento, os tubos deverão ser previamente envolvidos com papel espesso ou com películas plásticas, que os protejam do contacto com a argamassa.

Os tubos de plástico devem ser sempre acompanhados com uma massa muito fraca de cal e areia ao traço de 1:4 ou 5 até os cobrir, completando-se depois o enchimento do roço com o traço a aplicar no reboco da parede.

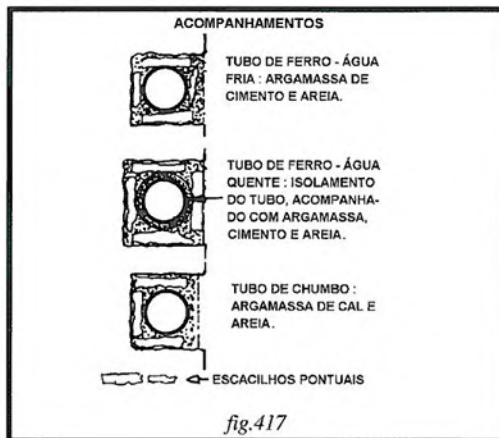
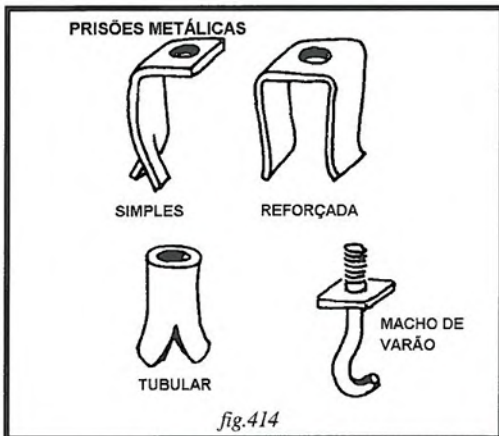
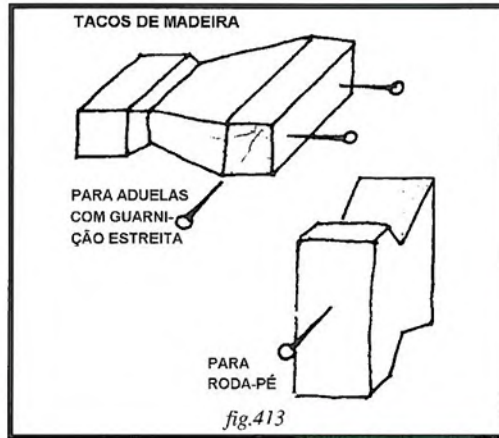
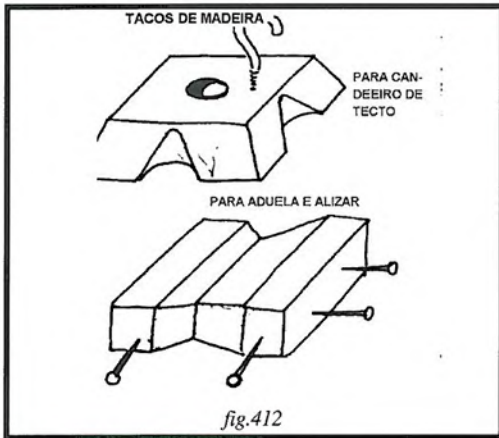
As massas de acompanhamento dos tubos devem ser muito bem apertadas de modo acompanharem perfeitamente os tubos envolvendo-os, e penetrando bem nos alvéolos dos tijolos cortados (figs. 417 e 418).

### 9.5-Acompanhamento de garras e unhas metálicas

As garras e unhas das peças de fixação devem ser sempre acompanhadas com argamassa de cimento e areia ao traço 1:3 e o seu acompanhamento deve fazer-se sempre com o aperto de partículas de tijolo penetrando na massa e garantindo a posição, que deve ser fixada ainda com a massa fresca (figs. 414C e 419).



## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS





## 9.6 - Chaminés

Tal como fizemos em relação às fossa sépticas e pela mesma razão, vamos apresentar alguns pormenores comentados e recomendações para a construção de diversos componentes das chaminés, nomeadamente de cozinhas e de “sala”.

Nota de introdução:

Para atender às nossas necessidades domésticas e laborais, somos obrigados a utilizar geradores de calor de diversas naturezas, desde o simples fogão de cozinha modesta, aos esquentadores de água, às estufas, fogões de aquecimento de ambiente, aos fornos industriais. Em qualquer dos locais em que estes geradores de calor são utilizados, há naturalmente, e sempre, a necessidade de garantir não só uma combustão perfeita e isenta de perigos como a saída fácil e completa dos gases de combustão e, eventualmente, vapores de água e outros.

Não cabe ao pedreiro a concepção e definição destes dispositivos, ou o cálculo das dimensões dos seus componentes, mas cabe-lhe a não menos difícil tarefa de os materializar, e, para que essa materialização conduza aos resultados procurados, é indispensável que o executante conheça o porquê e para quê daquilo que faz.

É indispensável que saiba.

- a) Numa conduta vertical ou rampante de secção rectangular, a dimensão mínima para o lado menor, não deverá ser inferior a 12 cm; quando de secção quadrada, o lado do quadrado não deve ser inferior a 14 cm, conforme se exemplifica nas figuras e quadros respectivos (figs. 420).
- b) Se ficar ligada ou incorporada em parede exterior, garantir uma espessura não inferior a 20 cm de protecção à conduta em condições de isolamento térmico perfeito.  
Os gases em contacto com superfícies frias arrefecem, e sobem com dificuldade (fig. 420).



DIMENSIONAMENTO (CONDUTAS)

DESIGNAÇÃO	QUANTIDADES	ÁREAS MÍNIMAS EM cm <sup>2</sup>	LADOS EM cm
CHAMINÉS DE COZINHA DE HABITAÇÃO (FOGÃO E, OU NÃO, ESQUENTADOR)	1	196	14 x 14
	2 / 3 / 4	380	19,5 x 19,5
ESTUFA (FOGÃO METÁLICO) PARA AQUECIMENTO DE HABITAÇÕES	1	196	14 x 14
	2 / 3	290	17 x 17
	4	380	19,5 x 19,5

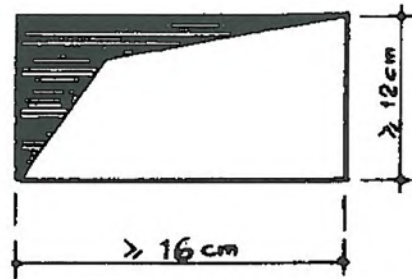
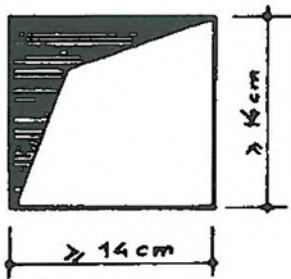
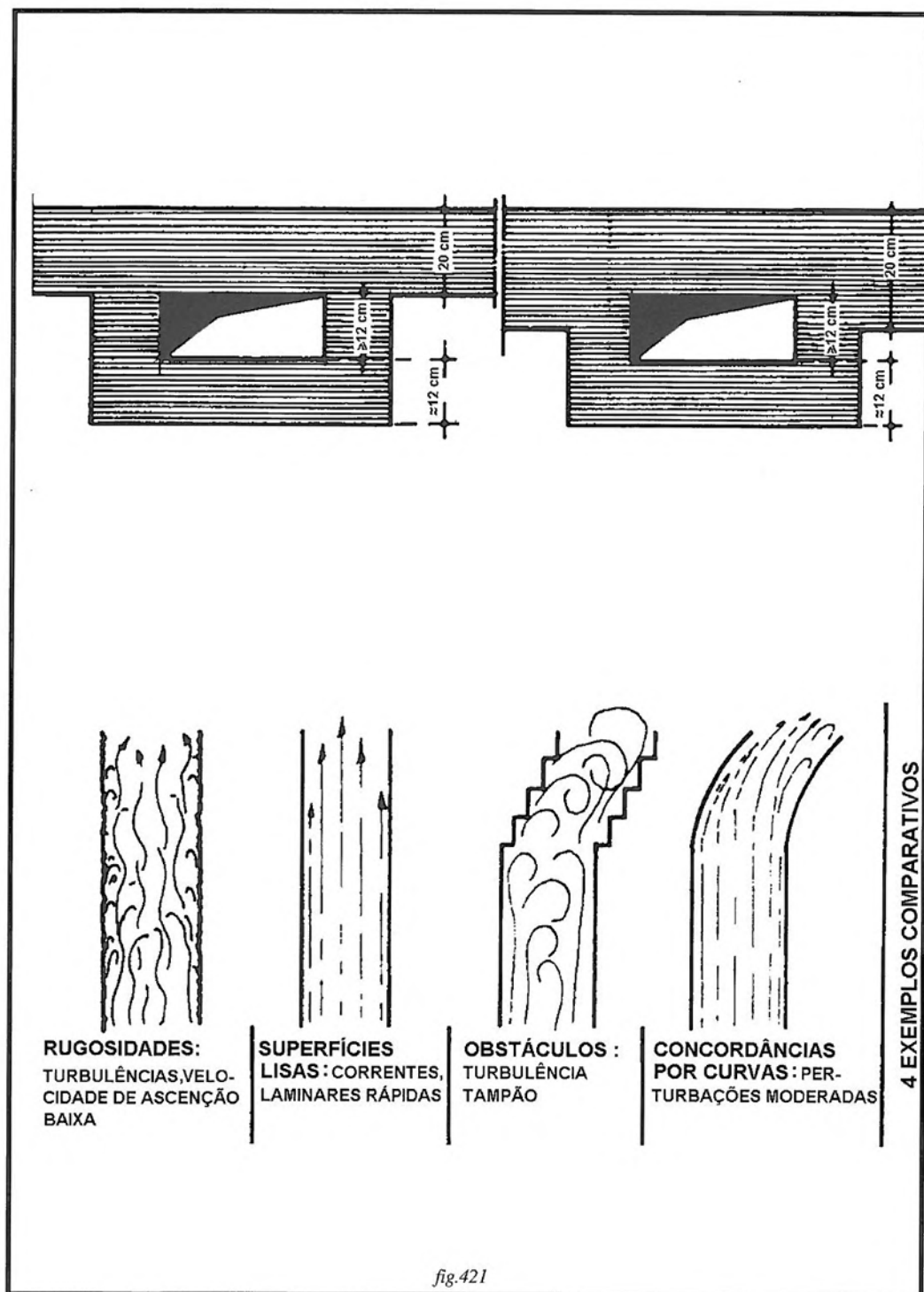


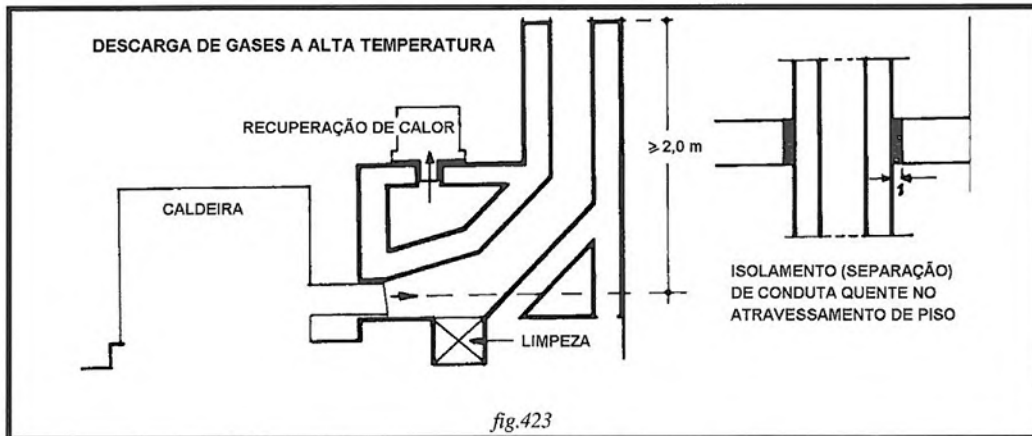
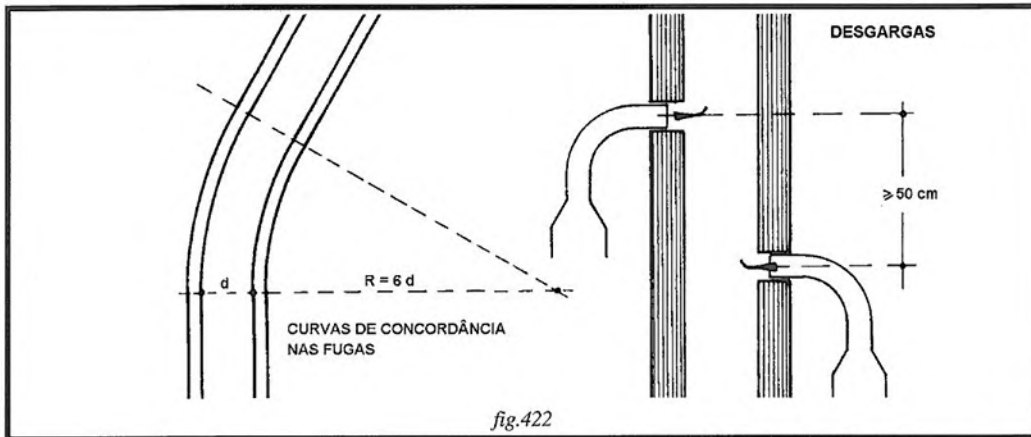
fig.420

- c) As superfícies interiores das condutas devem ser lisas, sem asperezas ou rugosidades, seja qual for o material aplicado na sua construção (fig. 421)
- d) Os ressaltos ou obstáculos de qualquer natureza dentro das condutas (incluindo pontas de tubos de descarga de caldeira ou esquentadores) prejudicam a formação das correntes laminares características deste tipo de condutas, conforme se exemplifica nas figs. 421 e 422.
- e) Quando as condutas recebem gases a temperaturas elevadas, é conveniente localizar a fonte de calor algo distante da conduta e isola-la com produtos



refractários, pelo menos até 2,00 m acima da descarga .  
Estas condutas devem ser protegidas do contacto com os pisos que atravessam, mesmo quando estes são incombustíveis (fig. 423).

- f) Ao localizar-se uma chaminé deve ter-se em atenção a sua posição na cobertura e dimensionar-se de modo a não ser afectada no seu funcionamento, por efeito das correntes de ar ou de vento (fig 424).



- g) Nos fogões de sala de aquecimento directo (fogo aberto) devem ter-se em atenção as formas e proporções que se reproduzem nas figuras comentadas que a seguir se apresentam, e que, embora não preenchendo completamente as necessidades de informação neste campo, poderão servir de base para a ponderação de situações diferentes (figs 425 e 426).

h) A forma de remate de uma chaminé é também importante para o seu funcionamento, pelo que apresentamos a que melhor se comporta e que poderá ser complementada com frisos ou quaisquer outros elementos decorativos desde que estes sejam aplicados por baixo do ponto de nascimento da curva. O exemplo de protecção contra as chuvas, embora aberto superiormente, tem-se revelado eficaz e não prejudica a tiragem ajudada pela forma de remate.

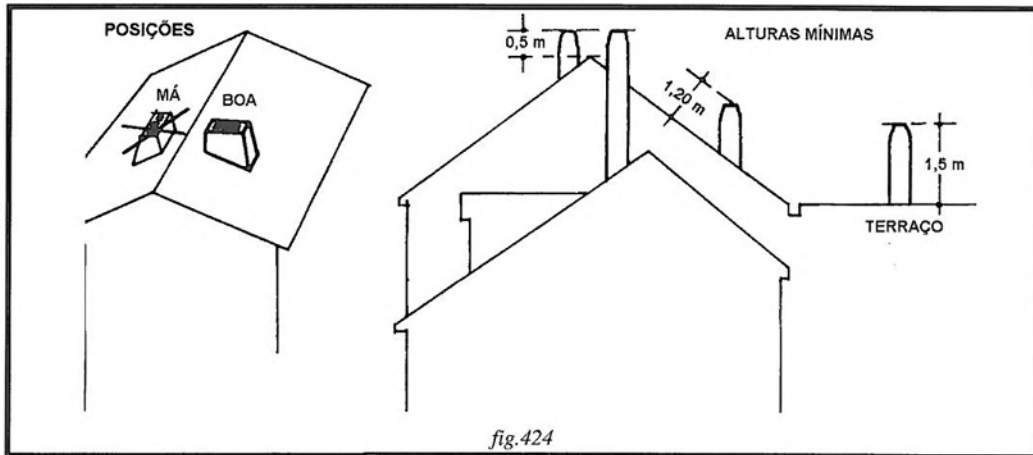


fig.424

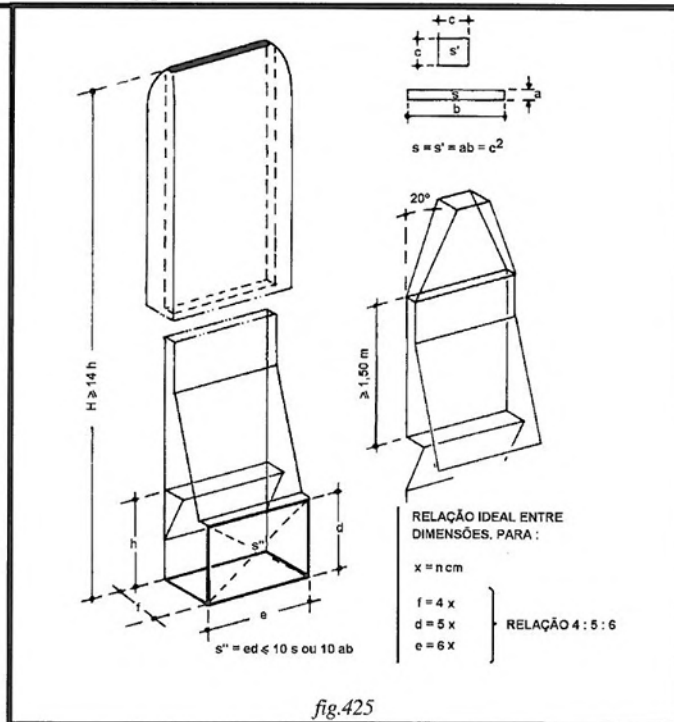


fig.425

Na alínea 9 do capítulo 3 referimos as regras para a execução de alvenarias de tijolo e que têm naturalmente aplicação na execução das condutas das chaminés, havendo no entanto que prestar uma atenção muito especial ao alinhamento e aprumo dos tijolos. Deve evitar-se o reboco interior das condutas, procurando garantir-se a regularidade das superfícies interiores no assentamento dos tijolo e remate das juntas (fig. 428 e 429). De notar que no pormenor representamos tijolos maciço, por ser este o que aconselhamos na construção de chaminés, quando não se utilizem tijolos ou blocos especialmente concebidos para o efeito.

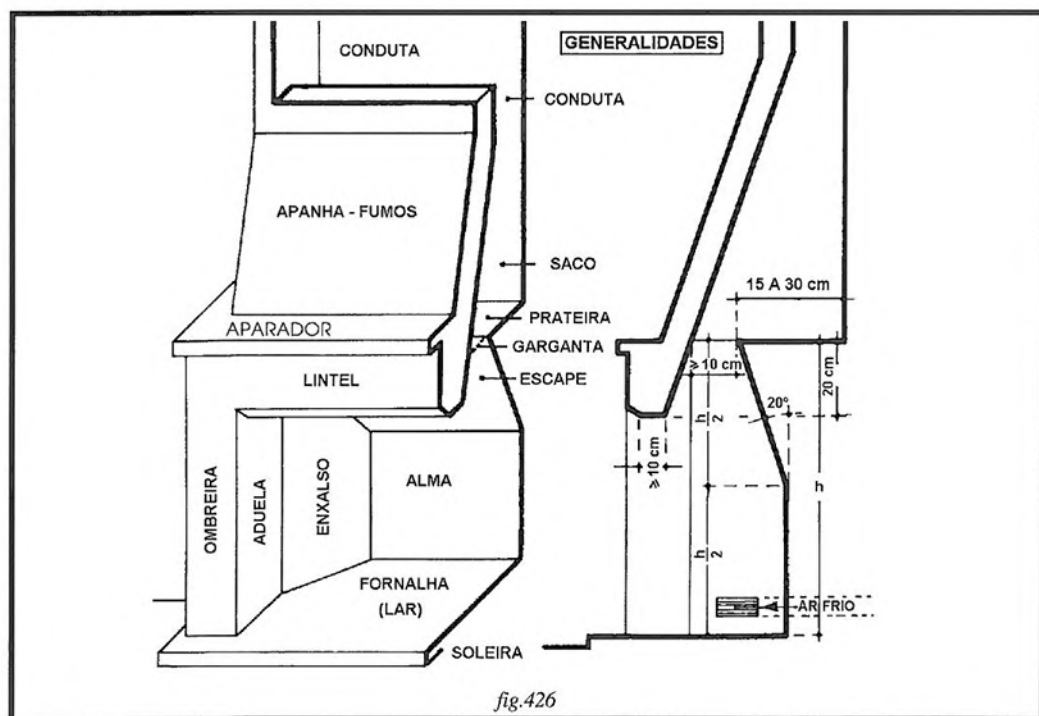


fig.426

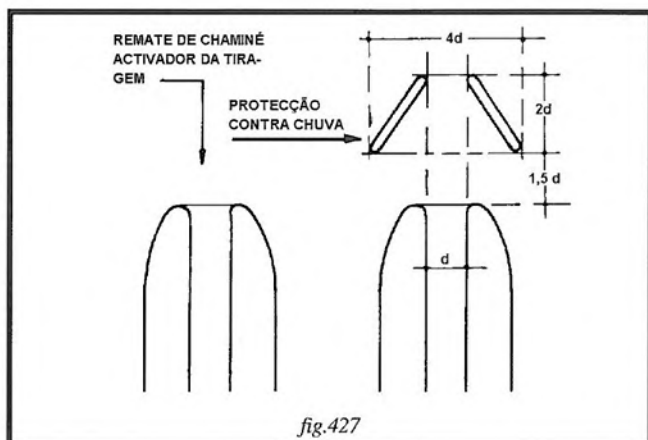


fig.427

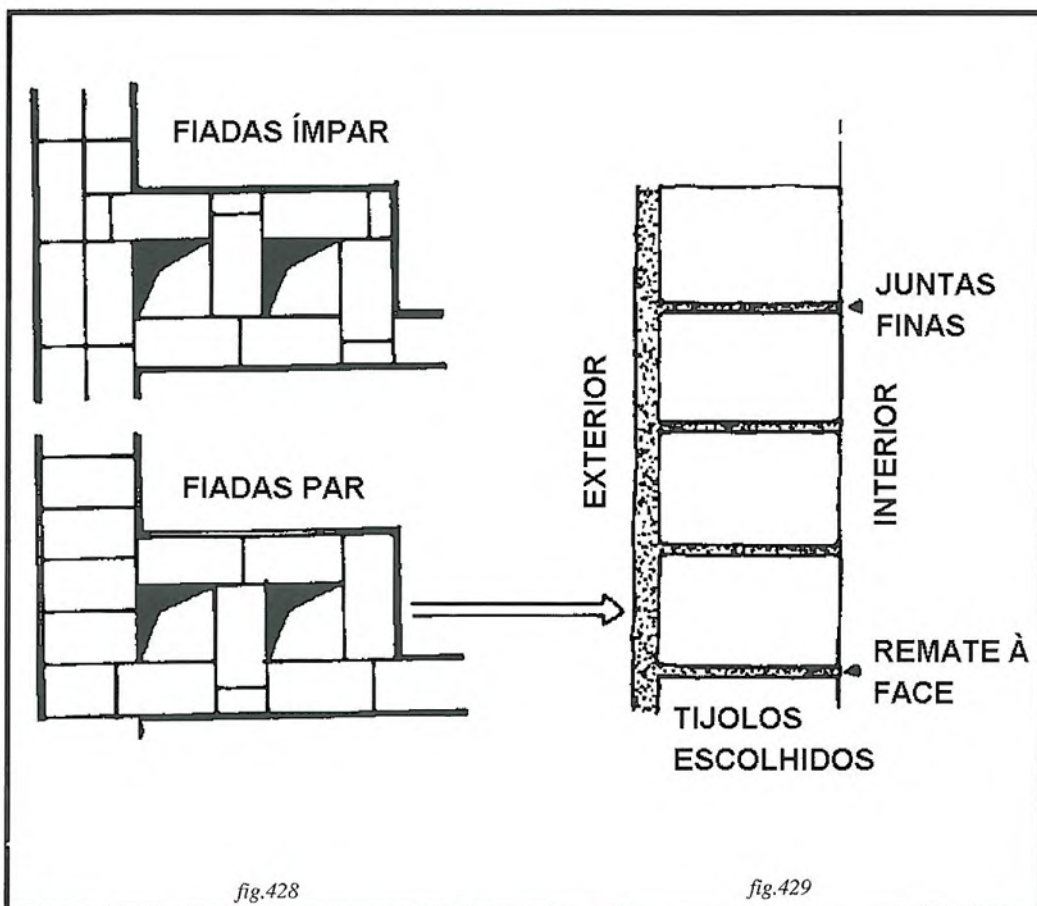
## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

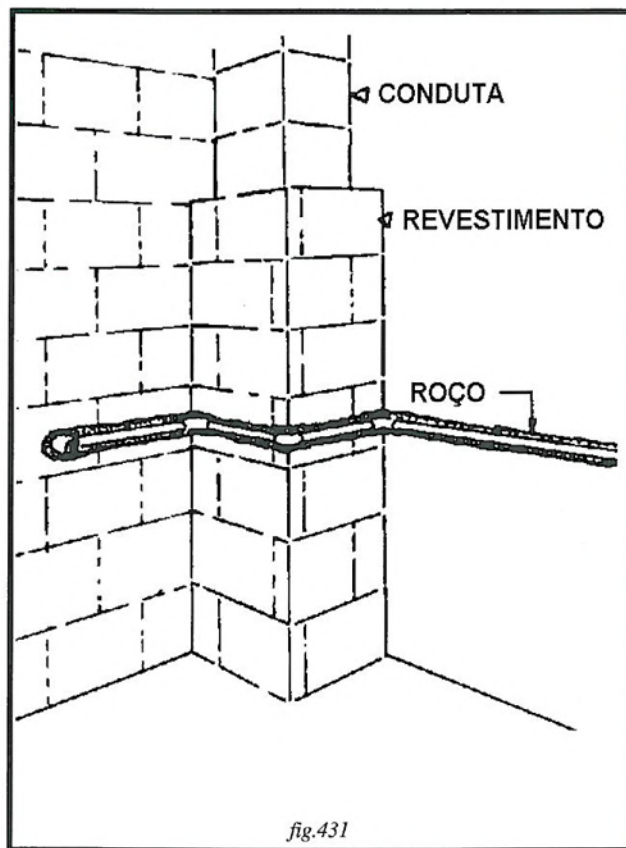
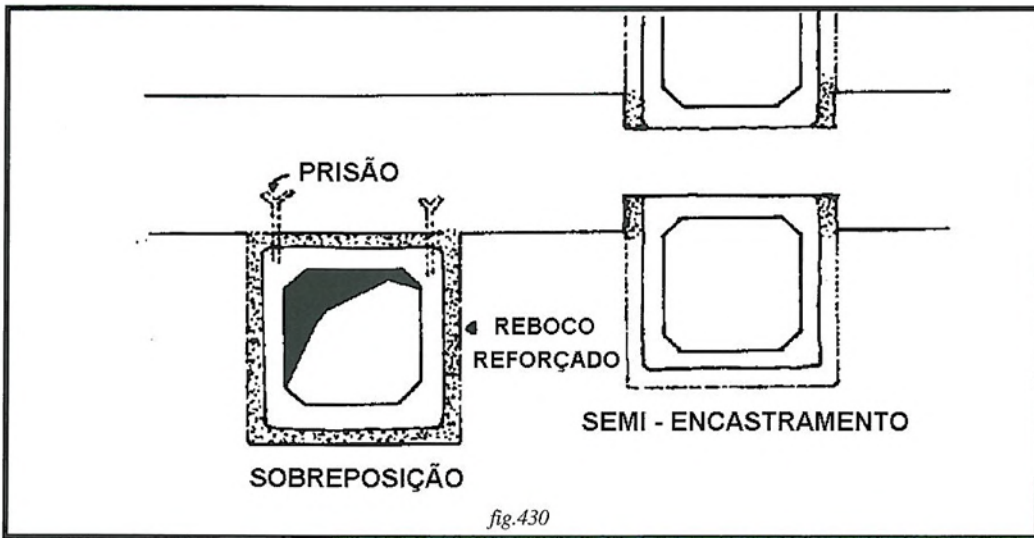
Quando se aplicam tijolos “fuga de chaminé”, devem observar-se os mesmos cuidados de regularidade e remates interiores, e aplicar-se exteriormente um emboço e reboco com a espessura aproximada de 3 cm (fig.430).

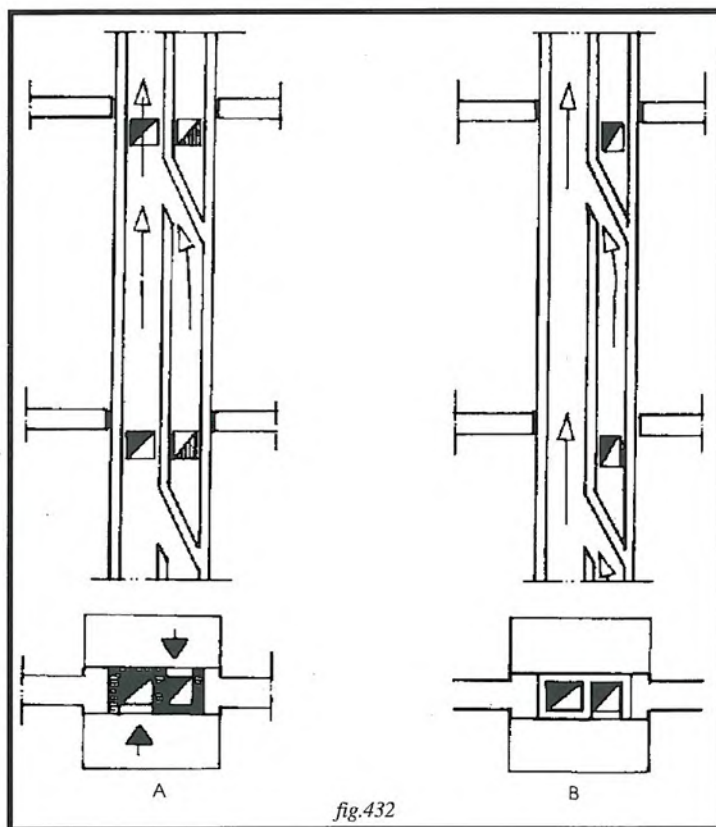
Em caso algum se devem abrir roços ou embeber instalações nestes tijolos especiais, e quando a passagem nessa zona se verifique indispensável deverá fazer-se um revestimento com tijolo corrente, no qual se farão passar os tubos das instalações (fig 431).

Quando se pretenda que as condutas sirvam mais do que uma chaminé por piso, deverá recorrer-se a uma conduta auxiliar paralela antes de se fazer a ligação à conduta comum (fig 432A).

Quando uma conduta receba os gases de pisos sobrepostos (nunca mais do que 4), deverá igualmente recorrer-se a conduta paralela, como no caso anterior e como se exemplifica na fig. 432B.







As condutas especiais pré-moldadas, cerâmicas ou de cimento, logo que ultrapassem o tecto do último piso, devem ser envolvidas com panos de tijolo ou blocos, não só para lhes garantir maior rigidez, como porque a espessura das paredes destes elementos não garante as condições de isolamento térmico necessárias, e menos condições para remate do revestimento das coberturas (fig. 433).

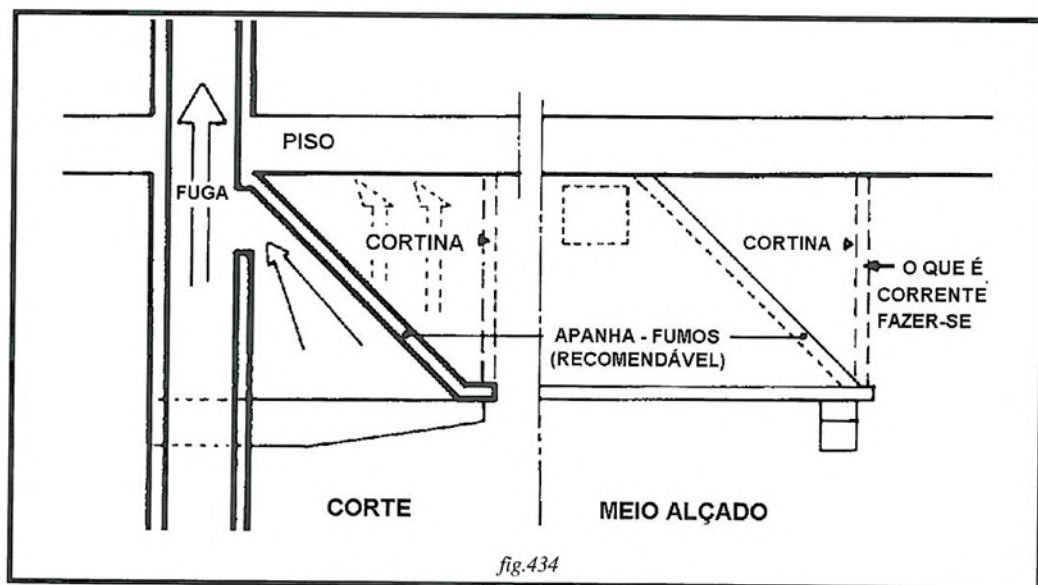
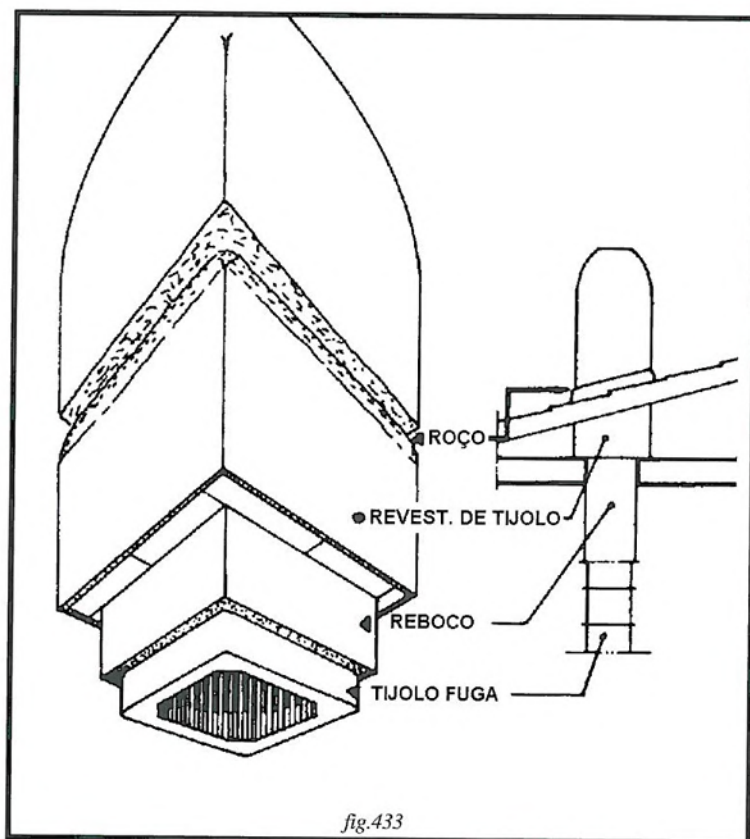
A ligação das chaminés de cozinha às condutas individuais ou colectivas é normalmente feita com apanha-fumos. Estes, por variadas razões, têm sido na grande maioria dos casos substituídos por cortinas verticais ligadas a uma zona do tecto, formando um paralelepípedo que em nada corresponde às exigências da função.

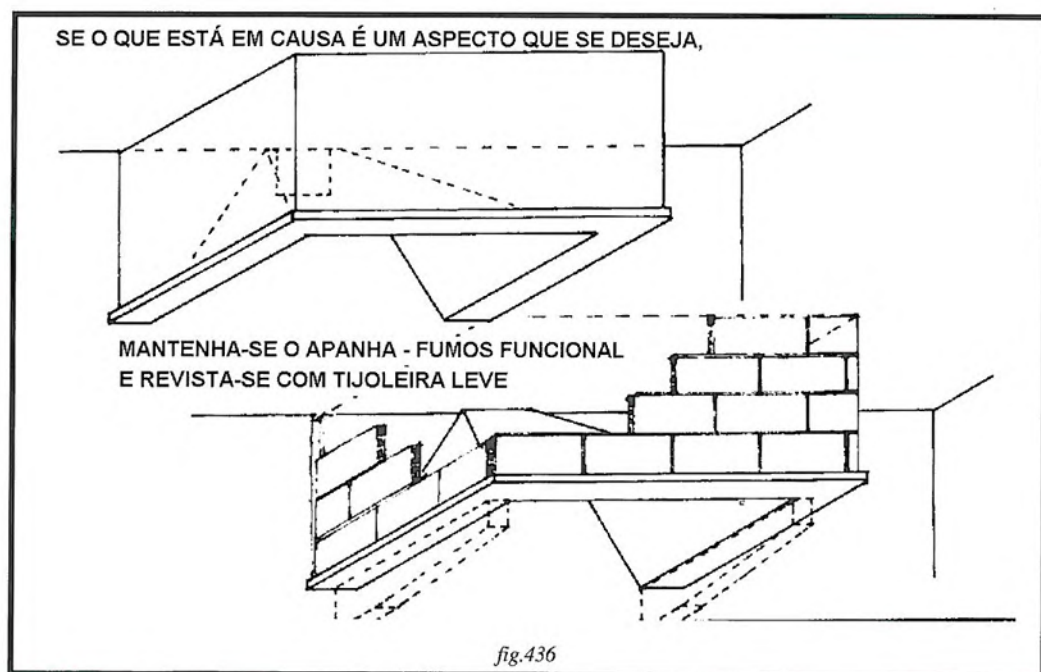
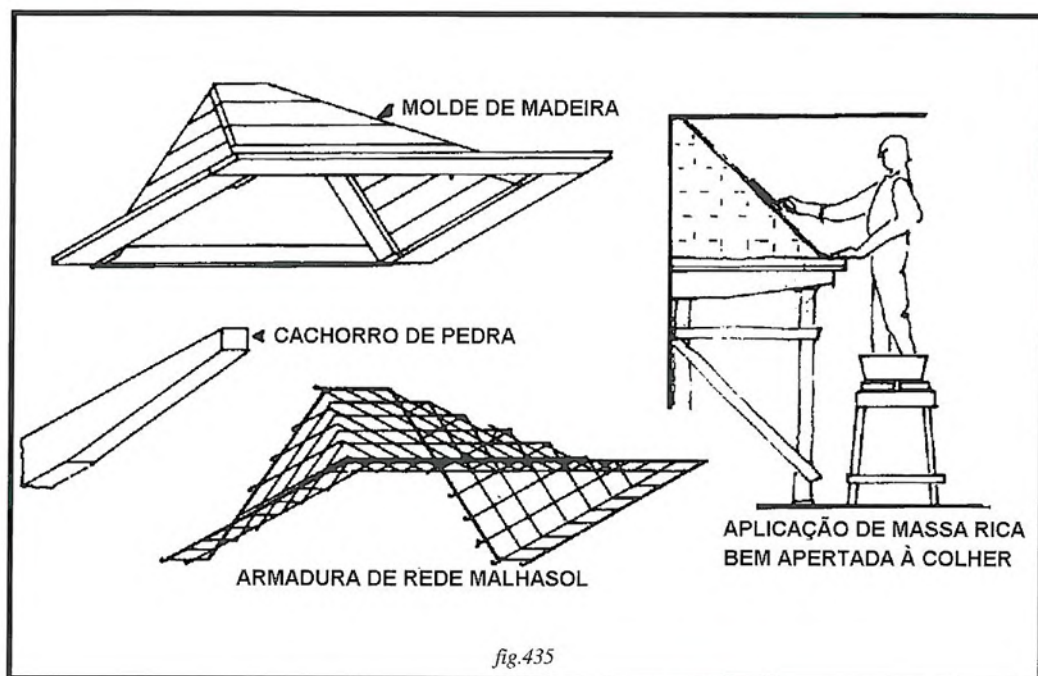
É necessário que, mantendo-se embora a forma exterior em voga, se mantenha o pano de apanha-fumos internamente, e conduzindo os gases para a conduta. A zona horizontal do tecto provoca condensações, e o arrefecimento dos gases antes de serem (quando o são) “absorvidos” pela conduta.

Damos alguns exemplos de forma e modo de as realizar (figs. 434 a 436).









### 9.7-Reparação de fissuras

Um dos problemas, que desde sempre mais dissabores tem causado aos profissionais ligados à construção de alvenarias, é sem dúvida o das fissuras. Escrever propondo soluções para as evitar ou reparar é, pelo menos, difícil, arriscado.

Corremos o risco, procurando na medida do possível oferecer algumas bases para a ponderação de causas e soluções.

Para tanto, começamos por dividir as fissuras em dois tipos característicos e de possível distinção:

- a) fissuras superficiais.
- b) fissuras profundas

#### *Fissuras superficiais*

Classificamos como tal as que não vão além da espessura dos revestimentos simples ou compostos. Estas fissuras têm normalmente origem na falta de cuidado posto na aplicação do próprio revestimento, como seja:

- 1) Aplicação de pastas ou argamassas de composição ou mistura defeituosa (fig.437A).
- 2) Aplicação de pastas ou argamassas sobre superfícies demasiado secas ou quentes, provocando o endurecimento rápido desta e a conseqüente retracção cortiforme ou laminar características (fig 437B).
- 3) Aplicação do revestimento sobre superfícies sujas pulverulentas, ou que por expostas por largo tempo à acção de humidades, estejam cobertas de colónias de líquenes (quase sempre invisíveis a olho nu) (fig 437C).
- 4) Ou, ainda, porque a superfície sobre a qual foi aplicado estava alterada (em decomposição) por efeito de agentes químicos ou outros (fig 437C).

Face a esta diversidade de causas para um mesmo efeito, a primeira questão que se põe, e sempre, é encontrar a origem do “mal” e, também sempre, o levantamento total do

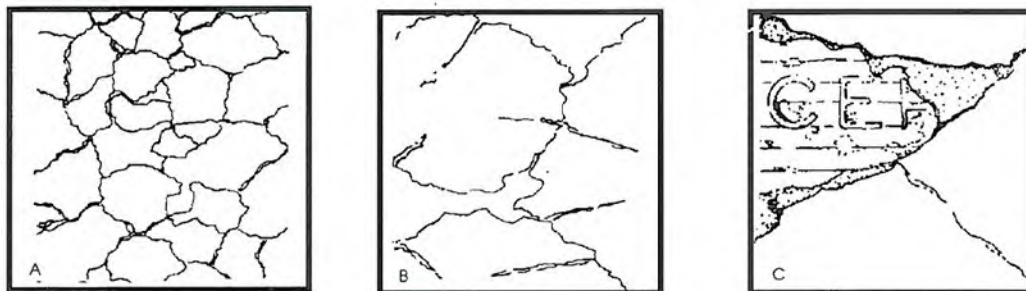


fig.437

revestimento defeituoso. Em seguida deve proceder-se a limpeza perfeita da superfície posta a descoberto, na qual se inclui uma lavagem com água limpa e abundante. Esta lavagem, como adiante se verá, poderá revelar que as fissuras se projectam para além do revestimento.

No caso de se verificar a desagregação da base por efeito de agentes químicos ou outros, impõem-se o tratamento ou a sua substituição antes da aplicação de novo revestimento. Isto pode exigir a intervenção de especialistas, mas não deve correr-se o risco de produzir novo revestimento provisório.

Só depois das operações e cuidados referidos devidamente aplicados, deverá proceder-se ao novo revestimento, seguindo as regras recomendadas nos respectivos Capítulos.

Por vezes confunde-se uma “fissura profunda” com “superficial” porque não se revela coincidente nos dois componentes do elemento (base-revestimento) e, isto acontece sempre que a base ao romper se desliga do revestimento.

Ao levantar-se o revestimento, se a fissura da base é de pouca largura, esta é praticamente invisível, só a operação de lavagem antes referida a revelará, porquanto a infiltração de água na “junta”, na fase de secagem, será mais demorada (figs 438A e B).

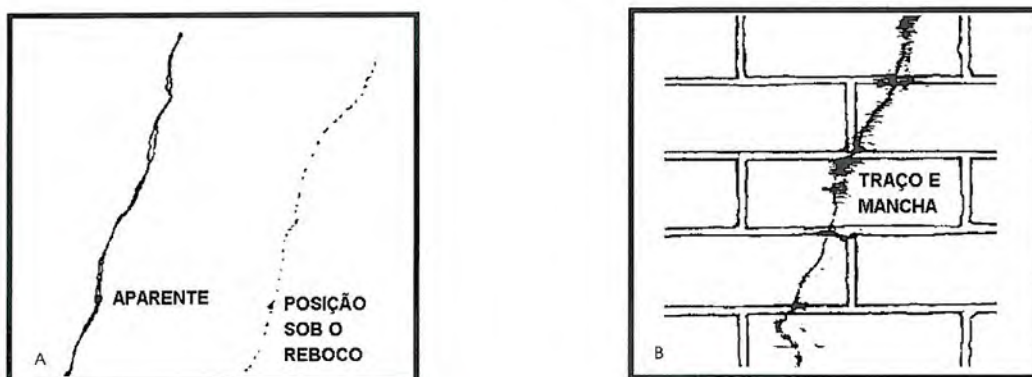
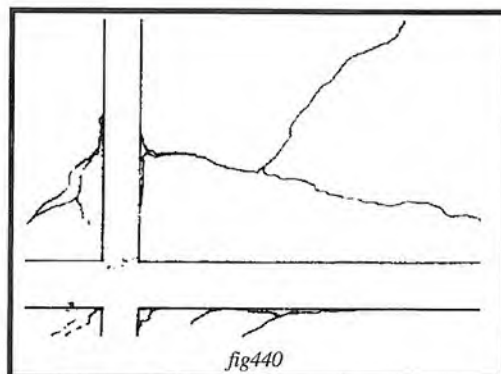
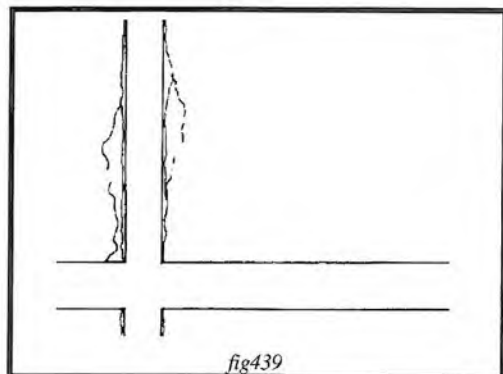


fig.438

### *Fissuras profundas*

Estas resultam normalmente de:

- 5) Separação de elementos de constituição diversa ou não; da execução de componentes dum mesmo elemento em fases distintas; ou de comportamento diferente sob a acção de variações térmicas, vibrações, funções distintas, etc. (fig. 439).
- 6) Separação de componentes ou elementos, por efeito da retracção na fase de endurecimento, na junta (ou não), com elementos estruturais (fig. 439).
- 7) Resultado aparente da fractura de elementos da estrutura ou enchimento, por efeito de esforços não previstos, por assentamento de fundações, por efeito de abalos sísmicos, ou por má execução (fig. 440).



Para os casos referidos em 5), que devem ser considerados de acção permanente, não é de aconselhar a reparação destas fissuras, mas sim a sua transformação em juntas, seladas com mastique elástico, resistente ao efeito de mastigação (fig 441).

Para os casos referidos em 6), antes de qualquer decisão, deve verificar-se o comportamento das fissuras, aplicando-se alguns “cravos” de material frágil (p.ex. gesso) bem aderido a ambos os lados e observar durante algum tempo se estes fendem, e como. Se isto acontecer, o que revela que os movimentos se mantêm, deverá considerar-se a necessidade de se estabelecerem juntas permanentes, e trata-las como em 5) (fig 442).

No caso de os cravos se manterem inteiros e bem aderidos, o que revela que o elemento fracturado se acomodou, deverá proceder-se como se indicara para 7).

Nos casos referidos em 7), isto é, a fractura do elemento, deverá verificar-se se a situação se normalizou, procedendo à aplicação de cravos como em 6) e, se isto aconteceu, proceder à reparação da fissura.

Antes, deverá verificar-se se os incorporados de um lado e outro da fissura se mantêm bem fixos, isto é, se a fissuração não afectou a massa de assentamento. Caso a massa tenham sido afectada, proceder como se indica na fig. 443 e 444, substituindo os blocos fracturados e a massa aluída das juntas.

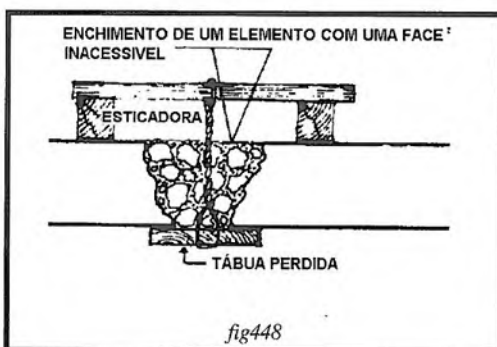
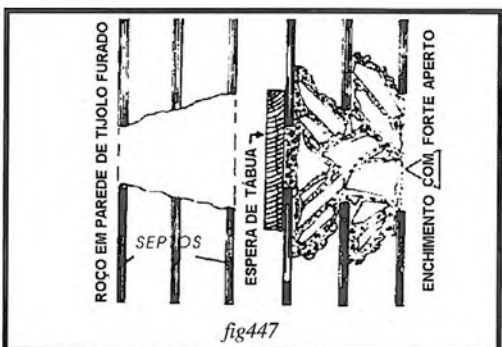
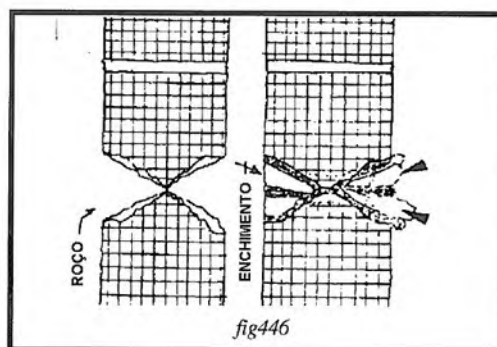
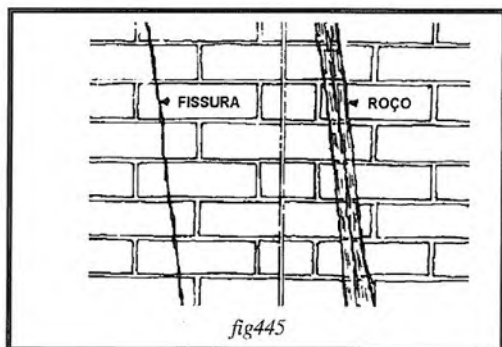
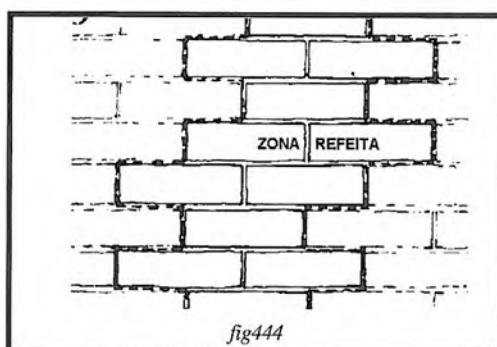
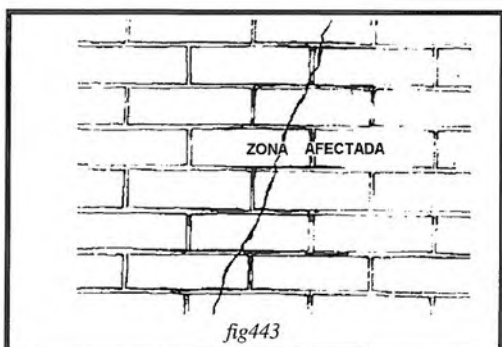
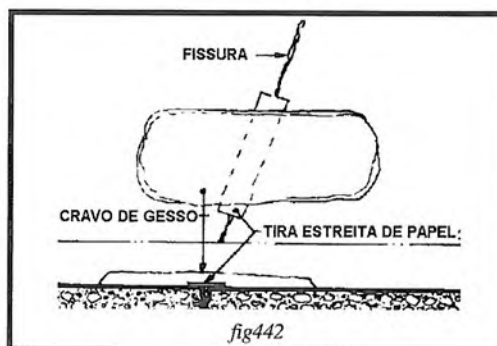
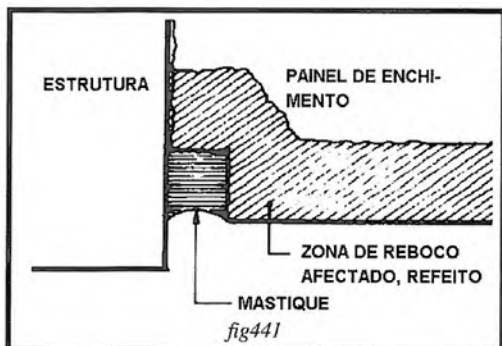
No caso de a massa das juntas não ter sido afectada e as partes dos blocos fracturados se manterem firmes, poderá simplesmente fazer-se a reparação como se representa na fig. 445 e 446. Os roços de ambos os lados devem ser abertos como se indica na fig. 443 e 444 e com a forma aproximada da fig. 445 e 446.

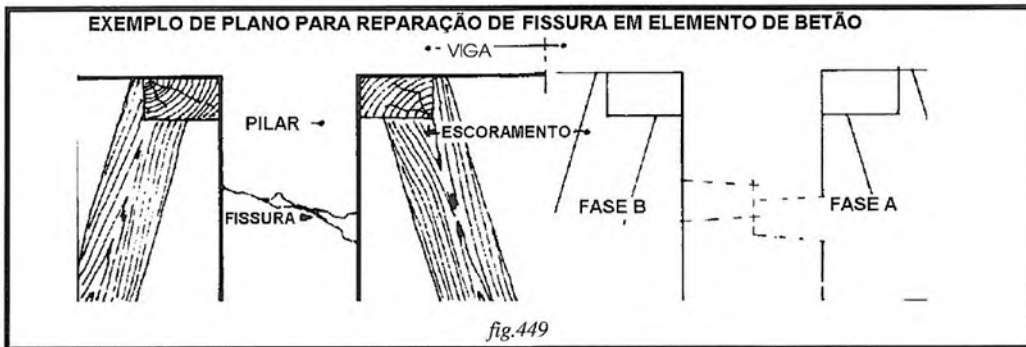
O enchimento deverá ser feito depois do roço bem limpo e molhado, e com massa húmida e escassilhos bem apertados, para reduzir ao mínimo a quantidade desta fig 445 e 446.

Nas figuras 447 a 449 apresentamos alguns recomendações para outros casos correntes, chamado no entanto a atenção para as reparações em elemento de betão armado, que só devem ser levadas a efeito com a assistência do técnico responsável da obra, e sempre por fases, e com um escoramento bastante robusto.

Também aqui se impõe a limpeza com a lavagem do roço a encher; a aplicação de massa com o mínimo de água e o aperto dos inertes.

**INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS**





### 9.8- Reforço de construções (recalço de fundações)

Sempre que, para aproveitamento de espaços abaixo do nível das fundações de um prédio, as bases destas ficam a descoberto, surge a necessidade de as recalçar, isto é, acrescentá-las por baixo, para continuarem abaixo do piso inferior.

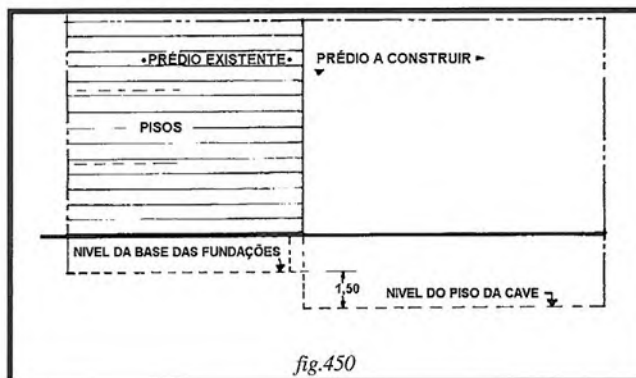
Esta operação quando feita com os devidos cuidados não afecta em nada a estabilidade das construções, mas, se estes não forem rigorosamente observados, as consequências podem ser desastrosas.

Vamos procurar indicar um processo seguro para a execução destes trabalhos, considerando as condições de actuação mais correntes.

#### 9.8.1 - Caracterização da obra

Admitamos tratar-se de um edifício corrente de vários pisos, ao lado do qual se vai construir outro com aproveitamento de cave, e que o piso desta vai ficar 1,50 m abaixo da base das fundações existentes.

O edifício existente, de construção tradicional, assenta sobre fundações de alvenaria hidráulica com 0,70 m de largura. O terreno, que na época da construção foi considerado apropriado para estabelecer as fundações, mantém-se (melhorado) abaixo desse nível até à profundidade agora necessária (fig 450).



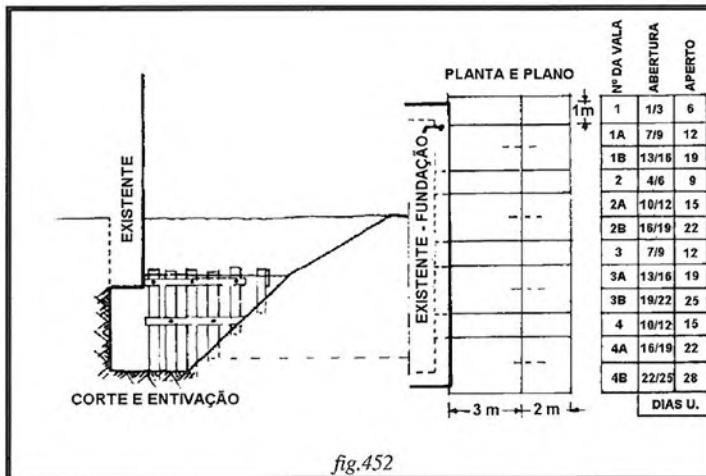
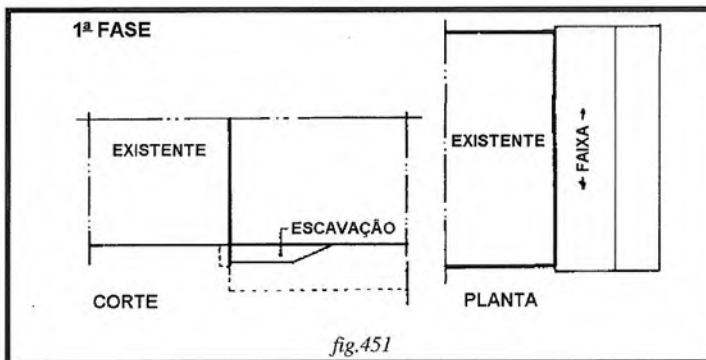
**9.8.2 Primeira fase do trabalho**

O trabalho inicia-se com a escavação de uma faixa de aproximadamente 3,00m paralela à parede a recalçar e junto desta, sem contudo atingir o nível da base das fundações (recomendando-se que fiquem cerca de 0,40 m acima desta), (fig 451).

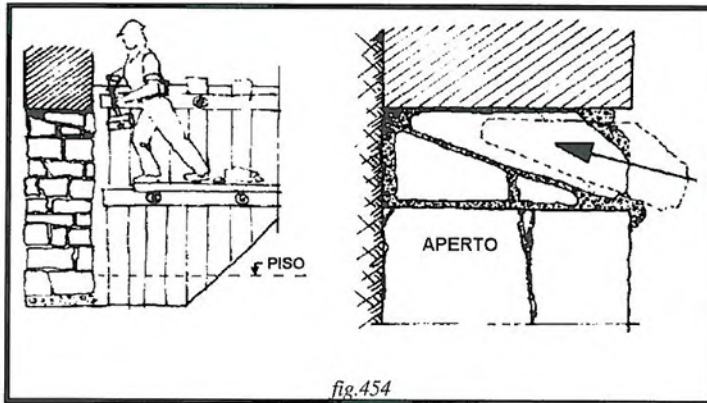
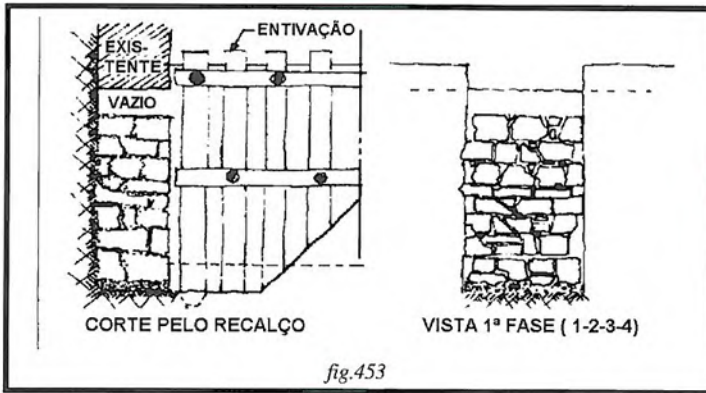
Estabelecida a plataforma abrem-se valas com 1,00 m de largo devidamente entivadas e normais a parede, mas afastadas entre si não menos de 2,00 m (fig. 452).

Abertas as valas (entivadas com maior cuidado e com a forma que se representa) a uma profundidade máxima de 2,00 m (neste caso), procede-se ao prolongamento destas até ao limite da parede a recalçar e, sobre o chão devidamente limpo e coberto por uma camada de argamassa com 0,10 m de espessura, executam-se os primeiros “pilares” de boa alvenaria com os lados irregulares para perfeita ligação com as porções a executar depois, deixando livre sobre este pilar uma porção por encher correspondente à dimensão média da pedra a utilizar ( $\pm 0,30m$ ) (fig.453).

Todo o trabalho fica em repouso durante três dias, ao fim dos quais se ataca o espaço vazio com massa rica e pedras apertadas com marreta, de modo a não ser possível qualquer assentamento (fig. 454).







### 9.8.3 Segunda fase e seguintes

Vinte e quatro horas depois deste enchimento, inicia-se a abertura da segunda série de valas, garantindo ainda uma entivação segura, e seguem-se todas as operações descritas na primeira fase, repetindo-se todos os tempos e cuidados.

Deste modo, metro a metro, acaba por se completar o recalço em toda a extensão da parede.

### 9.8.4 Observação final

A pedra a utilizar neste trabalho deve permitir o trabalho de aperto antes referido sem se fragmentar.

Demos um exemplo de trabalho exterior a um edifício, mas, tratando-se de abertura de uma cave no interior do próprio edifício a recalçar, os métodos, cuidados e tempos de pausa são os mesmos.

# CAPÍTULO 10

## • Armaduras para Betão

Armador de ferro é o operário que executa todas as operações e montagem de armaduras para betão, como cortar dobrar, armar, aplicar em obra. O termo armador de ferro é por vezes substituído, (sendo perfeitamente equivalente no respeitante às funções que desempenha) pelo termo ferriolo sendo mesmo erroneamente, em algumas regiões, substituído pelo termo ferreiro. Diz-se erroneamente, dado que o termo ferreiro designa uma outra profissão, nomeadamente o de moldar ferro à forja e especificamente, o de aguçar ferramentas de corte como por exemplo, escopros, ponteiros, picaretas, etc.; e dar-lhes a têmpera necessária para o fim a que se destinam; e também, conservar e manter as ferramentas metálicas em condições de utilização.

Vê-se portanto que os únicos termos correctos para a designação das funções profissionais atrás mencionadas, para cujo fim se destina a execução deste capítulo são o de armador de ferro ou ferriolo.

Falou-se em betão armado e em armaduras. O termo “betão armado”, que já é uma delimitação do termo geral “betão”, já por si informa da existência duma armação (constituída por malha de varão de aço) aderente a uma massa constituída pela aglomeração de vários constituintes (areia, britas, cimento e água) doseados em determinadas proporções. Poder-se-á então perguntar, qual a necessidade da existência do varão de aço ou da respectiva malha no interior do betão? ou mais simplesmente, qual é a diferença na utilização entre o betão armado e betão simples.

Para se responder a este tipo de perguntas ter-se-á então de se saber para que fins se utiliza o betão simples e o betão armado.

Partindo do princípio que o betão é uma rocha, equivalente a qualquer uma outra que se encontra na natureza, só que é artificial (executada pelo homem) e que para além dessa qualidade é uma rocha que depois da cura é dura, resistente e de difícil desagregação, o homem resolveu aplica-la para a execução das estruturas em que necessitava empregar materiais com as características específicas desta rocha, mas feita com forma e dimensões desejadas.

Com a necessidade ainda de produzir peças esbeltas, com pouca espessura ou secção, em relação ao comprimento e/ou sujeitas a determinados tipos de forças, agregou-se a essa rocha artificial (betão) primeiramente várias malhas constituídas por vários materiais, tendo terminado pela junção de varão ou malha de aço, dada a pouca resistência do betão para suportar alguns tipos de esforços.

O varão de aço fornece portanto ao betão um aumento de resistência podendo este conjunto depois de dimensionado e calculado para o efeito, ser aplicado em todo e qualquer tipo de

execução. Mas, para esse “aumento de resistência do betão”, não basta juntar simplesmente o varão de aço a estarocho artificial; torna-se igualmente necessário obedecer a determinado número de regras que o armador de ferro tem que conhecer perfeitamente e executar com rigor, cumprindo na íntegra o projecto que lhe é fornecido, e sem as quais todo o trabalho fica comprometido.

Na enumeração das regras que o armador de ferro tem de conhecer e ter em conta na execução das armaduras e na respectiva montagem vamos procurar sempre justificá-las, para que as razões da sua existência sejam entendidas na sua globalidade.

Na profissão prática e quotidiana dum armador de ferro, a primeira fase que se lhe apresenta é de conhecer o tipo aço, que posteriormente vai aplicar. Este aço aparece normalmente, e em varão, com cerca de 12 m de comprimento, ou em rolo, com cerca de 500 kg.

## **10 .1- Aço e varões de aço**

Já se falou em aço e em varão de aço para betão armado. As armaduras possíveis para a execução de betão armado são divisíveis em dois grandes grupos distintos.

### **10.1.1 - Armaduras ordinárias**

As mais utilizadas na construção civil são constituídas por aço sob a forma de varões, que podem ter características diversas.

Os aços ou varões de aço das armaduras ordinárias diferenciam-se entre si pelo processo de fabrico e pelas suas características geométricas, mecânicas e de aderência ao betão, quando se preveja a realização de soldaduras, há que caracterizar também a soldabilidade do aço em face do processo de soldadura a empregar.

A determinação destas características deve ser efectuada de acordo com as Normas Portuguesas (NP) em vigor ou, na falta destas, segundo especificações ou critérios definidos pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Quanto ao processo de fabrico, as armaduras podem ser de aço macio (laminado a quente) ou aço endurecido a frio (por torção e tracção, trefilagem ou laminação a frio). As características geométricas a considerar são a forma e dimensão da secção transversal e a configuração da superfície, podendo esta ser lisa ou rugosa (nervurada ou deformada). Nas características de aderência, distinguem-se dois tipos de armaduras: de aderência normal e de aderência melhorada. Esta distinção é feita com base num critério que tem em conta as características geométricas da superfície dos varões ou, directamente, por ensaios de aderência.

No que se refere à soldabilidade, observe-se que, em geral, todos os aços devem ser soldáveis pelo processo de soldadura eléctrica topo-a-topo, com projecção de partículas. Porém, para a soldadura por arco eléctrico com metal de adição, que é o processo mais utilizado para soldar varões em obra, a aptidão dos diversos tipos de aço é bastante diferenciada, sendo, em geral, factor de dificuldade um teor de carbono elevado; por outro lado, o aquecimento inerente ao processo pode comprometer a aptidão dos aços endurecidos para a soldadura, mesmo que tenham baixos teores de carbono. No caso das redes electro-soldadas, os aços devem ser soldáveis pelo processo de soldadura eléctrica por resistência (por pontos), que é o habitualmente utilizado.

A aptidão dos aços aos diferentes tipos de soldadura deve ser verificada com base em ensaios específicos de tracção e de dobragem.

### 10.1.2 - Tipos correntes de armaduras ordinárias

Os aços ou varões de aço das armaduras ordinárias do tipo corrente formadas por varões redondos, simples ou constituindo redes electro-soldadas, com as características definidas no quadro em anexo.(quadro 11).

No que se refere às características de dobragem dos varões, exige-se comportamento satisfatório (isto é, não apresentarem qualquer fendas após ensaios de dobragem) com, pelo menos, 95% de probabilidades.

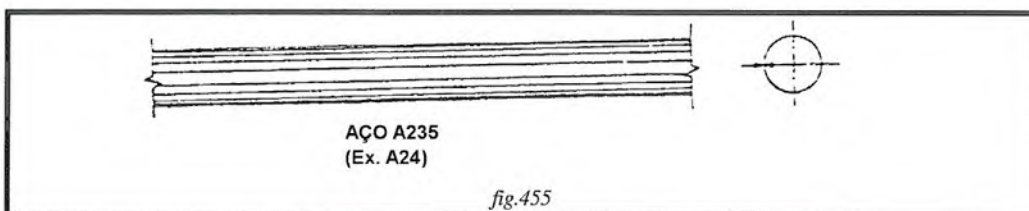
Com a reformulação do Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado a denominação anteriormente conhecida para os aços e varões de aço foi ligeiramente alterada e dilatada, apresentando-se de seguida a respectiva equivalência.

Nova nomenclatura de designação dos aços em varões:

#### - Os aços A235

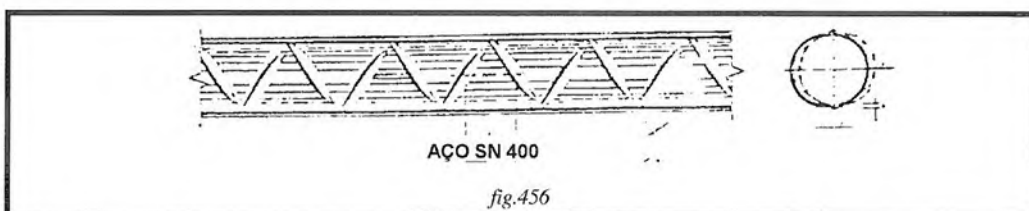
Constituídos por aço macio corrente, fabricados por laminagem a quente na Siderurgia Nacional e distribuída pelos armazenistas normais de aço. Existem dois grupos distintos dentro deste grupo de aço:

- A235 NL - Liso portanto com um tipo de aderência normal
- A235.NR - Nervura portanto com alta aderência e fabricado unicamente para transformação, tendo pouca aplicação prática em construção Civil directa.



#### - Os aços A400

Nesta classe de aço existem três variedades que poderão ser separados em dois grupos distintos:



- 1º Varão de aço natural ( produzido por laminagem a quente )  
2º Varão de aço endurecido (produzido por endurecimento a frio ) com  
possível torção do aço A 235 NR e A 235 NL.

No referente ao 1º grupo - varão de aço natural- produzindo por laminagem a quente, com superfície rugosa tendo portanto como característica, alta aderência, tem-se o aço 400 NR produzindo pela Siderurgia Nacional e distribuído pelos fornecedores normais inseridos no mercado.

No referente ao 2º grupo - varões de aço endurecido- produzindo por endurecimento a frio com possível torção do aço A 235 NR e A 235 NL tem-se os aços:

1º A 400 ER- de superfície nervada com características de alta aderência resultado do endurecimento a frio do aço A 235 NR. Dentro deste grupo existem no antigo regulamento denominações distintas de dois tipos de aço.

SNT- produzido pela empresa Helição. Limitada e Ferrotor Limitada, em que existe toda a gama de varões normalizada.



fig.457

- Helitraço - produzido pela empresa Helição Limitada, em que existe toda a gama de varões.



fig.458

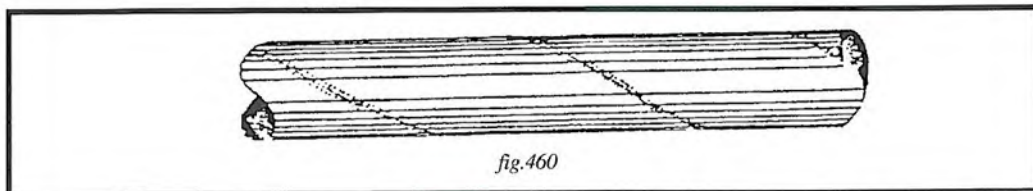
2º A 400 EL - de superfície lisa com características de aderência normal, resultado do endurecimento a frio do aço A 235 NL.

Dentro deste grupo existem no antigo regulamento denominações de dois tipos de aço:



fig.459

· Heliço - produzido pela empresa Heliço Limitada, existindo além de toda a gama de varões normalizada, a de  $\varnothing$  5 mm.

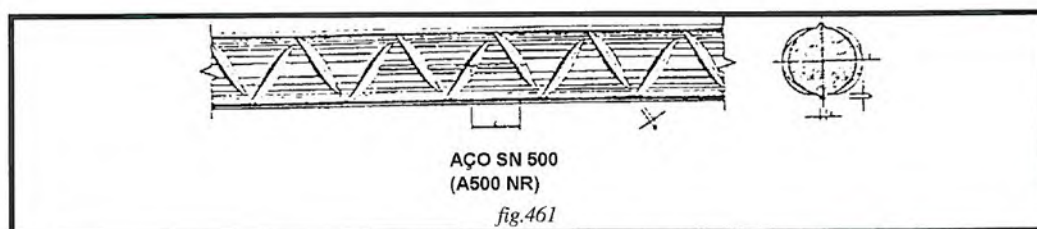


· Ferrotor A40 - produzido pela empresa Ferrotor Lda. existindo além de toda a gama de varões normalizada, a de  $\varnothing$  5 mm.

- Os aços A500 NR

Aço natural proveniente de laminagem a quente, de superfície rugosa portanto com características de grande aderência. Ainda não existe fabricação nacional tendo já proposto a Siderurgia Nacional a sua execução em série para distribuição no mercado português.

Este aço apresenta um perfil em que além de duas nervuras longitudinais contínuas existem nervuras transversais de secção variável inclinadas em relação ao eixo dos varões e não interceptando as nervuras longitudinais. A gama de diâmetros vai desde o de 6 mm 25 mm inclusive.



- Os aços A500 ER

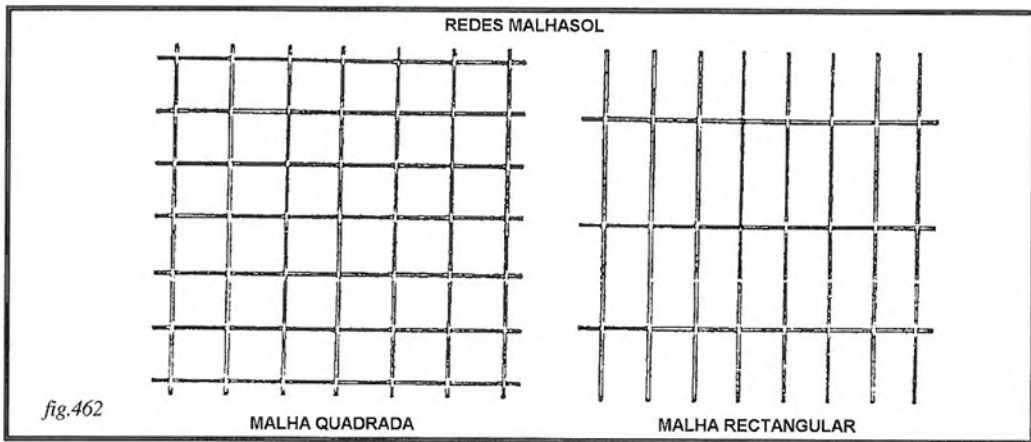
Varão de aço endurecido a frio com superfície rugosa portanto com características de alta aderência.

Ainda não existe fabricação nacional.

- Os aços A500 EL

Varão de aço endurecido a frio por trefilagem com soldadura eléctrica tendo uma gama de diâmetros especial, sendo como exemplo produzido nas Companhias Portuguesas de Trefilaria SARL e distribuído pela DIAL Lda., e na empresa Heliço denominados redes electrossoldados KARI.

Este tipo de aço só é produzido sob a forma de redes electro-soldadas

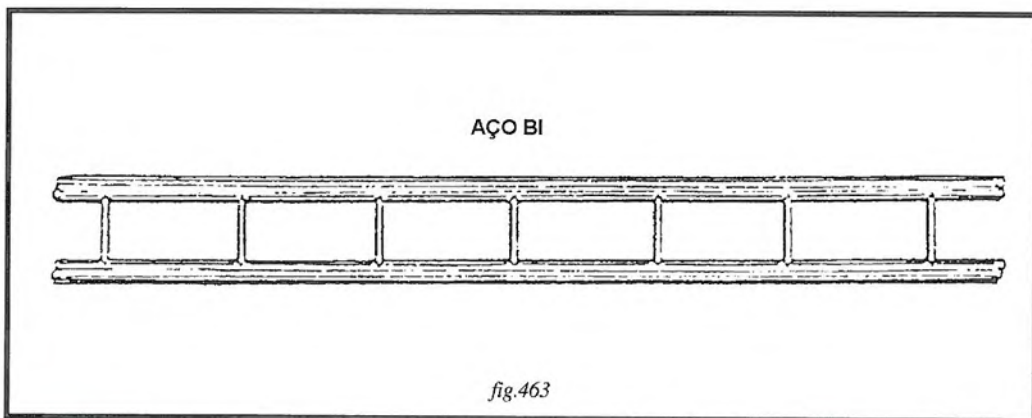


conhecidas no mercado português como redes de MALHASOL tendo equivalência no antigo regulamento de aço A50.

- Como última descrição de tipos de aço pode-se-á ainda incluir o aço - B1 como uma classe especial executado por trefilagem com soldadura eléctrica pela Companhia Portuguesa de Trefilaria SARL, distribuído pela Dial limitada cujo documento de homologação dado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil é o número 40.

Este tipo de aço foi antigamente muito utilizado mas, com o evoluir das técnicas, a sua utilização foi diminuindo sendo hoje em dia diminuta ou mesmo nula. (ver quadro anexo).

Para as armaduras ordinárias falou-se em gama de varões normalizados ou seja dizer um conjunto de diâmetros variáveis para cada tipo de aço previamente estabelecidos.



**INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS**

DESIGNAÇÃO		PROCESSO DE FABRICO	CONFIGURAÇÃO DA SUPERFÍCIE	CARACTERÍSTICAS DE ADERÊNCIA	GAMA DE VARÕES	PRODUTOR	DISTRIBUIDOR
ANTIGO REGULAMENTO	*NOVO REGULAMENTO						
A24	A235 NL	Laminagem a quente	Lisa	Normal	Normalizada	Siderurgia Nacional	Armazenista de aço
A24 N	A235 NR	Laminado a quente	Rugosa	Alta	Normalizada	Siderurgia Nacional	-
A40 N	A400 NR	Laminado a quente	Rugosa	Alta	Normalizada	Siderurgia Nacional	-
A40T HELITRACO SNT400	A400 ER	Endurecido a frio	Rugosa	Alta	Normalizada	Heliaco Lda. e Ferrotor Lda.	Sodisat Lda.
A40T FERROTOR 40 HELIACO	A400 EL	Endurecido a frio por torção	Lisa	Normal	Normalizada e ainda Ø 5mm	Heliaco Lda. e Ferrotor Lda.	Sodisat Lda.
	A500 NR	Laminado a quente	Rugosa	Alta	Normalizada	Proposta da Siderurgia Nacional	-
	A500 ER	Endurecido a frio	Rugosa	Alta	Normalizada	Proposta da Siderurgia Nacional	-
A50 MALHASOL	A500 EL	Endurecido a frio	Lisa	Normal	Especial		
Aço - Bi	Aço-Bi	Endurecido a frio	Lisa	Normal	Especial		

Quadro 11





Assim, temos uma gama de varões normalizada para o mesmo tipo de aço, de diâmetro de 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, 16 mm, 20 mm, 25 mm, 32 mm.

O símbolo  $\emptyset$  muito aplicado tanto nos projectos como em livros de especialidade é um símbolo do abecedário grego e lê-se fi representando o diâmetro de aço que se quer aplicar.

Assim temos:

- $\emptyset$  6 mm-ferro de 6 mm de diâmetro
- $\emptyset$  8 mm-ferro de 8 mm de diâmetro
- $\emptyset$  10 mm-ferro de 10 mm de diâmetro
- $\emptyset$  12 mm-ferro de 12 mm de diâmetro
- $\emptyset$  16 mm-ferro de 16 mm de diâmetro
- $\emptyset$  20 mm-ferro de 20 mm de diâmetro
- $\emptyset$  25 mm-ferro de 25 mm de diâmetro
- $\emptyset$  32 mm-ferro de 32 mm de diâmetro

Temos ainda outros diâmetros.

$\emptyset$  5 mm - Ferro de 5 mm de diâmetro, que efectivamente e por questões de fabrico só têm 4,8 mm de diâmetro, só existe para o aço de classe A400 ER e A400 EL.

$\emptyset$  40 mm - ferro de 40 mm de diâmetro, não existindo na gama de diâmetro dos varões de aço da classe A400 ER e A400 EL.

No referente ao aço que pode ser fornecido em varão, têm-se dois tipos diferentes de aço; Aço Nervurado e Aço Liso.

Vimos anteriormente que a junção do varão de aço, no betão aumentava a resistência deste para suportar alguns tipos de esforços, que anteriormente este não suportava. Referimos em especial esforços de tracção.

Mas poder-se-à perguntar:

- 1- Qualquer diâmetro de varão independente dos diâmetros aumenta a resistência do betão?
- 2- Tanto faz pôr um varão de  $\emptyset$  32 mm ou  $\emptyset$  6 mm ?

A resposta a este tipo de pergunta é:

- 1- Sim; qualquer varão independentemente do diâmetro aumenta a resistência do betão; uns mais, outros menos.
- 2- Não; como é lógico um varão de  $\emptyset$  6 mm aumenta a resistência do betão de modo inferior ao que aumenta um de  $\emptyset$  32 mm.

Tendo por base estas respostas o armador de ferro terá com “norma” a obrigação do cumprimento total e absoluto do projecto de estrutura previamente calculado e dimensionado por quem o estudou, e indicou, o diâmetro e o número de varões de aço necessário ao betão para resistir às sollicitações previamente calculadas.

# INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

Secções em cm2 por metro corrente de armaduras constituidas por varões colocados equidistantes

Diâmetro dos varões mm	Distâncias entre eixos de varões em cm																		Diâmetro dos varões mm		
	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	16		17	18
	Correspondente número de varões p. m. l.																				
	14,3	13,3	12,5	11,8	11,1	10,5	10	9,5	9,1	8,7	8,3	8,0	7,7	7,4	7,1	6,9	6,7	6,2	5,9	5,6	
6	4,04	3,77	3,53	3,33	3,14	2,98	2,83	2,69	2,57	2,46	2,36	2,26	2,17	2,09	2,02	1,95	1,89	1,77	1,66	1,58	
8	7,18	6,70	6,28	5,91	5,59	5,29	5,03	4,79	4,57	4,37	4,19	4,02	3,87	3,72	3,59	3,47	3,35	3,14	2,96	2,79	
10	11,2	10,5	9,82	9,24	8,73	8,27	7,85	7,48	7,14	6,83	6,54	6,28	6,04	5,82	5,61	5,42	5,24	4,91	4,62	4,36	
12	16,2	15,1	14,1	13,3	12,6	11,9	11,3	10,8	10,3	9,84	9,42	9,05	8,70	8,38	8,08	7,80	7,54	7,07	6,65	6,28	
16	28,7	26,8	25,1	23,7	22,3	21,2	20,1	19,1	18,3	17,5	16,8	16,1	15,5	14,9	14,4	13,9	13,4	12,6	11,8	11,2	
20	44,9	41,9	39,3	36,9	34,9	33,1	31,4	29,9	28,5	27,3	26,2	25,1	24,2	23,3	22,4	21,7	20,9	19,6	18,5	17,5	
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Quadro 12

Poderá, por vezes em casos pontuais, não haver em obra o diâmetro pretendido, impondo-se substituir esse ou esses varões, por outros existentes.

Para tal, a área das secções do aço projectado terá de ser a mesma. Assim, consultando a tabela em anexo respeitante às áreas das secções de varão de aço ter-se-à que verificar primeiramente a área das secções de aço respeitantes aos diâmetros dos varões projectados e calculados e de seguida convertê-la para os outros. No entanto, esta substituição só pode ser feita depois em consultado o responsável da obra.

Temos por exemplo:

1- Um projecto indica como armadura inferior de uma laje, 9 Ø 12 p.m.l. e, só se têm em obra Ø 8 e Ø 10. Indique qual o número de varões Ø 8 e Ø 10 que são necessários para a substituição?

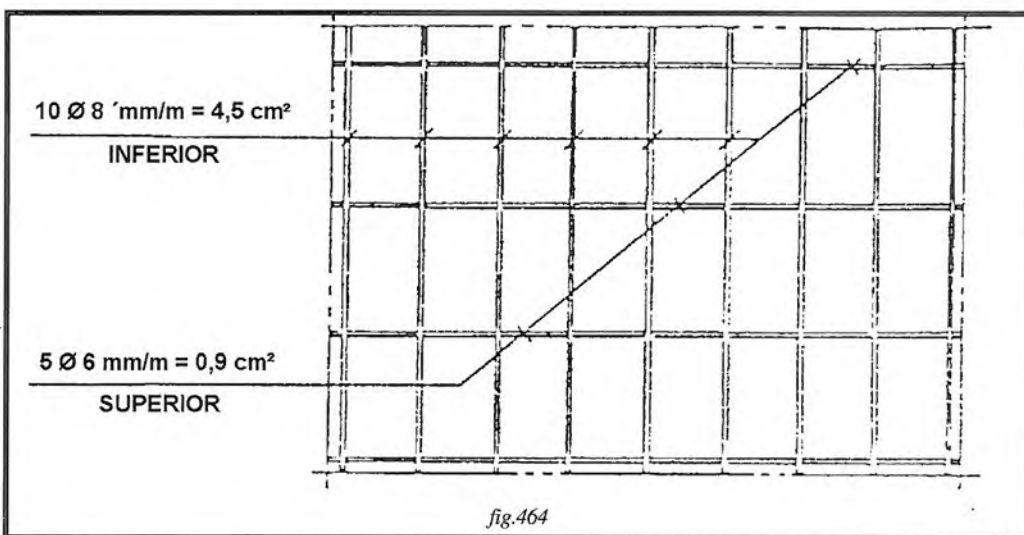
9 Ø 12 — vendo tabela de áreas de secção de varões redondos —  $A = 10,2 \text{ cm}^2$   
 para uma área  $A = 10,2 \text{ cm}^2$  — vendo na mesma tabela mas respeitante a  
 Ø 8 e Ø 10 — Ø 10 + 8 Ø 8

$$\begin{aligned} 8 \text{ } \varnothing 10 &= 6,28 \text{ cm}^2 \\ 8 \text{ } \varnothing 8 &= \underline{4,02 \text{ cm}^2} \\ \text{Total} &= 10,30 \text{ cm}^2 > 10,2 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Poder-se-á então aplicar 8 Ø 10 + 8 Ø 8 p.m.l em vez de 9 Ø 12 p.m.l.

É extremamente importante saber que pela legislação em vigor (Regulamento de Estruturas de Betão Armado, Artigo 54º e 55º) na armadura principal das lajes maciças armadas numa só direcção a distância entre varões não deve ser superior a uma vez e meia de espessura da laje, com o mínimo de 15 cm sendo a armadura de distribuição no mínimo e por metro de largura da laje 1/5 da secção de armadura principal da mesma secção da laje.

Estes ferros serão distribuídos da seguinte maneira.



### 10.1.3-Armaduras de pré-esforço

As armaduras de pré-esforço devem também ser caracterizadas pelo seu processo de fabrico, pela sua constituição e pelas suas propriedades mecânicas.

A determinação das características das armaduras deve ser efectuada de acordo com as normas portuguesas em vigor ou, na falta destas, segundo outros documentos normativos adequados. As armaduras de pré-esforço apresentam-se com uma tão grande variedade de tipos e características que se torna muito difícil enquadrá-las de modo sistemático neste trabalho. Por outro lado estas armaduras suscitam ainda frequentemente problemas específicos quanto a amarrações, bainhas, sistemas de aplicações de forças, etc., e que exigem determinações e verificações apropriadas.

Quanto ao processo de fabrico, as armaduras são em geral obtidas por endurecimento a frio (nomeadamente por estiragem ou trefilagem), acompanhado habitualmente de tratamentos térmicos e mecânicos destinados a melhorar as suas propriedades.

As armaduras de pré-esforço podem ser constituídas por fios, varões ou cordões, ou por associações de fios ou cordões paralelos (cabos em feixe), ou ainda por associações de cordões dispostos em hélice em torno de um eixo longitudinal comum (cabos em cordão). A distinção entre fio e varão está ligada à possibilidade de fornecimento em rolos, e é feita habitualmente pelo diâmetro de 12 mm; por cordão entende-se um conjunto de fios enrolados em hélice em torno de um eixo longitudinal comum, podendo este eixo ser materializado por um fio.

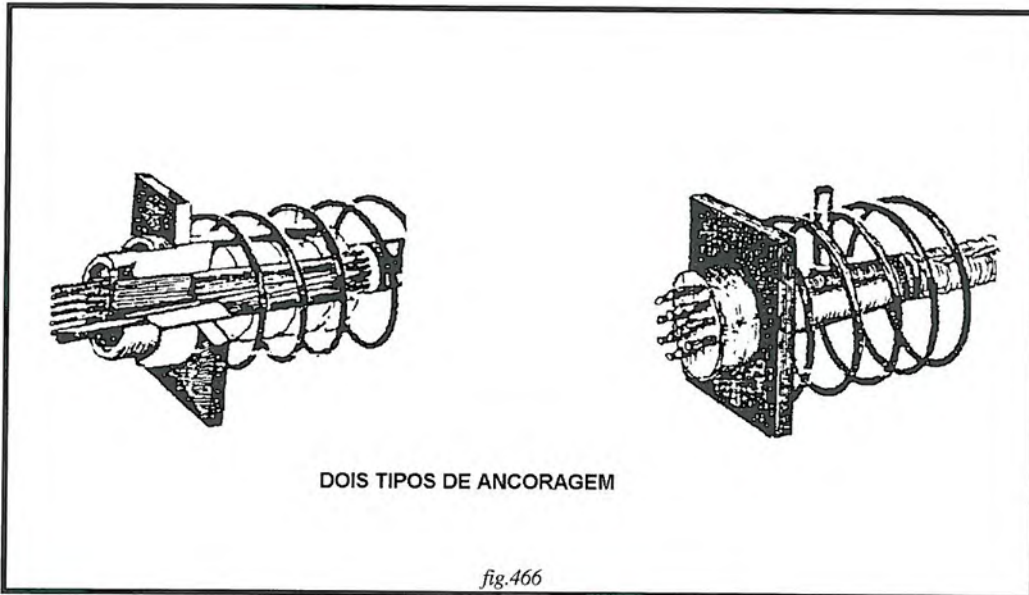
Uma propriedade mecânica cujo conhecimento é importante é a relaxação, sendo habitual distinguir entre aços de relaxação normal e aços de baixa relaxação (obtidos estes por tratamentos especiais) dependendo do tipo de sistema de pré-esforço, poderá ser necessário ter em conta outras propriedades, tais como por exemplo a aptidão para a soldadura e a possibilidade de formação de botões ou ondulações terminais para amarração. Em alguns casos, há também que caracterizar as armaduras quanto à resistência à fadiga e quanto à sensibilidade à corrosão sob tensão.

Interessa mais ter em conta as propriedades de aderência, não só no caso das armaduras pretensionadas, para transmissão do pré-esforço ao betão, como em geral, para melhorar o comportamento face a eventual fendilhação

No que se refere a normas de ensaio para a determinação das propriedades anteriormente referidas, existem já documentos elaborados por organizações internacionais (RILEM, CEB, FIP, ISO) que cobrem praticamente as necessidades de normas nacionais. Aliás, sobre as características dos aços para pré-esforço, tem muito interesse a consulta da publicação da FIP Report on Prestressing Steel. 1 Types and Properties.

Estes trabalhos não cabem no âmbito das funções do armador de ferro corrente, mas a operários com especialização específica.





### 10.1.3.1 - Dois tipos de ancoragem - Voltando ao tema betão-aço

Como foi anteriormente dito, o betão armado comporta-se teoricamente como se fosse uma massa homogénea em que o aço fornece determinado tipo de características que não existem na massa de betão.

Atendendo exactamente ás características inerentes a cada um dos componentes, o aço terá uma posição rigorosamente certa na massa de betão, variando de peça para peça, mas sempre em resposta ao tipo de solicitações a que esta vai ser submetida e à sua incidência em toda a dimensão desta.

Para tanto, é indispensável cumprir rigorosamente o posicionamento do aço indicado no projecto técnico da estrutura.

De notar que nas estruturas de betão armado e pré-esforçado devem dispor-se, ainda para além das armaduras principais, dimensionadas de acordo com as regras estabelecidas, outro tipo de armaduras igualmente necessárias e calculadas, e com funções complementares daquelas, designadas por armaduras secundárias que garantem a eficiência do funcionamento das primeiras; que assegurem a ligação entre as partes dos elementos que tenham a tendência a destacar-se, e que limitem o alargamento da fendilhação localizada.

## 10.2-Vigas

### 10.2.1-Emendas

A armadura longitudinal existente na zona de tracção das vigas ou qualquer outro elemento estrutural, só pode ser emendada nas zonas em que o esforço a que a mesma está sujeito é mínimo, sendo de preferência nulo.

Com regra prática e no caso de vigas encastradas contínuas poder-se-à afirmar que as armaduras longitudinais existentes na zona de tracção (da viga, portanto em princípio na zona inferior) só poderão ser emendadas no princípio  $1/5$  do vão e a partir do  $4/5$  do mesmo vão.

No respeitante às vigas em consola, o esforço máximo, com é lógico, exerce-se superiormente, junto ao apoio, não sendo portanto admissível qualquer emenda nessa zona. Quanto maior for a distância ao apoio, menor é o esforço a que está sujeita a armadura podendo ser executadas as qualquer emendas necessárias quando distantes do apoio.

### 10.2.2 - Generalidades

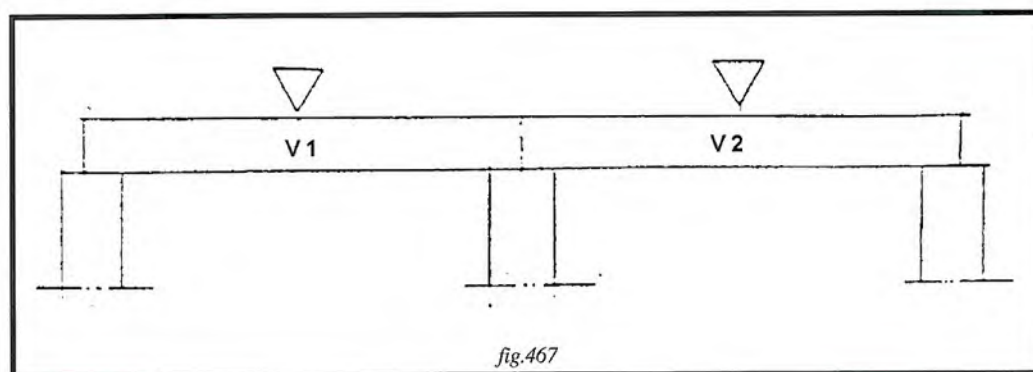
No caso das vigas encastradas, a armadura longitudinal, depois de desnecessária em baixo, será utilizada como armadura inclinada para absorção de esforços transversos (cota de levantamento essa que tem de vir indicada no projecto), e passa para cima prolongando-se para além do troço em que é necessária, do comprimento de amarração exigido.

Assim, o aço vai sempre situar-se em especial, onde a zona está submetida à tracção. Casos há ainda, onde por dificuldade de obter a secção necessária na zona de compressão, o aço é chamado a aumentar a capacidade de resposta do betão. As emendas, como antes se disse, devem situar-se sempre onde as solicitações são menos significativas.

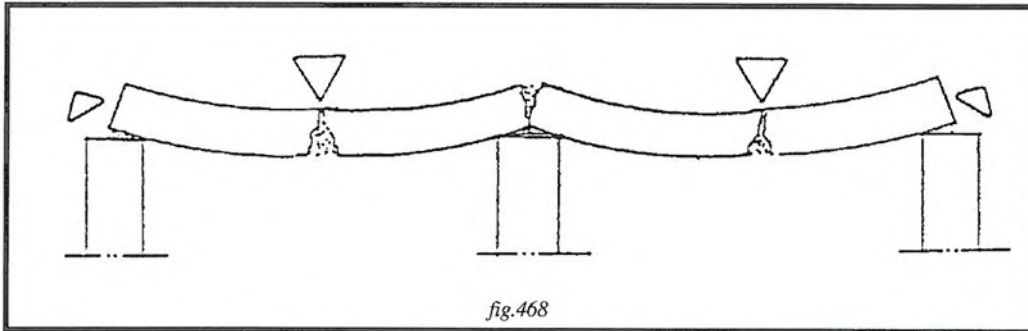
### 10.2.3-Viga contínua

(Na nossa exposição consideram-se as lajes como vigas, pouco espessas).

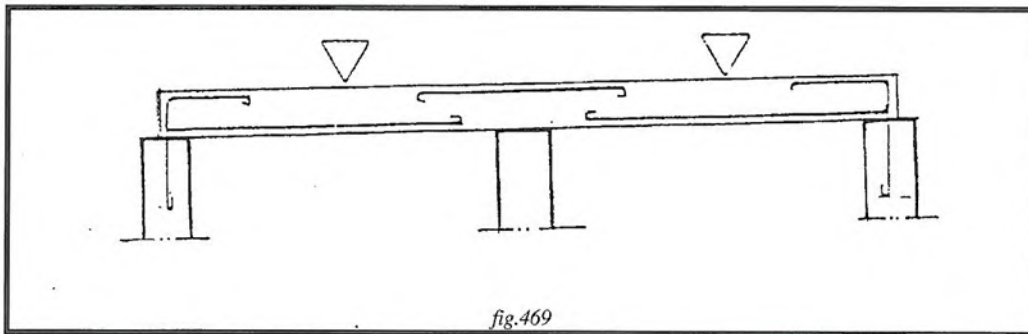
Suponhamos agora que se tem duas vigas (Viga V1 e Viga V2), uma a ser iniciada depois da outra terminar.



Suponhamos que elas se deformam como anteriormente se viu



Para contrariar o aparecimento destas fissuras as vigas ter-se-ão então que armar segundo o seguinte esquema:



Fica portanto com uma configuração que se denomina viga contínua.

Temos portanto, para três apoios, cinco zonas onde se torna necessária a existência de varão de aço, nos apoios em "cima" e ao longo dos vãos "em baixo".

Existem ainda nas vigas outros tipos de armaduras que servem para absorver uns esforços denominados esforços transversos.

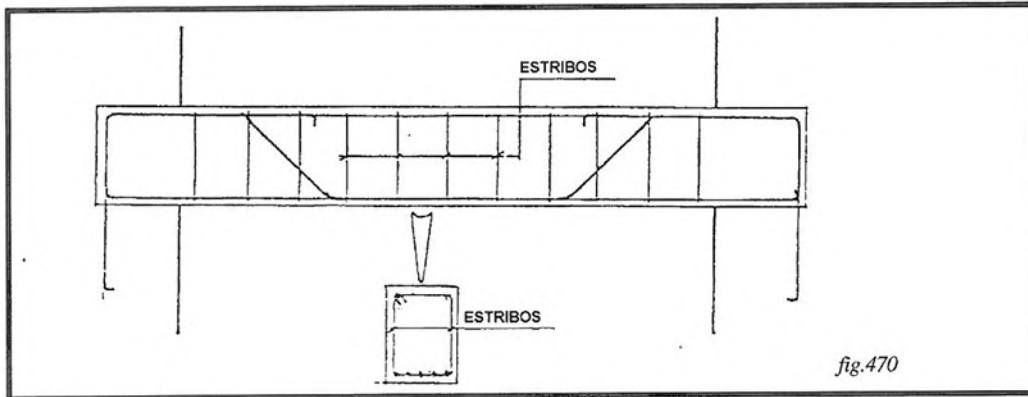
Estas armaduras também chamadas de estribos; contornam a secção da viga e são distribuídas ao longo do comprimento da mesma, afastadas dum determinado valor estabelecido no projecto, e com as formas diferentes das anteriores.

Assim temos como esquema final da viga o que se segue, existindo ferros:

- "em cima" - nos apoios e para amarração dos estribos.
- "em baixo" - no comprimento do vão.
- Estribos - para absorver o esforço transverso

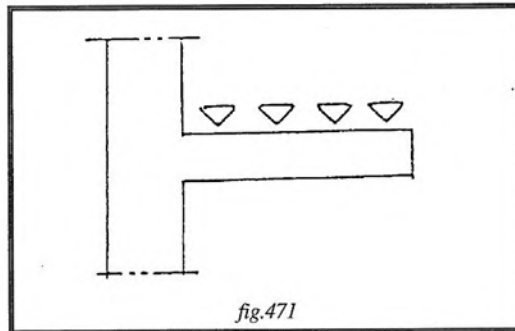
Suponhamos por último que a partir de determinado momento alguns varões de aço já não são necessários em baixo e são-no em cima.

Neste caso, estes varões sobem 45 graus e a viga fica com a seguinte configuração:

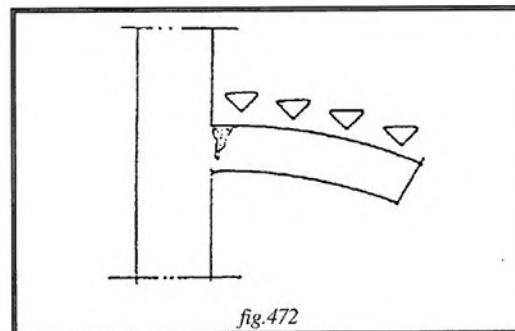


#### 10.2.4 - Viga em Consola

Suponhamos agora, um tipo especial de vigas, a viga consola, com um só apoio. Este tipo de viga além de ter um único apoio está perfeita e completamente amarrada ao mesmo. Em esquema representa-se conforme fig. 472.



Esta viga quando sujeita a esforços deforma-se do modo indicado na fig. 472.

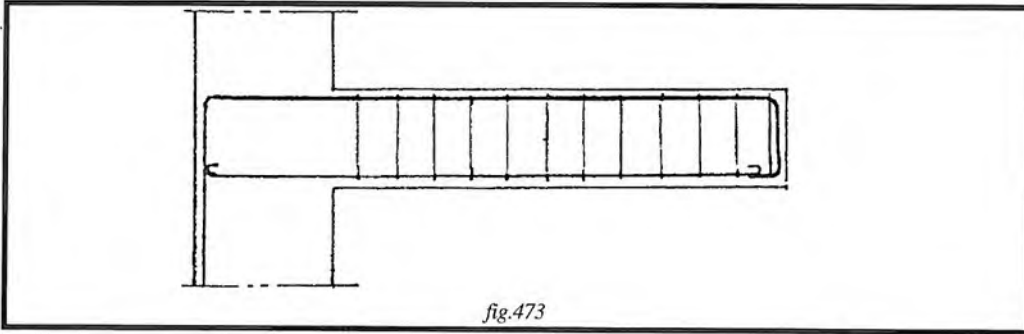


Tendo em atenção a deformação de uma viga de borracha ver-se-à que a fissuração aparece na parte de cima da viga, como acontece no apoio central da viga contínua, fig.468; vê-se então, que os varões tornam-se necessários nessa mesma parte de cima.



Sendo esta viga igual a todas as outras, também terá estribos que serão calculados e dimensionados pelo projectista.

O desenho de pormenor duma viga deste tipo será:



### 10.3. Organização de cortes de varão de aço

Como anteriormente já se disse ao armador de ferro compete-lhe o corte e a dobragem do aço. Para poder iniciar o corte dos varões é necessário conhecer o desenho de cada um dos varões que constituem a armadura e qual o seu comprimento para posteriormente se dobrar conforme é indicado no projecto. Para tal é extremamente importante saber interpretar os desenhos, em termos de ficar a conhecer com todo o rigor as dimensões inicial e final de cada um dos varões. Há para cada varão uma dimensão inicial de corte, e a dimensão final que o desenho do elemento reclama. Existem processos empíricos para encontrar esta dimensão inicial para as formas correntes, mas é preferível utilizar os valores das tabelas que se juntam, nas quais por leitura quase directa se encontram as respostas procuradas. Para mais rápida compreensão da sua utilização apresentamos o seguinte exemplo:

#### 10.3.1. Exemplo:

Vamos decompor uma viga em todos os varões indicados no projecto técnico, a partir das cotas do mesmo e do conhecimento da necessidade de envolvimento destes com o betão de enchimento do molde: As páginas seguintes apresentam esta decomposição e as cotas que devem existir no projecto e, nos componentes de aço.

A operação seguinte será a quantificação, isto é, a indicação da quantidade de varões por elemento ou conjunto, separados em sub-grupos por secção e com uma representação simples esquemática da forma e dimensões finais.

Como segunda fase, temos o preenchimento do quadro de cortes e dobragem de que se junta modelo, onde a informação já aparece com a dimensão do corte obtida facilmente com a utilização das tabelas seguintes.

*NOTA: Quando na empresa existe o Departamento de Preparação de trabalho, a oficina de armaduras recebe este trabalho feito para cada dia de actividade, sob a forma de dossier diário de produção, de que se junta exemplo.*

Vejamos agora isoladamente como nos quadros apresentados passamos da medida total ali introduzida na coluna “dobra”. (dobrado) para a dimensão de corte e quantidades a cortar:

- Conhecemos na “ref<sup>a</sup>” a identificação do varão, no qual figura o tipo de aço, e a secção;
- Conhecemos a forma e dimensão final, dobrado;
- Conhecemos a quantidade de varões por elementos;
- Conhecemos a quantidade de elementos do piso ou zona programada para o dia, e que resulta na produção, se for caso disso, de uma folha de cortes. (FIT/corte).

Conhecidos estes elementos, vejamos a alínea 1 do quadro 13; vamos procurar essa forma nas tabelas, encontramos-la na fig.482.

Ali vemos que um varão ref<sup>a</sup> A235 Ø 12 mm com a dimensão final de 5,96, deverá ser acrescentado de  $2 \times 1,5$  ficando portanto, com a dimensão de corte de  $5,96 + 0,23 = 6,08$  Para o varão ref<sup>a</sup> A235 Ø 16 mm, com o mesmo comprimento útil de 5,96 m, e com um levantamento com  $h = 0,45$ , encontramos na tabela 2.4 a dimensão final de  $5,96 + 0,56 = 6,52$ .

Para o varão ref<sup>a</sup> A 235 Ø 6 mm as dimensões finais de  $0,45 \times 0,55$  (2 ramos) temos:  $2 \times 0,45 + 2 \times 0,55 + 0,021 = 2,021$  m, conforme se verifica na tabela 2.5.

É importante que o bom armador de ferro ao iniciar o corte de varões de uma secção o faça utilizando as FIT’S\* de corte do dia, cortando todos os necessários dessa secção antes de passar a outra, embora os arrume em lotes separados por elementos ou grupo de elementos, antes de passar a outra, onde o comportamento será igual. Isto conduz a grande economia de tempo em deslocações e, ainda, à possibilidade de reduzir os desperdícios.

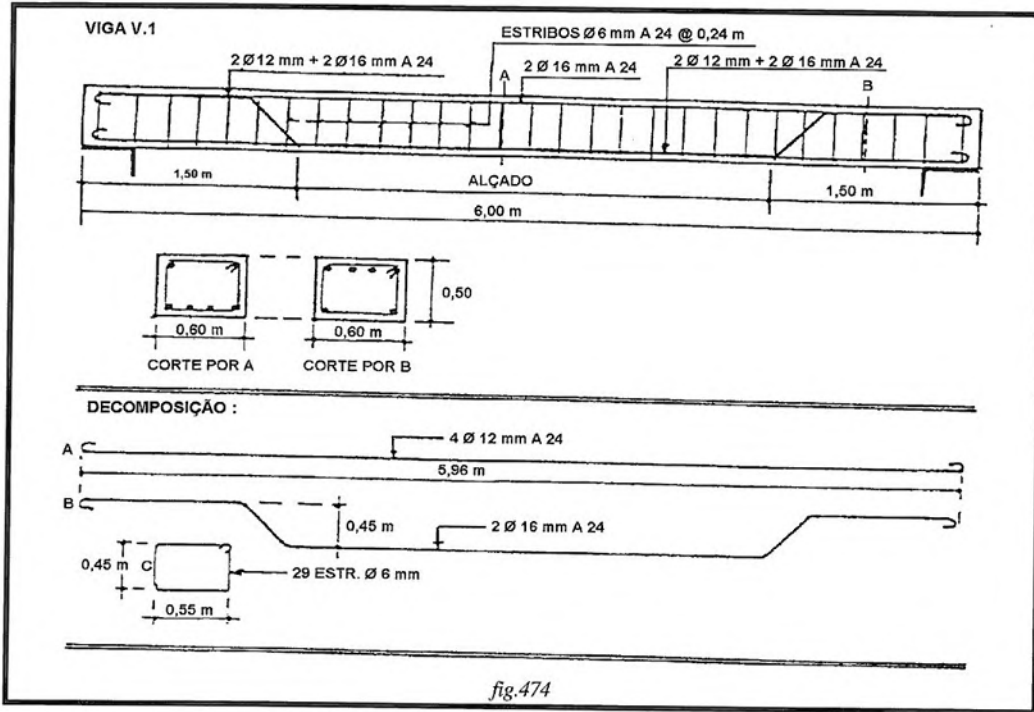
Cada um dos lotes formado pelas secções que o compõem, quer se trate de uma ou mais vigas, lajes, etc., deverá ser atado formando um “molho” e identificado, informando que se destina a “tantos” elementos, ref<sup>a</sup> tal, a fim de assim ser entregue à secção de dobragem. No exemplo do dossier de produção com preparação, mostram-se estes “molhos”.

O conjunto de componentes de aço de um elemento de betão, toma o nome de quite. O molho para 3 lajes ou vigas, etc., levará a indicação do número de quites que o constituem.

---

\*FITS-Folhas de informação técnica.

INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS



QUADRO 13

OBRA 120		ELEMENTO REF.º V1			
CÓDIGO LOCAL 3.º PISO					
ARM. REF.º	QUANTIDADE ELEMENTOS	POR ELEMENTOS	COMPRIMENTO FINAL DOBRADO	CORTE: QUANTIDADE E COMPRIMENTO	TIPOS DE AÇO E Ø
V1.A	12	4	5,96	48 X 6,08	A 235 12mm
V1.B	"	2	5,96	24 X 6,52	A 235 16mm
V1.C	"	29	0,45X0,55	348 X 2,02	A 235 6mm

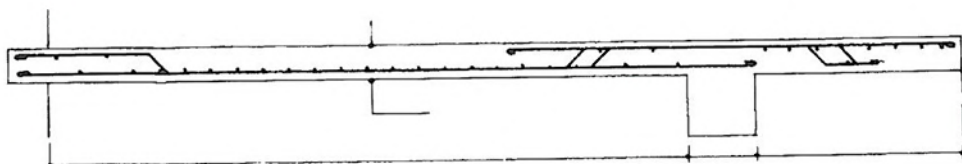
Nas folhas seguintes apresentam-se outros modelos e um dossier de produção com perparação de trabalho.





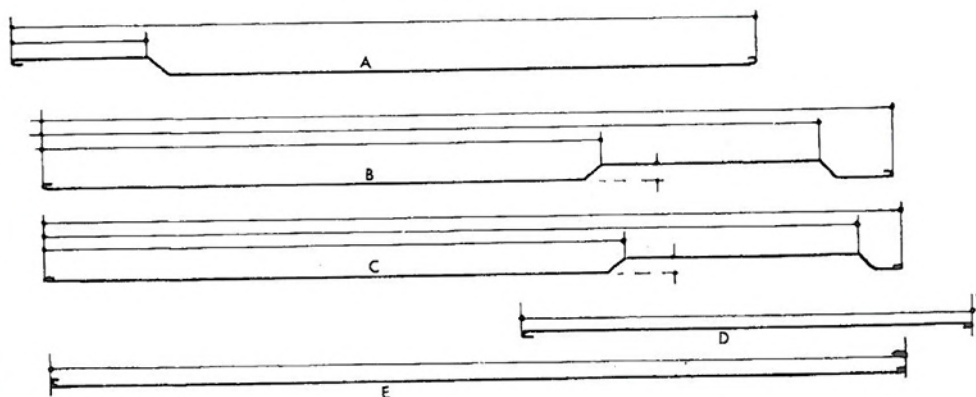
Dossier de Produção  
Folha 2

F. I. T. n.º



REF.º	DIMENSÃO	QUANT.
LCa 16		12

OBRA	-112/78
PROGRAMA	2457



REF.º	QUANTIDADES			MEDIDAS		∅
	por laje	de lajes	TOTAIS	CORTE	DOBRADO	
24 A						
24 B						
24 C						
24 D						
24 E						

fig.477

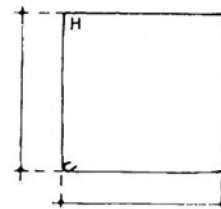
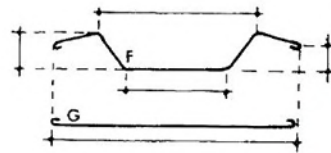
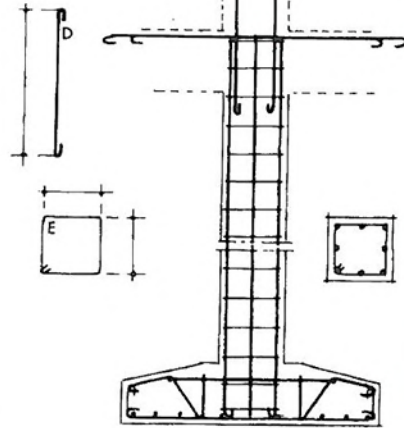
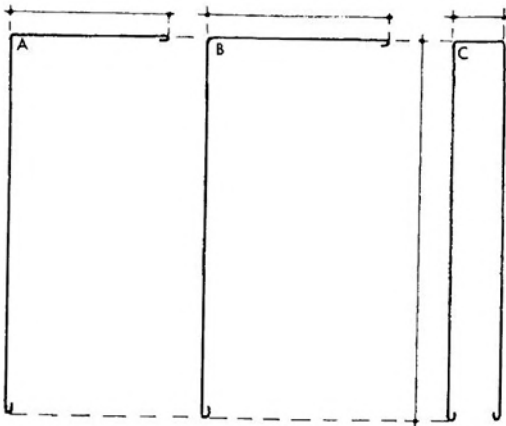


Dossier de Produção  
Folha 3

F. I. T. n.º

REF. <sup>a</sup>	DIMENSÃO	QUANT.
PEÇ a 3		

OBRA	—
PROGRAMA	—



PEÇ a 3	QUANTIDADES			MEDIDAS		∅
	por PE	de PE'S	TOTAIS	CORTE	DOBRADO	
40 A						
40 B						
40 C						
40 D						
24 E						
24 F						
24 G						
24 H						

fig.478

Dossier de Produção  
Folha 4

OBRA 112/78
C.LOCAL AD5
F.I.T. 2536
elemento L.C.a. 16

ATADO (3 QUITES)



QUITE 1



QUITE 2



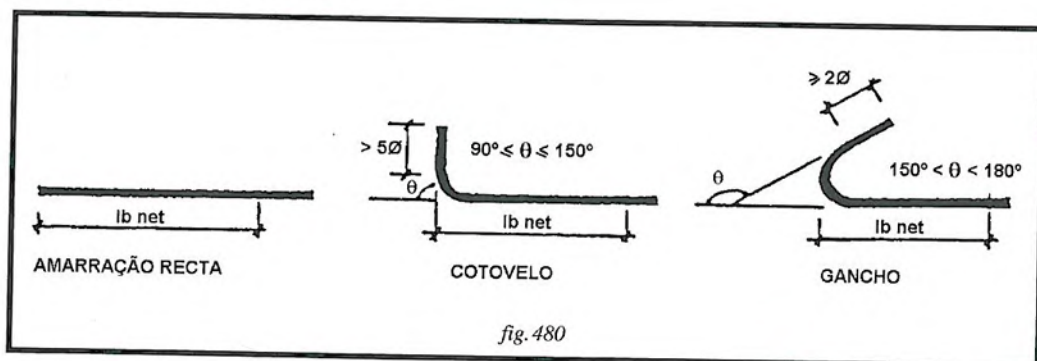
QUITE 3



fig.479



10. 3. 2. Tabelas Auxiliares

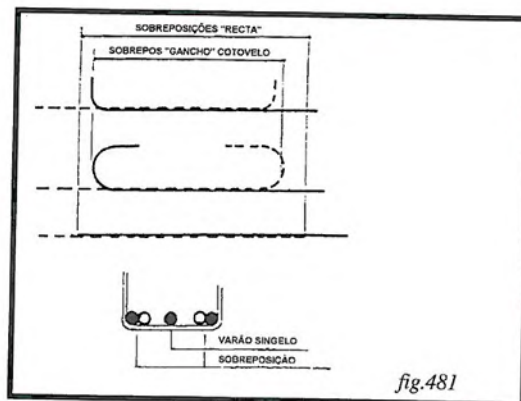


TIPO DE AÇO	TIPO DE AMARRAÇÃO	CLASSES DO BETÃO E CONDIÇÕES DE ADERÊNCIA							
		B 20		B 25		B 30		B 35	
		A	B	A	B	A	B	A	B
A 235 NL	Com gancho	35 $\varnothing$	50 $\varnothing$	30 $\varnothing$	45 $\varnothing$	30 $\varnothing$	45 $\varnothing$	25 $\varnothing$	40 $\varnothing$
A 235 NR	Recta	25 $\varnothing$	35 $\varnothing$	20 $\varnothing$	30 $\varnothing$	20 $\varnothing$	25 $\varnothing$	15 $\varnothing$	25 $\varnothing$
A 400 NR A 400 ER	Recta	40 $\varnothing$	60 $\varnothing$	35 $\varnothing$	50 $\varnothing$	30 $\varnothing$	45 $\varnothing$	30 $\varnothing$	40 $\varnothing$
A 400 EL	Com gancho	60 $\varnothing$	85 $\varnothing$	55 $\varnothing$	80 $\varnothing$	50 $\varnothing$	75 $\varnothing$	45 $\varnothing$	65 $\varnothing$
A 500 NR A 500 ER	Recta	50 $\varnothing$	75 $\varnothing$	45 $\varnothing$	65 $\varnothing$	40 $\varnothing$	60 $\varnothing$	35 $\varnothing$	50 $\varnothing$

A- Condições de boa aderência  
B- Outras condições de aderência

DIÂMETROS DE CURVATURA

A235 liso	$\varnothing$ 10 mm - 2,5 $\varnothing$
	$\varnothing$ 10 mm - 4,0 $\varnothing$
Nervurado	- 4,0 $\varnothing$
A400	
e liso	$\varnothing$ 10 mm - 5,0 $\varnothing$
A500	$\varnothing$ 10 mm - 6,0 $\varnothing$
Nervurados	- 7,0 $\varnothing$



**INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS**

DIÂMETROS	ÁREAS DAS SECCÕES DE 1 A 10 VARÕES EM cm"										ACRESCENTAR POR "BENGALA" cm		PESOS EM KG POR M DE VARÃO	
	mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	A 24		A 400
polg.														
6	1/4"	0,28	0,56	0,85	1,13	1,41	1,70	1,96	2,24	2,52	2,80	5,7	11,4	0,222
8	5/16"	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,02	3,50	4,00	4,50	5,00	7,2	14,4	0,395
10	3/8"	0,76	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,53	6,32	7,11	7,90	8,6	17,2	0,617
12	1/2"	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,91	9,04	10,20	11,30	11,5	22,0	0,888
16	5/8"	2,01	4,02	6,03	8,04	10,06	12,08	14,10	16,12	18,14	20,16	14,3	28,0	1,580
20	3/4"	3,14	6,28	9,42	12,56	15,70	18,84	22,00	25,13	28,27	31,41	17,5	34,0	2,470
22	7/8"	3,80	7,60	11,40	15,20	19,00	22,80	26,60	30,40	34,20	38,00	20,0	38,0	3,004
25	1"	5,31	10,62	15,93	21,24	26,55	31,86	37,17	42,48	47,79	53,10	23,0	44,0	3,880
31	1 1/4"	8,04	16,07	23,80	31,68	39,60	47,52	55,44	63,36	71,28	79,20	28,6	52,0	6,760
37	1 1/2"	11,34	22,68	34,02	45,36	56,70	68,04	79,39	90,72	102,06	113,4	34,3	60,0	8,498

fig. 482 -Quadro 15

**INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS**

DIÂMETROS (nominal)	ÁREAS DAS SEÇÕES DE 1 A 13 VARÕES EM CM"													ACRESCENTAR POR "BENGALA" cm		
	mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	A 24	A 400
6	polg.	0,28	0,56	0,85	1,13	1,41	1,70	1,96	2,24	2,52	2,80	3,08	3,36	3,64	5,7	11,4
8	1/4"	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,02	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,2	14,4
10	5/16"	0,76	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,53	6,32	7,11	7,90	8,69	9,48	10,30	8,6	17,2
12	3/8"	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,91	9,04	10,20	11,30	12,46	13,59	14,72	11,5	22,0
16	1/2"	2,01	4,02	6,03	8,04	10,06	12,08	14,10	16,12	18,14	20,16	22,18	24,20	26,22	14,3	28,0
20	5/8"	3,14	6,28	9,42	12,56	15,70	18,84	22,00	25,13	28,27	31,41	34,56	37,70	40,84	17,5	34,0
22	3/4"	3,80	7,60	11,40	15,20	19,00	22,80	26,60	30,40	34,20	38,00	41,80	45,60	49,40	20,0	38,0
25	7/8"	5,31	10,62	15,93	21,24	26,55	31,86	37,17	42,48	47,79	53,10	58,41	63,72	69,03	23,0	44,0
31	1"	8,04	16,07	23,80	31,68	39,60	47,52	55,44	63,36	71,28	79,20	87,12	95,04	102,96	28,6	52,0
37	1 1/4"	11,34	22,68	34,02	45,36	56,70	68,04	79,39	90,72	102,06	113,4	124,7	136,1	147,4	34,3	60,0

fig. 483 -Quadro 16

**INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS**

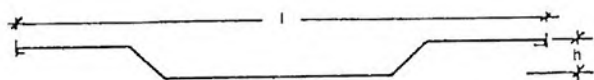


TABELA DE VALORES EM cm A ADICIONAR A "l" PARA CORTE DO VARÃO											
h cm	6	8	10	12	16	20	22	25	32	38	Ø mm
8	15,5	16,5	18,0	-	-	-	-	-	-	-	
10	17,5	18,5	19,5	22,0	-	-	-	-	-	-	
12	19,5	20,0	21,0	24,0	28,5	-	-	-	-	-	
14	21,0	22,0	23,0	25,5	30,5	-	-	-	-	-	
16	22,5	23,5	24,5	27,5	32,0	36,5	-	-	-	-	
18	24,5	25,00	26,0	29,0	33,5	38,0	40,0	43,5	-	-	
20	26,0	27,0	28,0	30,5	35,5	39,5	41,5	45,5	-	-	
22	28,0	28,5	29,5	32,0	37,0	41,0	43,0	47,0	-	-	
24	30,0	31,0	31,5	34,5	39,0	43,5	45,5	49,5	-	-	
26	31,0	32,0	33,0	35,5	40,5	44,5	47,0	50,5	58,0	-	
28	32,5	33,5	34,5	37,0	42,0	46,0	48,5	51,5	59,5	-	
30	34,5	35,0	36,0	39,0	43,5	48,0	50,0	53,0	61,5	67,0	
35	-	39,0	40,5	43,0	48,0	52,0	54,0	57,5	65,5	71,0	
40	-	43,0	44,5	47,0	52,0	56,5	58,0	62,0	69,5	75,0	
45	-	47,5	48,5	51,0	56,0	60,5	62,5	66,0	74,0	79,5	
50	-	-	53,0	55,5	60,0	64,5	66,5	70,0	78,0	83,5	
55	-	-	57,0	59,5	64,5	68,5	70,5	74,5	82,0	87,5	
60	-	-	-	63,5	68,5	72,5	75,0	78,5	86,0	92,0	
65	-	-	-	68,0	72,5	77,0	79,0	82,5	90,5	96,0	
70	-	-	-	72,0	76,5	81,0	83,0	87,0	94,5	100,0	
75	-	-	-	76,0	81,0	85,5	87,0	91,0	98,5	104,0	
80	-	-	-	80,0	85,0	89,5	91,5	95,0	103,0	108,5	
QUANDO A AMARRAÇÃO LONGA REMATA O VARÃO, ADICIONAR "l", DEPOIS DE DEDUZIRO VALOR DE 3,6 cm											

fig. 484 -Quadro 17



CORTE DE VARÕES DE AÇO A 24  
TABELA DE VALORES EM cm A ADICIONAR ÀS COTAS

REF.	6	8	10	12	16	20	22	25	32	38	Ø mm
A	+33,6	+44,8	+56,0	+67,2	+89,6	+112,	+123,	+140	+179,	+213,	
B	+ 9,6	+12,8	+16,0	+19,2	+25,6	+32,2	+35,2	+ 40,	+51,	+ 61,	
C	+ 6,0	+ 8,0	+10,0	+12,0	+16,0	+20,0	+22,2	+ 25,	+32,	+ 38	
D	- 4,2	- 5,6	- 7,0	- 8,4	-11,2	-14,0	-15,4	-17,5	-27,	-	
E	- 2,1	- 2,8	- 3,5	- 4,2	- 5,6	- 7,0	- 7,7	- 8,8	-14,	-	
F	+48,0	+64,0	+80,0	+96,0	+128,	+160,	+176,	+200,	-	-	
G	+ 4,2	+ 4,2	+ 7,0	+ 8,4	+11,2	+14,0	+15,4	+ 17,5	-	-	
H	+ 2,1	+ 2,1	+ 3,5	+ 4,2	+ 5,6	+ 7,0	+ 7,7	+ 8,8	-	-	
L	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	+160, 0 -	+ - 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	

fig. 485 -Quadro 18

**INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS**

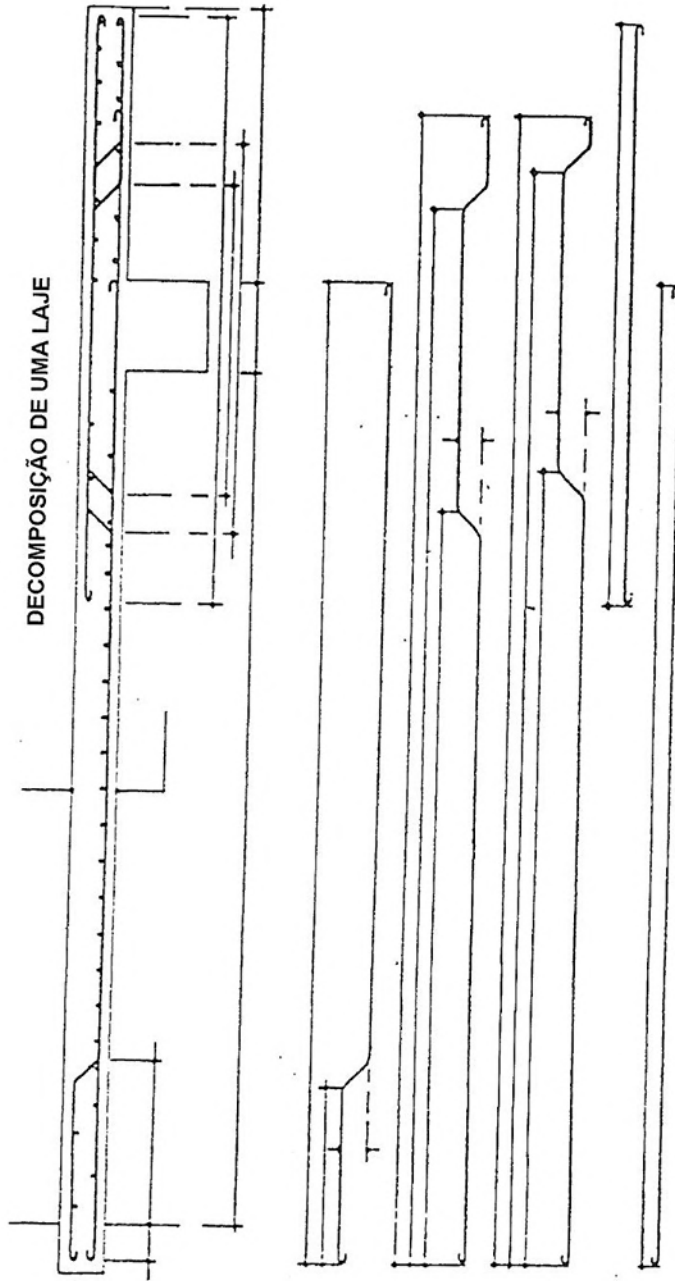
SECÇÃO DE ARMADURA ELECTROSOLDADA POR METRO DE LARGURA DE LAJE CONTANDO COM A SOBREPOSIÇÃO LATERAL ENTRE PAINÉIS															
Tipo	Ao		n	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
	Lg	Tr	l	3,3	3,0	2,7	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	0
A300	0,70	0,24	Secção de armadura em cm <sup>2</sup> /m	0,73	0,76	0,80	0,84	0,88	0,93	0,99	1,05	1,12	1,20	1,29	1,40
A340	0,91	0,30		0,95	0,99	1,04	1,09	1,15	1,21	1,28	1,36	1,45	1,56	1,68	1,82
A380	1,13	0,38		1,18	1,23	1,29	1,36	1,43	1,51	1,59	1,69	1,81	1,94	2,08	2,26
A420	1,38	0,46		1,44	1,50	1,58	1,65	1,74	1,84	1,95	2,07	2,21	2,36	2,55	2,76
A460	1,67	0,46		1,74	1,82	1,91	2,00	2,11	2,22	2,36	2,50	2,67	2,86	3,08	3,34
A500	1,96	0,46		2,04	2,14	2,24	2,35	2,48	2,62	2,77	2,94	3,14	3,36	3,62	3,92
A550	2,38	0,46		2,48	2,60	2,72	2,86	3,00	3,17	3,36	3,57	3,80	4,07	4,40	4,76
A600	2,83	0,55		2,96	3,09	3,24	3,40	3,57	3,77	4,00	4,25	4,53	4,85	5,23	5,66
A650	3,32	0,66		3,46	3,62	3,80	3,98	4,20	4,43	4,70	4,98	5,31	5,70	6,13	6,64
A700	3,85	0,79		4,02	4,20	4,40	4,62	4,86	5,13	5,44	5,77	6,16	6,60	7,10	7,70
A760	4,54	0,94		4,73	4,95	5,18	5,44	5,72	6,05	6,40	6,80	7,25	7,76	8,36	9,08
A820	5,28	1,12		5,50	5,76	6,03	6,34	6,66	7,04	7,45	7,92	8,45	9,05	9,75	10,5

l - vão mínimo a partir do qual podem ser aplicadas as secções de aço dadas

n - largura em cm, da sobreposição dos painéis

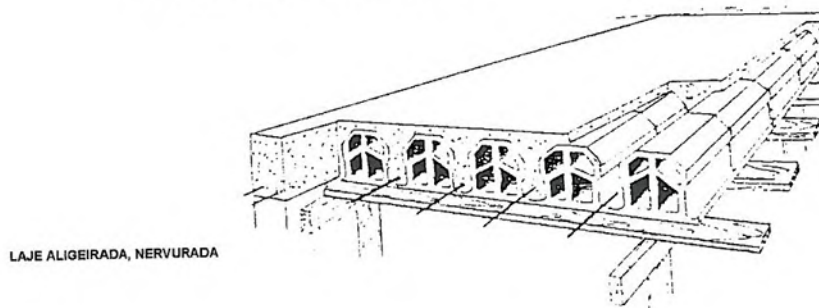
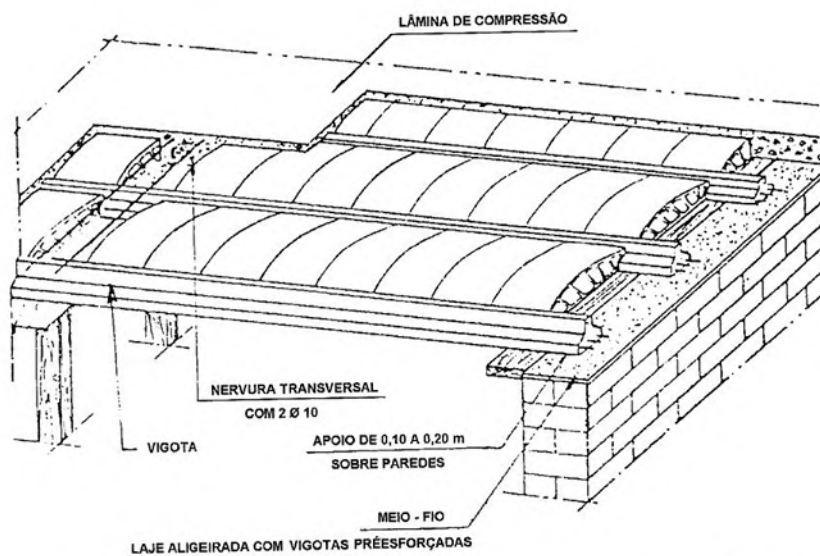
fig. 486 -Quadro 19

10. 3. 3. Exemplo



INDICAM-SE AS COTAS QUE DEVEM FIGURAR NO PROJECTO E DEPOIS, NO DESTAQUE DAS ARMADURAS  
INDICAR TIPOS DE AÇO E SECÇÕES

fig.487



LAJE ALIGEIRADA COM TIJOLOS T

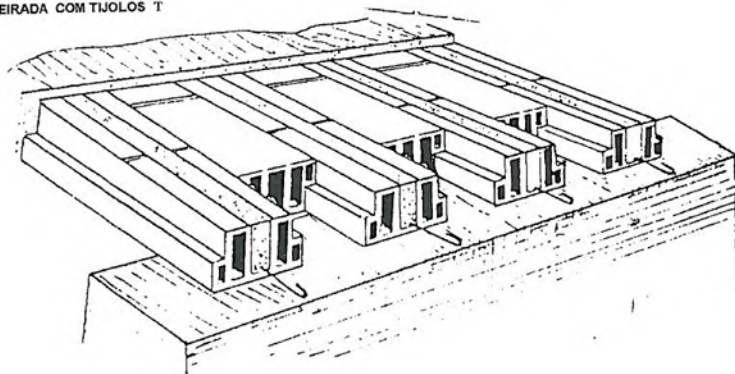


fig.488



#### 10. 3. 4. Operações e meios para corte de varões de aço para "Armaduras Ordinárias", considerando-se "especiais" as destinadas ao pré-esforço

Vai longe o tempo em que o corte dos varões era feito com uma ferramenta de ferro; o corta-frio e a marreta. Depois disto, surgiram vários tipos de tesouras manuais (portáteis ou não) de diversas formas e capacidades de corte, até às accionadas por motor eléctrico; e, há cerca de duas décadas, surgiram as máquinas automáticas de corte que, trabalhando com aço em rolo, o endireitam e cortam com a dimensão e nas quantidades desejadas. Adiante apresentam-se figuras das mais correntes e usuais, onde ainda figura o corta-frio hoje quase exclusivamente utilizado para o corte de arame de atar a partir do rolo, em pequenos feixes que o armador segura normalmente em uma das mãos.

A tesoura portátil manual que ali figura, é também muito utilizada pelo armador em casos de emergência, e apenas para varões até Ø 12 mm (no máximo).

Quando na oficina ou estaleiro esteja a utilizar-se varão de aço em rolo, deve sempre acoplar-se ao suporte da "bobine" o conjunto de roletes reguláveis que endireite os varões. O desconhecimento da existência destes "endireitadores" leva muitas empresas a "perderem" a "enorme vantagem de só haver um resto (desperdício) em centenas de metros de varão, em lugar da mesma possibilidade em cada "vara" de 12 metros.

Nas operações de corte, quando se utiliza uma máquina de grande potência (capacidade de corte) podem cortar-se numa só operação mais do que um varão, bastando para isso que a soma dos seus diâmetros não ultrapasse a largura do cortante (lâmina fixa e/ou móvel), sendo perigoso ultrapassar esta quantidade.

Perigoso também o contacto de qualquer parte do corpo com as arestas cortantes que se formam nas pontas dos varões cortados, ainda que a zona de contacto esteja protegida com roupa vulgar.

Recomenda-se portanto, o uso de luvas apropriadas e avental de cabedal com peitilho. Sempre que no programa de corte haja que cortar uma série de varões com comprimentos iguais, o método mais simples é cortar primeiro, verificar a dimensão e utiliza-lo como "bitola" para o corte dos restantes, utilizando uma tábua para acerto das pontas, pela razão apontada.

##### 10. 3. 4. 1. Economia

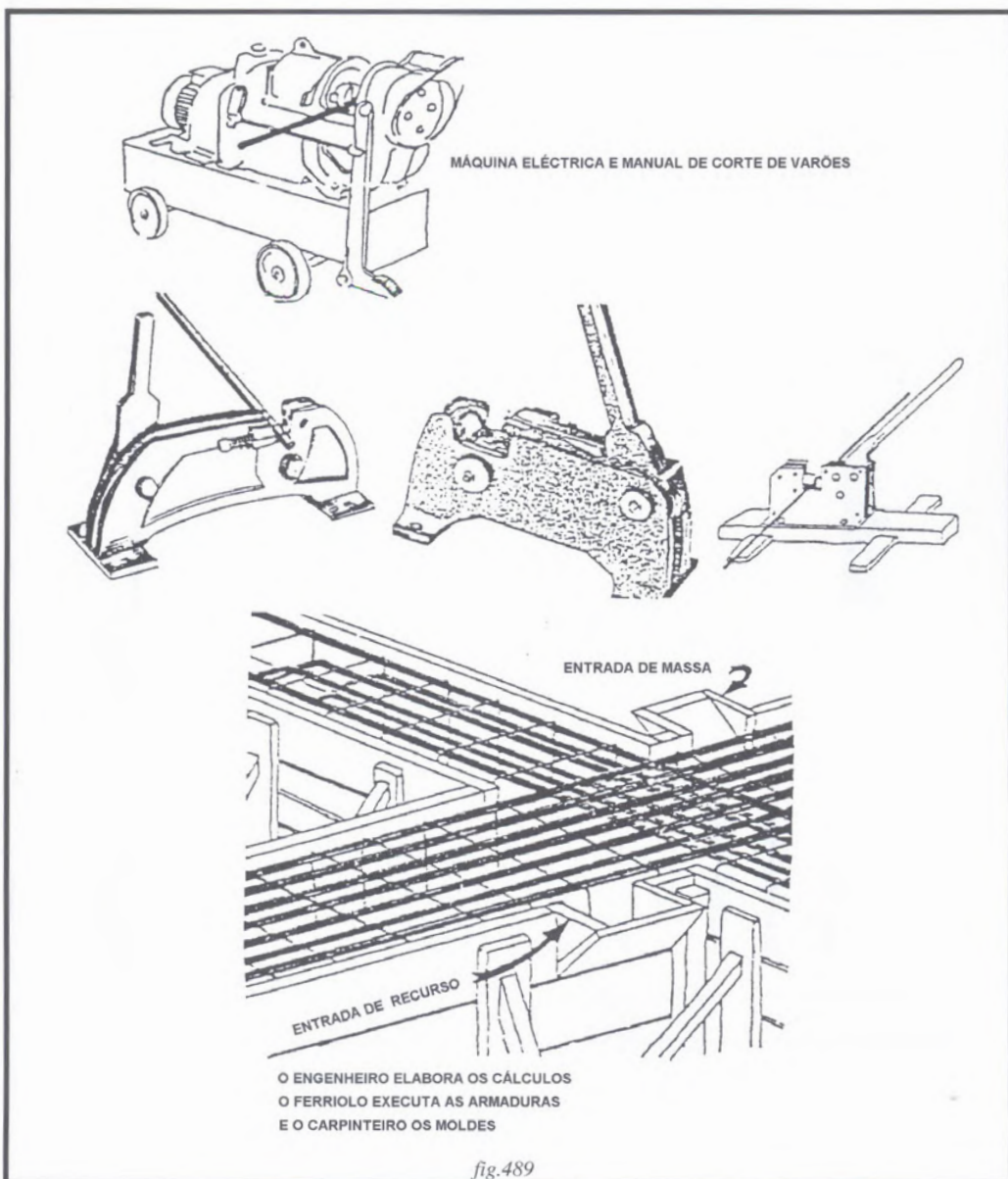
Se não houver preparação de trabalho, ou esta não for levada ao pormenor de economia de pontas, deverá o armador de ferro ponderar as combinações possíveis a praticar, de modo a reduzir ao mínimo a produção de restos inúteis, sobretudo em secções acima de 10 mm.

##### 10. 3. 5. Arranjo físico

O parque de varões deve ser organizado por tipos de aço e secções, com separadores de madeira ou tubos e com pequenas "tabuletas" identificadoras bem visíveis. A máquina de corte, deve deslocar-se no topo dos varões e a uma distância destes que permita a arrumação das pontas aproveitáveis, bem visíveis no topo de cada lote para aproveitamento posterior, conforme adiante se exemplifica.

### 10.3.5.1. Formação de quites

Seja qual for o programa de corte, por conjuntos, por secções, ou por elemento, quando um lote estiver concluído, deve fazer-se um atado com o modelo de identificação adoptado pela empresa a fim de ser entregue na secção ou local de dobragem, indicando-se sempre a quantidade de elementos a que se destina.



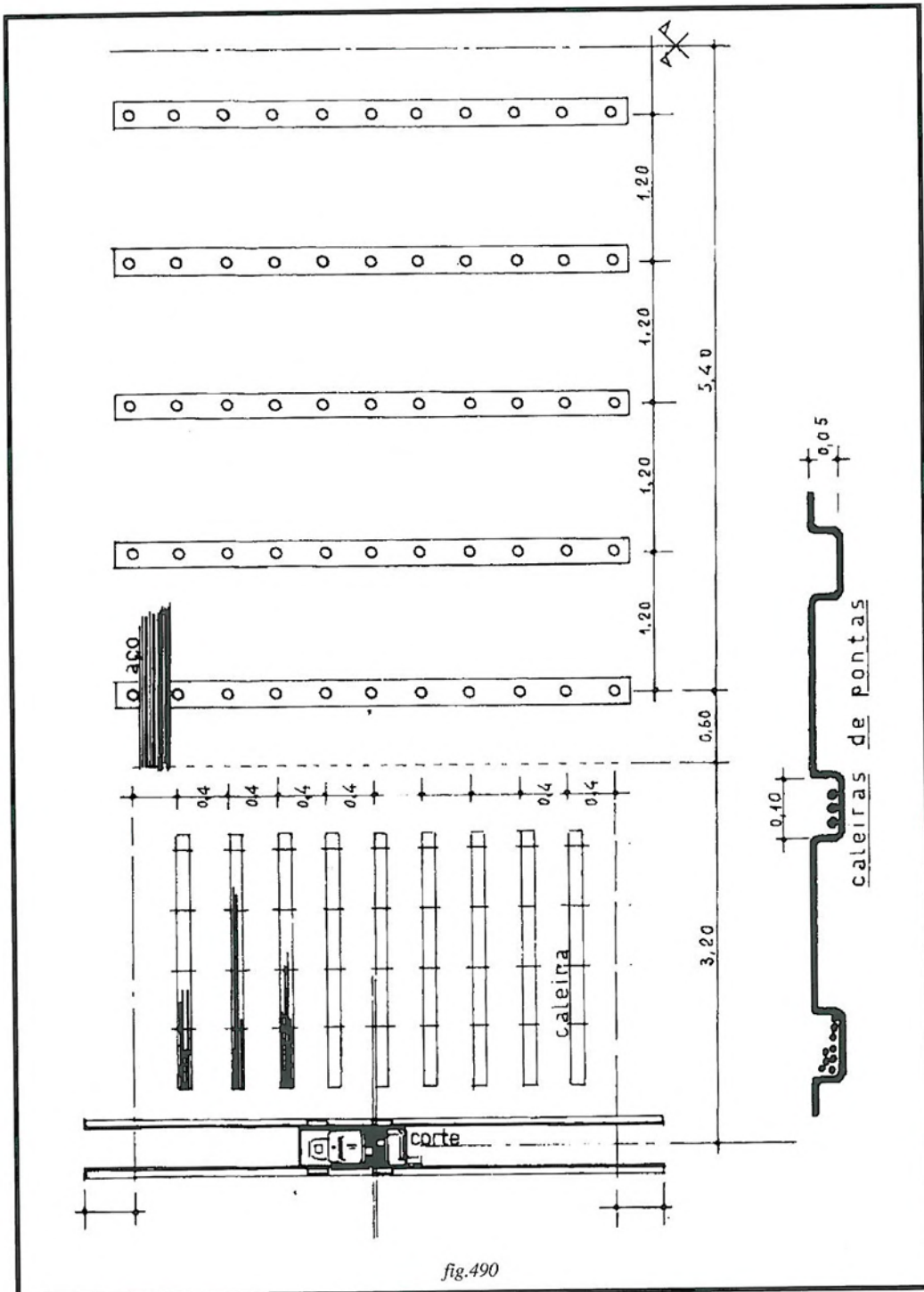
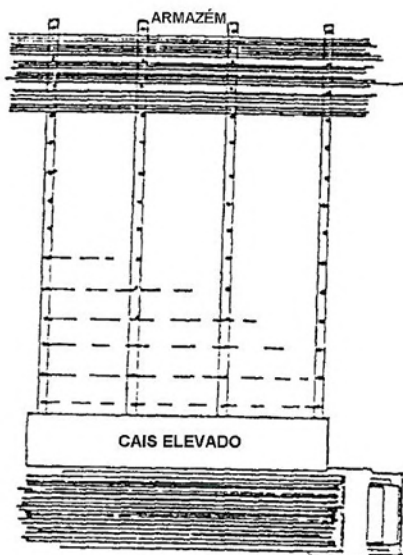
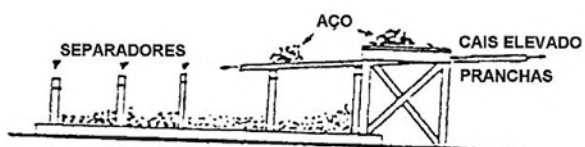


fig.490

PORMENORES DE ARRUMAÇÃO DO AÇO EM PARQUE



APROVISIONAMENTO



ARMAZENAMENTO DE  
VARÕES PARA BETÃO

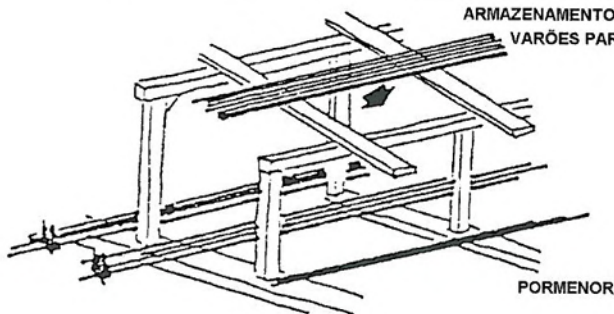


fig.491

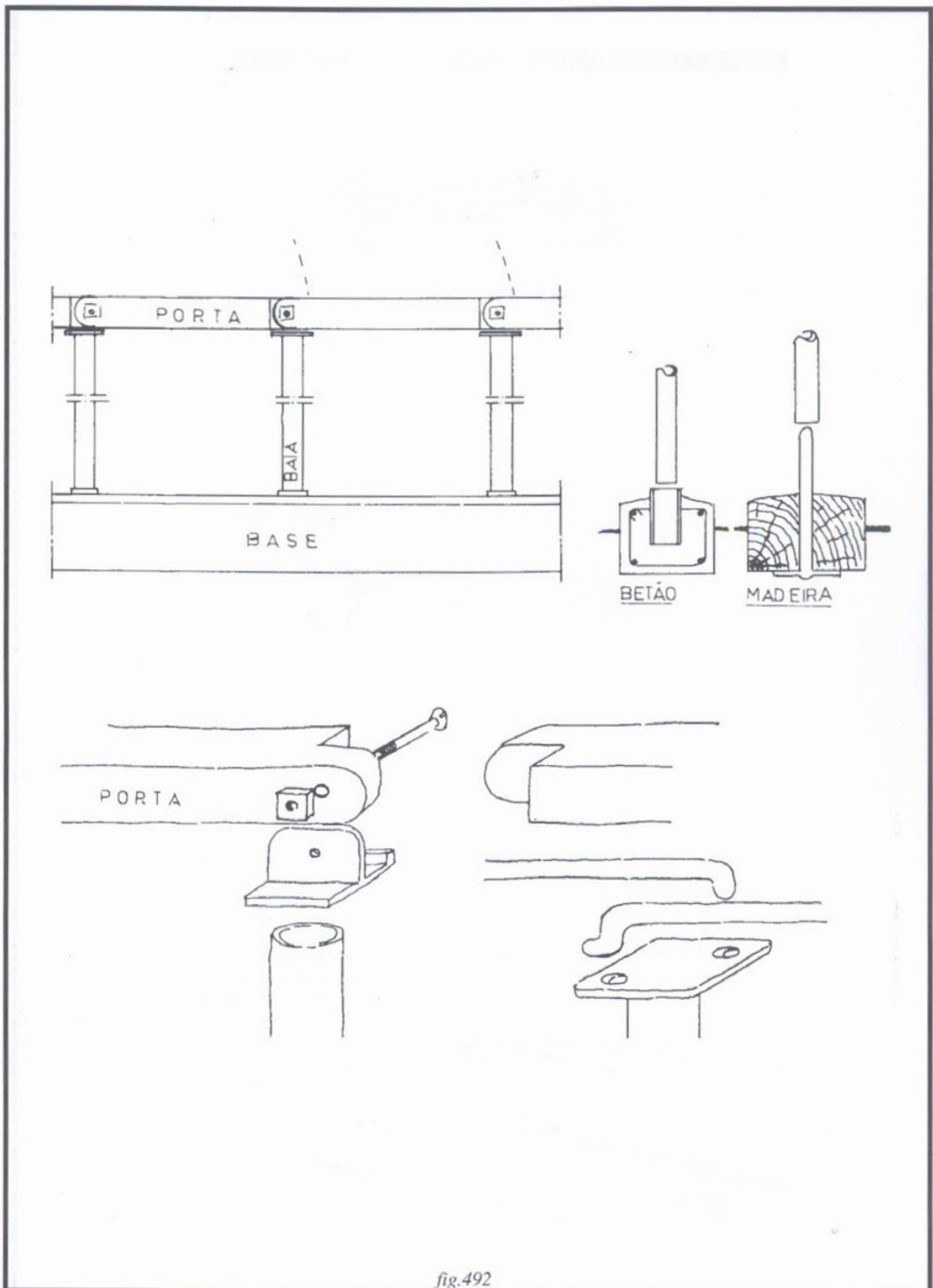


fig.492

#### 10. 4-Dobragem dos varões - Algumas regras regulamentares

Viu-se que existem dois tipos de aço distintos:

- 1º- Aço macio
- 2º- Aço duro

A diferença entre estes dois aços começa logo no equipamento necessário para a manipulação de cada um dos mesmos e termina nas características inerentes a cada um dos aços, até no referente nomeadamente à aderência ao betão, quando liso ou nervurado. Foi atrás mencionado a existência do material "betão armado". Este material ter-se-á de comportar, em princípio, perante todo o tipo de acções para que foi estudado, como um material homogéneo, sendo os esforços do betão transmitidos ao ferro e vice-versa. Para tal torna-se necessário que cada varão de aço esteja bem rodeado de betão para que não haja escorregamento. Pode mesmo falar-se de rotura por falta de aderência quando, devido a deficiente execução se atinge o limite da capacidade resistente do elemento sem se conseguir esgotar a resistência do outro.

O estudo da aderência interessa fundamentalmente aos problemas de amarração das armaduras e fendilhação e deformação das peças de betão armado.

A aderência do aço nervurado é ,devido à existência das próprias nervuras, superior à do varão liso que como é lógico poderá escorregar muito mais facilmente no betão. Para obstar a este problema e garantir uma perfeita aderência entre o varão de aço liso e o betão, impõe-se uma amarração segundo determinadas regras já referidas. Esta amarração com varão liso é normalmente combinada com ganchos (às vezes designados por cachimbos ou bengalas) próprios tendo cada diâmetro de varão condições específicas para a sua execução, nomeadamente o raio da curvatura e o respectivo comprimento mínimo de amarração, (10.3.2)

Estas características terão obrigatoriamente de ser consideradas sob pena do aço fender e perder resistência aos esforços para que foi calculado.

A curvatura praticada num varão deve ser tal que não afecte a resistência deste, e não provoque o esmagamento ou fendimento do betão por efeito da pressão que se exerce na zona da curva devido às extremidades dos varões das armaduras ordinárias serem fixadas ao betão por amarração que, podem ser realizadas por prolongamento recto ou curvo dos varões, por laço ou por dispositivos mecânicos especiais.

A utilização das amarrações por prolongamento dos varões, que, quando curvos, podem incluir ganchos ou cotovelos com as características geométricas indicadas em 10.3.2 , depende da capacidade de aderência dos varões ao betão e o tipo de esforços a que estão a ser submetidos.

Assim tratando-se de varões de aderência normal devem utilizar-se apenas amarrações com ganchos, excepto se os varões estiverem sempre sujeitos a compressão; caso em que convirá usar amarrações rectas. Para os varões de alta aderência devem utilizar-se amarrações "rectas", excepto se os varões estiverem sempre sujeitos a esforços de tracção, caso em que se prevê, a utilização de ganchos ou cotovelos, como já foi antes justificado. No caso da amarração de redes electrossoldadas as extremidades dos varões longitudinais



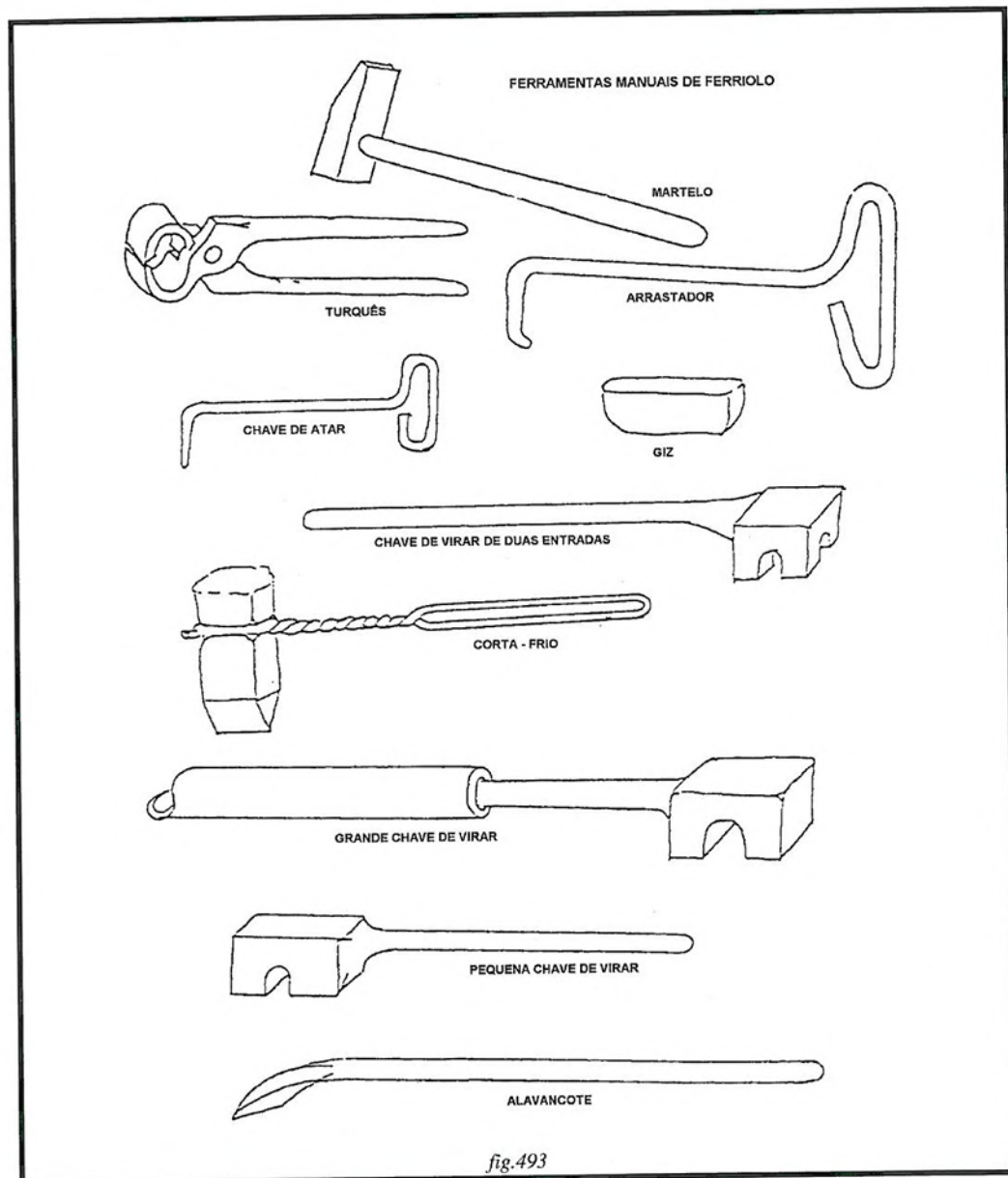


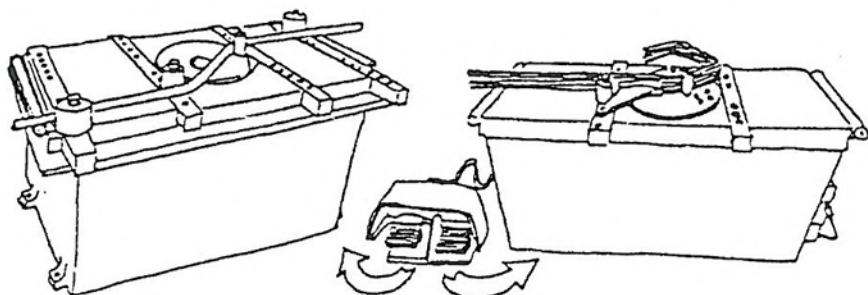


## INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS, ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS

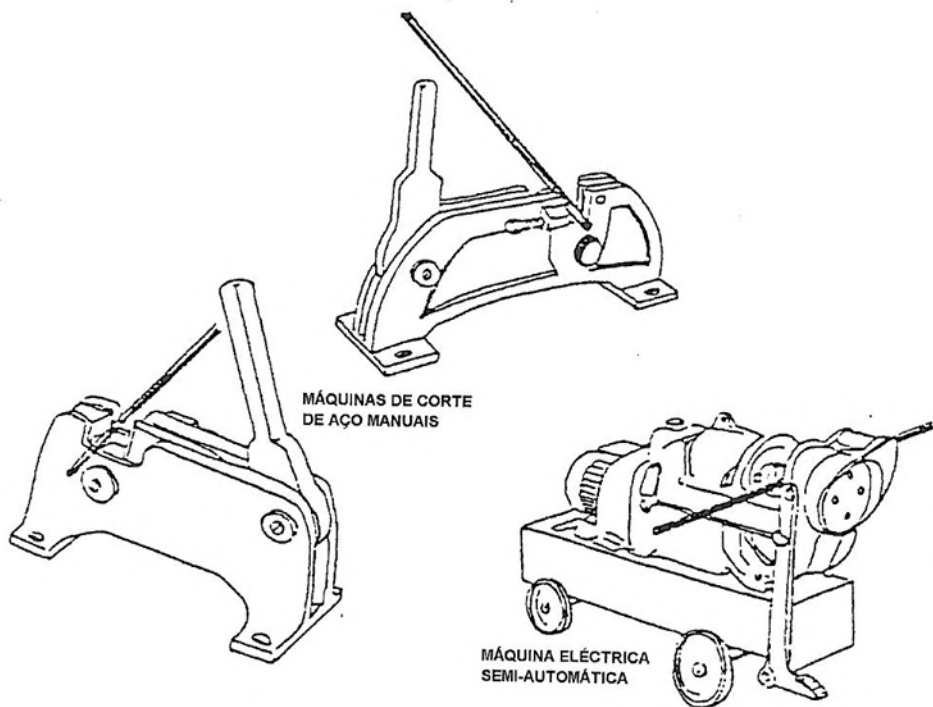
com varões de aço das armaduras ou em tubo de aço com polés reguláveis, servem de suporte à formação e amarração dos varões.

- Giz apropriado para marcar no varão de ferro as distâncias estabelecidas. Estas são as ferramentas indispensáveis, a seguir apresentam-se figuras das que também se aplicam e que levam a designação corrente.





MÁQUINAS ELÉCTRICAS DE DOBRAR FERRO



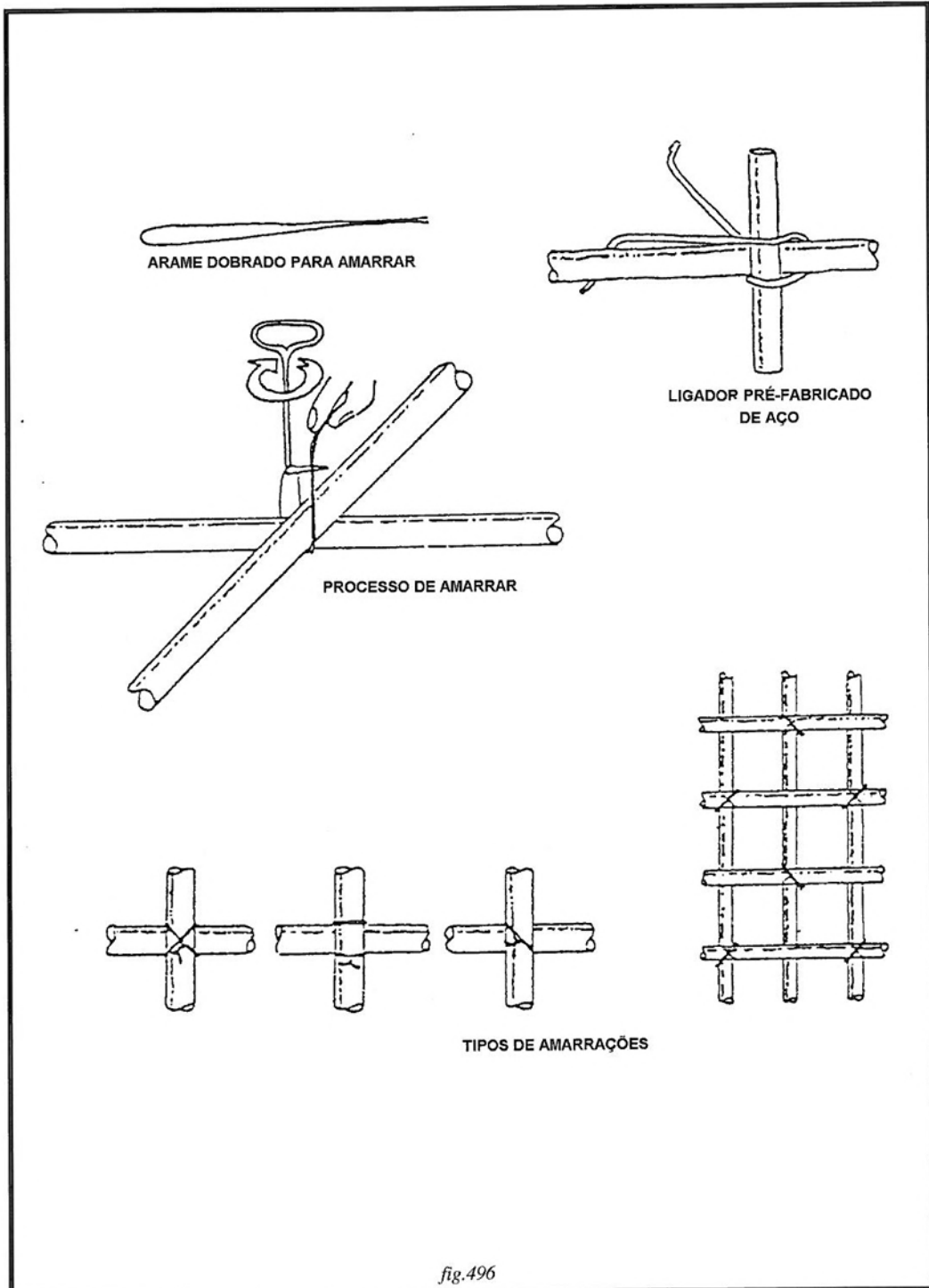
MÁQUINAS DE CORTE  
DE AÇO MANUAIS

MÁQUINA ELÉCTRICA  
SEMI-AUTOMÁTICA

fig. 494

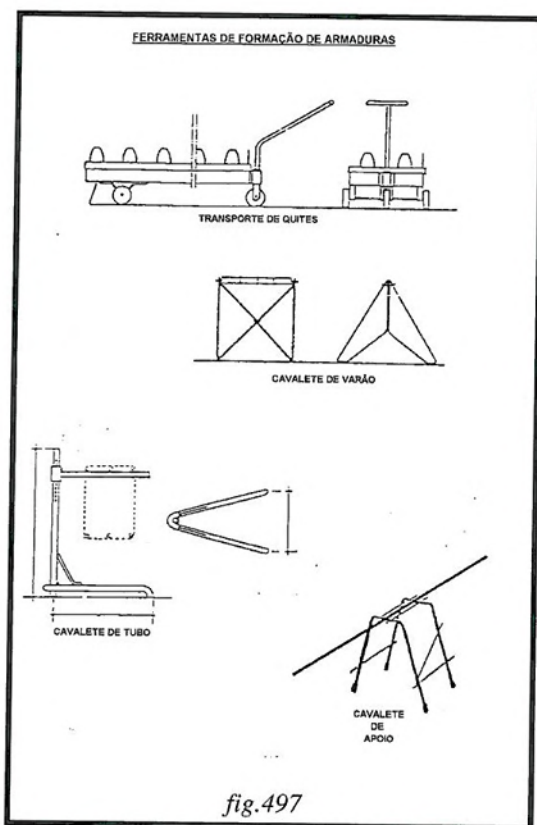






#### **10.5. 1. 4. Lajes aligeiradas**

O mesmo que para as anteriores, ainda por mais fortes razões, uma vez que não constituem conjuntos de fácil movimentação.



#### **10.6. Transporte de armaduras**

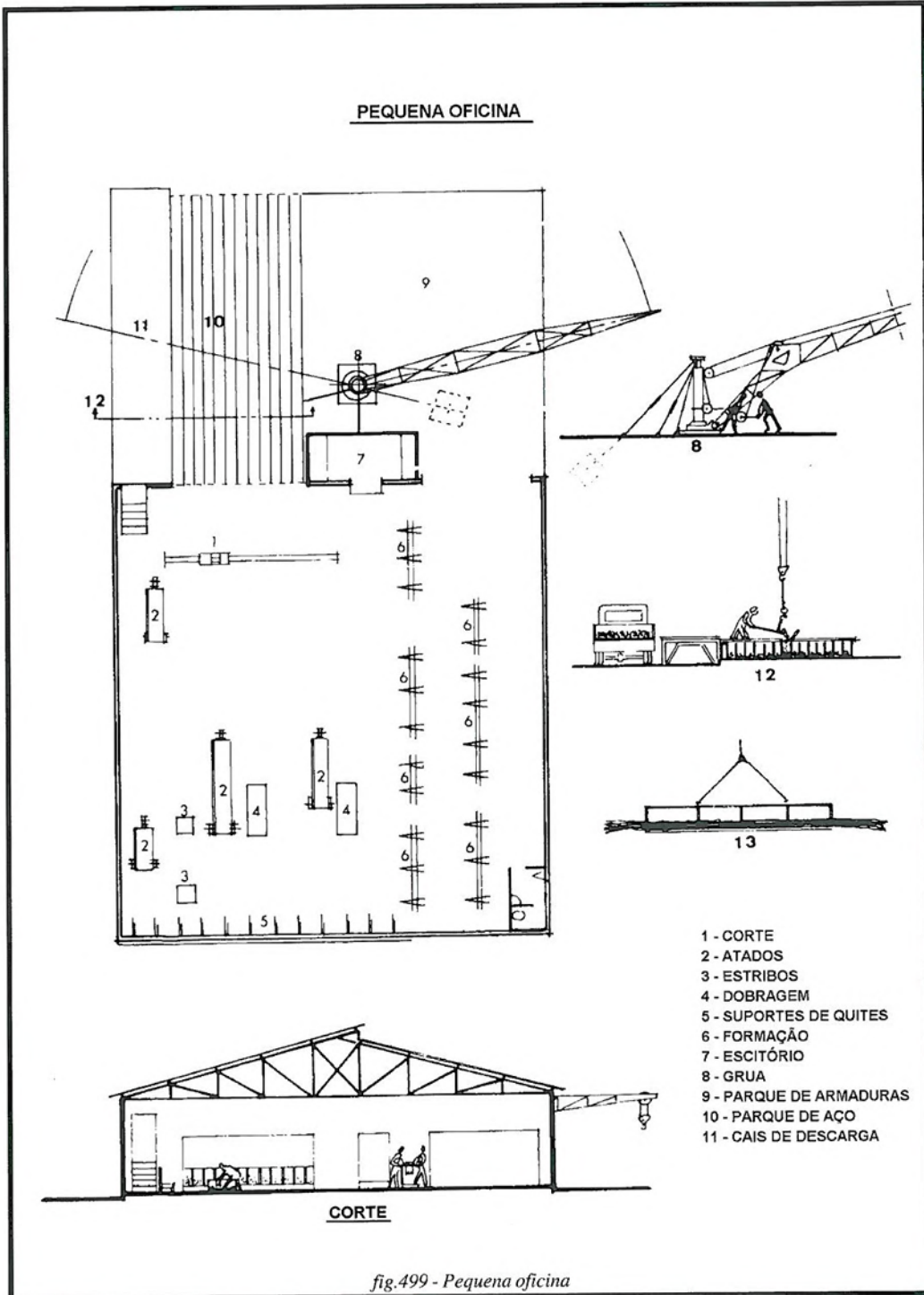
O transporte e mesmo o armazenamento das armaduras deve ser efectuado de modo a evitar entre a recepção e a colocação na obra, deteriorações tais como:

- Mossas ou entalhes
- Redução de secções devidas a corrosão
- Deposição na superfície de substâncias que possam prejudicar quimicamente o aço ou o betão ou que tenham efeito desfavorável sobre a aderência.
- Perda da possibilidade de aderência.

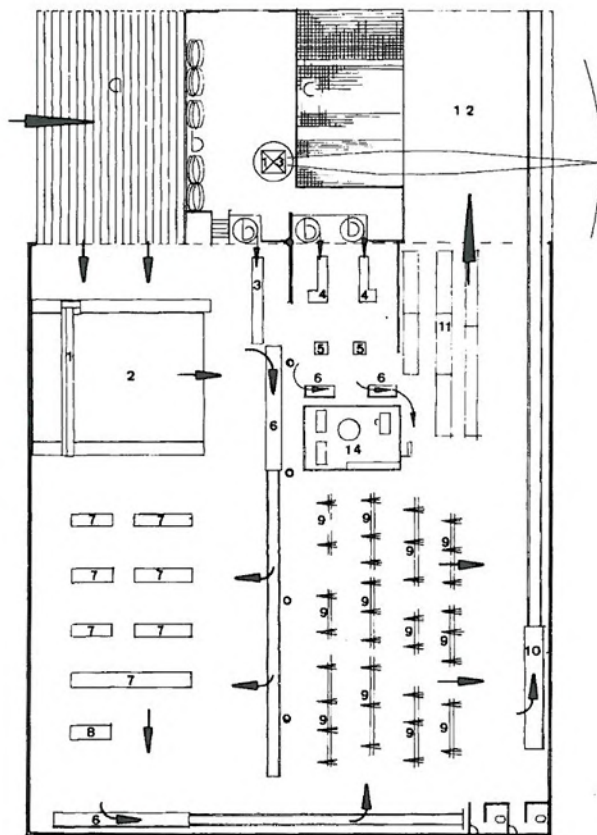
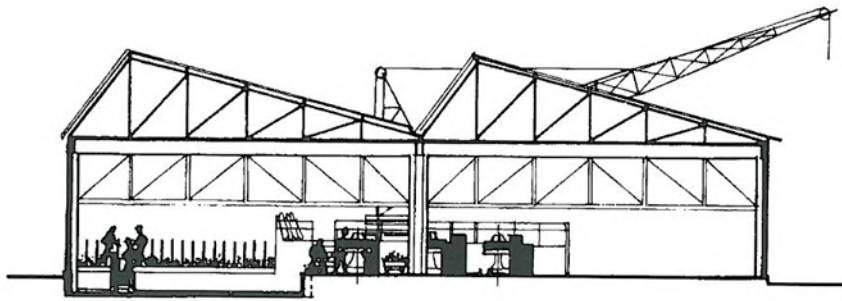








**INFRAESTRUTURAS, ESTRUTURAS,  
ALVENARIAS E CANTARIAS EM EDIFÍCIOS**



- |  |   |
|--|---|
| 1-Máquina eléctrica de corte com carro de transporte     | 9-Cavaletes de armação de elementos               |
| 2-Espaço para movimentação da máquina de corte           | 10-Carro de transporte de elementos para o parque |
| 3-Máquina automática de endireitar e cortar aço de rolo; | 11-Entrepósito de elementos armados               |
| 4-Máquinas automáticas de produção de estribos           | 12-parque de organização de cargas e carga        |
| 5-Máquina de dobrar para pequenas séries de estribos     | 13-Pequeña grua de lança                          |
| 6-Carros de transporte                                   | 14-Escritório                                     |
| 7-Máquina de dobrar                                      | a-Parque de aço para 100 t                        |
| 8-formação de qüites                                     | b-Parque de rolos                                 |
|  | c-Parque de redes electrossoldadas                |

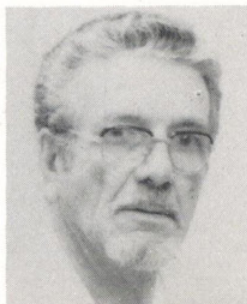
*fig.500 - Grande oficina*











## J. Paz Branco

José da Paz Branco, Agente Técnico de Arquitectura e Engenharia Civil, iniciou a sua actividade profissional em 1938. Em 1939 fez parte da Comissão das Obras de Reabilitação do Teatro S. Carlos, integrado no Ministério das Obras Públicas.

Desde 1940 exerceu cargos de Direcção Técnica e Administrativa em várias empresas de Construção Civil, tendo sido um dos pioneiros na introdução em Portugal da produção e montagem industrializada de edifícios para habitação social económica.

Desde 1968 tem sido convidado a participar em acções de especialização e promoção profissional no Laboratório Nacional de Engenharia Civil tendo produzido textos nas áreas de cofragens para betões, pré-fabricações de paredes, análise de custos em construções, pré-fabricação pesada e ligeira, ficheiros de preços-base, tabelas de rendimentos em obras e planeamento de obras.

Participou ainda regularmente em acções de formação e especialização promovidas pelo IST (IST/DAFST), Faculdade de Engenharia do Porto, Associação de Empreiteiros de Construção e Obras Públicas do Norte (AECOPN) e Associação de Empreiteiros de Construção e Obras Públicas do Sul (AECOPS).

Em 1980 a convite da UNESCO organiza um centro de formação profissional na área da Construção Civil em Moçambique.

A sua vastíssima experiência profissional e pedagógica tem sido o suporte de múltiplas intervenções quer no campo da consultoria quer na implementação de cursos de formação profissional.

Presentemente dedica-se exclusivamente à reorganização dos muitos textos por si produzidos para o ensino profissional.

