Materiaes de Construcção

VOLUME I

Materias que constituem esta Bibliotheca

1.ª SERIE — **Elementos Geraes**

1-Desenho linear.
2-Arithmetica pratica.
3-Algebra elementar.
4-Geometria plana e suas applicações.
5-Elementos de Phisica.
6-Elementos de Chimica.
7-Elementos de Electricidade.
8-Elementos de Mecanica.
9-Geometria no espaço.
10-Elementos de projecções.
11-Sombras e perspectiva.
12-Applicações e traçados praticos das projecções, penetrações, sombras, etc.
13-Trabalhos manuaes

2.ª SERIE — **Mecanica**

1-Desenho de Machinas.
2-Nomenclatura de Caldeiras de vapor.
3-Nomenclatura de Machinas de vapor.
4-Problemas de Machinas.
5-Phisica Industrial.
6-Chimica Industrial.
7-Motores especiaes.

3.ª SERIE — **Construcção Civil**

1-Elementos de Architectura.
2-Materiaes de Construcção.
3-Construcções Civis.
4-Arte decorativa e Estylos.
5-Estylisação, composição e ornamentação.

4.ª SERIE — **Construcção Naval**

1-Construcção Naval.
2-Materiaes de construcção e processos de ligação.
3-Construcção de navios
4-Historia da construcção naval.

5.ª SERIE — **Manuaes de officios** (em formato apropriado)

1-Conductor de Machinas.
2-Torneiro mecanico.
3-Forjador.
4-Fundidor.
5-Serralheiro e Montador.
6-Caldeireiro.
7-Electricista.
8-Carpinteiro Civil.
9-Marceneiro.
10-Entalhador.
11-Modelador, formador e estucador.
12-Pintor e Decorador.
13-Pedreiro ou trolha.
14-Canteiro.
15-Tintureiro.
16-Sapateiro.
17-Selleiro e correeiro.
18-Fiandeiro e tecelão.
19-Funileiro.
20-Encadernador.
21-Tanoeiro.

6.ª SERIE — **Conhecimentos geraes de diversas industrias, etc.**

1-A Hulha.
2-Metallurgia.
3-Fiação e Tecelagem.
4-Industria de Illuminação.
5-Industria do Vidro.
6-Industria do Papel.
7-Industria Ceramica.
8-Industrias de alimentação.
9-Industria do alcool, cerveja, licores, etc.
10-Industria do Azeite, Oleos, Sabões eAdubos
11-Industria da Borracha.
12-Industria de Relojoaria.
13-Galvanoplastia.
14-Industria de Chapelaria.
15-Artes graphicas.
16-Photographia Industrial.
17-Hygiene das officinas.
18-Escripturação industrial.
19-Inventos Modernos.
20-Leis do trabalho e ensino industrial.

BIBLIOTHECA

de

Instrucção profissional

MATERIAES DE CONSTRUCÇÃO

VOLUME I

LISBOA
Bibliotheca de Instrucção e Educação Profissional
CALÇADA DO FERREGIAL, 6, 1.º

Typ. — R. Ivens, 45, 47 — Lisboa

BIBLIOTHECA DE INSTRUCÇÃO PROFISSIONAL

MANUAL DO OPERARIO

MATERIAES DE CONSTRUCÇÃO

INTRODUCÇÃO

O estudo dos materiaes de construcção é de grande importancia para o constructor, pois da boa ou má qualidade d'elles depende a solidez, a duração e a estabilidade d'uma obra.

Torna-se portanto indispensaval conhecer e avaliar as propriedades caracteristicas de cada material, o modo como elle se comporta sob a acção dos esforços mecanicos a que fica sujeito nas construcções, a maneira como resiste á acção dos agentes atmosphericos, os meios que existem para o preservar d'essa acção e emfim saber qual o material mais adequado a uma determinada construcção.

Não basta porém só isto. E' indispensavel conhecer os materiaes da localidade em que se construe e pesar devidamente as suas propriedades, afim de ver se satisfazem ao fim que se tem em vista.

Uma das propriedades que se deve ter em attenção é a economia. Um material é mais economico do que outro quando em igualdade de condições de resistencia e duração tem preço inferior. E' claro que o mesmo material não é sempre da mesma maneira economico. O tijolo, por exemplo, é um material economico nos locaes em que se fabrica por baixo preço e n'aquelles para onde o seu transporte fôr barato, mas nas terras distantes do logar da produção, póde deixar de ser economico em razão da carestia do seu transporte; será então substituido vantajosamente por outro material, ainda que de qualidade inferior, abundante na localidade.

Se tivermos de supportar um vigamento, podemos fazel-o por diversas fórmas: com o emprego de prumos de madeira, de columnas de ferro fundido, de pilares de cantaria, d'alvenaria ordinaria ou de tijolo.

Dispondo igualmente d'estes materiaes temos de comparar o seu custo e vêr qual o mais barato. Mas n'este caso, como em geral em todos, não é a economia a unica razão a considerar, pois se quizermos apro-

veitar espaço, teremos que banir os pilares d'alvenaria e cantaria em razão da sua grande secção, estando as columnas de ferro naturalmente indicadas pela sua grande resistencia em pequena secção.

Do exposto se vê claramente que a escolha d'um material depende d'um grande numero de condições technicas e economicas e que nem sempre se poderão harmonisar todas.

O que se deve procurar n'uma construcção, sempre que seja possivel, é construir bem, depressa e barato.

Consideram-se materiaes de construcção todas as substancias variadissimas que hoje se empregam na execução dos differentes ramos da engenharia civil, quer sejam os edificios de qualquer natureza, quer sejam os caminhos de ferro, as estradas, as pontes, os tuneis, as obras das portos maritimos, etc.

Os materiaes de construcção podem classificar-se sob differentes pontos de vista: Podem classificar-se, attendendo á sua composição, em inorganicos e organicos; os primeiros comprehendem as pedras, os metaes, o vidro, etc.: e os segundos as madeiras, as cordas, os vernizes, etc. Querendo differençal-os segundo o modo porque se obteem, dividil-os-hemos em naturaes e artificiaes; os primeiros são as pedras, a madeira, etc.; os segundos, o tijolo, a cal, os metaes, etc.

E' dos diversos materiaes de construcção que vamos tratar n'este livro, com o qual julga a *Bibliotheca de Instrucção Profissional*, prestar um bom serviço a constructores e operarios, facultando-lhes um livro barato, em portuguez, sobre tão importante assumpto.

Dividiremos o nosso estudo, que formará dois volumes, em tres partes:

1.ª Pedras e aviamentos.

2.ª Madeiras.

3.ª Metaes e substancias diversas.

Na primeira parte estudaremos as pedras, a sua extracção, o seu trabalho e as ferramentas para isso usadas; o tijolo, a telha e os outros productos ceramicos; os aviamentos, isto é, as substancias que servem para ligar entre si as pedras, como as argamassas, a cal, a areia, o cimento, etc., o que constituirá materia para o primeiro volume.

Na segunda parte descreveremos as madeiras em geral, as ferramentas e as machinas usadas no seu trabalho.

A ultima parte abrangerá o estudo dos metaes, especialmente o ferro, o zinco e o chumbo nas suas applicações á construcção. N'esta ultima parte faremos tambem a descripção das tintas, vernizes, vidro, cordas, etc., usadas nas construcções.

A segunda e a terceira parte formarão o segundo volume d'esta obra.

João Emilio dos Santos Segurado

Engenheiro Industrial
Conductor d'obras publicas e minas

PRIMEIRA PARTE

PEDRAS E AVIAMENTOS

CAPITULO I

Propriedades geraes das pedras

1 — As pedras naturaes encontram-se na Terra, formando rochas de differentes naturezas; as pedras artificiaes são constituidas pela aglomeração mecanica e chimica de determinadas substancias.

As pedras naturaes são corpos mineraes sólidos, incombustiveis, não maleaveis, de densidade superior á da agua (á excepção d'algumas pedras vulcanicas), constituidas por substancias terrosas puras ou combinadas com outras e endurecidas de modo a não amolecerem sob a acção da agua.

As propriedades das pedras que interessam ao nosso estudo são: a densidade, a dureza, a tenacidade, a porosidade, a estructura, a fractura e a côr.

2 — **Densidade.** — E' o peso da unidade de volume d'um corpo. Para as pedras toma-se em geral, para unidade, o peso do metro cubico.

Na tabella I figuram as densidades, isto é, o peso por metro cubico, dos principaes typos de pedras do nosso paiz.

Os numeros indicados n'esta tabella são médios; ácerca de cada variedade de pedra indicaremos os limites entre os quaes está comprehendida a sua densidade.

A determinação da densidade das pedras faz-se pelos processos indicados na Phisica.

3 — **Dureza.** — E' a propriedade que os corpos possuem de se deixarem riscar ou não por outros de dureza conhecida. Para o caso das pedras é a propriedade que ellas apresentam de se deixarem riscar com maior ou menor facilidade por uma ponta d'aço. Serve a dureza para classificar as pedras em *duras* e *brandas* ou *moles*, segundo se deixam cortar com a serra d'aço sem dentes ou com a de dentes.

A dureza das pedras pode avaliar-se por varios modos; um d'elles consiste em tomar alguns fragmentos das pedras cuja dureza se pretende avaliar, pesal-os e friccional-os por sua vez com um pedaço de grés, tendo o cuidado de empregar o mesmo tempo e esforço para cada uma das amostras; pesam-se as pedras em seguida e o fragmento que accusar maior differença entre as duas pesadas será o mais brando, visto ter-se gasto mais.

Este processo não é rigoroso, pois é muito difficil empregar exactamente o mesmo esforço no desgaste das differentes amostras.

TABELLA I

Densidade das pedras [1]

Nome das pedras	Peso por metro cubico	Nome das pedras	Peso por metro cubico
	k		k
Alabastro	2735	Granito regular de Leixões	2540
Alabastrite	2290	» duro » »	2578
Ardosia	2770	Grés calcareo	2140
Basalto	2940	» quartzoso	2600
Calcareo de Montelavar	2451	» silicioso	2600
» bastardo de Monsanto	2500	» vermelho d'Aveiro (Eirol)	2291
» rijo de Monsanto	2620	Lava basaltica	2612
» duro de Paço d'Arcos	2740	Lava trachitica	2450
» lioz de Caxias	2981	Mármores	2810
» » de Monsanto	2707	Pórfiro	2775
» » de Montelavar	2774	Quartzite	2650
» molassico da Banatica	2215	Serpentina	2575
» » de Marvilla	2543	Schistos (Aviz)	2291
» oolitico de Leiria	2270	Sienite	2665
Diorite	2950	Trachite	2750
Escorias vulcanicas	835	Tufo vulcanico	1299
Granito brando de Leixões	2507	—	—

O processo seguinte padece do mesmo defeito.

Com uma serra faz-se um córte em cada uma das amostras de pedra, diligenciando empregar o mesmo tempo e esforço em cada operação; comparando no fim a profundidade dos differentes córtes, o mais profundo corresponderá á pedra mais branda.

O processo francez, que vamos descrever, é mais rigoroso: Pezam-se os fragmentos das pedras a ensaiar; introduzem-se depois n'um cylindro de ferro, animado de movimento de rotação em torno d'um eixo obliquo em relação ao do cylindro. As pedras projectadas de encontro ás paredes internas do cylindro, durante um tempo determinado, desgastam-se.

---

[1] Estrahida das *Bases para orçamento*, de David X. Cohen.

Pezados depois novamente os fragmentos, o que mostrar menor differença de pezo será o mais duro.

Vê-se, pelo que fica dito, que não ha unidade ou termo de comparação para a dureza das pedras. O que se consegue por qualquer d'estes ensaios é conhecer qual é a pedra mais dura ou a mais branda de entre um certo numero de amostras.

Póde-se, porém, referir a dureza das pedras á escala de Mohs que é a reunião de corpos cujas durezas estão n'uma determinada ordem, sendo qualquer termo da escala riscado pelo seguinte, e tendo a propriedade de riscar o anterior.

Os typos d'esta escala são os seguintes:

1.º — Talco (silicato de magnesio hydratado ou giz dos alfaiates);
2.º — Gêsso cristalino (sulfato de calcio hydratado);
3.º — Calcite (carbonato de calcio);
4.º — Fluorite (fluoreto de calcio);
5.º — Apatite (fosfato de calcio);
6.º — Feldspatho (silicato de aluminio e potassio);
7.º — Quartzo (anhydrido silicico ou pederneira;
8.º — Topazio (fluosilicato de aluminio);
9.º — Corindon (sesquioxydo de aluminio, ou pedra de esmeril);
10.º — Diamante (carboneo puro).

Para determinar a dureza de uma pedra por meio d'esta escala, toma-se um fragmento e vê-se se risca os numeros 1, 2, 3, etc., typos da escala de Mohs.

A pedra terá a dureza do ultimo corpo que riscar, se este tambem a riscar; se riscasse um corpo da escala e não riscasse o seguinte, mas fosse por elle riscada, a sua dureza estaria comprehendida entre as dos dois corpos.

Os typos da escala de Mohs não teem, porém, entre si uma relação proporcional, isto é, o diamante não é, por exemplo, dez vezes mais duro que o talco, nem um corpo que, por exemplo, risque a apatite é cinco vezes mais duro que o talco. Os termos da escala de Mohs são simplesmente de comparação das durezas, sem que entre elles haja qualquer relação numerica.

4 — **Tenacidade.** — E' a propriedade que possuem as pedras de resistirem melhor ou peior aos esforços que tendem a quebral-as.

A resistencia das pedras varía com a natureza dos esforços a que se sujeitam, os quaes são: a tracção ou tensão, a compressão, a flexão e a torsão.

A tracção tende a dilatar as pedras no sentido longitudinal ou do seu maior comprimento.

A compressão é o esforço contrario á tensão, tendendo a approximar as moleculas das pedras, isto é, a apertar a sua estructura interna.

E' o caso de uma columna ou pilastra suportando uma carga vertical.

A flexão é um esforço combinado de tracção e compressão e que tende a vergar a pedra quando encastrada, por uma extremidade ou pelas duas. E' o que se dá com as pedras que fórmam as vergas de portas ou janeilas, com os cachorros ou misulas, com as pedras que fórmam as bacias das sacadas, etc.

A torsão é a força que tende a torcer os corpos, isto é, a dispôr as suas moleculas em fórma de helice ou rosca de parafuso.

As pedras não podem resistir á torsão; á tensão resistem mal; á flexão regularmente, para pequenos vãos ou balanços, mas resistem muito bem á compressão.

A resistencia das pedras varía com a sua natureza, e mesmo para uma dada qualidade de pedra resistem melhor ou peior á compressão segundo a face por que se assentam. E' conveniente, sempre que seja possivel, collocar as pedras nas construcções segundo o seu *leito de pedreira*, isto é, na mesma posição em que se encontram nas bancadas das pedreiras.

5 — **Porosidade.** — E' a propriedade que as pedras teem, como todos os corpos, de possuirem poros e poderem absorver quaesquer liquidos, em especial, a agua.

Não tem esta propriedade importancia alguma nas pedras destinadas á construcção de muros de pedra solta ou d'alvenaria ordinaria, mas na construcção de reservatorios para agua e outras obras deve attender-se a ella, convindo então fazer alguns ensaios para determinar o seu grau de porosidade.

Pode determinar-se a porosidade d'uma pedra por differentes modos, sendo o mais simples o seguinte: Introduz-se o fragmento da pedra a ensaiar, préviamente pesada, em um forno, para a seccar, isto é, elimiminar a agua que naturalmente contêem todas as pedras; deixa-se ali estar algum tempo, retira-se e pesa-se. Repete-se a operação um certo numero de vezes, até duas pesadas consecutivas darem o mesmo peso, significando isso que toda a sua agua se evaporou. Introduz se então a pedra em agua, onde deve permanecer por algum tempo, retira-se, enxuga-se e pesa-se, repetindo-se estas operações tantas vezes quantas as precisas para se obter o mesmo peso em duas pesadas seguidas; então a pedra não póde absorver mais agua.

Se chamarmos p o peso da pedra tirada do fôrno e P o seu peso depois de retirada d'agua, a porosidade será indicada pela relação

$$\frac{P - p}{P}.$$

Deve observar-se que a temperatura do fôrno não deve ser muito elevada, porque se a pedra fôr calcarea pode soffrer um começo de de-

composição, isto é, de transformação em cal. E' sufficiente a temperatura do 100° que é, como se sabe, a da ebulição da agua.

6 — **Estructura.** — E' o aspecto ou modo por que se encontram dispostos os grãos das pedras. A estructura pode ser:

Compacta se apresentam massa uniforme, sem mostrar grãos ou laminas, como o cristal de rocha ou a pederneira.

Granulosa quando se mostra formada de grãos, maiores ou menores, reunidos por uma substancia que os cimenta; é o caso do calcareo vulgar.

Oolitica se é granulosa, mas de grão do tamanho d'ervilhas.

Lamellar se é formada por pequenas laminas ou laméllas, dispostas parallelamente a si mesmas, e em todos os sentidos. E' o caso de alguns schistos micáceos.

Cristalina se é formada pela aglomeração de pequenos cristaes sem ordem, como acontece com o granito e alguns marmores; a este typo de estructura se chama tambem granitoide.

Sacharoide quando mostra o aspecto do assucar, o que acontece com o marmore branco.

Fibrosa quando apresenta fibras mais ou menos regulares; o gêsso natural ás vezes apresenta-se sob este aspecto; é tambem o modo porque se encontra o amianto ou asbésto.

Raiada ou *venada* se apresenta veios, convergindo n'um ponto, como succede nos marmores venados.

Grosseira se formada de grãos deseguaes e terrosos, como nos calcareos ordinarias e n'algumas argilas ou barros.

Terrosa se a sua constituição é parecida com a da terra, como alguns grés.

Schistoide a que se apresenta em grandes laminas ou lamellas, podendo dividir-se com facilidade em folhas de grandes dimensões, como a ardosia ou lousa e outros schistos.

7 — **Fractura.** — E' o modo ou aspecto por que as pedras quebram.

A fractura póde ser *plana* ou recta, quando as superficies de ruptura são planas; *conchoide* se estas superficies são curvas; *lisa* se não apresentam asperezas; *desigual* quando mostram bastantes asperezas.

Assim, a fractura da pederneira é curva e lisa ao mesmo tempo, isto é, conchoide e lisa; a dos marmores é desigual quasi sempre; a de alguns granitos e calcareos é plana.

8 — **Côr** — A côr das pedras varía com a sua composição e natureza. Geralmente é devida a differentes oxydos metallicos, e ás vezes a substancias organicas. A mesma pedra póde apresentar grande variedade de côres, como o calcareo, que póde ser branco, amarello, azul, preto, etc.

9 — **Caractéres chimicos das pedras.** — Nem sempre são sufficientes os caractéres physicos apontados para dar a conhecer as pe-

dras, e por isso se recorre ás suas propriedades chimicas, em que temos a considerar principalmente a acção dos acidos e a do calor.

Sob a acção do calor as pedras podem decompôr-se ou deshydratar-se, isto é, perder a sua agua de constituição. Decompõe-se, pelo calor, o calcareo, libertando acido carbonico e deixando, como residuo, o oxydo de calcio, que é a cal viva ordinaria. O gêsso natural, sob a acção do calor, perde a sua agua, deshydratando-se, e transformando-se no conhecido gesso de presa.

Os acidos, principalmente o chlorhydrico (acido muriatico), o sulfurico (vitriolo), e o nitrico ou azotico (agua forte), servem para verificar se as pedras são ou não atacadas por elles. Servem especialmente para reconhecer os calcareos carbonatados, que tratados pelos acidos se decompõem, produzindo-se um gás, o acido carbonico, e ficando como residuo o chloreto de calcio, o sulfato ou o nitrato, conforme se fez uso dos acidos chlorhydrico, sulfurico ou nitrico.

10—**Caractéres geologicos.**—Os caractéres geologicos das pedras dizem respeito ao modo por que ellas se apresentam na natureza.

Podem as pedras apresentar-se em grandes aglomerações, formando os enormes macissos das rochas eruptivas e vulcanicas, como são os granitos e os basaltos, etc.

Encontram-se em immensas camadas ou estratos sobrepostos de espessuras muito variaveis, formando as rochas sedimentares, de que são typos as rochas calcareas e as argilosas.

Podem ainda as rochas apresentar-se em filões, que são veios, mais ou menos possantes, de pedra cortando transversal ou obliquamente as camadas de rochas sedimentares. E' como se encontra ás vezes o granito cortando as camadas dos schistos, o basalto cortando as camadas calcareas, etc.

Os agentes atmosphericos tambem exercem acção sobre as pedras e, em geral, sobre todas as rochas; é debaixo da sua acção que os feldspathos se transformam em argila, etc. A formação das areias póde egualmente ser devida á acção dos agentes atmosphericos, como o vento, a chuva, a neve, etc , bem como a acção corrosiva das aguas, quer dos rios, quer dos mares.

D'esta importante acção resultam alguns nomes, como: *pedra geladiça*, *pedra hygrometrica*, *pedra solar*, etc.

11 – **Condições a que deve satisfazer uma pedra de construcção.** — Podem estas condições ser reduzidas a quatro:

a) Ter resistencia sufficiente á ruptura e esmagamento;

b) Não se destruir sensivelmente sob a acção dos agentes externos, especialmente os atmosphericos;

c) Fazer boa péga com as argamassas;

d) Ser economica.

Examinemos detalhadamente cada uma d'estas condições.

a) Já dissémos, que as pedras resistem bem aos esforços de compressão, mas esta propriedade varía ainda com a natureza da pedra, com os processos de extracção e as condições de jazigo.

Pedras ha, como o granito, que resistem bem em todas as direcções; outras pedras ha porém, como o calcareo, que resistem melhor segundo uma dada direcção, que é perpendicular ao plano sobre que assenta no jazigo ou leito de pedreira.

Nem sempre é facil reconhecer o leito de pedreira das pedras. Se a rocha se acha ainda na pedreira, a questão resolve-se facilmente, mas não estando é preciso recorrer a certos indicios.

Se a pedra contém fosseis, em geral conchas e restos d'animaes petrificados, o leito de pedreira será a face em que elles se apresentam; se existem laminas de mica, as suas faces são parallelas ao plano de estratificação. Se as pedras já estão trabalhadas ou aparelhadas reconhece quem tem pratica o leito de pedreira por estrias especiaes, diversas das deixadas pelas ferramentas.

A razão por que as rochas sedimentares ou estratificadas resistem melhor na direcção normal ao leito de pedreira, resulta de terem estado submettidas durante o periodo em que se fez a sua consolidação e muitos seculos depois, a pressões enormes exercidas n'aquella direcção.

b) Os agentes atmosphericos que alteram as pedras são principalmente a chuva, a acção do gêlo, a seccura e a humidade.

As pedras resistem de modo differente á acção da agua; assim os calcareos ooliticos deterioram-se facilmente em contacto com a agua carregada d'acido carbonico. por isso estas pedras não se devem empregar em construcções á superficie das aguas, porque tendo estas sempre em dissolução o anhydrido carbonico dissolveriam o calcareo.

Do mesmo modo o emprego do calcareo oolitico deve ser prescripto na construcção d'abobadas ou paredes exteriores onde estejam submettidas á acção das chuvas, visto estas terem em dissolução o acido carbonico do ar. Devem reservar-se estes calcareos para alvenaria.

Ha ainda outras causas especiaes de deterioração; em Londres onde havia edificios construidos com pedra magnesiana encontraram-se, passados tempos, cavidades na sua massa, que se reconheceu serem devidas ás emanações sulfurosas das fabricas.

Mas a causa principal da deterioração das pedras é a acção do gelo A agua da chuva infiltra se nos póros das pedras e pela descida da temperatura abaixo de zero, congela augmentando de volume; se a pedra não possuir resistencia superior á força expansiva da formação do gelo fenderá. Nas fendas assim formadas vae-se repetindo, em grau cada vez maior, a infiltração e congelação da agua, acabando por determinar a fractura total da pedra. As pedras em que geralmente se dão estes phenomenos chamam se *geladiças.*

E' da maxima conveniencia saber d'antemão se uma pedra é ou não geladiça. Se provêm d'uma pedreira já em lavra, póde examinar-se pela qualidade das pedras préviamente extrahidas, apesar de que na

mesma pedreira, a qualidade da pedra póde variar de banco para banco; esta variação não é tão grande, porém, que se deva desprezar a preciosa indicação fornecida pelo exame das primeiras pedras arrancadas.

Tratando-se d'uma pedreira por explorar, extrahem-se alguns blócos de pedra que se expõem durante algum tempo á acção dos agentes atmosphericos, examinando como resistem a elles. Este processo não é pratico por ser muito moroso.

Vicat verificou que a circumstancia d'uma pedra ser geladiça não provinha de estar muito tempo exposta á acção das intemperies, mas sim da repetição da congelação e do degêlo, e fundado n'este principio apresentou o seguinte processo:

Toma se um cubo da pedra a ensaiar e introduz se em agua ebuliente, que se deixa arrefecer em seguida e se faz gelar artificialmente, repetindo esta operação um certo numero de vezes, examinando-se a pedra para verificar se fendeu ou não.

Existe um outro processo, devido a Brard, que consiste em fazer cristalisar uma solução salina nos póros da pedra; o sal que melhor resultado tem dado é o sulfato de sodio. Opera-se do modo seguinte:

N'uma solução de um kilogramma de sulfato para dois d'agua, mette-se um cubo, de $0^m,04$ a $0^m,05$ de lado, da pedra que se quer ensaiar e deixa-se ahi estar por algum tempo, suspendendo-se em seguida por um fio sobre o vaso que contém a solução; lava-se a pedra para lhe tirar as eflorescencias que tem á superficie e repete-se a operação durante dois ou tres dias.

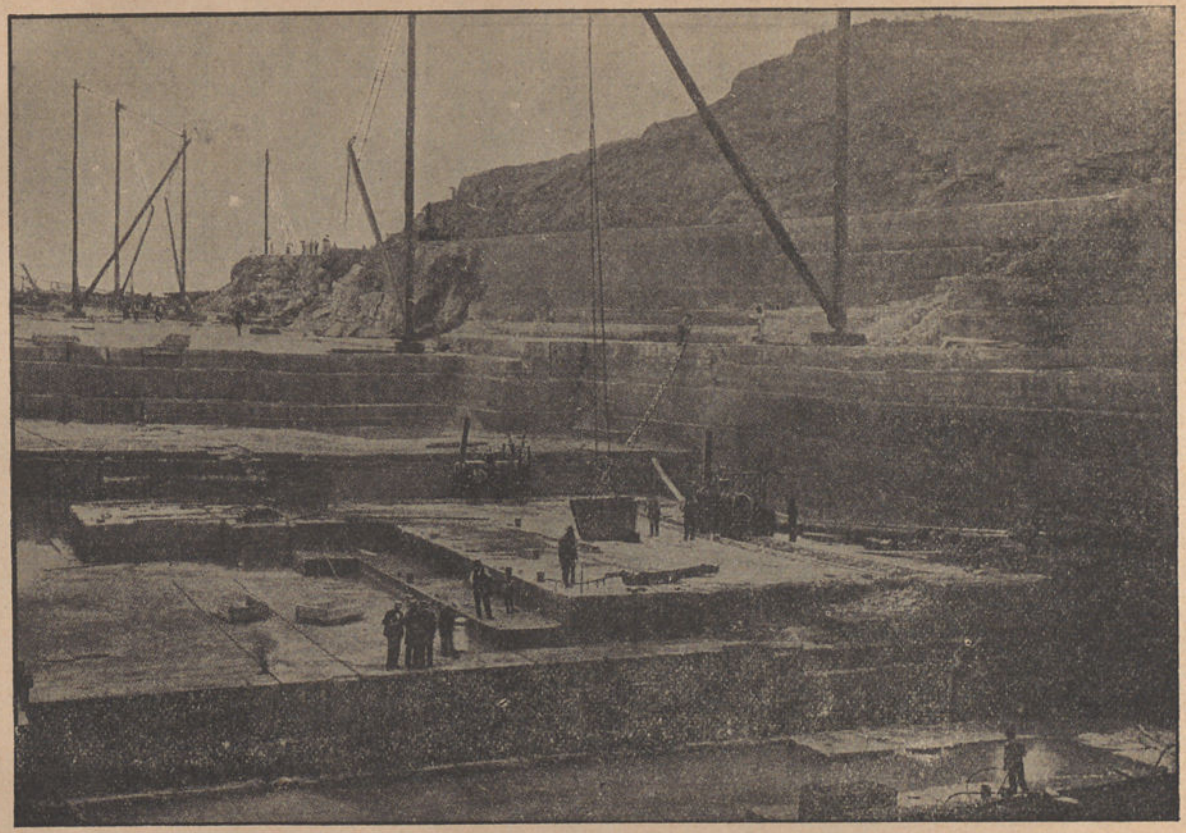
As pedras muito geladiças deterioram-se no fim de tres dias; as de qualidade mediocre resistem ás vezes cinco dias e as pedras boas, calcareas, não resistem ao tratamento mais de vinte dias.

Como este processo só dá o extremo, não é muito exacto e por isso se lhe prefere ás vezes o de Vicat.

c) Uma boa pedra de construcção deve fazer boa péga com as argamassas; estas são constituidas por uma substancia activa, a cal, o cimento, etc., misturada com uma substancia inerte, como a areia, e servem para ligar as pedras entre si, evitando os seus deslocamentos e fazendo com que as pressões soffridas se distribuam mais uniformemente sobre todas as pedras.

As pedras não devem ser lisas; pelo contrario, devem apresentar superficies rugosas ou asperas para poderem fazer boa péga com as argamassas.

A adherencia ou péga póde ser chimica, phisica ou mecanica. Considera-se chimica só em certas circumstancias: dá-se com as pedras, envoltas n'um cascão silicioso, de modo que com a argamassa fórma um silicato complexo, ficando um unico todo, constituido pela pedra e pela argamassa. A adherencia é simplesmente phisica nas pedras porosas, que, sendo préviamente molhadas, absorvem a cal, a qual, endurecendo mais tarde, liga perfeitamente as pedras entre si por meio da argamassa. A adherencia mecanica dá-se com as pedras muito esponjosas, que é



EXPLORAÇAO D'UMA PEDREIRA A CEU ABERTO

preciso bater para obrigar a argamassa a penetrar nas suas cavidades.

A proposito das argamassas estudaremos este ponto com mais desenvolvimento.

d) A pedra deve ser economica.

Esta condição é muito importante, mas é relativa, pois depende de muitos factores, entre os quaes ha a considerar a natureza da construcção, as circumstancias da extracção, do transporte, da mão d'obra, etc.

N'uma construcção, portanto, devem aproveitar se tanto quanto possivel os recursos locaes, não havendo regras fixas que se possam estabelecer.

CAPITULO II

Exploração das pedreiras

12 — A exploração das pedreiras póde fazer-se por dois methodos geraes: a *ceu aberto* e *subterraneamente*. No primeiro processo todo o trabalho se faz ao ar livre; no segundo a exploração faz-se pela abertura de galerias ou furnas, d'onde se vae extrahindo a pedra

13 — **Exploração a ceu aberto.** — Começa-se por descobrir a pedreira, isto é, retirar a camada de terra vegetal que, em geral, cobre a rocha, tendo o cuidado de conduzir esta terra para local afastado, de maneira a não prejudicar a continuação dos trabalhos, visto que a sua remoção repetida não é economica.

Para evitar que a agua da chuva possa prejudicar os trabalhos, costuma-se abrir um pequeno fosso ou valeta, em torno da pedreira, de modo que a agua se escôe naturalmente para fóra; em logar do fôsso construe-se, por vezes, um pequeno muro com o mesmo fim, e ainda ás vezes se usa d'estes dois meios de defesa simultaneamente.

Devido á situação excepcional de algumas pedreiras nem sempre é possivel usar d'estes meios, especialmente quando a lavra attinge uma certa profundidade e então é preciso abrir na frente de ataque, na sua parte inferior, uma caldeira onde se vae accumular toda a agua da chuva que cae na pedreira.

Esta agua, se o terreno é permeavel, infiltra-se naturalmente pouco a pouco, mas se o terreno é impermeavel é necessario proceder ao seu esgoto por meio de bombas.

A lavra da pedreira deve fazer-se por toda a sua frente mais ampla e de modo que apresente sempre duas faces ao ataque, o qual se deve fazer por degraus, de cima para baixo, até á maior profundidade que se pretende attingir. A exploração por degraus tem a vantagem de evitar que fique a descoberto, e por consequencia exposta ao tempo, uma grande porção de rocha, e de facilitar sobremaneira os trabalhos de desmonte,

visto a acção da gravidade favorecer o transporte de cima para baixo da pedra arrancada.

Em pedreiras de pequena importancia o transporte é feito pelos operarios, em cêstos ou padiolas, mas quando a lavra attinge grandes proporções, o transporte faz se por meio de uma linha ferrea de tracção animal ou a vapor.

Então os degraus teem uma altura grande e communicam entre si por planos inclinados, onde se assentam as linhas em que circulam os vagonetes que conduzem a pedra. Estas linhas são, geralmente, de caracter provisorio e por isso não apresentam curvas; os vagonetes quando chegam ao fim de uma recta ou são mudados manualmente para a linha seguinte, ou se faz o trasbordo da pedra para outro vagonete. Além d'este meio de transporte ha outros, como os planos automotores, o systema dos cabos aereos, etc.

14 — **Exploração subterranea.** — Na exploração subterranea ou em galerias temos a considerar dois casos: no primeiro, a testa da pedreira aflora á superficie do terreno; no segundo, encontra-se a grande profundidade.

No primeiro caso começa se por abrir uma galeria na testa do banco, a qual tem por fim attingir o macisso da pedra; as suas dimensões são variaveis, dependendo do desenvolvimento da lavra e da possança da pedreira. E' d'esta galeria que se abrem, em angulo recto com ella, as galerias de ataque, convenientemente espaçadas entre si, para que os macissos intactos formem pilares que supportem o terreno superior. A primeira galeria ou *mestra* serve para a extracção, isto é, para o transporte da pedra das frentes de ataque para o exterior da pedreira.

Póde na mesma pedreira abrir-se mais de uma galeria mestra, o que depende da importancia da exploração.

No segundo caso começa-se por perfurar um poço vertical, o *poço mestre*, até attingir o macisso da pedreira. Do fundo d'este poço abrem-se então galerias em differentes direcções, d'onde partem em seguida as galerias de desmonte ou ataque.

N'este caso todo o serviço se faz pelo poço ou poços quando a lavra attinge maior desenvolvimento; por alli se faz a entrada e sahida dos mineiros, a extracção em cubas da pedra arrancada, a condução da madeira precisa para a entivação das galerias, se fôr preciso. N'este mesmo poço se tem de assentar a tubagem para esgoto das aguas e a canalisação precisa para renovar o ar confinado.

A exploração por este systema é mais cara e só poderá ser com vantagem empregada quando a pedra a extrahir tenha grande valor; é, de ordinario, pouco usado na exploração de pedreiras.

N'uma lavra subterranea ha tres pontos que devem merecer a attenção de quem dirigir os trabalhos: a ventilação, o esgoto das aguas e os desabamentos.

Nas galerias o ar vicia-se por diversas causas: pela respiração dos

operarios, pela combustão das luzes de illuminação, pelos gazes deleterios provenientes da polvora e da dynamite, etc. Ha, pois, a necessidade de renovar o ar, o que se consegue por diversos meios.

Um dos meios mais simples é a abertura de poços verticaes, que, partindo do fundo das galerias, vão abrir-se ao ar livre operando como verdadeiras chaminés. Os poços nem sempre são sufficientes para a renovação do ar, pois sendo o ar impuro mais pesado accumula se no fundo dos trabalhos, sendo apenas renovada a columna d'ar que se encontra no trajecto directo da galeria principal para o poço de ventilação. Recorre-se então a ventiladores, em geral de força centrifuga, movidos a braços ou mecanicamente. Os ventiladores são collocados exteriormente e communicam por meio de uma tubagem movel com a parte mais profunda dos trabalhos, d'onde aspiram o ar viciado, que é substituido por ar novo vindo do exterior pelas galerias e poços.

Em logar de aspirar o ar exterior ha ventiladores que o insuflam, comprimindo o ar existente no interior da pedreira e obrigando-o a sahir para fóra.

A agua nas galerias provém não só da que se encontra sempre nas pedreiras, mas ainda das chamadas aguas subterraneas, ás vezes mananciaes de grande caudal, que é preciso esgotar, por prejudicarem os trabalhos. Póde o esgoto fazer-se naturalmente se as galerias principaes são inclinadas de dentro para fóra; basta então abrir-se aos lados umas valetas por onde a agua correrá para o exterior.

Mas se as galerias teem inclinação opposta ou estão mais fundas que o nivel de esgoto, tem de se recorrer a bombas para operar o esgotamento dos trabalhos.

Tanto na abertura das galerias principaes, como nos trabalhos de desmonte, deve haver extremo cuidado em evitar os desabamentos. Para isso deve examinar-se com attenção a rocha, especialmente junto a fendas ou a veios de pedra differente, que são sempre pontos fracos.

A apparição de nascentes d'agua tambem deve ser examinada cuidadosamente, porque a agua é um poderoso auxiliar dos desabamentos.

Todas as vezes que o terreno não offerecer segurança, deve ser entivado com madeira ou mesmo com muros de pedra secca.

O transporte subterraneo faz-se, em geral, por uma pequena linha ferrea em que circulam vagonetes; em explorações de menor importancia, a pedra é conduzida em cestos ou padiolas.

15 — A adopção de um ou outro processo de lavra é uma questão economica que depende das condições em que a pedreira se apresenta.

O processo a ceu aberto emprega-se sempre que a rocha está a pequena profundidade e tem a vantagem de se poder desenvolver mais facilmente o ataque; os trabalhos ao ar livre são mais hygienicos, evitam a illuminação artificial e a ventilação, e mesmo o esgoto, na maioria dos casos.

Não ha perda de material como na exploração subterranea, em que

se deixam os pilares de pedra para apoio do terreno superior, sendo tambem o accesso á pedreira mais facil.

Tem tambem algumas vantagens a exploração subterranea; não ha despezas a fazer com a remoção da terra vegetal que cobrir a pedreira, nem se inutilisam os terrenos á superficie para as culturas agricolas e póde mesmo deixar de se adquirir todo o terreno em que exista a pedreira. Póde, além d'isso, a camada de terra que cobre a pedreira ser tão espessa que se torne mais economico fazer a lavra subterranea do que descobrir toda a pedreira, para em seguida se desmontar por degraus direitos. Permitte, além d'isso, o trabalho em todas as estações, quer de verão, quer de inverno.

16 — **Desmonte das pedreiras.** — Descriptos os methodos geraes de lavra, resta dizer algumas palavras sobre os processos empregados para o attaque ou desmonte das rochas, os quaes são communs á lavra a céu aberto e á lavra subterranea. Estes processos são dois: *desmonte a ferro* e *desmonte a fogo*.

No primeiro, como o nome o indica, arranca-se a rocha empregando cunhas de ferro ou *guilhos* e alavancas; no segundo, abre-se um certo numero de furos, que se carregam com explosivos, aos quaes se larga fogo, dando em resultado a fractura da rocha.

O primeiro processo é mais geralmente usado no desmonte de grandes blocos de pedra, destinados a cantarias, os quaes não devem apresentar fendas; tambem se emprega no arranque das rochas *rôtas*, como o basalto, certos calcareos, etc., que são grandes macissos onde se encontram veios de menor resistencia, ou *lesins*, onde é facil metter cunhas e alavancas e ultimar o seu desmonte facilmente.

O segundo processo é destinado sobretudo ás explorações de pedra para alvenaria, que póde ter dimensões muito irregulares, e, em geral, á de todas as rochas duras, cujo desmonte a ferro seria anti economico.

17 — **Desmonte a ferro.** — Marcam-se na pedreira as dimensões do blóco que se quer arrancar, e applicando-lhe cunhas de ferro calçadas d'aço ou todas d'aço, batidas á marreta, vae se partindo a pedra pouco a pouco.

Em logar de cunhas de ferro podem usar-se de madeira, da fórma seguinte: abre se uma ranhura, a picarete, contornando as dimensões da pedra que se quer cortar; em seguida mette se na fenda um certo numero de cunhas de madeira bem secca que se apertam bem batendo-as com um maço. Molham-se as cunhas em seguida e a madeira inchando faz fender a pedra; a repetição d'esta operação permitte o córte completo dos blócos.

Este processo é applicado quando se quer obter grandes blócos de pedra e tambem quando o material é caro, como o marmore, para evitar o seu estrago; é porém pouco pratico e não é expedito.

A estampa II representa o desmonte a ferro d'um grande blóco de

Exploraçãode pedreiras
Desmonte a ferro

marmore; depois de terem praticado um *solinho*, na parte inferior da pedra, aproveitando o leito de separação das camadas da rocha, os cavouqueiros tratam de ultimar o deslocamento da pedra servindo-se d'uma grande alavanca.

18 — **Desmonte a fogo.** — E' o mais geralmente seguido; consiste na aplicação d'um explosivo, que usualmente é a polvora e por vezes a dynamite, o qual pela força expansiva dos gazes produzidos na explosão, produz a fractura da rocha.

Começa por se fazer, em direcções convenientes, um certo numero de *furos de mina* ou *tiros*, que são uns buracos redondos, de $0^m,05$ a $0^m,06$ de diametro e de profundidade variavel com a carga de polvora a empregar.

Os furos são feitos com brócas, *fig. 1*, que são barras redondas de ferro, calçadas d'aço e terminando inferiormente em gume, de comprimento um pouco superior ao diametro da barra; ás vezes em logar d'um só gume teem as brócas inferiormente dois gumes cruzados, ou mesmo quatro, chamando se-lhe então *ferro de romã*.

O trabalho é feito por dois homens ou *cavouqueiros;* um d'elles segura a bróca no furo emquanto o segundo lhe bate com uma marrêta; a cada pancada o primeiro dá á bróca um ligeiro movimento de rotação, afim de evitar que o ferro fique preso na rocha. Para evitar que a bróca aqueça e para facilitar a desagregação da rocha, deita-se agua no furo e enfia-se uma pequena rodéla de couro ou madeira na bróca para evitar as projecções da agua.

Fig. 1 Bróca

Para limpar o furo usa-se uma colher especial, de ferro ou madeira, a que dão o nome de *alimpadeira*, *fig. 2*.

Fig. 2 Alimpadeira

Feito o furo com a profundidade desejada limpa-se bem e colloca-se o cartucho da polvora *bombardeira* ou de mina ou ainda de dynamite, a qual tem força dupla da polvora vulgar. Quando se faz uso da polvora mette-se n'um cartucho impermeavel para a preservar da humidade. Colloca-se depois no fundo do orificio, atacando-se o tiro em seguida, o que consiste em deitar sobre o cartucho diversos detritos de pedra, areia, terra, etc., tudo muito bem calcado. Faz-se esta operação com o *atacador* ou *calcador*, *fig. 3*, que é uma barra de ferro calçada de cobre, chata ou em fórma de unha na parte inferior e tendo, ás vezes, uma ranhura longitudinal; póde usar-se um atacador de madeira rija em logar do de ferro; o que é essencial é que o ferro e o aço sejam banidos da parte inferior do atacador, pois uma pancada n'um fragmento de pederneira ou d'outra rocha dura poderia ferir lume e fazer explodir o cartucho antes de tempo, indo os estilhaços attingir o operario que estava atacando o tiro; este desastre tem sido e continúa a ser ainda frequente, quando se faz uso d'atacadores de ferro, prohibidos pela lei.

Fig. 3 Atacador

Com a dynamite não é preciso atacar os tiros, porque o desenvolvimento dos gases, em vez de ser progressivo, como na polvora, é quasi instantaneo, exercendo-se em todos os sentidos a sua acção explosiva. A da polvora, sendo progressiva, só no fim d'um certo tempo é que os seus gases adquirem a tensão maxima, sendo para evitar que elles se escapem que se faz o atacamento.

Póde mostrar-se facilmente o modo differente porque actuam a polvora e a dynamite: fazendo explodir um cartucho de polvora sobre uma viga de madeira o mais que se consegue é chamuscal-a, ao passo que se usarmos um cartucho de dynamite a viga ficará feita em estilhaços.

Para produzir a explosão ha diversos meios, sendo o mais perfeito o da faisca electrica, que não é usado entre nós, na exploração de pedreiras.

O meio mais usado é o do rastilho ou cordel de Bickford, que é uma delgada corda cylindrica, cuja alma é constituida por polvora envolvida em tecido impermeavel; arde com a velocidade de $0^{m},60$ por minuto, sendo porém sempre conveniente verifical-o antes de o empregar. Liga-se préviamente o cordel ao cartucho e é para lhe dar passagem que serve a ranhura longitudinal do atacador, de que já se falou.

Quando se deita fogo ao rastilho os operarios devem fugir para longe para não serem attingidos pelos estilhaços.

Outro processo para incendiar o cartucho é o chamado do *ratinho bota-fogo*, que é um filete de polvora envolvido n'um cartucho de papel e que se aplica do mesmo modo que o cordel de Bickford.

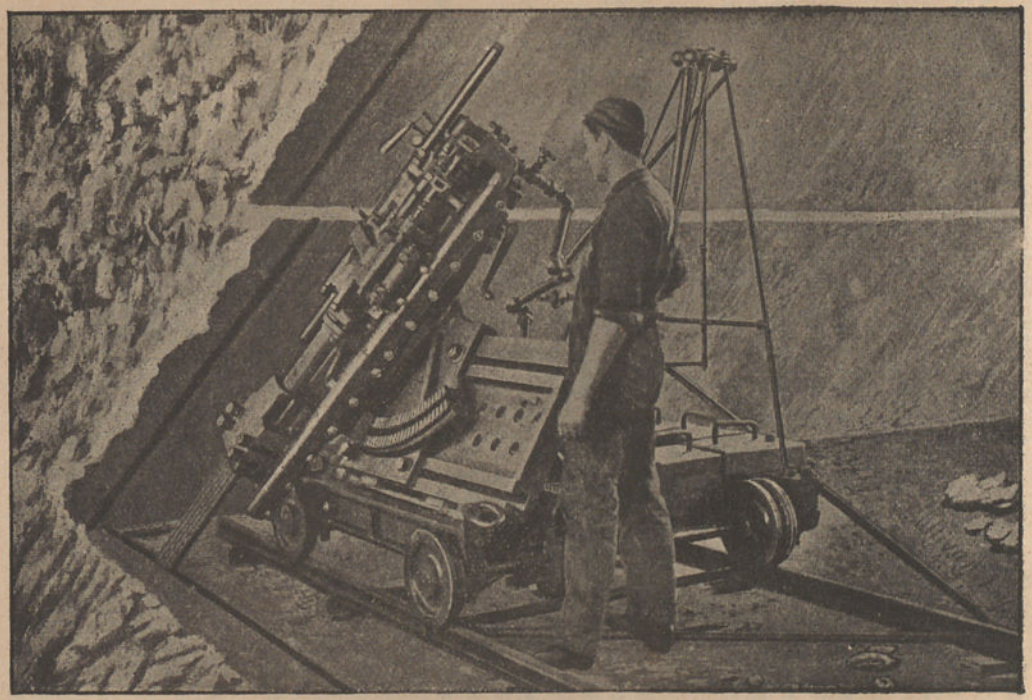
Depois da aplicação do explosivo fica a pedra fendida em varias direcções, acabando-se de se separar por meio d'alavancas ou de picaretes. Além dos blócos de maiores dimensões resultam tambem pedras mais miudas, que poderão ser usadas como alvenaria, além tambem de detritos mais ou menos inuteis.

O emprego dos explosivos tem a desvantagem de não partir a pedra com dimensões determinadas; produz tambem um certo numero de fendas, imperceptiveis por vezes, que sob a acção dos agentes atmosphericos podem causar a destruição da pedra mais tarde.

Tem a grande vantagem de ser rapido e economico.

19 — **Aplicação das machinas á exploração das pedreiras.** — E' muito grande o numero de machinas empregadas no desmonte das rochas. No livro «A HULHA» mencionam-se algumas perfuradoras mecanicas, destinadas á abertura de tiros para serem carregados com explosivos; qualquer d'estas machinas póde ser usada na lavra das pedreiras em grande escala; são porém mais adequadas ao trabalho das minas e á perfuração dos tuneis das vias ferreas.

Ha, porém, um certo numero de machinas apropriadas ao córte das rochas *in situ;* pertence a esta categoria a *machina de sulcar de Bramley* ou de fazer profundas ranhuras, representada na *fig. 4*. Consiste essencialmente n'um carro sobre o qual existe um gerador vertical de vapor,



Perfurador americano

accionando um ou dois motores conjugados. A haste ou hastes dos embolos levantam por meio d'uns excentricos, umas pesadas peças verticaes d'aço terminando em cortantes aguçados, que em seguida deixam cahir sobre a rocha, percutindo-a.

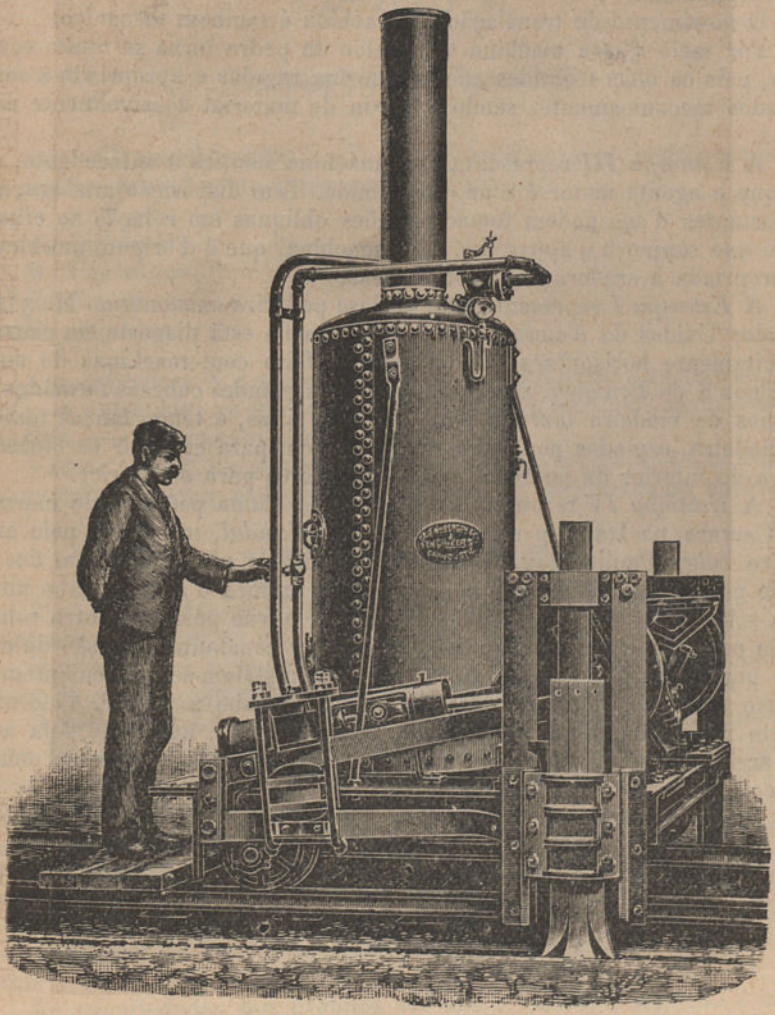


Fig. 4 — Machina de sulcar de Bramley

Esta machina, destinada ao trabalho a ceu aberto, necessita para funccionar, o estabelecimento d'uma via ferrea provisoria sobre a rocha a cortar. Conforme as dimensões do typo empregado, pode cortar blócos

de $1^m,50$ a $2^m,25$ de largura, a qual é fixada pela distancia que separa as duas peças verticaes d'aço que percutem a rocha. A acção repetida e rapida dos cortantes d'aço vae sulcando a rocha pouco a pouco, acabando por produzir um verdadeiro córte, que pode attingir dois e mais metros de profundidade.

O movimento de translação da machina é tambem mecanico.

Por meio d'esta machina o trabalho da pedra torna-se muito economico, pois os blócos obtidos affectam fórma regular e apropriada a serem serrados mecanicamente, sendo a perda de material sensivelmente diminuida.

A *Estampa III* representa uma machina identica á antecedente, mas em que o agente motor é o ar comprimido. Tem disposição analoga, mas os cortantes d'aço podem tomar posições obliquas em relação ao eixo do carro que supporta o apparelho. Esta machina, que é d'origem americana, é apropriada a explorações subterraneas.

A *Estampa I* representa uma curiosa pedreira existente no Maryland, Estados Unidos da America do Norte. A rocha está disposta em camadas perfeitamente horisontaes. O desmonte é feito com machinas de sulcar analogas á de Bramley, acima citada; umas grandes cabreas formadas por prumos de madeira fazendo pião em rélas fixas, e tendo lanças tambem de madeira, espiadas por cabos d'aço, servem para extrahir os blócos de pedra do interior da pedreira, transportando-os para o exterior.

A *Estampa IV* representa a exploração d'uma pedreira de marmore em Carrara, na Italia por meio da *serra helicoidal*, inventada pelo engenheiro belga Paulin Gay. O apparelho consiste n'um cabo sem fim formado pelo enrolamento em helice de tres arames d'aço. O cabo abraça uma roldana de gorne, movida pelo motor, e vae passar n'outra roldana doida em que ha um contrapeso para manter constante a tensão do cabo. Nos pontos em que se quer cortar a rocha, instalam-se convenientemente quatro roldanas, sobre as quaes se obriga o cabo a passar. Pelo movimento rapido do cabo, friccionando sobre a rocha, auxiliado pela acção da areia fina e da agua, o córte do marmore vae-se fazendo pouco a pouco, com uma certa facilidade.

Todas as disposições mecanicas descriptas e outras mais que existem são muito convenientes n'uma exploração em grande escala; demandam um grande capital de installação, mas o seu custeio é economico. Entre nós nunca foram usadas.

CAPITULO III

Principaes pedras de construcção

20 — **Classificação.** — Podem classificar-se as pedras empregadas nas construcções em quatro grandes grupos:

A) *Siliciosas.*
B) *Vulcanicas.*
C) *Calcareas.*
D) *Argilosas.*

Nas primeiras é a silica o elemento predominante; as segundas são d'origem vulcanica; as terceiras são constituidas pelo carbonato e sulfato de calcio, e as ultimas teem por base a argila.

Vamos passar em revista os quatro grupos descrevendo as differentes variedades, com especialidade as que se encontram no nosso paiz.

A) Pedras siliciosas

21 — **Granito.** — E' uma rocha formada pela aglomeração de tres mineraes: o quartzo ou silica, o feldspatho e a mica.

O primeiro é o anhydrido silicico e apresenta-se disseminado na massa do granito, em grãos irregulares e de ordinario incolores.

O feldspatho é o silicato duplo d'aluminio e potassio e mostra-se debaixo da fórma de cristaes lamellosos, brilhantes, de côr branca, rosada, cinzenta, azulada e verde, devida á presença de diversos oxydos metalicos; as dimensões dos seus cristaes são variaveis.

A composição da mica é mais complexa; é constituida por um silicato d'aluminio e calcio e ás vezes tambem de sodio e potassio, além d'outros oxydos metallicos Apresenta-se a mica em laminas brilhantes, de dimensões variaveis, sendo a sua côr branca, amarella, cinzenta e preta.

Os oxydos de ferro e de manganesio dão aos granitos colorações diversas.

As propriedades dos granitos são muito variaveis segundo é um ou outro dos seus elementos que predomina. Em geral são pedras duras, ferem lume com o fusil; o seu peso especifico varia de 2,5 a 2,9. A fractura do granito é, quasi sempre, irregular, apresentando uma estructura quasi compacta, quando o granito é de elemento fino; ás vezes a sua fractura é conchoide ou granular.

Os granitos são de fino elemento quando os seus componentes teem dimensões pequenissimas e de grosso elemento quando os mineraes que o formam teem tamanho apreciavel. Ha granitos de feldspatho tão branco, de mica tão tenue e de grão tão fino que chegam a assemelhar se na textura e na côr aos marmores brancos de melhor qualidade.

O granito apresenta a mesma resistencia em todos os sentidos, mas tem duas direcções em que se trabalha mais facilmente; é tambem mais facil de cortar logo depois de extrahido da pedreira. Quando o granito é de fino elemento, não contendo mica em excesso, recebe facilmente o polido, prestando-se á decoração dos edificios, como se vê na Bolsa do Porto. Quando porém o granito tem elemento grosso é difficil cortal-o com arestas vivas, porque ao partir-se destacam-se os cristaes de feldspatho, pelos seus planos de clivagem, tornando as superficies irregulares.

Ha granitos menos duros que os vulgares, de textura granular, de côr amarellada em geral, e que se desfazem sob a acção dos agentes atmosphericos, dando como resultado da sua decomposição, o *caolino*, que é a argila pura. Estes granitos devem banir-se das construcções em que devam ficar expostos ao tempo.

O granito é uma excellente pedra de construcção; faz boa péga com todas as argamassas.

Recomenda-se pela sua dureza para todas as obras sujeitas a choques e atrictos e assim se emprega vantajosamente na construcção das muralhas dos trabalhos maritimos, no empedrado das calçadas, etc.

A grande dureza do granito chega a ser inconveniente pela difficuldade de se deixar trabalhar, pois torna a sua mão d'obra cara, bem como a sua exploração por se encontrar formando grandes macissos compactos; permitte porém obter grandes blócos, o que nem sempre se consegue com as rochas sedimentares, como os calcareos.

Encontram-se os granitos em grandes massas em todo o nosso paiz, sendo principalmente abundante nas provincias do Minho, Douro, Traz-os-Montes e Beiras, em que constituem, com os schistos, as unicas pedras de construcção.

No sul do paiz o granito é mais raro; todavia ainda se encontra em manchas no Alemtejo e na Extremadura. A serra de Cintra é formada quasi totalmente por granito, mas em geral pouco se emprega nas construcções por não poder luctar economicamente com os calcareos de Montelavar, Pero Pinheiro e Cascaes, que são as rochas mais usadas nas construcções de Lisboa e seus arredores.

O granito em Lisboa é apenas empregado no calcetamento d'algumas ruas; usa se para isso a pedra de Canellas, perto do Porto, talhada em paralelipipedos de $0^m,18 \times 0^m,16 \times 0^m,10$ ou em prismas alongados de $0^m,30 \times 0^m,16 \times 0^m,14$ formando as pedras de fiada junto aos carris das linhas ferreas.

22 — Ha algumas variedades de granito que se podem empregar como pedras de construcção nas localidades em que se encontram. Taes são:

O *gneiss* que é um granito em que domina a mica, cujas laminas se encontram dispostas paralelamente a um mesmo plano.

O *micaschisto* é um granito sem feldspatho.

A *sienite* é granito em que a mica foi substituida por amphibole, que é um silicato de aluminio, cal e ferro. Tem bello aspecto; os cristaes de feldspatho côr de rosa ou vermelhos destacam-se dos de amphibole que são negros. E' difficil de trabalhar e usa-se como pedra d'ornamentação.

A *arkose* é granito sem mica. Encontra-se na serra do Bussaco.

A *foiaíte* é composta por orthose, eleolite e amphibole. Encontra-se na serra de Monchique, no Algarve, no sitio da Foia que lhe deu o nome. Emprega-se pouco n'aquella localidade como pedra de construcção.

Tanto o gneiss, como o micaschisto e a sienite encontram-se no nosso paiz e são usados como recursos locaes.

23 — **Pórphiro.** — Chamam-se pórphiros, em geral, a todas as rochas de estructura porphiroide. O pórphiro é caracterisado pela sua côr vermelha que póde ir ao negro, passando por um verde d'azeitona. E' uma rocha feldspathica composta de grãos irregulares de quartzo e feldspatho, espalhados n'uma massa amórpha, formando um todo compacto.

E' uma pedra d'ornamentação por ser rara e difficil de trabalhar, pois é mais dura que os granitos. Não faz boa péga com as argamassas.

Segundo predomina na sua constituição o quartzo ou o feldspatho assim se chamam os pórphiros *quartziferos* ou *feldspathicos*.

Nos primeiros ha cristaes de feldspatho côr de rosa ou verdes, mas de fraca coloração, sendo muitas vezes quasi brancos. Os grãos de quartzo que os acompanham teem brilho vitreo e côr defumada. A côr d'estes pórphiros varia do pardo escuro ao vermelho.

Os pórphiros feldspathicos não teem quartzo isolado e teem quasi sempre a côr vermelha escura. Encontram-se no nosso Alemtejo, no districto de Beja.

Os granitos porphiroides são exemplares da transição entre o granito e o pórphiro.

24 — **Grés.** — E' uma rocha arenacea composta de grãosinhos de areia quartzoza e siliciosa aglutinados por um cimento natural, que póde ser silicioso, argiloso ou calcareo.

Os grés siliciosos são muito duros, de grão muito fino e são os mais difficeis de trabalhar. Resistem melhor que os calcareos á acção dos agentes atmosphericos e a sua duração póde considerar-se como indefinida.

Os grés argilosos empregam-se pouco nas construcções; teem côr acinzentada, cortam-se com facilidade na occasião d'arrancados, adquirindo mais tarde a dureza dos calcareos.

Os grés calcareos teem dureza diversa; são os mais faceis de trabalhar e constituem uma regular pedra de construcção.

Os grés que contém argila são mais faceis de trabalhar mas são mais

friaveis; quando calcareos dissolvem-se parcialmente nos acidos. Os grés siliciosos podem fornecer boa pedra para cantaria, sendo tambem usados no fabrico das pedras d'afiar ou rebôlos.

Os grés fazem boa péga com as argamassas, dando boa pedra d'alvenaria; os de grão muito fino trabalham-se facilmente, chegando a usar-se alguns em esculptura. Os grés siliciosos são empregados tambem na construcção de fórnos.

Os grés argilosos são hygrometricos e geladiços, mas depois de perderem a sua agua de pedreira tornam-se duros, se a percentagem d'argila não é consideravel.

Os grés são bons conductores da humidade e por isso só se devem empregar em obras exteriores, como soleiras, degraus, faxas de passeios, marcos, muros de supporte e de vedação, etc., em que não é perigosa a humidade.

No nosso paiz encontram-se os grés nos districtos d'Aveiro, de Coimbra, na Extremadura, ao norte do Tejo, no Bussaco, na serra da Louzã, no Algarve, etc.; sendo muito empregado nas construcções.

Os grés de Venda Sêcca, perto de Bellas teem sido explorados para o fabrico de mós.

Utilisam-se os grés tambem como pedra de calçada e quando decompostos, como saibro.

25 — **Quartzo e Quartzite.** — O quartzo constitue as areias, o saibro e os calhaus rolados dos terrenos detriticos e n'este estado é utilisado, já no fabrico das argamassas, já na macadamisação das estradas e ruas, já na confecção das calçadas.

A *pederneira* ou *silex piromaca* é quartzo córado por differentes oxydos metallicos e só é aplicavel como pedra de construcção quando envolvido por um cascão calcareo, o qual faz boa péga com a argamassa. Encontra-se muitas vezes em nódulos no meio dos bancos de calcareo.

A *quartzite* é uma variedade de quartzo e resulta da acção do calor sobre o grés silicioso formado de grãos de quartzo hialino; tem côr cinzenta escura em geral. Deixa-se cortar facilmente em parallelipipedos e por isso se usa no calcetamento de ruas, devido tambem á sua grande dureza. Não faz boa péga com a argamassa.

Encontra-se no norte do paiz, na serra do Caramúlo, etc.

B) Pedras vulcanicas

26. — **Trachite.** — E' uma rocha compacta, aspera, de brilho resinoso e algumas vezes de textura terrosa. Tem fractura lisa e não faz boa péga com a argamassa. E' composta de mica, feldspatho e amphibole.

E' abundante nas ilhas dos Açores e Madeira onde é utilisada como pedras d'alvenaria e cantaria. Encontra-se tambem no Algarve e ao norte de Lisboa, onde se emprega como pedra de calçada juntamente com os basaltos.

27 — **Basalto.** — E' uma rocha dura, de côr escura, chegando ao negro; é constituida por silicato d'aluminio e calcio, piroxene e oxydo de ferro. E' uma rocha magnetica, isto é, desvia a agulha da bussola. A sua textura é compacta e algumas vezes lamellosa e granular. E' difficil de partir, risca o vidro e produz faisca com o fusil.

Tem as mesmas aplicações que as trachites e encontra se nos mesmos locaes, no nosso paiz.

28 — **Lavas e tufos vulcanicos.** — As lavas teem composição e aspecto muito variaveis; umas são basalticas e outras são trachiticas. O seu aspecto varía conforme a sua estructura é mais ou menos unida ou esponjosa; são caracterisadas pela sua extrema leveza, pois a sua densidade varía de 1,7 a 2,6 chegando a *pedra pomes* a pesar 600 kilos por metro cubico e as escorias vulcanicas 800 kilos.

Empregam-se nas ilhas dos Açores e da Madeira como pedras d'alvenaria quando teem textura apertada, porque fazem boa péga com as argamassas.

As lavas distinguem-se em *lithoides* ou compactas e *escoriaceas*, a que dão o nome de *escorias vulcanicas* ou *pedra queimada*.

Os tufos vulcanicos são o resultado da aglomeração das cinzas vulcanicas impregnadas por infiltrações que as cimentaram. Podem ser vermelhos ou negros. Empregam-se não só como pedra de alvenaria mas ainda em trabalhos hydraulicos.

C) Pedras calcareas

29 — As pedras calcareas são constituidas essencialmente por saes de calcio, adicionados de outras substancias, principalmente oxydos de ferro. Dividem-se em calcareas carbonatadas e em calcareas sulfatadas ou gypsosas.

As carbonatadas ou *calcareos*, simplesmente, são as pedras de construcção por excellencia, tanto para alvenaria como para cantaria; são, além d'isso, a materia prima para o fabríco da cal. A importancia das pedras sulfatadas é devida a serem a materia prima para o fabríco do *gêsso*.

30 — A densidade dos calcareos varía de 2,04 a 3,12 e a sua dureza está comprehendida entre 2,5 e 3. Não possuem a dureza dos granitos, mas possuem a propriedade notavel de, em igual dureza, nenhuma pedra possuir igual resistencia, do que provém o seu grande uso nas construcções.

A sua estructura é variadissima: compacta, granular, terrosa, grosseira, cellular, cristalina e sacharoide. A côr mais vulgar é o branco, mas podem ser córados por oxydos metallicos ou substancias organicas, apresentando então a côr amarella, azul, cinzenta, negra, etc. Em geral a sua fractura é conchoide ou plana.

São compostos por carbonato de calcio, decompondo-se sôb a acção do calor ou dos acidos, produzindo um gás, o acido carbonico, e deixando como residuo, no primeiro caso a cal e no segundo o sal de calcio correspondente ao acido empregado.

Ha calcareos exclusivamente constituidos por carbonato de calcio: é o caso do espátho de Islandia, que não é pedra de construcção, e dos finos marmores de Paros e Carrara, empregados como pedras ornamentaes.

Quasi sempre, porém, o carbonato de calcio está associado a outros elementos, como a silica, a argila, a magnesia, etc., formando os calcareos siliciosos, argiiosos, magnesianos ou dolomites, etc.

O calcareo trabalha-se facilmente, faz boa péga com as argamassas, produz boa alvenaria e dá magnificas cantarias.

Tem todavia alguns defeitos. Um, é ser ás vezes geladiço e então deve ser banido das construcções. Outras vezes apresenta umas falhas ou *amieiras* preenchidas por uma substancia mais branda; ás vezes apresenta *cravos* que são nodulos, geralmente siliciosos, e mais duros que o calcareo. Os *lesins* são fendas devidas ás infiltrações das aguas, de ordinario cheias de uma substancia branda; as pedras n'estas condições não são proprias para cantaria.

A's pedras com aquelles defeitos, se são destinadas a cantarias, devem limpar-se-lhes as cavidades, preenchendo os vasios com o *betume dos canteiros* (117), de que adiante trataremos.

Outro defeito que apresentam alguns calcareos é resistirem mal á acção dos agentes atmosphericos, mas este defeito póde remediar-se por meio da *silicatisação*, que tambem adiante descreveremos.

Os calcareos podem classificar-se em *marmores* e *calcareos communs*, divisão que nada tem de scientifica, pois se não podem separar os dois grupos. Convencionou-se chamar marmore ás pedras que, depois de polidas, adquiriam brilho; os antigos davam tambem o nome de marmore ao pórphiro, á malachite, etc. Os calcareos communs são pedras que se podem polir sem comtudo obterem o aspecto brilhante dos marmores; formam a grande maioria das pedras de construcção.

31 — **Marmores.** — São pedras d'ornamentação, muito usadas em construcções civis, monumentos, mobiliario, etc.

Ha uma grande variedade de marmores, sendo o nosso paiz muito abundante d'estas bellas pedras; os marmores teem diversos nomes, segundo o aspecto que apresentam, segundo a sua composição, a sua côr, etc., etc.

Marmores *simples* são os constituidos pelo carbonato de calcio exclusivamente, ou associados a oxydos metallicos que os córam. São *unicolores* ou *raiados*; os primeiros teem uma unica côr, branca, azul, vermelha, amarella, preta, etc; os raiados ou *venados* apresentam um fundo de côr uniforme cortado por veias ou riscas d'outra côr.

Os marmores unicolores são tanto mais apreciados quanto mais pura e uniforme é a sua côr.

Emprego da Serra helicoidal no desmonte do marmore

No nosso Alemtejo, em Extremoz e Vianna, encontram-se bellos marmores brancos, muito cristalinos e sacharoides, de textura umas vezes granular e outras lamellar, que se podem empregar como pedras d'ornamentação, não se prestando á esculptura por apresentarem ás vezes *cravos* siliciosos e veios de pyrite de ferro, que destroem a homogeneidade da massa; são além d'isso muito duros.

Nos districtos de Coimbra, Leiria, Santarem, Lisboa, Evora, Beja e Faro encontram-se abundantes jazigos de marmores de diversas côres, geralmente venados.

Marmores *bardilhos* são a transição dos marmores negros para os brancos e apresentam algumas variedades.

No Alemtejo encontra-se o *bardilho unido*, de um cinzento mais ou menos claro, distribuido uniformemente pela massa; o *bardilho venado* tem o fundo cinzento claro com veios de cinzento mais escuro; estes veios escuros tomam ás vezes uma disposição parallela á estratificação e então o bardilho diz-se *listado*; o *bardilho florido* é um marmore de fundo branco com veios cinzentos, dispostos como os troncos d'um arbusto; o *manchado* é um bardilho de fundo cinzento com manchas irregulares mais escuras; o *bardilho tigrado* tem o fundo claro, ás vezes branco ou avermelhado, com manchas cinzento-escuras, oblongas mas de pequenas dimensões, apresentando aspecto semelhante á pelle do tigre.

O *bardilho* do Bussaco tem o fundo cinzento-claro venado de cinzento-escuro; é compacto, facil de trabalhar e recebe bem o polido.

O *bardilho* de Cintra apresenta o fundo cinzento-azulado e sobre elle veias e manchas d'um cinzento mais escuro. Tem estructura cristalina e sacharoide, grão grosso, facil de trabalhar pela sua dureza e recebe bem o polido.

Os marmores *compostos* são os constituidos pelo calcareo, e por substancias micaceas e serpentinosas, dispostas em laminas mais ou menos alongadas.

O marmore *lumachel* é o formado pela aglomeração de conchas ou madreporas ligadas por um cimento calcareo. O marmore cinzento conchifero da praia da Figueira da Foz pertence a este grupo e o marmore *hipuritico* do Tojal tambem; este tem côres diversas: rosado, amarello, branco-acinzentado e verde e distinguem-se n'elles os fosseis que lhes deram o nome; tem estructura compacta e recebe bem o polimento.

As *bréchas* ou *marmores-bréchas* são formados pela aglomeração de fragmentos de dimensões variaveis de marmores antigos ligados por um cimento calcareo.

Na Arrabida encontra-se a *brécha* ou *mosaico da Arrabida*, formada por fragmentos calcareos diversamente coloridos, reunidos por um cimento calcareo mais ou menos ferruginoso; é um marmore muito homogeneo, de bello aspecto e recebendo muito bem o polido. Ha duas variedades de bréchas da Arrabida: a *clara* e a *escura*, sendo esta de melhor effeito.

O marmore *busano* encontra-se em S. Domingos de Rana, é compacto, castanho-claro e uniformemente ponteado de castanho escuro; distin-

guem-se tambem duas variedades, segundo a intensidade da sua coloração: o *busano claro* e o *busano escuro*.

O *marmore brocatél* apresenta veios amarellos de tons diversos, misturados com manchas vermelhas e acinzentadas.

O *alabastro calcareo*, que se encontra nos concelhos de Vimioso e de Miranda do Douro, apresenta duas variedades principaes. Uma branca, translucida, nacarada, cristalina, finamente granular, que depois de polida apresenta um aspecto bello e é magnifica para ornamentação; por vezes é venada de cinzento azulado. Outra mais escura, irregularmente manchada de castanho em diversos tons, n'um fundo branco, apresentando quando polido um aspecto muito agradavel.

A maioria dos marmores descriptos encontra se no nosso paiz abundantemente, mas a sua exploração faz-se em muito pequena escala, mercê da nossa inercia industrial e da falta de transportes, chegando a importar-se marmores de Italia para ornamentação, mobiliario, etc.

32 — **Lioz.** — A pedra lioz é um calcareo branco, compacto, por vezes venado de côr de rosa; recebe bem o polido, ficando então com a côr branco suja ou amarellada, d'aspecto desagradavel.

E' a transição do marmore para o calcareo commum. Emprega-se em estatuaria no estado fôsco, bem como em architectura, esculptura e mobiliario.

33 **Vidraço.** — E' muito semelhante ao *lioz*, mas menos compacto do que elle, apesar do seu grão ser mais fino.

Tem as mesmas aplicações que o lióz. Dão ambos boa cantaria e em Lisboa utilisa-se no calcetamento dos passeios, quer só, quer combinado com o basalto, em *mosaico*, branco e negro.

34 — **Calcareos communs.** — Podem classificar-se em *brandos* e *duros* ou *rijos*, segundo se podem cortar ou não com a serra sem dentes; como typo de calcareo brando indicaremos o da Batalha e de calcareo duro o de Pêro Pinheiro.

No nosso paiz existem abundantemente os calcareos que são aproveitados como pedras d'alvenaria, enxelharia, cantaria, calçada e como materia prima para o fabríco da cal.

No norte do paiz só se encontram em Trás-os-Montes e nas Beiras em abundancia relativamente pequena. No districto de Coimbra abundam bastante, sendo muito empregada n'aquella cidade a pedra d'Ançã, que é um calcareo cinzento, de textura compacta, que se corta com facilidade, mas que tem a desvantagem de se alterar com o tempo, tornando-se indispensavel o uso da *silicatisação*, de que adiante falaremos. A fachada da igreja de Santa Cruz de Coimbra, feita com pedra d'Ançã, está hoje muito deteriorada.

O calcareo da Batalha é tão brando como o de Ançã, e tambem resiste mal á acção dos agentes atmosphericos; é muito facil de trabalhar,

recebendo os mais finos lavores e rendilhados, como se póde observar no magestoso convento da Batalha, nas suas *Capellas Imperfeitas*, na do fundador, nos claustros, etc. A estação central do Rocio, em Lisboa, é construida de pedra da Batalha, assim como outros edificios particulares da capital.

O districto de Lisboa é muito abundante em calcareos que recebem differentes nomes, segundo os bancos d'onde proveem: o *calcareo ligeiro brando*, o *abancado*, o *apinhoado amarello*, o *folia*, o *cinzento-claro*, o *cinzento-escuro* das pedreiras do concelho de Cascaes, o *bastardo* de Bellas, etc.

Nos districtos de Santarem, Evora, Beja e Faro tambem ha abundancia de bons calcareos, proprios para construcções e para o fabríco da cal ordinaria e mesmo, n'alguns pontos, da cal hydraulica.

Ainda se encontram no nosso paiz os *calcareos litographicos* que não são muito finos, e os *calcareos para mós* destinadas aos moinhos de vento e ás azenhas; encontram-se no concelho de Condeixa.

A *cré* é um calcareo terroso, muito branco e macio, sujando os dedos, constituindo o *giz* ordinario. Não é empregado como pedra de construcção geralmente por ser pouco consistente; é bom para o fabríco da cal. Encontra se em diversas localidades do nosso paiz junto aos bancos d'outras variedades de calcareo.

35 — **Gêsso.** — O gêsso é constituido naturalmente por sulfato de calcio hydratado, adicionado de substancias estranhas.

Segundo o seu maior ou menor estado de pureza, assim se apresenta sob a fórma cristalina, fibrosa ou terrosa.

O gêsso cristalino apresenta-se em grandes cristaes incolores, em fórma de *ferro de lança* ou em laminas, dando pela calcinação a melhor qualidade de gêsso.

O gêsso fibroso é quasi puro, apresenta-se em massa cristalina, mas fibrosa, dando productos de muito boa qualidade.

O gêsso terroso ou ordinario contém sempre 10 a 12 % de materias estranhas, taes como argila, silica, etc.

O *alabastro gypsoso* ou *alabastrite* é uma variedade do gêsso, branca, compacta, translucida e applicada sobretudo em estatuaria e nas artes decorativas.

O gêsso é uma substancia macia, friavel, perdendo a 120° a sua agua de hydratação, tornando-se anhydro, com grande avidez para a agua, com que faz boa prêsa; n'esse estado tem o nome de *gêsso de prêsa*. A prêsa do gêsso faz-se com elevação de temperatura e com ella adquire consistencia e resistencia. A densidade do gêsso cristalino varía de 2,26 a 2,32; quando anhydro é de 1,25.

O gêsso tem larga applicação nas construcções no preparo dos *estuques*.

O nosso paiz não é rico em gêsso; encontra-se todavia em Porto de Mós, Soure, S. Martinho do Porto, em Lisboa no valle d'Alcantara, etc.

D) Pedras argilosas

36 — As pedras argilosas são constituidas essencialmente por silicato d'aluminio, em maior ou menor grau de pureza. Não são pedras de contrucção propriamente falando, apesar de ás vezes se empregarem como recurso local. O seu estudo comtudo merece bastante attenção, porque são a materia prima do fabríco dos productos ceramicos e d'alguns cimentos e caes hydraulicos.

Comprehendem tres grupos: os *schistos*, as *argilas* e as *margas* ou *marnes*. D'estes os primeiros são os mais importantes como pedras de construcção; são rochas de estructura lamellar, de resistencia variavel; as *argilas* ou *barros* encontram aplicação directa no fabríco do tijolo, da telha, etc; as *margas* servem para fabricar a cal hydraulica.

37 — **Schistos.** — Ha uma grande variedade de schistos no nosso paiz, que são por toda a parte empregados como pedra d'alvenaria e de cantaria, se o seu lascado é sufficientemente largo para dar bom *lancil*.

São pedras duras, resistentes, de estructura lamellar, podendo separar-se em folhas mais ou menos facilmente e resistem, em geral, bem aos agentes atmosphericos, sobretudo se não contém oxydo de ferro.

O typo mais importante d'este grupo é a *ardosia* ou *lousa*, muito empregada nas construcções.

A *lousa* é um schisto lamellar, de côr negra, compacto, de grão fino, sonoro quando percutido, duro, tenaz e um pouco elastico. A sua densidade varía entre 2,64 e 2,90. As ardosias de má qualidade dão um som surdo quando se lhes bate, teem grão grosseiro e expostas á acção dos agentes atmosphericos passam ao estado terroso, desagregando se; se forem aquecidas ao rubro n'um fôrno podem perder parte das suas más qualidades, mas para que a operação surta bom resultado é preciso talhal-as préviamente.

A maior aplicação das lousas é na cobertura dos edificios, e para tal fim precisam ser impermeaveis.

Ha diversos meios para reconhecer a impermeabilidade das ardosias. O mais simples consiste em meter na agua uma lamina de ardosia e retiral-a no fim d'um determinado tempo; a differença das pesagens effectuadas antes e depois da introducção na agua serve para determinar o seu coeficiente d'absorpção. Quanto mais agua absorve peior é a sua qualidade; deve, porém, notar-se que as ardosias absorvem a agua na rasão directa da sua espessura.

Outro processo consiste em mergulhar uma lamina d'ardosia parcialmente na agua e medir no fim d'algum tempo quanto a agua subiu por capillaridade na ardosia, o que se reconhece pela côr negra mais pronunciada. Se tiver apenas subido um centimetro em vinte e quatro horas, é indicio de boa qualidade; se a agua tiver subido mais d'um centimetro, a lousa não é propria para cobertura de edificios e deve rejeitar-se.

A exploração das louseiras faz-se pelos processos indicados para a lavra das pedreiras, tendo o cuidado de não empregar explosivos, que iriam fragmentar a ardosia; deve o desmonte ser feito a ferro ou a cunhas de madeira. Em geral a lousa é trabalhada no local em que se explora, pois é mais facil de trabalhar logo após a sua extracção.

A aplicação da ardosia, sob o nosso ponto de vista, é a cobertura dos edificios e o revestimento de paredes, de urinoes, etc.; tambem se usa em mobiliario, fogões de parede, tinas para banhos, etc.

Para a cobertura de telhados emprega-se em largas placas de pequena espessura, ou em fragmentos semelhantes a telhas, em fórma de losango, de ogiva, trilobada, de rectangulo terminado por um arco de circulo, etc.

A ardosia é mais leve e facil de cortar que a telha de barro, mas é menos duradoura e solida; não se póde andar sobre ella e a acção do calor fal-a rachar e, como é leve, o vento levanta-a facilmente. A chuva sóbe por capillaridade pelas suas juntas e a humidade prolongada prejudica as suas boas qualidades. Todos estes factos fazem com que, para evitar permanencia das chuvas e accelerar a sua evaporação, se dê aos telhados em que se emprega este genero de cobertura, a inclinação de 45° no minimo, excedendo-se por vezes mesmo 60°. Formam assim coberturas leves e economicas, muito proprias para mansardas e outros telhados de grande ponto. São, porém, improprias para paizes quentes, em consequencia das razões apontadas e de absorverem muito calor, sendo apenas utilisadas como recurso local.

No nosso paiz encontra-se a lousa principalmente nas pedreiras de Vallongo, ao norte do Porto, onde a sua exploração se faz em grande escala. No Alemtejo tambem se exploram louseiras em Aljustrel, sendo a ardosia aplicada no lageamento de casas, em degraus d'escadas, no capeamento de muros, lagedo d'aqueductos, etc.

38 — **Argilas.** — As argilas proveem da decomposição das rochas feldspathicas; são constituidas pelo silicato d'aluminio hydratado, quasi sempre associado a materias estranhas, em proporção muito variavel, taes como carbonatos de calcio e de magnesio, oxydo de ferro, alcalis, areias, materias organicas, etc.

A *argila* ou *barro* apresenta-se em massas terrosas, diversamente córadas, unctuosas ao tacto, formando com a agua uma pasta mais ou menos plastica que seccando ao ar ou sôb a acção do calor se contrahe.

A acção do calor ou a *cozedura* endurece a pasta, conservando-lhe a fórma que se lhe deu, torna-a sonora e em geral porosa e permeavel aos liquidos. Para que a contracção da pasta pela cozedura não seja tal que deforme os objectos modelados, intercala-se na pasta da argila uma substancia anti-plastica, como a areia.

Ha differentes typos d'argilas, sendo os principaes o *caolino*, as *argilas plasticas*, as *sméticas*, as *figulinas* e os *ócres*.

O *caolino* é a argila pura; tem côr branca de ordinario. Provém da de-

composição dos feldspathos e por isso apresenta ás vezes vestigios d'essa rocha e de mica tambem. E' friavel, não unctuoso, não se pule com a unha, é pouco plastico e quando puro é completamente infusivel e muito duro.

Lota-se o caolino com argilas plasticas ou *gordas*, formando uma pasta com que se fabricam excellentes productos refractarios, porcelanas, grés, faiança fina, cadinhos para fundir metaes e potes para fabricar vidro.

Encontra-se o caolino no nosso paiz junto á villa da Feira, sendo utilisado no fabríco da porcelana de Vista Alegre; encontra se tambem em Alencarce, no concelho de Soure.

As argilas plasticas são doces, unctuosas ao tacto, gordas, de côr amarellada ou azulada, riscam se e pulem se com a unha, formam com a agua uma pasta muito fluida e homogenea, moldando se facilmente, e são bastante refractarias.

Existem abundantemente em todo o paiz, sendo notaveis os barros refractarios do Casal dos Ovos, Marinha Grande, no districto de Leiria, os de Venda Sêcca, perto de Bellas, os da Abrigada, perto de Alemquer, etc.

Este typo de argilas encontra grande aplicação no fabríco de productos refractarios e na ceramica vulgar.

As argilas *sméticas* ou *terras de pisoeiro* são doces, gordas, unctuosas, pulem-se com a unha, teem côr amarella ou esverdeada. São fusiveis e teem a propriedade, devida á magnesia que conteem, de formarem espuma, como o sabão, quando se agitam com agua. Teem, além d'isso, a propriedade de absorverem as gorduras, como o azeite, etc. Servem principalmente na industria dos lanificios para desengordurar as lãs, etc.

As argilas *figulinas* são os barros ordinarios; são plasticas, fusiveis, formam pasta facilmente com a agua, e depois de cosidas tomam a côr encarnada. São as utilisadas no fabríco dos tijolos, telhas e louça ordinaria, encontrando-se abundantemente em quasi todo o paiz.

Os *ócres* ou argilas córadas não são vulgarmente usados em ceramica, mas utilisados como tintas: o *almagre* é o *ócre* vermelho, isto é, argila córada pelo oxydo de ferro anhydro; o *ócre* amarello é argila córada pelo oxydo de ferro hydratado.

São tambem vulgares no nosso paiz, principalmente nos districtos de Leiria e Lisboa.

Resta-nos tratar agora d'algumas propriedades geraes que são communs a todas as argilas e de que as principaes são a plasticidade e a contracção.

A plasticidade é a propriedade que as argilas possuem de formarem pasta com a agua, sendo n'esse estado facil modelal-as nas fórmas mais variadas. Varía a plasticidade com a natureza das argilas. Quando fôr muito notavel n'uma argila, não se deve usar isolada na ceramica, pois pela cozedura, perdendo a agua com que se amassou, deformar-se-ha bastante. Não é só a perda da agua a causa da contracção, porque esta tambem depende do novo arranjo molecular resultante da cozedura.

Evita-se a grande contracção, se a argila é muito gorda, adicionando-lhe uma outra menos plastica, ou areia, cré, etc.

A contracção ou diminuição de volume pela cozedura, é tanto maior quanto mais gorda é a argila; a contracção é uniforme, isto é, faz-se sem deformar os objectos moldados, se a pasta era bem homogenea e a cozedura se fez uniformemente.

Em vista da contracção, é preciso, ao moldar um objecto, dar-lhe dimensões maiores do que as que deve ter depois de prompto. Isto é, deve dar-se-lhe as dimensões exactas do objecto mais uma quantidade egual á contracção pela cozedura; é a esta quantidade que se chama *coeficiente de contracção*.

Determina-se este para cada argila, moldando com ella um parallelipipedo e levando-o em seguida ao fôrno aquecido a alta temperatura. Medindo aquelle solido antes e depois de cosido, obtem-se pela differença o coeficiente da contracção. Note-se que se deve moldar um certo numero de sólidos e tirar a média das contracções soffridas pela cozedura.

A fusibilidade das argilas tem importancia, sobretudo no fabríco dos productos refractarios. Está, em geral, em relação com o maior ou menor estado de pureza das argilas; a argila pura é completamente infusivel a 3000°. Tornam a argila fusivel o oxydo de ferro, o carbonato calcareo, os saes de sodio e potassio, etc.

Tendo uma argila pouca plastica ou *magra*, é preciso mistural-a com outra gorda ou plastica para se moldar e cozer bem; se, pelo contrario, a argila é tão plastica que pela cozedura soffre grande deformação, adiciona-se-lhe outra argila magra ou um *correctivo*. Usa-se como correctivo da plasticidade da argila a *jôrra* ou escoria de ferro, a cinza do coke, a areia, o tijolo moído, a cré ou calcareo carbonatado em pó, etc.

A percentagem do correctivo a juntar determina-se por ensaios prévios.

39 — **Margas.** — As margas ou marnes são argilas em que intimamente se acham misturados o calcareo carbonatado com uma substancia argilosa e areia em proporção variavel. Conforme predomina o calcareo ou a argila, assim se diz a marga calcarea ou argilosa.

As margas argilosas teem emprego no fabríco de productos ceramicos ordinarios.

As margas calcareas teem aplicação no fabríco da cal hydraulica.

Encontram-se no nosso paiz em differentes localidades, principalmente nos districtos de Leiria, Santarem, Lisboa e Evora.

CAPITULO IV

Conservação das pedras calcareas: — Silicatisação

40 — Um grande numero de calcareos são alterados, pelo menos superficialmente, pelos agentes atmosphericos, como se póde vêr pelo exame dos monumentos antigos construidos com aquellas pedras.

Além da acção do tempo, ha outra causa de deterioração d'estas pedras; refirimo-nos á sua *limpeza* por meio de ferramentas, que destroe o inducto protector que as cobre, favorecendo o desenvolvimento de parasitas vegetaes e animaes, os quaes, auxiliados pela humidade, desagregam e esboroam superficialmente os calcareos.

Ha alguns meios para evitar estes inconvenientes; n'uns impregnam-se as pedras com substancias susceptiveis de as endurecer e de melhor resistir ás intemperies; n'outros cobrem-se as pedras superficialmente d'um inducto impermeavel e protector.

A substancia mais empregada para qualquer d'estes dois fins é o silicato de potassio, usado com bastante exito.

O processo de Léon Dallemagne pertence ao primeiro grupo: consiste em metter a pedra, durante algum tempo, n'uma solução diluida de silicato de potassio. Retira-se a pedra, secca-se e repete-se a operação umas tres vezes. O silicato é absorvido pela pedra, ficando ella com maior resistencia. Tem, porém, o inconveniente de ser pouco pratico por só se poder empregar com pedras de pequenas dimensões.

O processo de Kuhlmann pertence ao segundo grupo e a materia prima é a solução concentrada de 3° a 7° Beaumé de silicato de potassio que se aplica ás pedras com um pincel ou brocha. Dão-se duas a tres demãos, com intervalos de 24 horas para seccar.

Pela silicatisação fórma-se um silicc-carbonato de calcio á superficie das pedras, devido á acção do acido carbonico do ar sobre o silicato de potassio, separando-se o carbonato de potassio em eflorescencias. Esta evita-se, porém, pelo uso do acido fluosilicico, que com elle fórma um fluosilicato de potassio que endurece a pedra.

A silicatisação permite ainda colorir as pedras, dissolvendo ou diluindo no silicato de potassio diversas materias córantes; de ordinario prefere-se conservar ás pedras a sua côr natural.

Evita a silicatisação o desenvolvimento das plantas cryptogamicas e das aranhas microscopicas; tem o inconveniente de cobrir a pedra com um verniz que obsta á evaporação da agua contida na pedra, que no in-

verno póde gelar e deteriorar as pedras pela sua acção repetida. O uso do acido fluosilicico evita em parte este inconveniente.

O processo de Faure e Kessler, ou *fluatação*, é muito preconisado. Cobre se a superficie da pedra com uma pasta de pó da pedra branda e agua, que em seguida se impregna de fluosilicato de potassio. Tanto a pasta como a pedra endurecem, tapando-se todos os seus póros e podendo polir-se como as pedras ordinarias. Deve começar-se com soluções fracas e a superficie da pasta deve estar bem secca, afim de que a producção do acido carbonico não se faça tumultuosamente, levantando e projectando a poeira da pedra que se pretende endurecer.

Ainda se podem revestir as pedras d'um inducto impermeavel, em geral a cêra branca dissolvida em essencia de petroleo, mas este processo está pouco vulgarisado.

Entre nós teem-se silicatisado alguns edificios, como parte do convento da Batalha, a estação central do Rocio, em Lisboa, etc.

CAPITULO V

Apparelho das pedras

41 — Chama se *apparelho* das pedras ao preparo das suas superficies por meio das ferramentas, de maneira a formarem as cantarias empregadas nas construcções.

O trabalho ou apparelho das pedras faz-se manual ou mecanicamente, sendo entre nós o primeiro processo mais empregado.

O apparelho das pedras começa na pedreira logo em seguida ao seu arranque, por serem as pedras mais facilmente trabalhadas antes d'evaporada a sua agua de pedreira. Começa-se por cortar as pedras com as dimensões aproximadas das que devem ter no fim do trabalho completo. Para isso se os blócos teem dimensões muito superiores ás finaes, fazem-se-lhes ranhuras mais ou menos fundas, no sentido dos córtes a effectuar; depois com cunhas d'aço batidas a *marrêta* obtem-se a separação dos blócos em outros de menores dimensões.

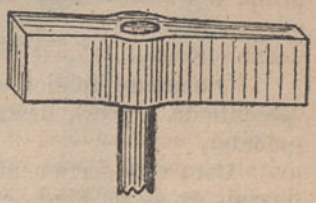


Fig. 5—Marreta

A *marrêta*, *fig. 5*, é um martello de ferro, de grandes dimensões, de duas cabeças planas, de secção quadrada, sendo uma maior do que a outra. Serve para desengrossar as pedras, quer applicada ás cunhas d'aço, quer directamente ás pedras quando estas sejam demasiado irregulares.

O *camartello*, *fig. 6*, tambem empregado para o mesmo fim, é uma marrêta de ferro, calçada d'aço, tendo uma cabeça chata d'um lado e do outro terminada em ponta de quatro faces Com a marrêta e o camartello obtem-se a pedra talhada em parallelipipedos mais ou menos regulares.

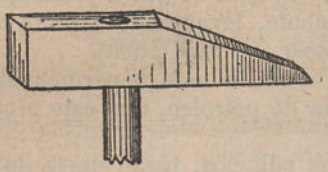


Fig. 6—Camartello

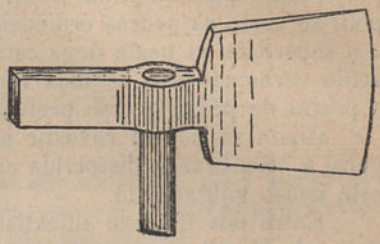


Fig. 7—Gadanha

A *gadanha*, *fig. 7*, é um martello de ferro, calçado d'aço, de cabeça chata d'um lado e sendo a outra substituida por um largo gume, situado no plano do cabo. Ha gadanhas duplas, isto é, com dois gumes, em logar de ter uma cabeça e um gume. Serve a gadanha para desengrossar as pedras, mas nem sempre é empregada

42 — **Picão.** — O *picão, fig. 8,* é um martello ponteagudo d'ambos os lados, analogo ao picarete de duas pontas, mas muito mais reforçado e pesado; como os precedentes é de ferro calçado de aço. Ha uma grande variedade de picões que se applicam segundo a natureza das pedras e a sua maior ou menor dureza; podem diversos picões applicar-se gradualmente á mesma pedra, começando pelo mais grosseiro, e terminando pelo mais fino.

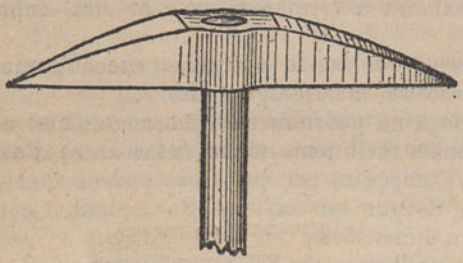


Fig. 8—Picão

O canteiro applica esta ferramenta pegando-lhe com as duas mãos e percutindo a pedra destaca-lhe pequenos fragmentos até lhe dar a fórma pedida.

Com esta ferramenta obtem-se o chamado *apparelho a picão*, que é o mais grosseiro usado em cantarias. E' quasi exclusivante empregado no apparelho rustico das pedras. A sua *ferroada*, isto é a profundidade dos golpes é cerca de meio centimetro.

43 — **Picóla.** — A picóla, *fig. 9*, é um martello cujas cabeças são terminadas em gumes perpendiculares ao plano do cabo.

Applica-se como o picão normalmente á superficie das pedras, obtendo se com elle o *apparelho á picóla,* mais fino que o precedente.

Os gumes da picóla podem ser ambos dentados ou apenas um só. As picólas ou são de aço ou, o que é mais vulgar, de ferro calçadas d'aço. Quando dentadas teem geralmente desaseis dentes. A profundidade das suas ferroadas é cerca de tres milimetros.

Fig. 9—Picóla

44 — **Escóda.**—A escóda, *fig. 10,* é um

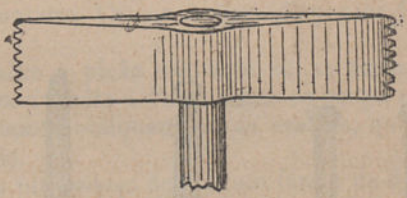


Fig. 10—Escóda

martello d'aço ou de ferro calçado d'aço, tendo em logar das cabeças dois gumes situados no plano do cabo. Geralmente os gumes teem cinco dentes, que são mais ou menos salientes e aguçados conforme a natureza da pedra a que são applicadas.

O cabo da escóda é curto e o canteiro pega-lhe com as duas mãos junto ao ferro.

O *apparelho á escóda* ou a cantaria *escodada* é mais aperfeiçoada, isto é mais fina que qualquer das antecedentes.

Ha uma grande variedade de escódas differindo pelas suas dimensões, pela grandeza e numero dos dentes e pelo afiado das suas arestas.

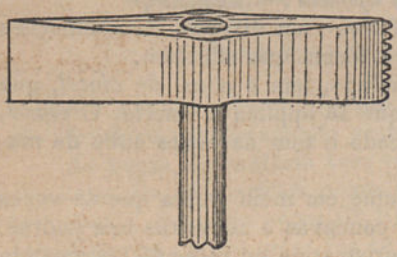


Fig. 11—Escóda mixta

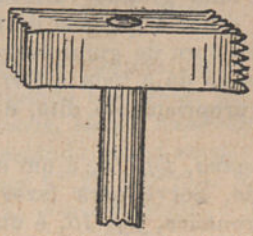


Fig. 12—Martello mixto de picóla e escóda

A *escóda mixta, fig. 11,* é uma escóda de dois gumes sendo um apenas dentado.

O *martello d'escodar* é um martello de cabeças quadradas divididas em gumes segundo o plano do cabo; ás vezes estes são substituidos por dentes.

O *martello mixto de picóla e escóda*, *fig. 12*, é um martello de cabeças em gumes, n'uma parallelos ao plano do cabo e na outra perpendiculares a elle.

Todas estas ferramentas, como em geral todas as que o canteiro emprega no seu trabalho, são de ferro calçadas d'aço ou inteiramente d'aço.

45 — Quando se apparelha a cantaria com qualquer das ferramentas descriptas faz-se-lhe em volta, e na largura d'uns dois ou tres centimetros, uma faxa ou filete com apparelho mais cuidado; a este filete se chama *golpe d'arésta*.

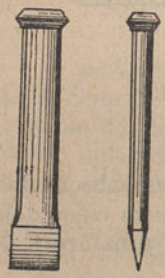


Fig. 13
Escopro

Fig. 14
Cinzel

Fig. 15
Goiva

Fig. 16
Ponteiro

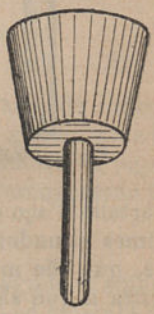


Fig. 17
Maceta

Obtem-se este contorno por meio do *escôpro*, *fig. 13*, que é uma pequena barra de ferro calçada d'aço, de secção rectangular e terminada em gume n'uma extremidade e na outra em cabeça; deve-se distinguir o *escôpro de desbaste*, mais largo que o *de apontar*.

Ha uma grande variedade de escôpros com diversas denominações segundo o uso a que são destinados ou a fórma que affectam.

O escôpro de gume largo e muito afiado, tem o nome de *cinzél*, que ás vezes se dá a toda a ferramenta a que se applica a *macêta*. O *cinzel*, *fig. 14*, propriamente dito, é mais delicado e tem ás vezes cabo de madeira.

A *goiva*, *fig. 15*, é um cinzel de gume em meia canna que ás vezes é dentado. Serve para fazer molduras concavas e convexas nas pedras.

O *ponteiro*, *fig. 16*, é um escôpro prismatico ou redondo terminando em ponta em vez de gume.

A *macêta*, *fig. 17*, é um martello de ferro ou aço tronco-conico, atravessado por um cabo de madeira Serve para bater nos cinzeis para apparelhar a pedra: o operario pega no escôpro com a mão esquerda e vae-lhe batendo com a *macêta* que segura na direita. O escôpro ou cinzel applica se á pedra com uma inclinação aproximada de 45°.

Além dos cinzeis descriptos ha outros ainda como o *cinzel angular*, o *dentado*, as *gorgêtas*, os *bedâmes*, etc., cuja descripção encontrará melhor cabimento no *Manual do Canteiro* que oportunamente será publicado por esta *Bibliotheca*.

46. — A marcha a seguir para apparelhar uma pedra é a seguinte: começa-se por dispôr esta um pouco inclinada e a altura conveniente para que o canteiro trabalhe commodamente.

Marca-se a lapis o contorno da pedra, isto é, as arestas a fazer. Com o escôpro de desbaste *escacilha-se* a pedra até se obter uma faxa d'uns tres centimetros junto a cada aresta; n'esta faxa marca-se então a aresta definitiva com uma regua e o ponteiro. Com o escôpro d'apontar faz-se o golpe d'aresta.

Faz se em seguida o trabalho a picão seguindo zonas horizontaes; em seguida passa se do picão para a picóla e d'esta segue se com a escóda; o apparelho a escóda em geral faz-se obliquamente ás arestas, quando se pretende apparelho mais delicado.

Segue se-lhe o *brunido* com um pedaço de grés em fórma de *bonéca* e a que se chama *pedra de brunir*. O grés é mais ou menos duro e grosseiro segundo a natureza da pedra a que é applicado. Fricciona-se a pedra com o grés molhando a e interpondo ás vezes areia fina siliciosa, até desapparecer completamente e ferroada da escóda.

Para o apparelho das pedras brandas fazem os canteiros uso de ferramenta analoga á dos carpinteiros; assim usam uma especie de plaina com varios ferros, dispostos no rasto obliquamente em relação uns aos

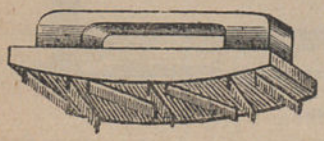


Fig 18—Caminho de ferro

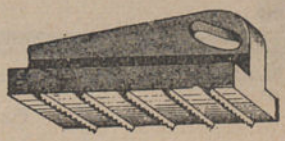


Fig. 19—Rebote

outros e a que chamam *caminho de ferro*, *fig. 18*. Outras vezes os ferros são dispostos parallelamente entre si, constituindo um *rebote*, *fig. 19*.

Ás peças de cantaria taes como os *peitoris*, *sóccos*, *humbreiras* e *vêrgas* dá se de ordinario o nome de *lancil*, estando a sua secção comprehendida de ordinario entre $0^m,10$ a $0^m,22$ por $0^m,22$ a $0^m,33$. A medição das cantarias, entre nós, faz-se hoje ainda, correntemente, por palmos lineares, quadrados e cubicos.

47 — **Serragem das pedras.** — A serragem das pedras pode fazer-se manual ou mecanicamente.

As serras manuaes podem ser de dentes ou sem elles; as primeiras applicam-se ás pedras brandas e as ultimas ás pedras rijas.

A serra com dentes actúa por estricção, isto é, rasga a pedra por assim dizer, ao passo que a serra sem dentes actúa pela fricção devida á pressão da serra sobre a pedra.

A serra com dentes, *fig. 20*, é uma lamina d'aço com a arésta superior rectilinea e a inferior curvilinea guarnecida de dentes; a fórma d'estes, o seu aguçado e numero dependem da natureza da pedra a que se applicam: quanto mais dura fôr, mais agudos e proximos devem ser os dentes. Nas extremidades a serra tem dois furos ou olhaes em que se metem dois cabos de madeira em que seguram os dois homens que devem trabalhar com ella.

Fig. 20—Sérra com dentes

A lamina da serra deve ser rigida bastante para não ondular pelo movimento de vae-vem.

A serra sem dentes, *fig. 21*, tem disposição diversa; é uma lamina

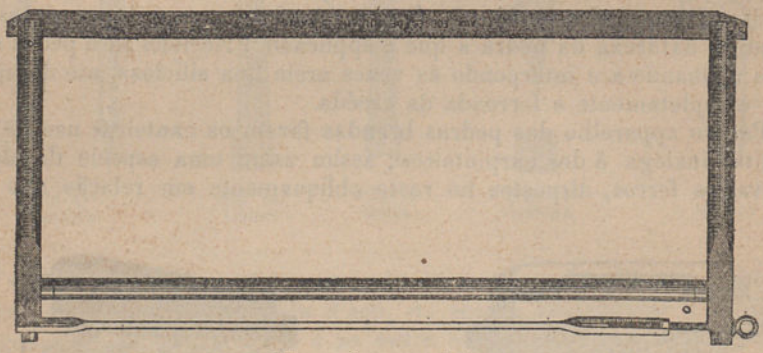
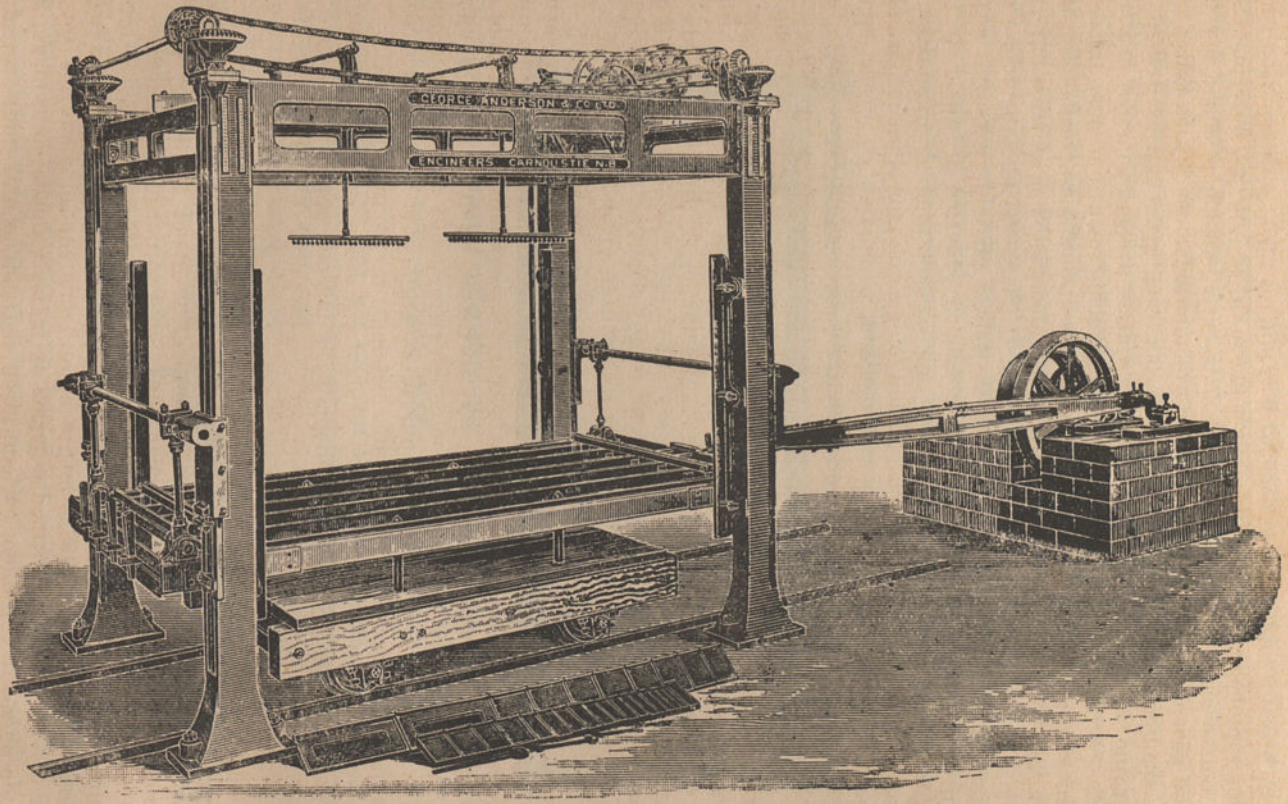


Fig. 21—Serra sem dentes

d'aço de fórma rectangular terminada inferiormente em gume a todo o seu comprimento. Está fixa a duas hastes de madeira ligadas a outra parallela á folha da serra; a rigidez da lamina obtem-se por um parafuso e porca, como se vê na figura, ou por um cordel torcido como nas serras manuaes para madeira. Em virtude do attrito a lamina aquece muito e dilata-se, tornando-se preciso regular a rigidez da serra; para diminuir aquella acção mantem-se a lamina molhada.

Antes de serrar a pedra marca-se por um traço feito com o ponteiro ou *riscador* o sitio por onde tem que ser cortada. Como a serra é de grandes dimensões não é conveniente applical-a logo á pedra; deve fazer-se primeiro uma ranhura com uma serra especial, analoga a uma grande faca, consistindo n'uma lamina d'aço afiada e rigida, encabada por um dos extremos n'um curto cabo de madeira.

Para que o córte da pedra se faça perpendicularmente á superficie



Serra de laminas oscilantes

da pedra empregam-se dois fios de prumo, ao longo dos quaes os operarios fazem ir descendo a serra, ao cortar a pedra.

A serragem produz um grande attrito e para favorecer a acção da serra, deita-se na ranhura areia fina siliciosa e agua para resfriar a folha da serra, evitando que perca a tempera e facilitando o córte da pedra.

A serragem permitte obter superficies lisas e com apparelho muito superior ao obtido pelas outras ferramentas, o que é muito vantajoso quando tenham de ser brunidas, que então é trabalho relativamente facil. E' muito vantajosa para obter os marmores, as ardosias, etc., em placas delgadas.

48. — As serras mecanicas dividem-se em tres grupos: *de laminas oscilantes*, *circulares* e *sem fim*.

A serra de laminas oscillantes, consta de um caixilho rectangular de ferro, *Estampa V*, tendo dispostas differentes laminas d'aço em gume, guardando entre si certas distancias que se podem graduar á vontade, segundo a grossura das placas a cortar. O caixilho está suspenso aos quatro montantes da armação da serra, ligados superiormente por uma estructura de ferro que os trava entre si e serve de base ás engrenagens, roldanas, tambores e correntes para a manobra da subida ou descida do caixilho.

A suspensão consta de quatro tirantes articulados aos cantos do caixilho, por sua vez ligados a dois eixos horisontaes trabalhando em chumaceiras, que deslisam em corrediças ou guias ao longo dos montantes.

Para fazer descer ou subir o caixilho ha quatro parafusos sem fim dentro das columnas, recebendo movimento de rotação por meio de rodas de corôa superiormente e servindo-lhe de porcas as chumaceiras das guias de que já fallámos.

N'um dos topos do caixilho está articulado um tirante ligado á cambota d'um veio que recebe movimento de rotação d'um motor, imprimindo assim ao caixilho o movimento rectilineo alternado. No mesmo veio está montado um tambor que, por intermedio d'uma correia, transmitte o movimento ás engrenagens que movem os quatro parafusos sem fim.

A pedra a serrar é collocada n'um carro movendo-se n'uma linha ferrea sob o caixilho; faz-se descer este até tocar na pedra, dando-lhe então movimento de vae-vem.

Para evitar o aquecimento das folhas da serra ha, suspensos da armação superior, dois *chuveiros*, consistindo simplesmente em tubagens de ferro crivadas d'orificios, ligadas á canalisação d'agua da officina.

Em logar da serra descripta, que é das mais aperfeiçoadas, outras ha de disposição differente, mas conservando na essencia o mesmo principio.

Estas serras são especialmente destinadas á divisão de blocos de pedra em placas delgadas ou lages, usadas para *fôrro*, como são os marmores, o calcareo lióz, etc. São economicas pela rapidez e perfeição das superficies cortadas que ficam promptas a receber o polimento; a perda de material é tambem muito pequena.

As serras circulares, *Estampa VI*, consistem n'uma ou mais laminas circulares d'aço, tendo implantados na sua peripheria um certo numero de dentes; estão montadas n'um eixo horisontal animado de rapido movimento de rotação.

As pedras a serrar collocam-se n'um prato animado de movimento de translação de sentido perpendicular ao eixo de rotação, de maneira a haver sempre contacto entre a pedra e a serra.

Os discos circulares podem chegar a ter dois metros de diametro e a sua espessura é consideravel para que seja rigida e não ondule. Antes de serrar deve fazer-se na pedra uma ranhura com a largura da folha da serra.

Estas serras são mais possantes e expeditas que as de laminas oscilantes; teem porém o inconveniente de estragarem mais pedra, devido á sua maior espessura, e de só cortarem blocos de grossura inferior ao raio do disco; assim uma serra de 2^m de diametro só poderá serrar pedras de cerca de $0^m,80$ ou $0^m,90$ de grosso.

Os dentes da serra circular constituem a ferramenta com que a pedra é atacada; são geralmente d'aço fundido terminados em gume e são engastados n'umas peças metalicas que se apertam nos discos sem fazerem saliencia no sentido da sua espessura.

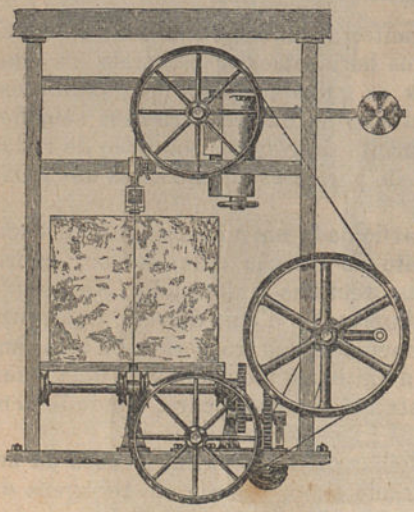


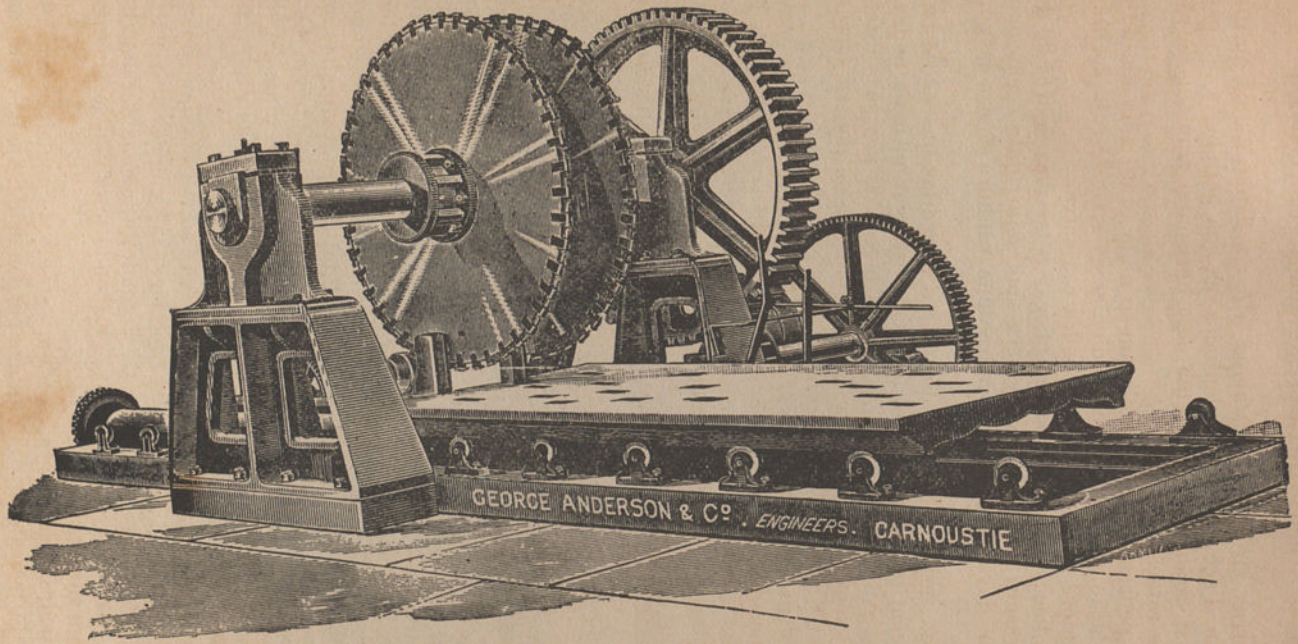
Fig. 22—Serra sem fim

As dimensões, o espaçamento, e o aguçado dos dentes, variam com a natureza da pedra a que se applicam.

Como o seu desgaste é rapido, teem sido substituidos com vantagem pelo diamante negro da Bahia. Este é improprio para a joalharia, o que levou Bigot du Maine a usal o no trabalho das pedras, não para as serrar mas para as tornear; mais tarde em virtude do exito obtido foi usado nas serras sendo hoje o seu emprego corrente, não só n'aquellas machinas como nas de moldurar. Os diamantes são encastoados n'umas peças de bronze apertadas nas ranhuras dos discos circulares.

As serras sem fim, *fig.* 22, são analogas ás empregadas no trabalho da madeira; constam d'uma lamina d'aço dentada, passando em roldanas, recebendo uma d'ellas movimento de rotação d'um motor.

As pedras são montadas n'um estrado de madeira susceptivel de movimento de translação, n'um plano perpendicular ao das roldanas por onde passa a lamina da serra. E' sómente aplicavel ás pedras brandas.



Serra circular

49 — **Apparelho mecanico das pedras** — Ha um certo numero de machinas ferramentas destinadas ao trabalho das pedras das quaes descreveremos summariamente alguns typos. Ha machinas para aplainar, moldurar, polir, brunir, tornear, etc.

A *fig. 23* representa uma machina de aplainar e que póde servir do mesmo modo para moldurar pedra. As ferramentas, com os gumes apropriados ao trabalho que se pretende, fixam-se na altura e posição desejadas; a pedra assenta-se no prato e calça se; este é animado de movimento de vae vem, n'um plano perpendicular ao do porta-ferramenta. Os ferros vão trabalhando a pedra pouco a pouco, apparelhando-a ou moldurando a.

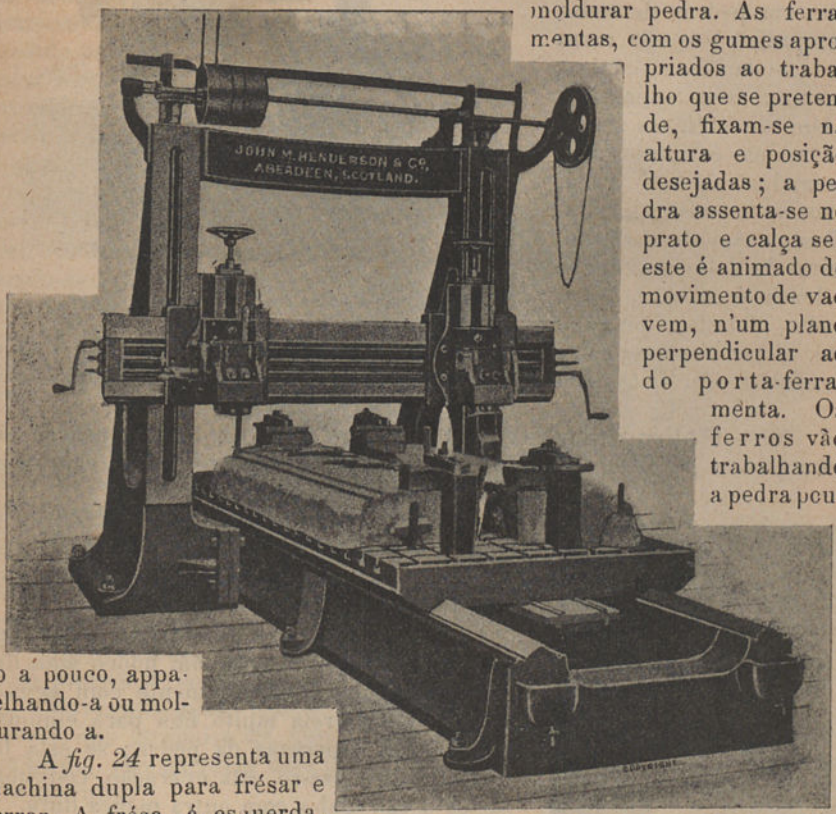


Fig 23—Machina de aplainar

A *fig. 24* representa uma machina dupla para frésar e serrar. A frésa, á esquerda, é formada por um disco de esmeril, com a fórma da moldura a fazer na pedra, e é animada de rapido movimento de rotação; á direita vê-se uma serra circular montada no mesmo eixo. Serve esta machina tambem para polir.

Outras machinas ha ainda usadas no trabalho das pedras, mas a sua descripção sahe dos limites d'este livro.

A titulo de curiosidade, indicamos na *fig. 25* uma pequena machina-ferramenta movida pelo ar comprimido e usada para desbastar pedra. Consiste essencialmente n'um cylindro d'aço, em que o ar actua sobre um embolo terminado em bróca aguçada, que o operario vae applicando á pedra; a bróca

tem movimento muito rapido de vae-vem e actua por percussão, desbastando o blóco de pedra. O ar comprimido é recebido de um reservatorio por meio d'um tubo flexivel.

No nosso paiz, tão rico em pedras de todas as qualidades, são raras as instalações mecanicas para o seu apparelho. Além de algumas serras de laminas oscilantes, empregadas aqui e acolá, existem apenas as instalações mecanicas das ardoseiras de Vallongo, em que a lousa é serrada, aplainada, furada, pintada, etc. Estas louseiras são exploradas por uma empreza ingleza, *The Vallongo Slate & Marble Quarries Company* e pelo sr. Ferreira Cardoso, do Porto.

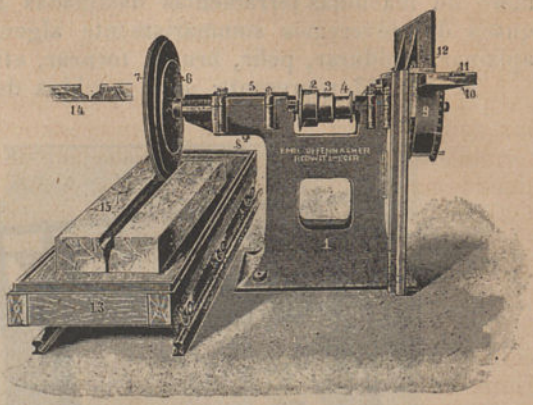


Fig 24—Machina dupla para frésar e serrar

50 — **Polimento.** — Os marmores e algumas outras pedras são susceptiveis de receber polimento, mas uma grande parte dos calcareos, como o lióz, só póde ser brunida.

Pule-se manualmente uma pedra friccionando-a com substancias de dureza decrescente e empregando conjuntamente pós finos de diversas naturezas e agua.

Se a pedra não foi serrada, começa-se por esfregal-a com outra um pouco mais dura, molhando a constantemente com agua e juntando-lhe areia muito fina para eliminar as maiores asperezas da pedra; se esta foi serrada dispensa-se esta operação, começando-se a esfregal-a com outra menos dura.

Usa-se para polir as pedras: o ferro fundido, a liga de chumbo e estanho, o grés, a pedra pomes, os pós d'esmeril, de quartzo fino, de peroxydo d'estanho, d'oxydo de ferro, de chumbo, etc.

Fig. 25—Machina de desbastar pedra

Em geral o polido das pedras faz se em cinco phases diversas, procedendo-se em cada mudança de phase á sua lavagem. A primeira consiste em friccionar a pedra com grés ou, se se trata d'uma moldura mais fina, com ferro fundido ou madeira; na segunda applica-se a faiança sem esmalte para esfregar a pedra; segue-se-lhe o friccionar com

pedra pomes adicionada d'agua, mas sem pó algum como intermediario; depois esfrega-se com uma boneca de linho, usando esmeril e agua e ás vezes limalha de chumbo; na ultima phase lava-se a pedra cuidadosamente e applica-se-lhe uma boneca de linho, humedecida e envolvida de peroxydo d'estanho.

A *fig. 26* mostra uma machina radial para pulir e brunir. Consiste n'uma columna vertical, tendo um braço articulado, terminado inferiormente por um disco plano de ferro fundido para polir e brunir as pedras. A roda dentada, montada na columna, recebe movimento de rotação, que se transmitte por meio dos tambores indicados na figura, ao disco fundido. O operario segura no braço d'este disco, fazendo o percorrer a superficie da pedra. Entre o disco e a pedra interpõe-se agua e areia fina, estanho, etc., destinados a obter o polido ou o brunido.

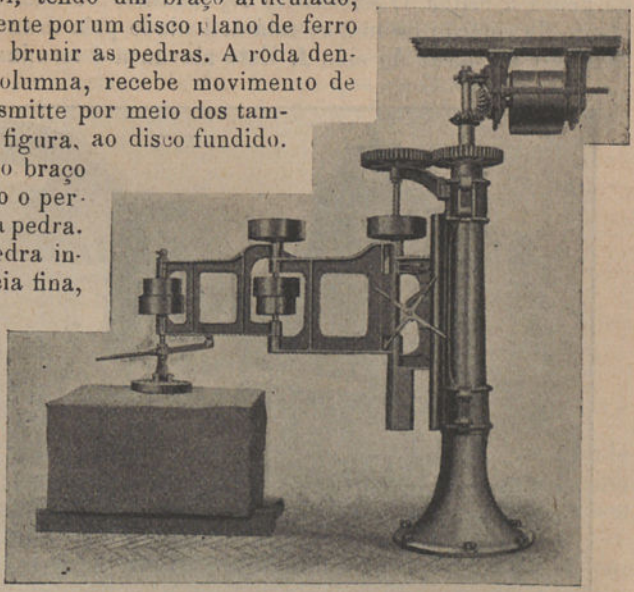


Fig. 26 – Machina radial para pulir e brunir

51 — Machinas de triturar. — A pedra triturada, a que vulgarmente se chama *cascalho* ou *brita*, usa-se muito nas construcções, já no fabrico do *beton* ou *formigão*, já nas calçadas á Mac-Adam.

Entre nós quasi todo o cascalho é obtido manualmente; são os *britadores* que armados de uma marreta especial, pesado martélo de cabo comprido, vão partindo uma a uma as pedras até lhes dar as dimensões convenientes.

Ha porém muitas machinas que permitem obter economicamente a *brita*. Uma d'ellas é o triturador Loiseau, que consta d'um cylindro de ferro atravessado por um eixo munido d'uma série de martélos articulados; o cylindro é constituido por uma forte rêde metallica, cujas malhas são eguaes á maior dimensão da brita que se quer obter; exteriormente uma caixa de chapa de ferro envolve o cylindro. A pedra lança-se por uma tremonha e entra no interior do cylindro pelo seu eixo e sai pelas malhas para a caixa de chapa, d'onde cae para fóra.

Os martélos são articulados para se não deteriorarem facilmente e teem duas cabeças para se voltarem quando uma d'ellas estiver estragada; são de facil substituição.

Esta machina dá um bom rendimento e não faz muita poeira.

O triturador Blake, *fig.* 27, opéra por esmagamento: compõe-se de uma maxila fixa *A* vertical e d'uma outra *D* movel em torno da sua extremidade superior *E;* as maxilas são guarnecidas de cutélos C_1, C_3 C_4 e C_5, implantados na sua superficie e que quando deteriorados se podem substituir; os cutélos são mais ou menos agudos, segundo a natureza da pedra a britar. O excentrico *N*, montado no eixo *F* que recebe movimento de rotação do motor, está articulado pelo tirante *G* com a alavanca *H* movel em torno do eixo *I*. Esta alavanca é terminada lateralmente pe-

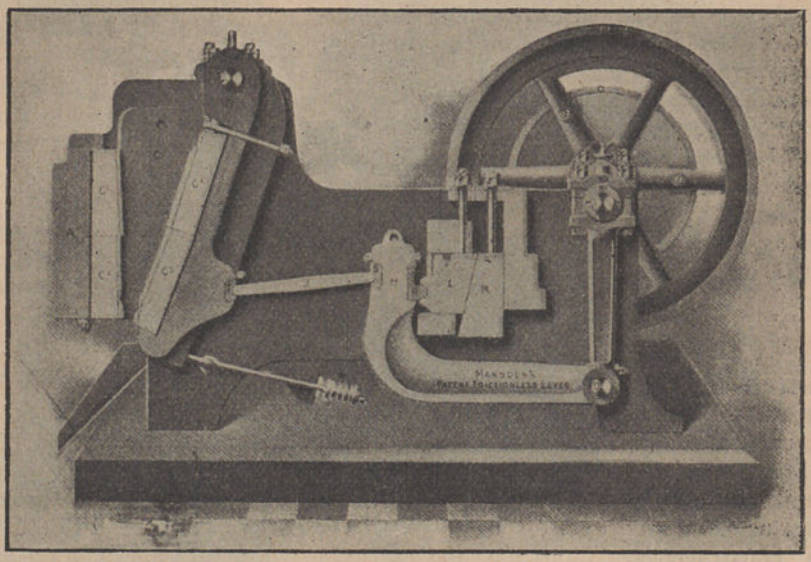


Fig. 27 — Triturador Blake

las hastes *J* e *K*, a primeira encostada á peça *U* da maxila movel *D*, a segunda a uma espera *L* em que ha uma cunha *M*, a qual por meio da sua haste e porca póde, levantando se ou abaixando se, afastar mais ou menos a maxila inferiormente, segundo a dimensão da pedra que se quer obter.

A pedra deita-se entre as duas maxilas, por cima, e vae sendo esmagada em virtude do movimento da maxila movel.

Para evitar a poeira envolve-se ás vezes o machinismo por uma caixa de madeira.

O triturador Blake é muito mais poderoso que o precedente, mas produz mais poeira e os fragmentos são mais arredondados.

Um triturador Blake consumindo 10 cavallos-vapor produz em média n'uma hora de trabalho, 15 toneladas de cascalho proprio para empedrar estradas.

O triturador Carr destina-se não só a partir pedras brandas, como o carvão, o asphalto, etc. Compõe-se de tres caixas circulares concentricas formadas por discos ligados por barras de ferro, e animadas de grande velocidade; a do meio tem movimento de sentido contrario ao das outras duas. Por intermedio d'um tegão deitam-se as substancias a pulverisar na caixa central, as quaes soffrem um primeiro choque d'encontro ás barras da caixa, através das quaes passam para a segunda, soffrendo novo choque, que se repete ao sahir para a terceira; caem por fim para o exterior em fragmentos pequenos ou mesmo em pó, o que depende da velocidade das caixas e do afastamento das barras que as limitam.

Um triturador exigindo a potencia de 4 cavallos-vapor póde produzir 8 a 10 toneladas de pó por hora.

CAPITULO VI

Tijolo

52 — **Generalidades.** — O tijolo é uma pedra artificial de grande emprego nas construcções; resulta da argila ou barro que amassado com agua, moldado e cozido adquire dureza, resistencia e duração que fazem com que o seu uso tenha sido em todos os tempos muito importante.

Segundo o seu modo de fabrico e a natureza do barro assim se podem distinguir tres typos de tijolos; os crús ou *adóbos*, os ordinarios e os refractarios.

Os *adóbos* são tijolos que não soffreram a cozedura final; foram apenas sêccos ao ar e ao sol. Empregam-se nas localidade ricas em argila e são de duração se se revestem de cal ou d'outro inducto que os proteja contra a acção dos agentes atmosphericos; resistem muito mal á humidade e porisso não servem para alicerces, mas apenas para paredes sobre fundações d'alvenaria ordinaria sufficientemente elevadas. As suas dimensões são as dos tijolos ordinarios.

Os tijolos ordinarios são os fabricados com os barros ordinarios e mesmo com algumas margas; são cozidos em fornos para lhe dar a dureza e resistencia precisas e teem côr vermelha.

Os tijolos refractarios são feitos com argila quasi pura e teem a propriedade de resistirem a altissimas temperaturas sem se deformarem; teem côr branco-suja e são empregados exclusivamente em fórnos, fornalhas, etc.

Quanto á sua fórma os tijolos podem ser *cheios* ou *furados*. Os primeiros teem a fórma d'um parallelipipedo, cujas dimensões são um tanto variaveis, mas são macissos; os segundos tem a mesma fórma exterior

mas são atravessados longitudinal ou transversalmente por dois ou mais canaes de modo que em egual volume são mais leves que os primeiros.

Ha ainda a distinguir os tijolos especiaes como os d'abobada e os de chaminé. Os primeiros são em geral furados e são curvos no sentido da sua espessura, de modo que apresentam a secção trapezoidal, e porisso se chamam tambem *tijolos de cunha*; os de chaminé são curvos no sentido do seu comprimento e teem espessura uniforme e como o seu nome indica são usados na construcção de chaminés principalmente.

Nos tijolos ordinarios cada face recebe o seu nome particular; a mais larga e que fica superiormente é a *face*; a opposta é o *tardoz*; as duas faces lateraes e longitudinaes são as *váras*; as duas transversaes são os *tópos*.

Um bom tijolo deve apresentar massa homogenea, textura egual, fractura brilhante e não deve ter fendas; deve ser duro e resistir a grandes pressões sem se esmagar; ter fórmas regulares e uniformes para que as juntas tenham a mesma espessura e as fiadas de tijolo sejam da mesma altura; não deve custar a cortar com a *picadeira*. Deve ser sonóro quando percutido, o que acusa uma boa cozedura; deve ter grão fino e apertado; as suas arestas devem ser duras e vivas, a superficie bem lisa; deve ter côr vermelha caracteristica quando a cozedura fôr uniforme. Além d'isso não deve ter cavidades nem conter *cravos* de pedra ou areia grossa. Não deve absorver muita agua; o regular é $\frac{1}{15}$ do seu peso; se absorver mais não deve ser empregado, pois não faz boa péga.

Se ao meter n'agua o tijolo se esfoliar é indicio de má qualidade; é porém signal de boa qualidade se não se fende ao mergulhar-se n'agua, tendo sido préviamente aquecido ao rubro.

O tijolo geladiço deve ser banido por completo das construcções; o processo usado para o reconhecer é o de Brard já descripto (11, *b*)).

53 — **Fabrico do tijolo.** — Comprehende cinco phases distinctas: a *escolha do barro ou terra argilosa*; *a formação da pasta*; *a moldação*; *o enxugo e a cozedura*.

54 — **Escolha do barro.** — O barro empregado no fabrico dos tijolos deve ser isento de carbonato calcareo, o qual augmenta a sua fusibilidade e pela sua decomposição póde produzir fendas; não deve conter pyrites ou outros compostos sulfurosos, os quaes pela evolução do acido sulfuroso, na occasião da cozedura, podem fendel-o; do mesmo modo será isento de pederneira que rachando sôb a acção do calor faz estalar tambem o tijolo.

Não deve porém a argila ser muito pura, porque sendo muito plastica a contracção no enxugo e na cozedura é muito grande, chegando a deformar os tijolos; se porém o barro é muito magro, isto é, pouco plastico, os tijolos serão porosos, friaveis, pouco resistentes e absorverão muita agua.

No primeiro caso corrige-se a plasticidade da argila juntando-lhe areia fina, o anti-plastico por excellencia, ou lotando-a com argila mais magra; no segundo caso mistura-se-lhe argila mais gorda.

E' muito util experimentar praticamente a argila, moldando com ella pequenos tijolos, que depois de cosidos se ensaiam, vendo como se comportam sôb a acção dos agentes atmosphericos, das cargas, etc.

A exploração dos barros faz-se pelos processos indicados para a lavra de pedreiras, notando apenas que as excavações não devem ser profundas para evitar desmoronamentos.

O barro extrahido é removido para junto do local em que se fabríca o tijolo, onde se deixa *apodrecer*, isto é, onde se deixa exposto á acção do inverno, que muito concorre para purificar a argila; de vez em quando revolvem-se as terras, expurgando-as de pedras, raizes de arvores, etc. As chuvas vão arrastando as substancias estranhas, purificando assim os barros.

Aconselha-se a irrigação com grande quantidade de agua para auxiliar o apodrecimento das terras argilosas; havendo um rio proximo póde ser aproveitado para inundar parcialmente o local em que o barro estiver depositado.

Quando se quer utilisar o barro é conveniente passal-o n'um crivo para lhe tirar quaesquer pedras ou outras substancias estranhas que possa conter.

55 — **Preparação da pasta.** — A preparação da pasta consiste em amassar o barro com uma certa quantidade d'agua, de modo a formar uma massa ou pasta homogenea.

Tratando se de um fabrico em pequena escala faz-se a amassadura pizando a argila. Os operarios descalços vão calcando o barro e remexendo-o de vez em quando com pás até ficar em massa uniforme de apparencia vitrea; todas as pedras ou substancias estranhas que encontram debaixo dos pés são tiradas para fóra.

A quantidade d'agua a juntar para formar a pasta deve ser determinada por ensaio prévio, porque varia

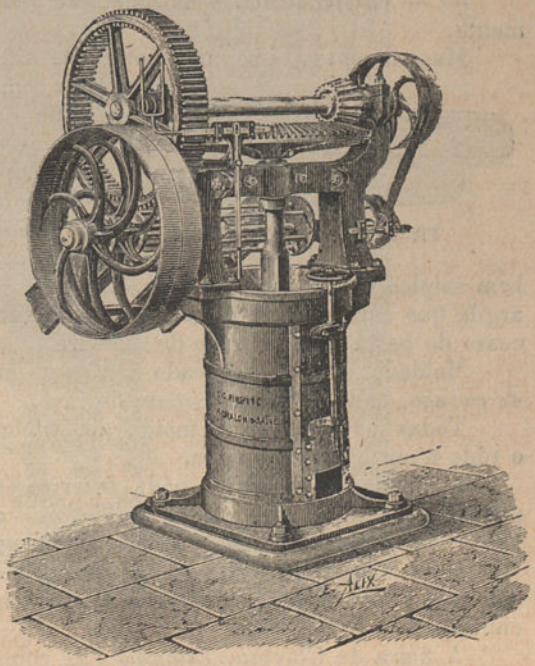


Fig. 28 — Amassador mecanico

com a natureza dos barros. Agua de menos ou agua a mais são egualmente prejudiciaes.

Póde a amassadura fazer-se em machinas especiaes, os *amassadores mecanicos*, que consistem essencialmente n'um cylindro vertical de ferro, dentro do qual ha um eixo guarnecido de braços ou cutellos desencontrados e tendo inferiormente dois outros de fórma helicoidal para auxiliarem a sahida da pasta pelo postigo inferior do cylindro, como se vê na *fig. 28*. O tambor recebe movimento d'um motor por uma correia, o qual é comunicado ao eixo vertical por intermedio d'um systema de rodas d'engrenagem direitas e de corôa. O barro a amassar é introduzido pela parte superior do cylindro por meio d'uma especie de nóra ou téla sem fim, manobrada pelo tambor e roda de furos que se vêem á direita da figura.

Introduz-se agua juntamente com o barro e dá-se rapido movimento de rotação ao eixo vertical, cujos braços vão cortando e misturando a argila até formarem uma pasta homogenea e ductil que sai continuamente pelo postigo de descarga, o qual permanece fechado no principio da operação.

Um amassador mecanico exigindo a potencia de 2 a 4 cavallos-vapor póde produzir, em 10 horas de trabalho, 20 a 30 metros cubicos de barro amassado, segundo o seu gráu de humidade.

56 — **Moldação.** — A moldação pode fazer-se manual ou mecanimente.

Manualmente faz-se com moldes de madeira, *fig. 29*, ás vezes reforçados com ferro ou todos de ferro; teem o feitio do tijolo e são simplesmente umas caixas rectangulares sem fundo nem tampa. O moldador polvilha com areia bem fina o canto da mesa em que trabalha, colloca-lhe em cima o molde, préviamente lavado, e que tambem salpica com a mesma areia. Enche-o seguidamente com a pasta de argila que carrega com a mão para bem adherir; quando cheio tira o excesso da pasta com um *rôdo* de madeira.

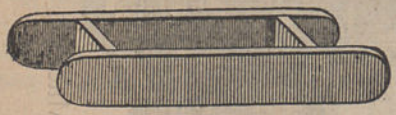


Fig. 29 — Molde de madeira

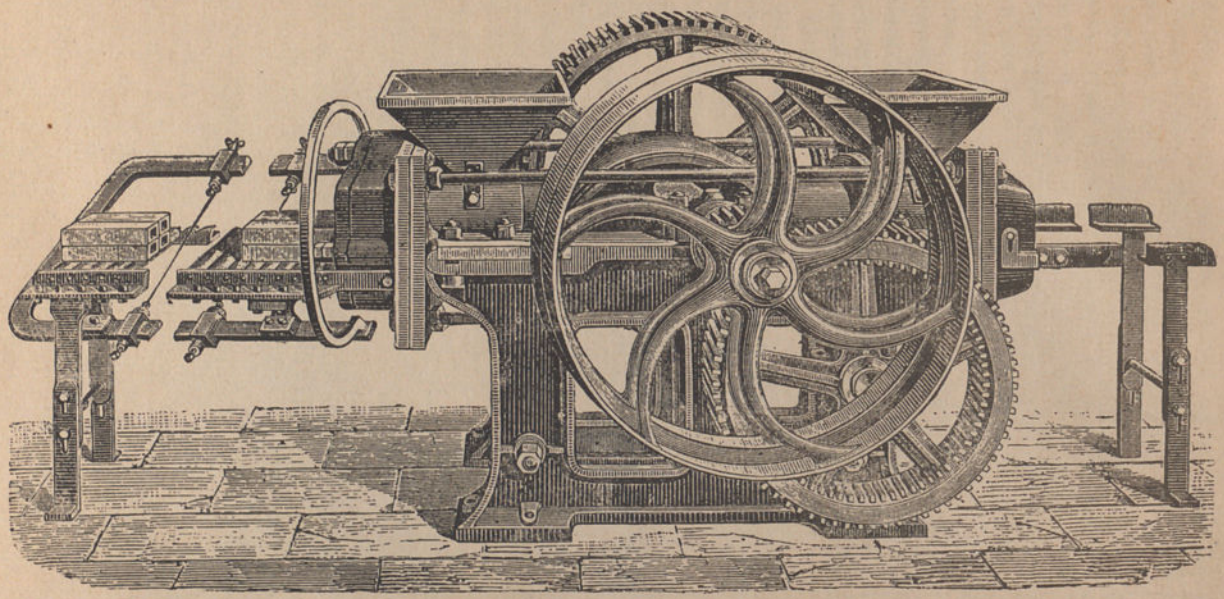
Moldado o tijolo, é levado dentro do molde ao enxugadoiro ou *eira de enxugo*, onde se deixa assente de face.

Todas as vezes que molda um tijolo, o moldador lava o molde e o rôdo n'um balde com agua.

A moldação mecanica póde fazer-se em diversas machinas, que se podem reduzir a dois typos: *moldadores de pressão* e as *machinas de fieira*. Os moldadores de pressão podem ser de *choque* ou de *parafuso*.

Hoje são muito empregadas as machinas de fieira e as prensas de balancé, e por isso nos limitaremos a descrever estes dois typos de machinas.

A fieira de Clayton, *Estampa VII*, compõe-se de uma mesa horisontal sobre a qual estão duas caixas prismaticas de ferro fundido terminadas supe-



Machina de fieira de Clayton

riormente por tégões. Entre as duas caixas ha um eixo horisontal onde se acha montado um excentrico ligado a duas hastes terminadas por embolos ou rôdos, entrando cada um em sua caixa, funccionando assim como machina de duplo effeito. Nas faces oppostas de cada caixa põem-se uns diaphrágmas com a secção que o tijolo deve ter.

Pelos tégões enchem-se alternadamente as caixas com argila preparada em pasta, tendo a consistencia precisa; fecham-se com uma corrediça e faz-se movêr o eixo; o embolo comprime a pasta dentro da caixa e obriga-a a sahir pelo extremo opposto através o diaphrágma; quando o embolo recúa n'esta caixa, avança o outro na segunda caixa operando identicamente, aproveitando-se o intervallo de tempo para tornar a encher a primeira caixa.

Os prismas contínuos assim formados vão passando n'uns rolos de madeira collocados á saída dos diaphrágmas ou fieiras obtendo-se os tijolos com o comprimento preciso, pela manobra de um caixilho de ferro com arames convenientemente afastados, que facilmente cortam a pasta moldada d'esta fórma.

Serve esta machina para obter os tijolos cheios, os furados de qualquer numero de canaes, assim como as *lastras* destinadas ao fabrico da telha de systema marselhez, dos ladrilhos, dos azulejos, etc.

A prensa de parafuso é analoga ás machinas de cunhar de *balancé*. Consta de um molde ligado á haste d'um parafuso vertical que entra n'uma porca fixa a dois montantes, ligados a um fiche onde ha um contra-molde que se ajusta perfeitamente ao molde quando este desce. O parafuso é terminado superiormente por um volante com manípulos que serve para manobrar a prensa. Põe-se no molde a *lastra*, isto é, a pasta que soffreu uma primeira moldação e que tem as dimensões approximadas do producto final; dá-se movimento de rotação ao parafuso, que desce rapidamente exercendo pressão sobre a lastra e dando lhe a fórma definitiva. Movendo o volante em sentido contrario o molde sóbe, e o operario puxa o contra-molde a que dá movimento de rotação em torno d'uma das

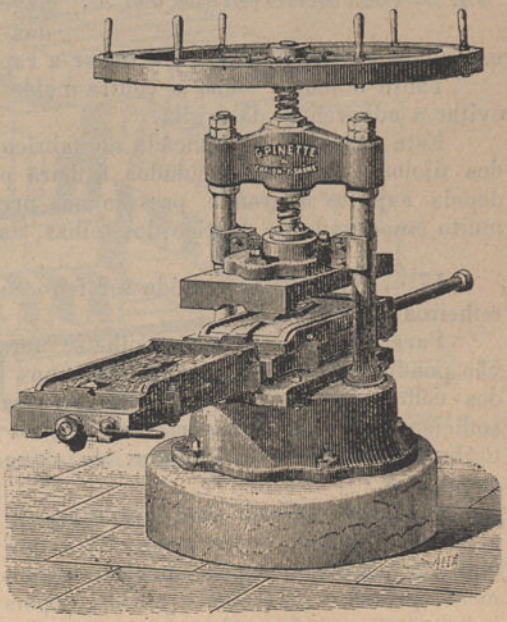


Fig. 30 — Prensa manual para tijolo, telha, etc.

arestas lateraes, recebendo o tijolo n'uma *estancia* de madeira em que é conduzido para o enxugo, sendo préviamente *rebarbado*, isto é, tirando-se-lhe o excedente de pasta nas arestas.

A *fig. 30* mostra uma prensa d'este genero applicada para o fabríco da telha de Marselha e que póde ser usada no fabrico do tijolo rebatido ou prensado de qualquer fórma, pela substituição dos respectivos molde e contra-molde.

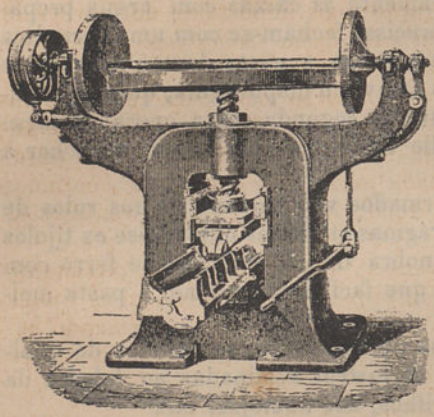


Fig. 31— Prensa mecanica para tijolo, telha, etc.

O movimento dado á prensa póde deixar de ser manual; então, é terminado o parafuso por uma roda de corôa engrenando com duas outras animadas de movimento em sentido contrario, podendo cada uma de per si engrenar com a roda do parafuso por meio d'uma alavanca. Fazendo engrenar uma das rodas o molde desce; se é a outra que engrena o molde sóbe.

Em logar das rodas d'engrenagem empregam-se muito as rodas de contacto, bem lubrificadas, nas quaes o attrito é menor e maior a rapidez, *fig. 31*.

Tanto o molde como o contra-molde são untados com petroleo para evitar a adherencia da argila.

Esta machina é applicada no fabríco dos tijolos *prensados*, isto é, dos tijolos que foram moldados á fieira para obter as lastras e que são depois sujeitos a grande pressão nas prensas de parafuso; é tambem muito empregada no fabrico das telhas, dos ladrilhos, azulejos, etc.

57 — **Enxugo.** — Póde ser feito completamente ao ar livre ou em telheiros especiaes.

Para eira de enxugo escolhe-se um terreno plano e vasto, onde se vão pondo de face os tijólos, ao lado uns dos outros; quando enxambrados collocam-se de cutélo na mesma eira. Quando já teem consistencia sufficiente para se transportarem, são rebarbados e rebatidos, se assim se julgar necessario.

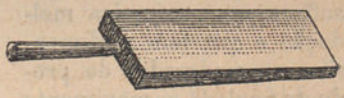


Fig. 32—Batente

Podem-se rebater com um maço de madeira, chamado *batente, fig. 32*, e que tem a fórma de uma pá chata, sobre uma mesa, primeiro pela face e tardoz, depois pelas varas e emfim pelos tópos, ou podem rebater-se nas prensas acima descriptas.

Collocam-se depois os tijolos de cutélo uns sobre os outros, cobrindo-os com uma palhoça para os preservar das intemperies; devem deixar-se

entre elles canaes horisontaes para a livre circulação do ar, para que o enxugo se faça em boas condições.

Nas grandes fabricas o enxugo faz-se sôb vastos telheiros bem ventilados, junto aos fornos, para que o calor irradiante os vá seccando.

58 — **Cozedura.** — E' a operação mais importante do fabrico do tijolo. A cozedura póde fazer-se em *médas*, em *fornos intermitentes* ou *descontinuos, semi-continuos* e *continuos*.

O primeiro systema só se usa como recurso local para um pequeno fabrico. Nos fornos intermitentes coze-se uma fornada de cada vez, deixa-se arrefecer, desenforna-se e carrega-se de novo. Nos semi-continuos aproveita-se o calor irradiante d'uma fornada para cozer outra; os continuos permitem trabalhar sem interrupção, sendo por isso os mais vantajosos, regulares e economicos.

Para cozer o tijolo em médas, traça-se n'um terreiro um rectangulo ou um quadrado, e constroe-se ahi uma pyramide truncada com os tijólos a cozer; dispõem se estes de cutélo, *fig. 33*, e por fiadas formando camadas ou *adagues* eguaes, deixando entre elles canaes longitudinaes

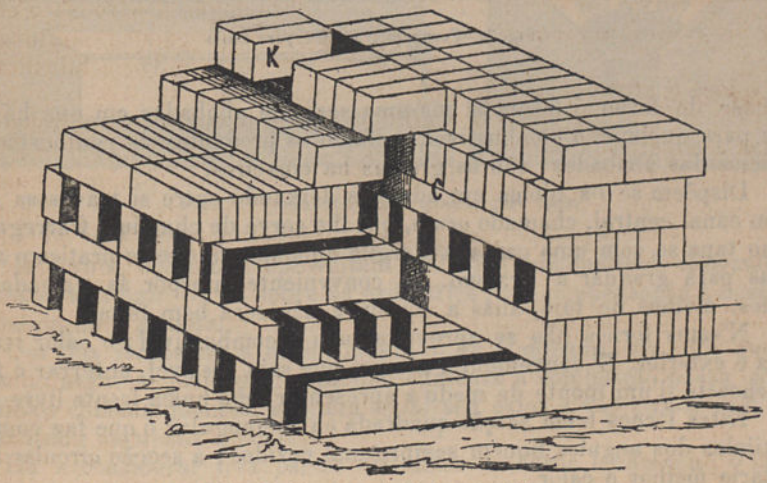


Fig. 33—Cozedura do tijolo em médas

ou *travessas* onde se dispõe o combustivel e onde circulam os productos da combustão.

Emprega-se como combustivel a lenha, o carvão de madeira, o de pedra, etc.

Cobre-se e luta-se, o que se chama *encamisar*, com palha e barro amassado para evitar a irradiação do calor. Accende-se o fogo e vão-se abrindo orificios d'espaço a espaço para auxiliar a combustão; a cozedura demora pelo menos tres dias.

O systema é economico pois evita-se a construcção d'um forno; a percentagem, porém, de tijolos mal cosidos é muito grande e ha perda de combustivel. Só vale a pena empregal-o n'um pequeno fabrico local e onde haja abundancia de combustivel e d'argila.

Os fornos intermitentes, *fig. 34*, consistem em grandes superficies planas formadas de tijolos refractarios, cercadas por altos muros d'alvenaria.

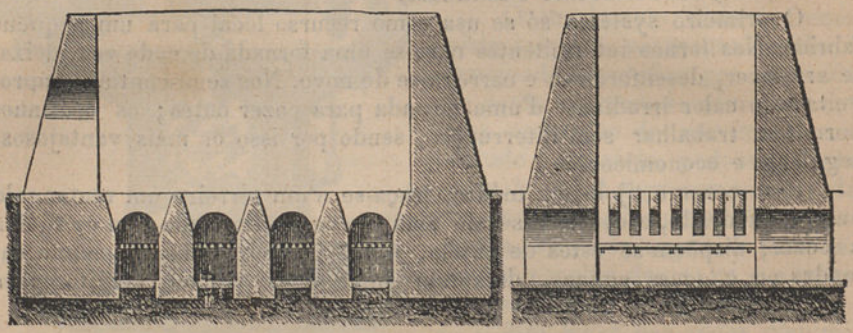


Fig. 34—Forno intermitente para tijolo

A base do forno é formada por uma serie de abobadas em que ha grelhas para queimar o combustivel, sahindo os productos da combustão por orificios das abobadas; sôb as grelhas ha cinzeiros.

Dispõem se os tijolos em adagues deixando entre si travessas além d'um canal central, chamado *oculo*, que lhe serve de chaminé. Carregado o forno tapa-se com uma camada d'argila e palha, em que se praticam aberturas para graduar a tiragem. E' conveniente interpôr ás camadas de tijolos, molhos de tojo, aliás a cozedura não será bem feita.

N'estes fornos não se aproveita bem o combustivel; o calor irradia para o exterior. E' conveniente, sempre que seja possivel, enterrar o forno na encosta d'um monte de modo a apresentar uma unica frente livre.

Estes fornos teem secção quadrada ou rectangular o que faz com que os tijolos dos angulos fiquem sempre mal cozidos; a secção circular aproveitaria melhor o calor.

Podem estes fornos ser cobertos na parte superior por uma abobada, *fig. 35* com diversas chaminés que se conservam fechadas no começo da operação, abrindo-se gradualmente para regular a tiragem. Nos fornos cobertos aproveita-se mais o combustivel e a cozedura faz-se melhor.

Como na cozedura em médas, depois de cozidos os tijolos, apagam-se as fornalhas e deixa-se arrefecer para poder desenformar.

Os fornos semi-continuos são formados por dois ou mais fornos intermitentes justapostos ou sobrepostos; aproveita se o calor irradiante da cozedura de um dos fornos para começar a cozer a fornada do segundo forno. Quando a primeira fornada está cozida, apaga-se a fornalha e

accende-se a do segundo; cozida a fornada d'este apaga-se-lhe o fogo e accende-se a do terceiro, e assim por diante até ao ultimo.

O aproveitamento do combustivel é melhor, visto os productos da combustão irem de forno em forno cozendo os tijólos; obtem-se assim uma continuidade relativa.

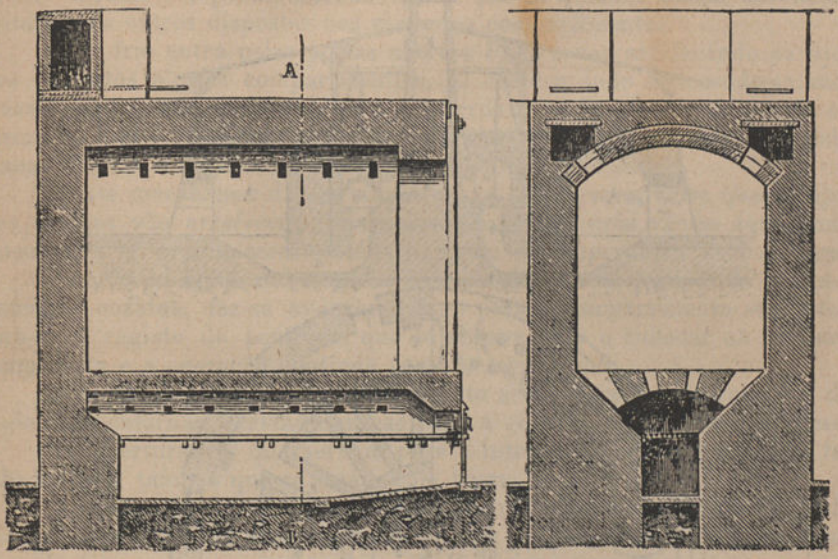


Fig. 35—Forno intermitente coberto para tijolo

Os fornos continuos aproveitam melhor o combustivel, chegando a economia a atingir 70 % sobre os ordinarios; em compensação a despeza de instalação é grande.

Um dos fornos mais conhecidos é o de Hoffmann, *fig. 36*, que se funda no seguinte principio: o ar que alimenta a combustão passa sobre os tijólos cozidos quentes, apodéra se do seu calor e vae passar seguidamente sobre os tijolos a cozer.

Ha a considerar tres partes distinctas no forno Hoffmann: o laboratorio, a camara de fumo e a chaminé.

O laboratorio é formado por uma galeria anellar *A A*, cuja secção é, em geral, de 3^m de largo por $2^m,0$ d'alto. Penetra-se n'esta galeria por doze portas *P* praticadas no muro exterior. No interior da galeria *A*, e entre duas portas successivas, ha uma corrediça *C* em que se póde introduzir um registo, entrando n'uma fenda da abobada do forno. Sendo o numero das corrediças egual ao das portas, póde considerar-se o forno dividido em doze compartimentos. Em cada compartimento e perto da corrediça, ha um canal *R*, terminado n'uma segunda galeria anellar *a*, ou *camara de fumo*, e concentrica com *A*

A camara de fumo *a* communica por quatro outros canaes *b*, com a chaminé *K*, que se acha no centro do forno.

Afim de poder interromper a communicação entre a camara de fumo e cada um dos compartimentos, estão dispostas n'esta camara doze campanulas *m*, que manobradas exteriormente podem interceptar um qualquer dos canaes *R*.

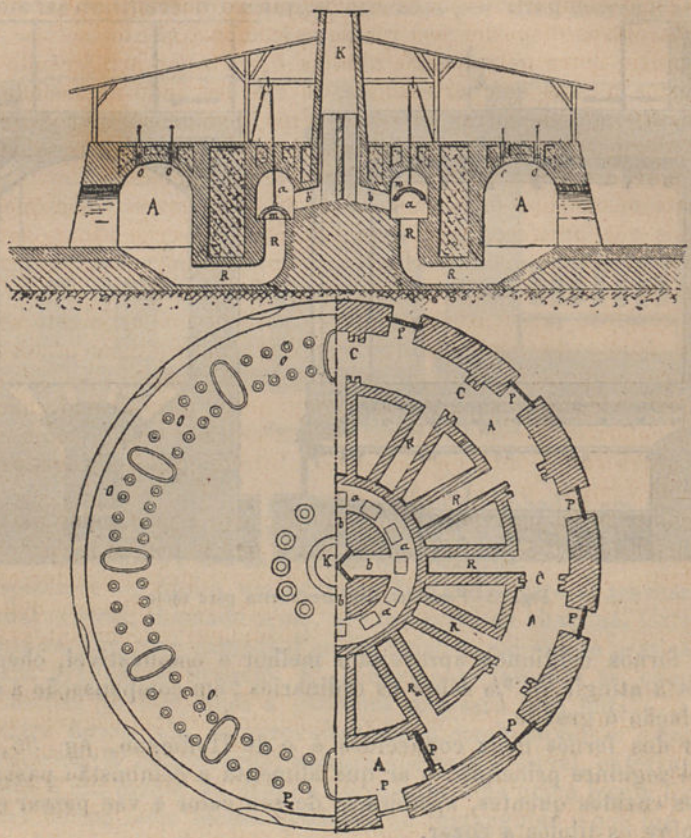


Fig. 36—Forno continuo systema Hoffmann

O espaço comprehendido entre as duas galerias é preenchido com areia para concentrar o calor.

Funcciona o forno do modo seguinte: Suponhâmos o registo *p* colocado em um qualquer dos compartimentos; d'um lado, o esquerdo por exemplo, d'este registo, a campanula *m*, que cobre a conducta do forno mais proxima, está levantada, estando todas as outras baixadas; as duas portas exteriores P_2 do lado esquerdo da corrediça estão abertas, todas as

mais fechadas. No primeiro compartimento á direita do registo estão os tijolos que vão soffrer a ultima phase da cozedura; é ahi que se vai accender o fogo. No primeiro compartimento á esquerda estão os tijolos crús; é por ahi que se faz a entrada do ar frio.

Activa-se o fogo no compartimento junto da corrediça, estando n'este mesmo compartimento os tijolos que se querem acabar de cozer, estando os outros dispostos nos restantes compartimentos.

O ar frio entra pelas portas abertas P_2P_2 e vae arrefecendo os tijolos dispostos n'estes compartimentos, já cozidos, indo aquecendo-se successivamente até encontrar os tijolos crús e vindo por fim já quente ao primeiro compartimento, onde vae alimentar a combustão, sahindo pelo canal *R* para a camara de fumo e d'ahi para a chaminé.

D'este mecanismo da circulação do ar e dos gazes, vê-se que os tijolos cozidos vão arrefecendo insensivelmente e os crús vão-se aquecendo successiva e gradualmente até attingirem a temperatura da cozedura.

Quando os tijolos submettidos á acção directa do fogo estão completamente cozidos, faz-se avançar o fogo para o compartimento seguinte; tira-se o registo do ponto em que se achava para o collocar na ranhura immediata e a operação continua como anteriormente.

A porta aberta á esquerda do registo serve para desenfornar e a do lado para enfornar, servindo ambas para a entrada do ar, como se disse.

As aberturas *C* que servem para a introducção dos registos são fechadas com tampas que se lutam com barro.

O combustivel carrega-se por agulheiros *o o* praticados na abobada do forno, muito proximos uns dos outros, e que se podem fechar com tampas de ferro, no centro das quaes ha um vidro para se poder examinar o fogo. O carvão póde ser miudo e de qualidade inferior, deitando-se com colheres de dois a tres kilos de capacidade e com intervallos pequenos.

No forno dispõem-se os tijolos deixando entre si pequenas galerias de $0^m,35$ d'alto por $0^m,25$ de largo, empilhando-se em seguida como nos outros fornos; sómente sôb cada abertura de carregamento *o*, pratica-se uma chaminé vertical em que se dispõem alguns tijolos em cruz de duas ou tres alturas differentes, para impedir que o carvão cáia até o fundo da chaminé e ahi se accumúle difficultando a entrada do ar.

Se o forno trabalha regularmente, deve avançar se um compartimento todas as 24 horas, ficando os tijolos doze dias dentro do forno.

A fórma do forno é indifferente; póde ser circular, elliptica, ou outra qualquer. A chaminé póde ser collocada no centro ou exteriormente, sendo então ligada á camara de fumo por uma conducta.

Para um fabríco diario de 10:000 tijolos demanda a construcção de um forno Hoffmann, 500 metros cubicos d'alvenaria, incluindo a chaminé, 170^{m3} d'areia e cêrca de 3:700 kilos de ferro forjado e fundido. A despeza de combustivel é de 100 kilos por cada milheiro de tijolos cozidos. E' facil com estes dados fazer uma estimativa d'um forno para uma dada producção.

59 — **Tijolos refractarios.** — A qualidade mais importante que deve possuir o tijolo destinado á construcção, pelo menos da parte interna das fornalhas e fornos é não fundir, nem sequer amollecer ás altas temperaturas a que fica exposto, já continuamente, já com intermitencias. O tijolo que satisfaz a estas condições é o chamado *tijolo refractario.*

Para o seu fabríco usa-se a argila já de si refractaria, que é um barro plastico ou argila figulina, pobrissima em cal e oxydo de ferro e isenta de pyrites, de gêsso, etc., mas podendo conter carvão que a enegrece sem alterar, porém, as suas qualidades.

O fabríco do tijolo e dos outros productos refractarios requer muito mais cuidado que o do tijolo commum. A lotação da argila com o seu correctivo deve ser cuidadosamente feita para que a pasta tenha plasticidade necessaria e nunca demasiada, afim de que se não deforme na cozedura. Como correctivo deve usar-se de preferencia o pó da propria argila cozida, moído e peneirado. É conveniente fazer a mistura em sêcco, empregando a argila plastica tambem em pó fino; a trituração da argila sêcca crua e da cozida, faz-se facilmente por meio de um triturador Carr ou de um moinho de balas, como os do systema Krupp, ou ainda de um moinho de galgas.

A moldação é analoga á dos tijolos communs, mas a cozedura é feita a uma temperatura mais elevada; esta deve ser tal que os productos refractarios não soffram contracção alguma quando se empreguem. O tempo de cozedura é tambem mais longo pela mesma razão.

60 — **Tijolos silico-calcareos.** — O tijolo silico-calcareo é um producto muito em voga na Allemanha onde se fabríca em larga escala e por differentes processos, constituindo outros tantos privilegios. Entre nós é um producto recente sobre o qual se não póde formar opinião firme por pouco conhecido e empregado.

E' propriamente uma pedra artificial e constituido por silicato de calcio formado pela combinação da silica ou areia com a cal, sôb a acção do vapor d'agua em pressão; é por assim dizer uma argamassa moldada e endurecida.

O seu fabríco resume se em duas palavras: Usam-se como materias primas a cal viva e a areia siliciosa. Misturam-se intimamente estas duas substancias em machinas funccionando automaticamente; submettem-se á acção do vapor d'agua e quando se começa a formar o silicato de calcio, resultante da reacção entre a silica e a cal, comprime se a mistura em moldes eguaes aos dos tijolos e das telhas e de que a *fig. 37* mostra um dos variados typos; é uma prensa giratoria consistindo n'uma mesa horisontal animada de movimento de rotação em torno de um eixo vertical e que apresenta oito caixas com a fórma do tijolo e que vão passando seguidamente sôb um cunho fixo, exercendo-se a pressão de baixo para cima por meio d'um embolo que faz subir o fundo de cada caixa comprimindo a pasta d'encontro ao cunho fixo. O movimento é recebido d'um motor por meio d'um tambor em cujo veio está montado o excentrico destinado a manobrar o embolo compressor.

Obtido pela compressão o aglomerado é posto n'um vagonete especial que entra n'uma autoclave, ou cylindro de endurecimento, onde se completa a reacção chimica, sob a acção do vapor d'agua á pressão de 6 a 8 ou mesmo 10 atmospheras.

Dura a operação 6 a 12 horas, segundo o grau de pureza da cal e a qualidade da areia.

Quando saem dos cylindros, os aglomerados ou tijólos silico-calcareos tem a dureza precisa e estão promptos a serem empregados nas construcções.

Os tijólos silico-calcareos são susceptiveis de se córarem diversamente,

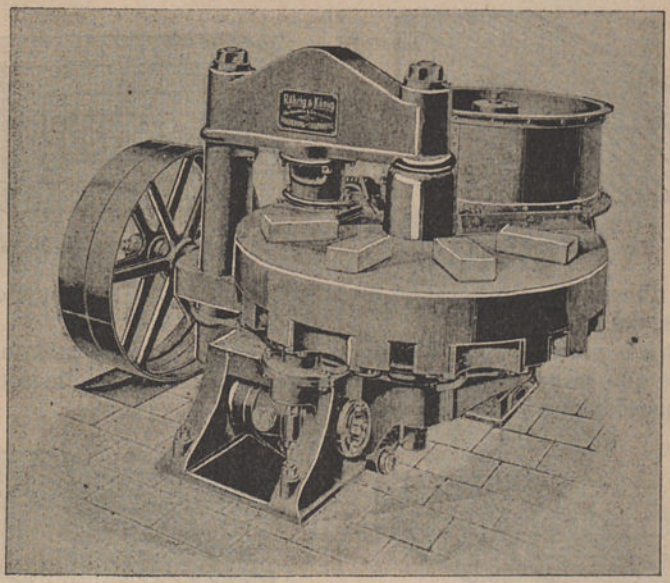


Fig. 37—Prensa giratoria para tijolo, etc.

juntando á massa as côres precisas, fazendo-se cinzentos, vermelhos, amarellos, etc., e podem pela moldação receber fórmas variadas.

Apresentam vantagens sobre os tijólos ordinarios, no dizer dos fabricantes; o seu fabríco é mais simples e rapido, e offerecem maior resistencia ao esmagamento. Teem bom aspecto para ficarem á vista, evitando o rebouco com argamassa, que é preciso fazer correntemente com o tijolo vulgar, e pela combinação das suas diversas côres obteem-se bellos effeitos na decoração das paredes e muros.

Teem tambem defeitos segundo algumas pessoas que os empregam: são *frios*, isto é, não absorvem agua bastante para fazerem tão bôa prêsa

como o tijolo ordinario; além d'isso são mais difficeis de cortar e talhar com a *picadeira* nas fórmas convenientes, porque a sua fractura é muito irregular.

61 — **Principaes typos de tijólos usados entre nós.** — Encontram se no mercado diversos typos de tijolo de que indicaremos os mais vulgares.

O *tijolo burro*, *fig. 38*, empregado nas alvenarias ordinarias tem geralmente $0^m,23 \times 0^m,11 \times 0^m,07$; ha porém fabricantes que lhe dão maiores dimensões.

O *tijolo rebatido* ou *ladrilho*, analogo ao tijolo de alvenaria, mas de

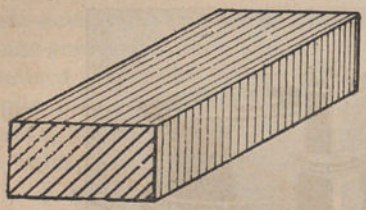


Fig. 38—Tijolo burro

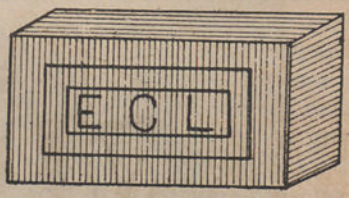


Fig. 39—Tijolo prensado

maiores dimensões, em geral $0^m,30 \times 0^m,15 \times 0^m,03$ empregado em pavimentos, etc.

O *tijolo prensado*, *fig. 39*, empregado para o guarnecimento de vãos e sempre que se precisem arestas bem definidas; tem geralmente as mesmas dimensões que o tijolo burro.

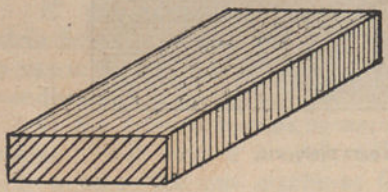


Fig. 40—Tijolo de alvenaria

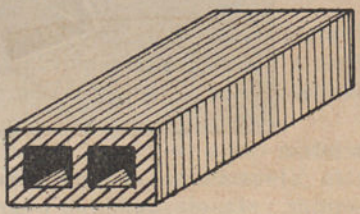


Fig. 41—Tijolo furado de dois canaes

O *tijolo d'alvenaria*, *fig. 40*, analogo ao burro mas mais delgado, empregado em sobre arcos, cimalhas, etc. Tambem se usa como ladrilho para pavimentos, sendo então as suas dimensões maiores.

O *tijolo óco ou furado*, *figs. 41, 42, 43* e *44*, de numero variavel de canaes, 2, 3, 6, 8 e 9, usado em paredes, tabiques, arcos, etc., devido a ser mais leve que o tijolo cheio. Tambem se fabríca tijolo d'alvenaria furado, de dois e tres buracos, *fig. 45*.

Além d'estes tijolos de fabríco corrente ainda se encontram no mercado tijolos de fórma especial, como: o *tijolo curvo*, *fig. 46*, cheio, desti-

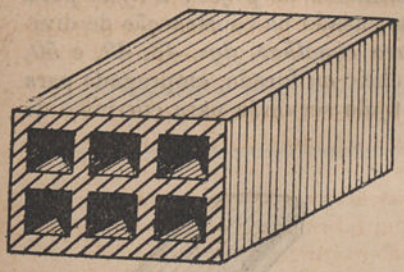


Fig. 42—Tijolo furado de 6 canaes

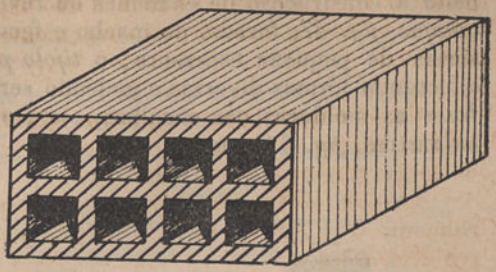


Fig. 43—Tijolo furado de 8 canaes

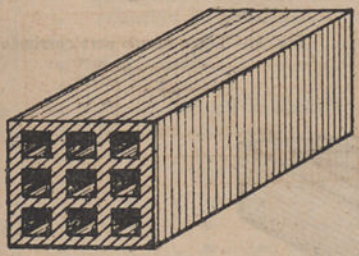


Fig. 44—Tijolo furado de 9 canaes

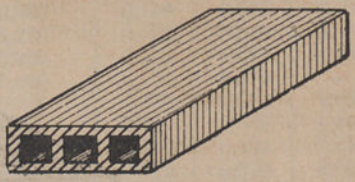


Fig. 45—Tijolo d'alvenaria furado

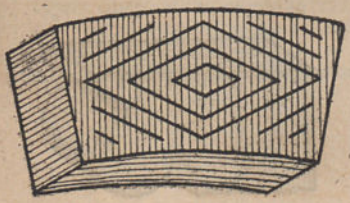


Fig 46—Tijolo curvo para chaminés

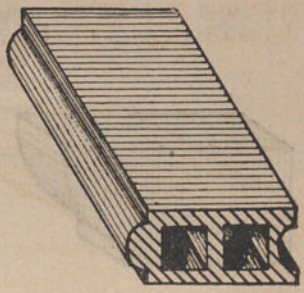


Fig. 47—Tijolo de macho e femea para tabique

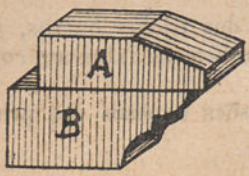


Fig. 48—Tijolos cheios para cimalhas

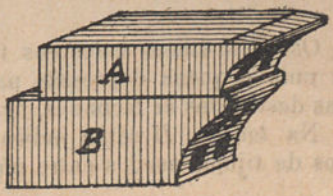


Fig. 49—Tijolos furados para cimalhas

nado á construcção de chaminés ou revestimento de poços; o *tijolo para tabique*, *fig. 47*, furado, de macho e femea, usado na construcção de divisorias de pequena espessura; o *tijolo para cimalhas*, *figs. 48*, *49*, e *50*, affectando fórmas diversas e podendo ser cheio ou furado, empregado para fazer as molduras das cimalhas, etc.; o tijolo servindo para corrimão de balaústres, *fig. 51*; etc.

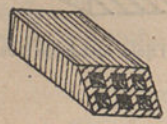


Fig. 50—Tijolo furado para cimalha

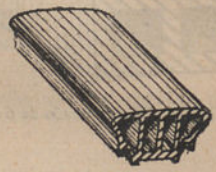


Fig. 51—Tijolo furado para corrimão

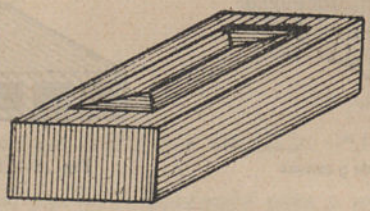


Fig. 52—Tijolo silico-calcareo

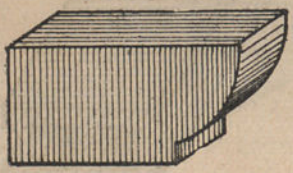


Fig. 53—Tijolo silico-calcareo para cimalha e humbreiras

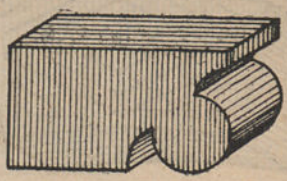


Fig. 54—Tijolo silico-calcareo para cimalhas

Os tijolo-silicos calcareos teem a fórma dos tijolos burros, *fig. 52*, com uma pequena depressão nas faces, e tambem se fabricam com molduras destinadas ás fachadas, *figs. 53* e *54*.

Na *tabella II* estão indicadas as dimensões e pesos dos principaes typos de tijolos usados entre nós.

TABELLA II

Dimensões e pesos dos principaes typos de tijolos

Numero das figuras	Nomes	Dimensões			Peso por tijolo
		Comprimento	Largura	Altura	
		m	m	m	k
38	Tijolo burro	0,230	0,110	0,070	3,190
39	» prensado	0,230	0,110	0,065	3,060
–	» rebatido ou ladrilho.....	0,300	0,150	0,030	2,200
–	» » » »	0,260	0,140	0,035	2,000
40	» d'alvenaria.....	0,230	0,110	0,035	1,765
»	» »	0,230	0,110	0.030	1,400
46	» curvo, de raio variavel.	0,230	0,120	0,070	3,000
41	» furado de 2 buracos.....	0.230	0,110	0,075	2,680
»	» » » »	0,250	0,120	0.070	–
–	» » 3 »	0,230	0,110	0,050	1,600
–	» » » »	0,250	0,120	0.035	1,400
42	» » 6 »	0.230	0,110	0,100	3,750
»	» » » »	0,230	0,110	0,070	2.680
43	» » 8 »	0 250	0,250	0.120	9,000
–	» d'alvenaria furado 2 canaes..	0 230	0,110	0.035	1,700
45	» » » 3 .	0,230	0,110	0,040	1,460
»	» para tabique (macho e femea.	0,360	0.190	0 055	4,680
51	Corrimão para balaustres.....	0,400	0,330	0,120	–
48	Tijolo para cimalha	0,220 e 0,150	0,110	0,070	–
50	» » »	0,230	0,110	–	–
52	Tijolo burro silico calcareo	0,230	0 110	0,070	3,400
53	» para cimalha silico calcareo .	0,220 e 0,150	0,110	0,070	2.620
54	» » » » ..	0,230 e 0,130	0.120	0,070	2,720

CAPITULO VII

Telhas e outros productos ceramicos

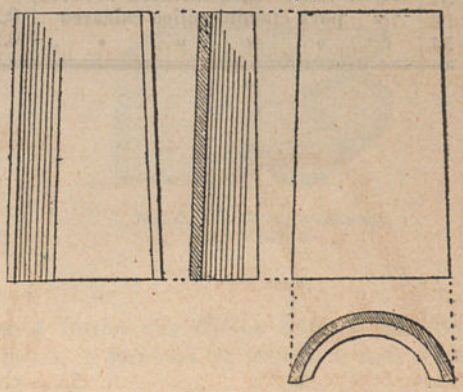
62—**Telhas; generalidades.**—A telha é a cobertura mais universalmente empregada; é mais duradoura e economica que qualquer dos outros materiaes usados para o mesmo fim, como a ardosia, a pedra, o ferro zincado, o asphalto, o chumbo, etc.

A materia prima empregada no seu fabríco é a argila, a qual deve ser escolhida com mais cuidado do que no fabríco do tijolo; é preferivel o uso da argila gôrda, que deve ser convenientemente lotada, para que no enxugo e cozedura se não deforme.

Uma boa telha deve ser leve para não sobrecarregar escusadamente a estructura dos telhados; deve ser dura e resistente para supportar o peso da neve, das pessoas, etc.; deve ser liza para permittir a rapida vazão das aguas; não deve ser geladiça; deve ser impermeavel, isto é, não deve absorver agua, o que teria o inconveniente de augmentar o peso do telhado e ir embeber d'agua o madeiramento, concorrendo para o seu rapido apodrecimento. Além d'estes quesitos, a telha deve satisfazer a todas as outras condições já indicadas para os tijolos.

63—**Typos de telhas mais usados.**—Ha dois typos de telhas empregadas entre nós: as curvas e as chatas. As primeiras são as telhas romanas curvas e as suas variantes; as segundas são as telhas de Marselha e as d'escama.

A *telha romana* ou de *canudo*, *figs. 55* e *56*, é constituida por um tronco de cone cortado



Figs. 55 e 56—Telhas romanas ou de canudo

por um plano parallelo ao eixo, formando meia cana. Dispõem-se no telhado no sentido da sua corrente, formando filas parallelas ou *canaes*, *a*,

fig. 57, assim chamados por apresentarem a concavidade para cima, cobrindo-se as arestas de duas filas consecutivas com outra de telhas ou *co-*

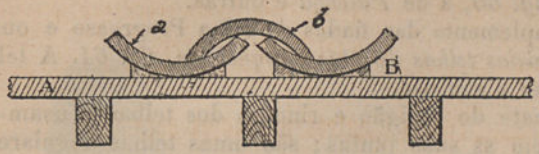


Fig. 57—Collocação das telhas de canudo

bertores, *b*, com a concavidade voltada para baixo; ligam-se as telhas entre si com argamassa.

A telha de Campolide é uma telha curva analoga á precedente mas de maiores dimensões, mais chata e larga. E' vidrada para permittir o rapido escoamento das aguas: as arestas, bem como a parte inferior que fica voltada para o vigamento da telhado, não são vidradas para que a argamassa adhira bem.

A telha hollandeza, *fig. 58*, não usada entre nós, tem a secção d'um

Fig. 58—Telha hollandeza

S; é constituida, por assim dizer, por um cobertor e um canal.

As telhas chatas ou de Marselha teem a vantagem sobre as descriptas de não precisarem argamassa para se ligarem entre si, permittindo assim fazer telhados muito mais leves, reduzindo-se as dimensões dos vigamentos.

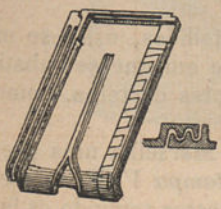


Fig. 59—Telha de Marselha

Fig. 60—Telha «Progresso»

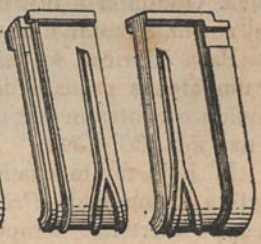


Fig 61—Meias telhas, direita e esquerda

A telha de Marselha, *fig. 59*, é chata e guarnecida de dois canaes longitudinaes, formando encaixe para permittir a ligação das telhas entre

si; na parte superior tem um cutélo e inferiormente um outro em sentido contrario, que servem do mesmo modo para a sua ligação.

Entre nós fabricam se differentes typos de telha de Marselha, como a *Progresso*, *fig. 60*, a de *Palença* e outras.

Para complemento das fiadas de telha Progresso e outras é preciso empregar as *meias telhas direitas e esquerdas*, *fig. 61*. A telha de Palença dispensa porém o seu uso.

Para remate do espigão e rincões dos telhados usam-se *telhões*, *fig. 62*, que cobrem as suas juntas; são umas telhas angulares, de grandes

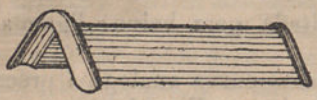


Fig. 62—Telhão

Fig. 63—Telha de escama

dimensões, que dividem as aguas dos telhados. A's vezes estes telhões são ornamentados.

Um outro typo de telhas, usado principalmente na cobertura de mansardas e em telhados de muito ponto, é a *telha d'escama*, *fig. 63*, analoga á d'ardosia, e que é apenas uma placa chata de fórma rectangular, com a parte inferior arredondada; fixa se ao telhado por arames que entram em dois pequenos furos.

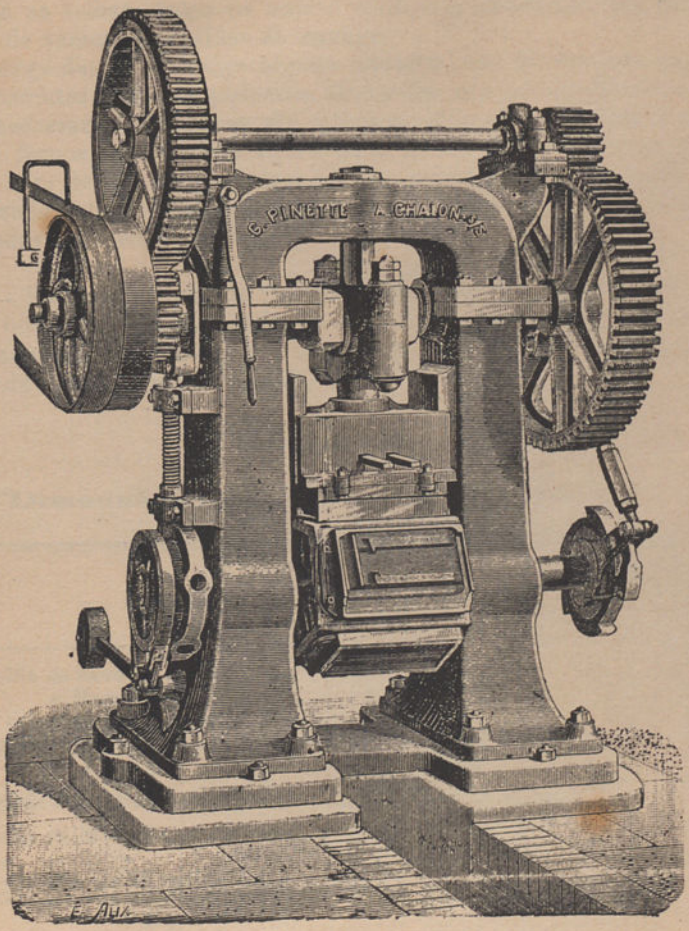
Todas as telhas descriptas se podem vidrar, apresentando então a côr da ardosia e prestando-se á decoração pela combinação com a telha vermelha.

64 — **Fabríco da telha.** — A moldação das telhas póde fazer-se manual ou mecanicamente. A telha de meia cana é em geral moldada manualmente em fôrmas: preparada a pasta, deita-se n'um molde de madeira com as dimensões da telha planificada e procede-se como no fabríco dos tijolos. Obtida esta *lastra*, colloca-se n'um *molde* curvo em meia cana, ao qual se faz adaptar e onde se põe a enxugar.

Para fabricar as telhas chatas, e mesmo os telhões, usam-se mais geralmente as prensas de parafuso, já descriptas, e em que se substitue o molde e contra-molde do tijolo pelos correspondentes da telha, como se vê nas *figs. 30* e *31*.

E' hoje muito usada no fabríco das telhas de Marselha uma prensa rotativa denominada *Prensa revolver*, e de que a *Estampa VIII* representa um typo corrente. Compõe-se de cinco moldes, dispostos segundo os lados d'um pentagono em torno d'um eixo horisontal e que passam successivamente sôb uma especie de pilão terminado pelo contra-molde das telhas, o qual é accionado pelo motor por meio d'um systema d'engrenagens, dispostas de modo que a cada quinto de rotação do eixo inferior corresponda uma descida do pilão. Os moldes são de gêsso e de facil substitui-

Estampa VIII



Prensa *revolver* para telha

ção. Dois homens podem fabricar com esta prensa cinco mil telhas em dez horas de trabalho; o moldador deita seguidamente sobre cada molde um pedaço de pasta sahida do amassador mecanico e o ajudante vae recebendo as telhas moldadas n'uma *estancia* e passando-as para o rebarbador.

Todas as telhas, como os outros productos ceramicos, são rebarbadas antes de serem conduzidas ao enxugo.

O enxugo das telhas exige alguns cuidados, não se devendo expôl-as a fortes correntes d'ar que poderiam alterar-lhe as suas ulteriores qualidades. E' necessario enxugal-as sôb telheiros abrigados e, sendo possivel, junto aos fornos, ou mesmo sobre elles para a temperatura se manter constante afim de que os productos obtidos sejam de boa qualidade.

A cozedura das telhas faz-se nos mesmos fornos e pelos mesmos processos usados para cozer tijólos.

65. — Na tabella III vão indicadas as dimensões, e o peso e o numero de telhas por metro quadrado de telhado. Para a telha de canudo vão indicadas 36 a 42 telhas por metro quadrado, o que depende do telhado ser de *valadio* ou *mouriscado*.

TABELLA III

Dimensões e peso das telhas e telhões

Numero da figura	Designação	Dimensões	Peso por unidade	Numero de telhas por metro quadrado
55 e 56	Telha de canudo.....	0m,40	1k.800	36 a 42
59 e 60	» » Marselha.....	0m,42 × 0m,25	3k.000	14
63	» » escama.....	0m.26 × 0m.14	1k.160	30
62	Telhões para espigão.....	0m.50	3k.700	–
»	» » »	0m.40	2k.170	–
76	Telhão de rebaixo para algeróz.....	0m.55 × 0m.14	3k.650	–
		0m.55 × 0m.10	2k.100	–
77	Telha de Marselha com passadeira...	0m.42 × 0m.25	4k.750	–
79	» » » » ventilador....	0m.42 × 0m.25	4k.900	–
61	Meia telha de Marselha.....	0m.42 × 0m.16	1k.900	–

66 — **Tubos de barro e de grés ceramico.** — Os tubos ou manilhas são muito empregados nas construcções como encanamentos. As manilhas de barro ordinario não podem ser empregadas em canalisações d'esgoto por não serem impermeaveis. Para este fim usam-se, ou devem usar-se exclusivamente os tubos de grés ceramico, reservando-se os de barro porôso para *drenagens*.

Os tubos teem em geral a fórma cylindrica de secção circular e terminam n'um dos lados por um alargamento ou bôca, servindo para embo-

quilharem uns nos outros. Podem comtudo ter a fórma quadrada ou rectangular.

A pasta para estes tubos é constituida por argila plastica não lavada e que deve ser isenta de grãos de areia grossa calcarea ou siliciosa, para que se apresente bem homogenea, usando-se como correctivo uma argila menos plastica ou a areia siliciosa fina.

Preparada a pasta pelos processos já descriptos segue-se-lhe a moldação que só se faz manualmonte nas pequenas olarias onde se fabricam as manilhas de barro ordinario.

A moldação mechanica faz-se em differentes machinas especiaes como a da *Estampa IX*, a qual se compõe d'um cylindro vertical de ferro fundido aberto superiormente e tendo no fundo uma fieira anellar com o diametro da manilha que se quer moldar. Dentro do cylindro funcciona um embolo manobrado por duas cremalheiras que recebem movimento por meio d'umas rodas de engrenagem. Deita-se a pasta no cylindro a qual, comprimida pelo embolo é forçada a sahir pela fieira; esta tem a fórma da bôcca da manilha e um rebordo sobre que ella assenta ao sahir do cylindro e d'onde é retirada para ir para o enxugadoiro.

Esta machina é geralmente movida a braços, mas ha-as tambem movidas mecanicamente. Póde fabricar 800 manilhas por dia de trabalho.

Póde tambem empregar se para a moldação a machina de fieira, representada na *Estampa VII* substituindo apenas a fieira fixa por um molde apropriado. Como a fieira molda um tubo cylindrico de grossura uniforme é preciso depois formar-lhe a bôca o que se faz com um molde apropriado, *puxando* o barro do tubo formado e cingindo-o ao molde até lhe dar a forma precisa.

O enxugo das manilhas de grés ceramico exige mais cuidado ainda que o das telhas; deve fazer se em telheiros onde se dispõem horisontalmente em prateleiras; quando enxambradas rolam-se n'um plano bem liso para lhe tirar qualquer deformação e em seguida cozem-se em fornos.

Na cozedura põem-se os tubos verticalmente e havendo tubos de dimensões variaveis, introduzem se uns dentro dos outros para economisar espaço. A cozedura prosegue até a pasta mostrar um começo de fusão. Se as manilhas devem ser vidradas, que é o caso mais geral, mettem-se depois de cozidas n'um banho d'agua tendo em diluição areia fina siliciosa e zarcão, sendo seguidamente recozidas.

Póde-se evitar o recozimento deitando no forno, quando as manilhas estão quasi cozidas, uma porção de sal marinho. Este volatilisa-se e decompõe-se em presença da silica da pasta, formando um vidrado silico-alcalino (silicato de sodio) em camada uniforme e pouco espessa.

Os tubos podem ter diversas fórmas e dimensões, prestando-se assim á construcção dos encanamentos com todas as suas ramificações.

Conforme a sua fórma assim recebem nomes diversos: o *tubo* ou *manilha*, *fig. 64*, que é recto; a *forquilha*, *fig. 65*, é um tubo recto com uma bifurcação em angulo agudo tendo ou não o mesmo diametro do tubo; a *cruzeta*, *fig. 66*, é uma forquilha dupla; a *cruz*, *fig. 67*, é um tubo com

uma ramificação ou bôca em angulo recto; o *cotovêlo, fig. 68*, que é uma manilha dobrada em angulo recto; a *curva, fig. 69*, para ligar duas linhas


Fig. 64


Fig. 65


Fig. 66


Fig. 67


Fig. 68


Fig. 69

de tubagens, e que póde ser mais ou menos aberta, sendo, em geral, de 90° ou 135°; o *sifão, figs. 70 e 71*, destinado a evitar o cheiro das canalisações no interior das habitações e que é simplesmente uma manilha dobrada em


Fig. 70


Fig. 71


Fig. 72

S; o *sifão de passagem ou interceptor, fig. 72*, que póde ter ou não bôca de limpeza, destinado a intercalar nos encanamentos; os *passadores, figs. 74 e 75*, ou *tubos de reducção* para ligar encanamentos de diametros diversos; os tubos, forquilhas, cruzetas, etc., com *bôcas de limpeza, fig. 73*, isto é, com uma abertura fechada com uma tampa de grés ou de ferro por onde se póde fazer a limpeza do encanamento, etc.

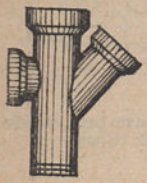


Fig. 73

As manilhas de barro ordinario teem, em geral, 0m,50 de comprimento e encontram-se no mercado com os seguintes diametros: 0m,03; 0m,05; 0m,08; 0m,10; 0m,12; 0m,15; 0m,18; 0m,20; 0m,22; 0m,25; 0m,30; 0m,35, e 0m,40.

Os tubos de grés ceramico teem 0m,60 ou 0m,70 de comprimento, e encontram-se com os seguintes diametros; 0m,03; 0m,04; 0m,05; 0m,06; 0m,07; 0m,08; 0m,10; 0m,11; 0m,13; 0m,14; 0m,15; 0m,17; 0m,18; 0m,20; 0m,25; 0m,30; 0m,40; 0m,47. Encontram-se no mercado manilhas de grés ceramico com 1m,0 de comprido por 0m,18 e 0,m23 de diametro interior.

67. — Ha ainda a considerar os *telhões de rebaixo* ou *telhões d'algeróz, fig. 76*, destinados a formar os algerózes dos telhados.

Outros productos ceramicos usados nos telhados são ainda: as *telhas de passadeira, fig. 77*; as *de chaminé, fig. 78*; as *de ventilador, fig. 79*; os ornatos para beiraes e para espigões de telhado, *figs. 80 e 81*; as *bacias* ou *funis, fig 82*, para ligar os algerózes com os tubos de queda das aguas

Fig. 74

Fig. 76 — Telhão de algeróz

Fig. 75

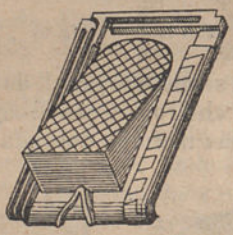


Fig 77 – Telha de passadeira

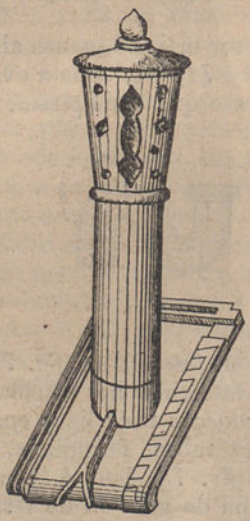


Fig. 78 – Telha de chaminé

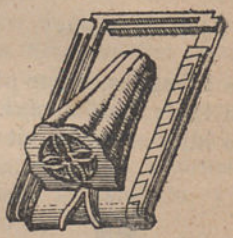


Fig. 79—Telha de ventilador

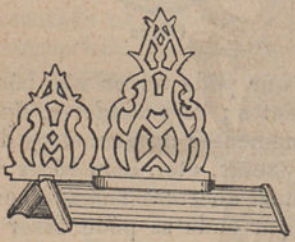


Fig. 80—Ornato para espigão de telhado

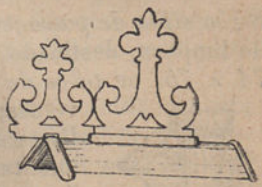


Fig. 81—Ornato para espigão de telhado

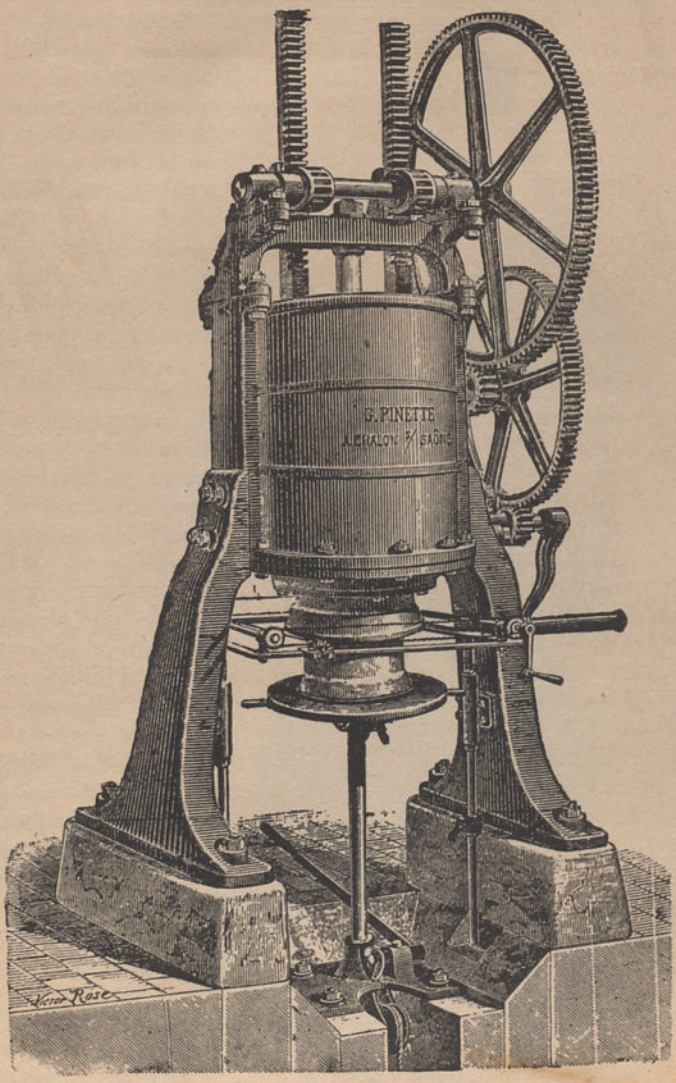
Fig. 82— Funil d'algeroz

Fig 83—Agulha para espigão

Figs. 84 e 85 Balaústres

pluviaes; os *remates* ou *agulhas*, *fig. 83*, para espigão; os *balaústres figs. 84 e 85*; os *corrimões para balaústres*, *fig. 51*; os *tijolos para cimalha*, *figs 48 e 49* com molduras apropriadas; etc., etc.

Estampa IX



Machina para fabricar manilhas de grés

68 — **Ladrilhos.** — Os *ladrilhos* propriamente ditos são tijólos de fórma quadrada ou hexagonal e d'espessura inferior á dos tijólos ordinarios; aos tijólos rebatidos de $0^m,300 \times 0^m,150 \times 0^m,030$ tambem se dá o mesmo nome. O seu fabrico é perfeitamente identico ao dos tijolos rebatidos e faz-se usando das mesmas machinas.

Os *ladrilhos mosaicos ceramicos* teem côr variavel e apresentam diversos desenhos; são cozidos, adquirindo uma notavel resistencia e inalterabilidade de côr.

Os *ladrilhos mosaicos hydraulicos* ou *de cimento* são formados por duas partes de cimento ou de cal hydraulica e uma d'areia fina bem lavada, que se misturam intimamente e se humedecem, moldando-se em seguida nas fôrmas das prensas de parafuso já descriptas, *figs. 30 e 31*, ou mesmo em prensas hydraulicas. A *fig. 86* representa uma prensa manual para moldar ladrilhos hexagonaes. O enxugo d'estes ladrilhos não deve ser inferior a 90 dias.

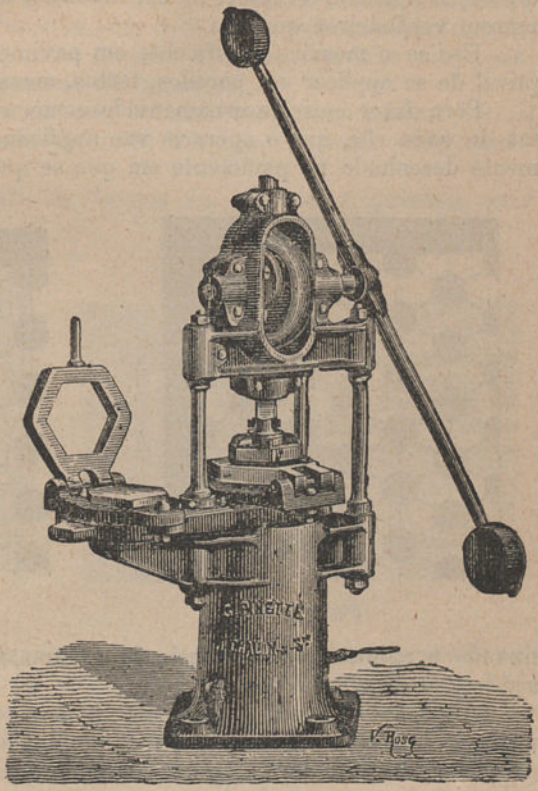


Fig. 86 — Prensa para moldar ladrilhos

Misturando com a pasta materias córantes d'origem mineral obteem-se ladrilhos de côr differente e com diversos moldes se podem conseguir desenhos variados.

As *figs. 87 e 88* representam dois modos differentes de dispor os ladrilhos hexagonaes; a *fig. 89* mostra um typo corrente de ladrilho quadrado.

Ha ainda um typo de ladrilho, d'origem belga, em relevo, d'uma grande dureza e impermeabilidade e muito apropriado para pavimentos de cavallariças.

As dimensões dos ladrilhos são, em geral, de $0^m,20 \times 0^m,20$ ou sejam 25 por metro quadrado. O seu peso regula por $1^k,570$ cada tendo os ladrilhos belgas, em relevo, o peso médio de $1^k,960$.

69 — **Mosaico.** — O *mosaico* é a combinação de pequenos fragmentos de pedras de varias qualidades, barro cozido, vidro, esmalte, etc., aglomerados por meio d'um cimento ou betume formado por cal, areia finissima, pozzolana e tijolo moído. Os pequenos fragmentos são cortados em cubos aproximadamente do mesmo tamanho e pela sua justaposição formam ornatos, flôres, animaes, etc., chegando mesmo a formarem verdadeiros quadros.

Usa-se o mosaico geralmente em pavimentos, mas tambem é susceptivel de se applicar em paredes, tectos, mezas, columnas, banheiras, etc.

Para fazer mosaico ornamentado começa-se por separar os fragmentos de cada côr, que o operario vae applicando sobre um esboço previamente desenhado no pavimento em que se quer applicar e ao qual os vae

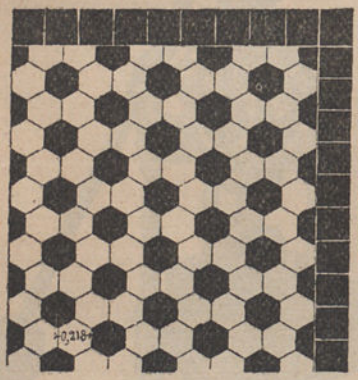


Fig. 87

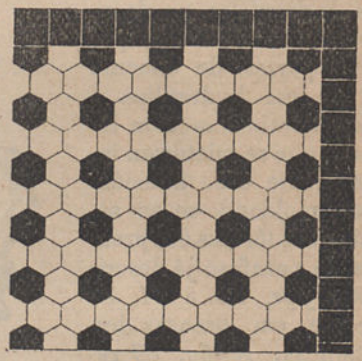


Fig 88

fixando e aglomerando por meio da argamassa acima indicada, que deve ser bastante fluida.

Acabado o desenho e estando sêcco o betume, pule-se com uma especie de *talocha* ou *desempenadeira*, acompanhando a operação com pó de grés bem fino diluido em agua; devem preencher-se com o betume citado todos os buracos ou fendas que appareçam. Depois de lavado lustra-se com cêra branca e terebenthina applicadas com um panno de lã.

Póde-se obter um mosaico mais economico empregando fragmentos de pedras de diversas côres que se misturam espalhando-as em camada uniforme sobre o sólo préviamente banhado na argamassa fluida; massa-se em seguida cautelosamente para conchegar as pedrinhas e deita-se nova camada d'argamassa para preencher todos os vasios. Depois de sêcco por completo desempena-se a superficie como ficou dito. Para fazer realçar este mosaico faz-se-lhe ás vezes uma cercadura ou faxa de pedrinhas maiores e de côr uniforme ou não, como se vê na *fig. 90.*

70 — **Azulejos.** — Os azulejos são empregados sobretudo no revestimento de paredes, quer exteriores, quer interiores.

Consistem em placas quadradas de louça vidrada n'uma das faces e apresentando côr uniforme ou desenhos variados; o tardós não é vidrado para que possa fazer péga com a argamassa.

O processo usado para os fabricar é o seguinte: começa se por formar uma pasta lotando argilas brancas de differente plasticidade até se obter um producto que não se deforme pela contracção na cozedura; deve formar um quadrado d'arestas bem definidas e perfeitamente desempenado, o que demanda um certo numero de ensaios prévios em consequencia da pequenissima espessura dos azulejos.

A pasta deve ser isenta de corpos estranhos, como pedras, etc., e deve ser muito bem amassada de modo a apresentar uma certa homogeneidade.

Fórmam-se seguidamente as *lastras* em moldes apropriados, quer

Fig. 89

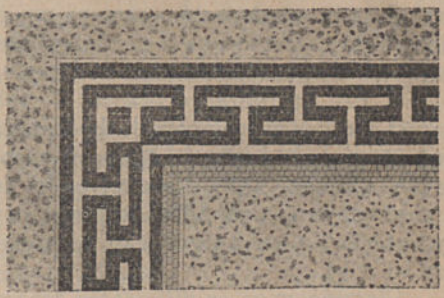


Fig. 90

manual, quer mecanicamente; os moldes podem ser lisos ou apresentarem desenhos em relevo. Depois de moldado o azulejo é rebarbado ou aparado e quando está enxuto mette-se no forno e expõe-se á acção do fogo durante umas doze horas.

E' em seguida vidrado para o que se lhe applica o chumbo, a areia e estanho finamente diluidos em agua, a que se adicionou uma pequenissima quantidade de barro plastico muito fino. Depois de applicado este vidrado (ou outro analogo) pinta-se o azulejo, para o que se usam diversos oxydos metallicos, sendo em seguida mettido no forno durante umas 36 horas, ficando no fim d'esse espaço de tempo prompto para se empregar.

As dimensões dos azulejos que vulgarmente se encontram no mercado são $0^m,14 \times 0,14$ ou 52 por metro quadrado, e $0^m,16 \times 0^m,16$ ou 39 por metro quadrado. Os primeiros pesam $0^k,300$ cada um e os segundos $0^k,390$ Tambem se fabricam azulejos em relevo de fórma rectangular, medindo $0^m,18 \times 0^m,12$ e $0^m,12 \times 0^m,14$.

Tambem se fazem azulejos mais finos de faiança ou pó de pedra, medindo $0^m,14 \times 0^m,14$ e $0^m,16 \times 0^m,16$ e mesmo $0^m,20 \times 0^m,20$.

CAPITULO VIII

Cal

71 — **Generalidades.** — Para o constructor o estudo da cal é dos mais importantes, porque da sua boa qualidade e apropriado emprego, depende em grande parte a solidez das obras d'alvenaria.

A cal é o resultado da calcinação das pedras calcareas carbonatadas; quando chimicamente pura, é constituida pelo protoxydo de calcio, mas na industria a cal contém sempre um certo numero de substancias provenientes do calcareo que a produziu, taes como a silica, alumina, oxydo de ferro, alcalis, magnesia, oxydo de manganesio, sulfato de calcio, etc., etc.

A cal, em geral, é branca, de sabor caustico, soluvel na agua, com a qual fórma pasta depois de hydratada. A cal *viva, caustica* ou *anhydra* hydrata-se pela acção da agua, com notavel elevação de temperatura, podendo attingir 300°, desenvolvendo ao mesmo tempo vapores causticos e produzindo grande effervescencia; augmenta de volume em resultado da hydratação, e se a agua não é em excesso de modo a formar pasta, reduz-se a pó.

Classificam se os differentes typos de cal em tres grupos, segundo as suas propriedades: *cal gôrda*, *cal magra* e *cal hydraulica*.

A *cal gôrda* é aquella que, em virtude da addição da agua, produz effervescencia com desenvolvimento de vapores causticos, augmentando de volume e reduzindo-se por fim a pó fino. Juntando lhe um excesso d'agua, fórma uma pasta unctuosa ao tacto, corredia, brilhante, fendendo em differentes direcções ao seccar. A quantidade d'agua absorvida pela hydratação é egual a tres vezes e meia o volume da cal viva.

O augmento de volume ou *empolamento* é maior quando se hydrata a cal logo após a sua sahida do forno. Quando se fórma o *leite de cal* ha ainda augmento de volume.

A cal que antes de hydratada se chamava *viva*, toma depois o nome de cal *extincta* ou *apagada*.

A *cal magra* ao apagar-se apresenta os mesmos phenomenos, mas só depois d'um certo tempo, e são sempre menos intensos que com a cal gôrda.

A pasta formada com a cal magra não é unctuosa, o augmento de volume é tambem menor, sendo aproximadamente egual a 2,25 vezes o volume primitivo, e ao formar-se a pasta ha sempre um residuo insoluvel, ao passo que com a cal gôrda aquella era homogenea.

A *cal hydraulica* apresenta os mesmos phenomenos de hydratação que a cal magra, com a differença porém, de sôb a acção d'um excesso d'agua, endurecer ou fazer *prêsa*, ao passo que a cal magra nas mesmas condições continuará molle.

A densidade apparente da cal, quando em pedra, é em média 0.85, ou seja 850 kilos o pêso do metro cubico; quando em pó, este pêso desce, em média, a 500 kilos. Estes numeros varíam com a qualidade e a proveniencia da cal.

As caes gordas e magras tambem recebem o nome de *aereas*, significando que fazem prêsa ao ar no fim d'um certo tempo, em opposição ás hydraulicas que fazem prêsa sôb a agua.

A cal aerea ainda se distingue no commercio, em duas qualidades, a *cal cozida a matto* ou *cal a matto*, e a *cal cozida a carvão* ou *cal a carvão*, as quaes, como o seu nome indica, se differencíam pelo processo differente de fabríco, o qual lhes communíca propriedades diversas, como adiante veremos.

A causa do endurecimento da cal aerea é a evaporação da agua que com ella fórma a pasta e tambem é devida, em parte, á regeneração do carbonato calcareo, originada pela acção do acido carbonico do ar sobre a cal.

A cal hydraulica tem a propríedade estimavel de endurecer ou fazer prêsa debaixo d'agua. Conhece-se que a cal faz prêsa quando póde suportar o pêso da agulha de Vicat, *fig. 91*, que é uma agulha metallica, cylindrica, liza, limpa e sêcca, cujo diametro é egual a $0^{m},00113$, encimada por um pêso de 300 grammas; a pressão exercida pela agulha é egual ao esforço médio do braço do homem e corresponde a $26^{k},5$ por centimetro quadrado.

O tempo preciso para a cal hydraulica fazer prêsa é muito variavel; depende da sua constituição, proveniencia e modo de fabríco.

Ha ainda a considerar a *cal limite*, cujo emprego em trabalhos hydraulicos se deve evitar; é uma cal que apresenta os caracteres da cal hydraulica, sem comtudo os conservar. Endurece debaixo d'agua, mas esse endurecimento é ephemero; com o tempo vai perdendo a cohesão que instantaneamente tinha adquirido e reduz-se a poeira em virtude de uma extincção retardada.

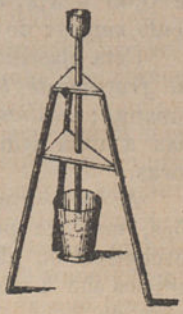


Fig 91

Se depois de amollecer se tritura, póde pelo seu emprego de novo fazer prêsa definitivamente, adquirindo dureza comparavel á da cal eminentemente hydraulica.

72 — **Hydraulicidade da cal.** — As propriedades notaveis das caes hydraulicas são devidas á presença da silica e da alumina na sua composição. O conhecimento d'este facto, devido a Vicat, permitte hoje o fabríco da cal hydraulica artificial formada pela adição da argila, (sili-

cato d'aluminio) á cal gôrda. Do mesmo modo pela prévia analyse d'um calcareo argiloso se póde prevêr o typo de cal hydraulica que elle naturalmente póde fornecer.

O elemento hydraulicicante, por excellencia, é a silica; a cal será tanto mais hydraulica quanto maior fôr a percentagem da silica. Esta pode encontrar-se nos calcareos combinada com o aluminio formando a argila ou póde estar no estado gelatinoso, soluvel nos acidos; só n'estes estados é susceptivel de produzir uma cal hydraulica. Se se encontrar porém no estado d'areia de grão apreciavel, torna-se inerte e o producto obtido não é hydraulico.

Parece, segundo Vicat, que a magnesia possue tambem, mas em menor grau, a propriedade de favorecer a hydraulicidade d'uma cal, mas em condições tão variaveis que é mais prudente rejeitar no fabrico da cal hydraulica todos os calcareos muito ricos em magnesia.

A percentagem da silica e da aluminia fórmam a base da classificação scientifica das caes, estabelecida por Vicat. Chamou elle *indice* ou *coefficiente de hydraulicidade* á relação, em peso, da silica e alumina para a cal, isto é,

$$\frac{Si\ O^2 + Al^2\ O^3}{O\ Ca}$$

Se o indice é zero, a cal é *gôrda*; de 0 a 0,1, a cal é *magra*; de 0,1 a 0,16, é *fracamente hydraulica*; de 0,16 a 0,31, *medianamente hydraulica* de 0,31 a 0,42, *propriamente hydraulica*; de 0,42 a 0,50, *eminentemente hydraulica*; de 0,50 a 0,65, é *cimento de prêsa lenta* ou *cal limite*; de 0,65 a 1,2, *cimento romano* ou de *prêsa rapida*; de 1,2 a 3,0, é *cimento magro*; de 3,0 para cima é *pozzolana*.

Esta classificação está hoje abandonada e substituida pela seguinte: *cal fracamente hydraulica* quando faz prêsa no periodo d'uma a duas semanas; *medianamente hydraulica* se a prêsa se faz no espaço de dois dias a uma semana; *eminentemente hydraulica* se a prêsa se faz em 48 horas.

A côr e a estructura d'um calcareo tambem podem fornecer indicações, mas de pouca confiança, permittindo saber de antemão se elle é susceptivel ou não de, pela cozedura, fornecer uma cal hydraulica; esses indicios são a côr escura, pardacenta, a pequena dureza e a estructura homogenea.

73 — **Fabrico da cal ordinaria.** — Produz-se a cal pela calcinação do carbonato calcareo á temperatura do rubro cereja (800 a 1:000 graus centigrados). Começa por se evaporar a agua de pedreira do calcareo, segue-se a decomposição d'este, evolando-se o anhydrido carbonico e ficando como residuo a cal ou oxydo de calcio.

Escolhida a pedra destinada ao fabrico da cal começa por partir-se em fragmentos, mas não demasiado pequenos; é conveniente tambem não

usar pedras muito grandes por serem mais difficeis de decompôr, exigindo uma temperatura mais elevada para se cozerem.

Sendo muito miudas teriam o inconveniente, além do augmento de custo devido á britagem, de difficultar a tiragem do ar preciso á combustão, em virtude dos pequenos intersticios deixados entre as pedras.

Não se podem comtudo estabelecer dimensões fixas para as pedras destinadas ao fabrico da cal, porque isso depende de varias circumstancias e especialmente do genero dos fornos usados; o que é essencial é collocar os grandes fragmentos de pedra nos pontos mais fortemente aquecidos.

A agua de pedreira exerce acção muito importante na cozedura do calcareo; evolando-se no estado gasôso favorece a libertação do acido carbonico, permittindo que a operação se faça a uma temperatura mais elevada e que a acção do calor seja mais energica. A agua de pedreira ainda actúa chimicamente; ao rubro o calor expulsa o acido carbonico e a agua combina-se com a cal, formando um hydrato de protoxydo de calcio, decomponivel a uma temperatura abaixo da de rubro. Pelo que fica dito, comprehende-se a necessidade de empregar a pedra logo após a sua extracção, quando ainda contenha a sua agua de pedreira.

A temperatura a que se expõem as pedras é variavel. A pedra susceptivel de dar cal gôrda ou magra póde, sem receio, ser aquecida acima do rubro cereja. Se a pedra dér pela sua cozedura cal hydraulica, não se deve ir além do rubro cereja, aliás póde-se formar um silicato duplo d'aluminio e calcio, que soffre um comêço de vitrificação, comportando-se a cal resultante como se fosse substancia inerte.

Deve, como principio, estabelecer-se que a temperatura do rubro vivo não deve ser excedida, convindo antes prolongar a acção do calor do que augmentar a sua intensidade.

A cozedura da pedra calcarea faz-se em fornos, que podem ser *intermitentes* ou *continuos* e applicaveis a combustivel de chamma curta ou comprida.

Em geral um forno é um espaço fechado por paredes grossas d'alvenaria, e em que se concentra e aproveita o melhor possivel o calor. Compõe-se d'um forte macisso d'alvenaria exterior, sempre que é possivel enterrado, para poder diminuir-lhe a espessura das paredes. Deixa-se um espaço anellar entre este macisso e o forno propriamente dito, construido com tijolo refractario. No espaço anellar deita-se areia, cinzas ou jôrra, para preservar, tanto quanto possivel, a alvenaria do macisso exterior do forno, e principalmente para evitar a perda de calor irradiante.

O *forno intermitente* ou *descontinuo* é o que serve para cozer a cal por fornadas alternadas; isto é, coze uma fornada que se deixa arrefecer, desenfornando-se então e tornando-o a carregar.

O forno continuo é aquelle em que depois de carregado se vai tirando a cal cozida pela parte inferior, ao passo que por cima se vae introduzindo o calcareo crú e o combustivel necessario.

74 — **Cozedura da cal em médas.** — A cozedura da cal ainda se póde fazer em médas, como o tijolo.

A cozedura em médas, *fig. 92*, faz-se dispondo o calcareo e o combustivel em camadas alternadas, sendo as dimensões dos fragmentos de calcareo $0^m,06$ a $0^m,08$ de diametro, approximadamente; ao centro deixa-se um canal vertical ou chaminé, e cobre-se a calote espherica, constituida pela pedra e o carvão, com uma camada delgada de barro amassado com palha miuda e areia. Para accender a méda deitam-se carvões incandescentes pela chaminé ou introduzem-se por uma abertura inferior. Para activar a combustão vão-se abrindo furos na camada protectora do barro, durando a cozedura seis a oito dias.

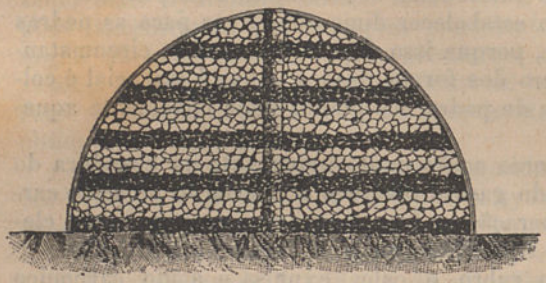


Fig. 92

O processo descripto é applicavel quando no proprio local da obra se quer obter a cal e ahi se encontrem com abundancia a materia prima e o combustivel.

Se em logar de carvão de pedra quizermos empregar lenha ou matto, devemos construir a méda fazendo uma especie de fornalha com pedras de grandes dimensões, sôb as quaes se queima aquelle combustivel de chamma comprida.

A cal cozida em médas é em geral de qualidade inferior, porque o aquecimento não é uniforme nem regular.

O processo em si é, porém, economico, visto não se precisar construir forno especial; deve aproveitar-se como recurso local em terras onde não se fabrique cal e onde se encontre o calcareo em boas condições.

75 — **Fornos intermitentes.** — Os fornos intermitentes podem ter secção quadrada ou circular, sendo esta ultima preferivel por se aproveitar melhor o calor. A fórma dos fornos mais geralmente empregados é approximadamente ovoide, podendo comtudo ser um simples tronco de pyramide quadrangular ou um cylindro.

A *fig. 93* representa um fôrno intermitente, cuja secção vertical apresenta um alargamento na parte inferior, para obrigar os productos da combustão a contornar toda a sua superficie antes de sahirem pela chaminé, aproveitando se assim melhor o calor produzido. Em geral a bôca ou *guéla* do fôrno é mais estreita que o seu diametro médio; na sua base ha uma abertura lateral para desenfornar.

Inferiormente estes fornos teem uma grelha, sobre a qual se queima geralmente o matto; um pouco acima d'ella constroe se com as pedras maiores uma abobada, destinada a deixar livre a fornalha.

E' sobre esta abobada que se vão empilhando os fragmentos de calcareo, por ordem decrescente de dimensões.

N'estes fornos toda a carga é cozida d'uma vez e quando a operação se dá por concluida, apaga-se o fogo, deixa se arrefecer e desenforna-se então. Conhece-se que a fornada está cozida quando os fragmentos superiores o estão.

E' conveniente no começo da operação cobrir o calcareo que fica em contacto com o ar, com uma camada de barro, como se faz na cozedura em médas, e ir abrindo-lhe orificios á medida que a tiragem deva augmentar.

Estes fornos, apesar de serem menos economicos que os continuos, ainda são hoje muito usados entre nós.

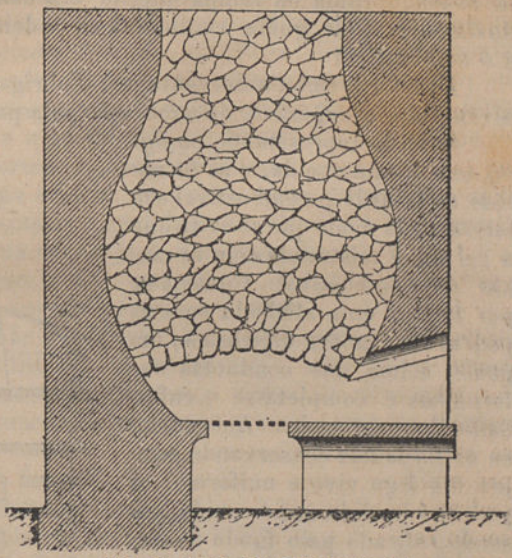


Fig. 93—Forno intermitente para cal

Se quizermos cozer a cal a carvão n'um forno intermitente, devemos intercalar camadas d'aquelle combustivel com as da pedra calcarea, servindo o matto que se deita sobre a grelha apenas para accender o fogo.

Descarregam se os fornos intermitentes pela parte inferior, descendo toda a carga, pouco a pouco, pelo seu pêso e retirando-se pela abertura lateral ao nivel da fornalha os fragmentos de cal já cozida.

76 — **Fornos contínuos.** — N'estes fornos o calcareo é carregado d'um modo continuo, juntamente com o combustivel, pela guéla do forno, e retira se a cal cozida pela sua parte inferior.

A economia de combustível por este systema é bastante consideravel, pois o forno nunca arrefece. O inconveniente dos fornos contínuos é produzir bastantes *recozidos*, e ficar a cinza do combustivel misturada com a cal.

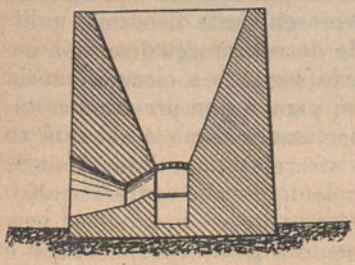


Fig 94

A fórma dos fornos é variadissima, sendo em geral de secção circular.

Uma das primeiras fórmas usadas foi a d'um tronco de cóne invertido, *fig. 94*, tendo na base inferior uma grélha movel sobre a qual se punha o combustivel para accender o forno, retirando se depois de pos-

to a funccionar. Sobre a grélha construia-se uma fornalha com as pedras grandes do calcareo a cozer e completava-se o enfornamento com camadas alternadas de pedra e combustivel. O calcareo á medida que se ia cozendo cahia na rampa inferior e a carga do forno ia descendo gradualmente. Pela guéla continuava-se a deitar alternadamente o calcareo e o combustivel

Este forno tinha a desvantagem d'obrigar a uma grande construcção de alvenaria e a superficie de irradiação pela parte superior era muito grande.

O forno representado na *fig. 95* tem fórma ovoide, e as fornalhas onde arde o combustivel são lateraes, de modo que se evita que a cal fique misturada com as cinzas do combustivel. Começa-se por formar uma abobada com as pedras de grandes dimensões, um pouco acima das conductas das fornalhas e completa-se o enfornamento com pedra. Accendem-se as fornalhas conservando sempre um fogo vivo e uniforme. A pedra, á medida que é cozida, vai sendo retirada pelo fundo do forno e respectiva galeria. A cal desce assim regularmente e retira-se com facilidade, e o ar frio exterior quando chega a entrar no forno já se começou a aquecer em contacto com a cal desenfornada.

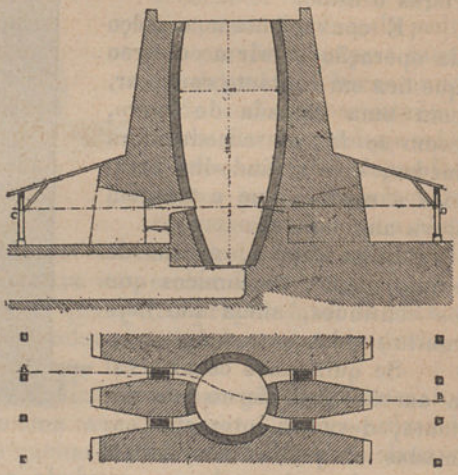


Fig. 95

Na *fig. 96* está representado um forno destinado á cozedura da cal a matto ou lenha continuamente. Differencia-se dos precedentes em ter sobre a fornalha uma abobada de tijolos refractarios sobre a qual se enforna. Pelo postigo lateral, um pouco acima d'ella, faz se a descarga do forno. Apresenta esta disposição a difficuldade de retirar egualmente a pedra cozida segundo a circumferencia do forno, para o que precisa ter varias aberturas e como a cal está ao rubro vivo representa isso um trabalho violento para os operarios; além de que, quando se abrem estes postigos o ar frio entrando arrefece desegualmente a pedra, prejudicando o andamento regular da cozedura.

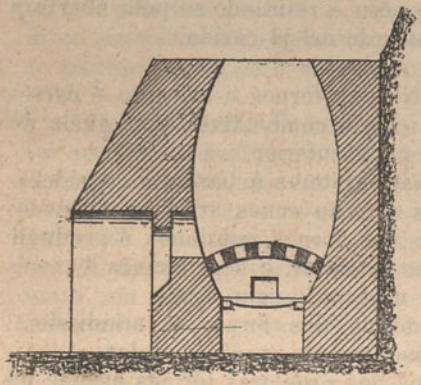


Fig 96

Quando n'algum dos fornos precedentes se tiver d'alternar o calcareo com o carvão, em geral o coke, deve dar-se ás camadas do calcareo a espessura de $0^m,20$ a $0^m,30$, sendo a das do combustivel metade. Devem estas espessuras ser determinadas por ensaios prévios.

Os fornos podem ser cobertos ou descobertos; estes ficam sujeitos ás intemperies, arrefecendo em contacto com o ar frio e não se decompondo o calcareo totalmente por mais alta que seja a temperatura dentro do forno. Podem cobrir-se os fornos por meio d'uma tampa de chapa de ferro suspensa por uma corrente a uma roldana e podendo ter movimento de translação cobrindo ou descobrindo a guéla de forno.

Outra vantagem da tampa é poder deixar-se temporariamente o fôrno sem funccionar não se alterando a qualidade da cal. Para isso tapa-se o forno e fecha-se o postigo da descarga e a entrada do ar; o calor fica concentrado por falta d'accesso d'ar e quando se quer pôr a trabalhar é sufficiente destapar o forno restabelecendo a tiragem.

Com os fornos abertos não se poderia fazer isto, porque apagando-se o forno a cozedura da pedra não se completaria, visto que o calcareo meio calcinado e arrefecido se torna muito difficil de decompôr.

Muitos fabricantes resguardam os fornos por um simples telheiro que lhes cobre a guéla.

Os gases que sahem dos fornos de cal são formados pela mistura de oxydo de carboneo, azote e acido carbonico, sendo o primeiro devido á decomposição do acido carbonico (formado nas camadas inferiores) ao atravessar as subsequentes camadas de carvão ao rubro incandescente. Pensou-se portanto em utilisar aquelle gáz que é combustivel, em outros apparelhos d'aquecimento. Com este fim teem-se construido alguns fornos, representando a *fig. 97* um d'elles.

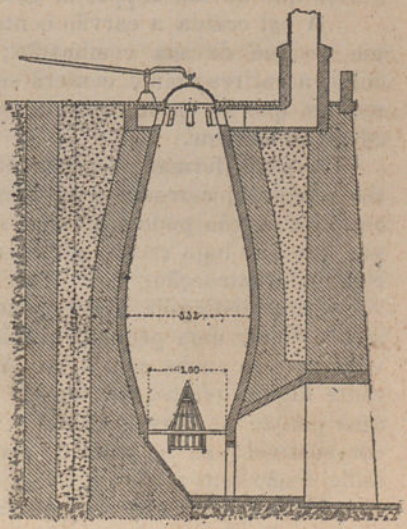


Fig. 97

O forno é munido d'uma tampa movida manualmente por uma alavanca. A chaminé é lateral e communica com uma conducta circular que envolve a guéla do forno, tendo um certo numero de canaes abrindo-se no interior do forno, podendo regular-se a tiragem por meio d'um registo. Inferiormente ha uma grelha conica de ferro, de grande superficie, que permitte a entrada facil do ar preciso á combustão.

77 — **Fornos de gaz.** — Fundando-se em que o oxydo de carboneo é um combustivel de grande poder calorifero, procurou-se aprovei-

tal-o para o fabríco da cal. Em fornos especiaes ou *gazogeneos* queima-se carvão de inferior qualidade em contacto com uma quantidade d'ar insufficiente; fórmam se oxydo de carboneo e azote principalmente, que são canalisados para um forno de cal.

Este é constituido por uma camara estrangulada superiormente, sendo o desenfornamento operado pelo centro. Os gazes ardem formando uma série de jactos dirigidos da peripheria para o eixo do forno, sendo cada um d'elles alimentado por uma corrente concentrica d'ar aquecido préviamente pelo calor irradiante do forno.

Estes fórnos teem dado muito bons resultados por se aproveitar muito bem o combustivel; a cal obtida é muito pura.

78 — **Cal a matto; cal a carvão.** — O emprego d'um ou outro combustivel não é indifferente no fabríco da cal.

Se se emprega o matto, as unicas impurezas que a cal poderá conter serão as cinzas, em geral pouco volumosas, formando um pó tenue mais ou menos soluvel na agua; a cal de melhor qualidade é a cozida a matto ou a lenha e deve ser a unica a empregar em trabalhos de responsabilidade, como nos rebôcos, guarnecimentos e estuques, bem como em alvenarias que devam supportar grandes esforços.

A cal cozida a carvão contém todas as impurezas que este deixa como residuo da sua combustão; quer se empregue a hulha, quer seja o coke, a cal resultante conterá sempre grande volume de cinzas, de jôrra mesmo, que se encontram intimamente misturadas com a cal, sendo difficil de as separar.

A pasta formada com a cal cozida a carvão não é homogenea nem tão unctuosa, corredia e brilhante como a da cal cozida a matto. A cal cozida a carvão póde empregar-se em trabalhos d'alvenaria ordinaria, sempre que não haja receio que a sua qualidade comprometta a solidez ulterior da construcção.

Para distinguir a cal cozida a matto da que o foi a carvão é sufficiente deitar uma pequena porção da cal a ensaiar, dentro d'um copo de vidro que se enche com agua. Agita-se a solução e deixa-se repousar durante algum tempo, ao fim do qual se vê precipitada no fundo do copo uma porção de carvão reduzido a pó, se a cal tiver sido cozida com este combustivel; se se trata d'uma cal a matto o deposito residual é quasi nullo e não tem a côr negra do carvão.

Para a cal ser de boa qualidade deve ser isenta de fragmentos calcareos, de cinzas, de materias terrosas, de fragmentos recozidos ou encruados, etc.

79 — **Fabríco da cal hydraulica.** — Tratando-se da cal hydraulica natural, o seu processo de fabríco é identico ao da cal ordinaria e faz-se nos mesmos fornos, estando a unica differença no uso da materia prima, que no caso presente é sempre uma marga ou calcareo argiloso. Se se trata porém da cal hydraulica artificial o processo de fabríco é di-

verso, podendo haver uma ou duas cozeduras para o mesmo producto.

Soffre apenas uma cozedura, quando se reduz o calcareo a fragmentos e se lhe junta a argila; leva-se ao forno e calcina-se a mistura, decompondo-se o calcareo, sôb a acção do calor e formando-se a cal, que combinada com a silica da argila vai constituir um silicato complexo de calcio, potassio, aluminio, etc.

Soffre duas cozeduras quando se decompõe o calcareo, formando a cal, que depois de extincta fica reduzida a pó; junta-se a esta a argila em pó tambem, que se mistura intimamente, levando-se seguidamente ao forno onde se fórma o silicato complexo acima referido.

O primeiro processo é mais vantajoso e economico, mas os productos no segundo são de melhor qualidade.

No primeiro methodo reduz-se o calcareo a fragmentos miudos por meio d'um dos trituradores já descriptos, ou empregando moinhos de balas ou de galgas, juntando-se a argila para tornar a mistura bem intima.

Póde aproveitar-se para a segunda cozedura da cal hydraulica o calor irradiante proveniente da primeira: n'um forno intermitente cóze-se o calcareo, pondo na parte superior d'este a cal em pó misturada com a argila, fazendo se esta segunda cozedura á custa do calor perdido na primeira.

80 — **Extincção da cal.** — Depois da cozedura, as pedras de cal podem separar-se em tres classes: as *inteiramente cozidas*, que aspergidas com agua formam pasta homogenea sem deixar residuo; as *semi-cozidas*, que depois d'apagadas deixam uns residuos duros; as *recozidas*, cuja cozedura foi feita a temperatura demasiado elevada, ou durou tempo demais, soffrendo as pedras um comêço de vitrificação, não se podendo por tal motivo hydratar. Estão expostos a este ultimo perigo principalmente os calcareos argilosos.

Para separar as partes crúas e recozidas das cozidas faz se um monte da pedra de cal, sobre o qual se lança a agua d'um regador. A pedra começa a aquecer e a produzir-se vapor d'agua e em seguida a desagregar-se.

E' n'este momento facil separar os fragmentos recozidos e os crús, que se apresentam inertes no meio da massa em effervescencia. Continúa a juntar-se agua até finalisar a extincção; remeche-se a massa até se transformar em pasta com um excésso d'agua; por fim escôa-se para um reservatorio inferior atravez d'um crivo largo, para reter ainda qualquer fragmente por apagar.

O volume da agua tem grande importancia sobre a rapidez da extincção, sendo portanto conveniente vigiar para que nem haja excesso nem falta d'agua.

Ordinariamente, para uma parte de cal deitam-se pouco a pouco, e mechendo sempre, duas partes d'agua, medindo exactamente tanto a cal como a agua.

A agua mais propria para hydratar a cal é a da neve ou da chuva,

por conterem menos acido carbonico. A agua das nascentes é, em geral, dura por conter, além do acido carbonico, o carbonato de calcio; as aguas mineraes podem conter em dissolução saes que prejudiquem a qualidade da cal.

Estas exigencias de qualidade d'agua só se attendem em trabalhos de grande responsabilidade, servindo-se em geral cada constructor da agua de que dispõe no local da obra.

A extincção da cal, isto é, a sua hydratação, póde fazer-se por quatro modos diversos: o processo *ordinario* ou por *fusão*, o de *immersão*, o de *aspersão* e o *expontaneo*.

O processo *ordinario*, ou por *fusão*, consiste em deitar a cal n'um tanque de madeira, ou outro recipiente apropriado, e lançar sobre ella agua em quantidade sufficiente para a hydratação ser completa. Em geral o tanque usado é rectangular ou em fórma de trapezio, tendo n'um dos lados uma adufa fechando um orificio munido d'uma grade, destinada a reter os fragmentos de cal mal extincta ou mal cozida; este tanque deve ter uma pequena inclinação para o lado da adufa.

Põe-se no tanque a cal em pedra e sobre ella se vai lançando agua em quantidade préviamente determinada por um ensaio. A extincção da cal faz-se com augmento de temperatura e desenvolvimento de vapores causticos; é conveniente agitar a mistura com umas varas apropriadas, para tornar bem intima a acção da agua e obter uma pasta homogenea. Abre-se em seguida a adufa e deixa-se correr a cal em pasta para um segundo tanque aberto na terra, ficando retidos pela grade os fragmentos de cal por apagar.

Se a agua foi a sufficiente, após a extincção a cal augmentou de volume consideravelmente, seccando e fendendo em direcções diversas.

E' preciso evitar um excésso d'agua, que iria prejudicar as qualidades ulteriores da cal, se tivér de estar muito tempo sem se usar. Não se deve, do mesmo modo, empregar agua insufficiente, porque então a cal fica incompletamente extincta, cheia de grumos de maiores ou menores dimensões e que são difficeis de reduzir mais tarde. Não ficando todos os pedaços da cal viva completamente molhados, *fundem a sêcco*, o que se reconhece mettendo na pasta um pau a que adhére um pó fino, sahindo do furo produzido abundantes vapores causticos quentes; é preciso juntar então mais agua, mas cautelosamente e só depois da massa ter esfriado

Se a cal não é hydraulica, póde conservar-se indefinidamente no estado de hydratada sem se alterar, tendo o cuidado de a cobrir com areia.

Tratando-se da extincção em ponto grande, usam-se grandes tanques d'alvenaria enterrados no solo; para trabalhos de somenos importancia usam-se tinas de madeira, já descriptas, ou mesmo simples barricas.

A cal apagada fica reduzida a pó, sendo em seguida ensaccada para se poder transportar a grandes distancias. Geralmente, antes de se ensaccar ou embarricar, peneira-se para lhe extrahir todas as substancias estranhas.

O processo por *immersão* consiste em introduzir os fragmentos da

cal viva, partidos em pequenos pedaços, n'um cêsto de verga, que se mergulha em agua durante alguns segundos apenas, o sufficiente para começar a effervescencia, retirando-o em seguida; em poucos minutos a cal fica reduzida a pó. Para que este processo surta bom resultado, é indispensavel que os fragmentos sejam bem pequenos e se deitem antes de fundir n'uma barrica ou caixa que se tapa, sem o que, não retendo a agua sufficiente, a cal fica reduzida a pequenos boccados mal extinctos e com os quaes não é possivel formar pasta.

A cal em pó assim obtida antes de ser empregada deve passar-se n'uma ciranda metallica, cujas malhas sejam pelo menos em numero de 64 por centimetro quadrado.

A *extincção por aspersão* consiste em formar com a cal em pedra pequenos monticulos sobre os quaes se deita a agua d'um regador; a quantidade d'agua a usar deve determinar-se por um ensaio preliminar. A cal começa a desagregar se immediatamente, reconhecendo-se o fim da operação introduzindo um pau na massa, o qual não deve encontrar fragmentos rijos, aliás deverá juntar-se mais agua.

A *extincção expontanea* consiste em abandonar a cal a si mesma, em contacto com o ar, de que ella absorve a humidade hydratando-se; este processo é muito pouco empregado por ser muito moroso. E' vantajoso só para as caes gordas, que no fim de tres mezes de extincção expontanea ficam em melhores condições de fornecer argamassas do que se fossem apagadas por qualquer dos outros processos.

A cal gorda por este processo absorve dois quintos do seu peso d'agua; a cal hydraulica absorve porém só um oitavo do seu peso e perde parte das suas qualidades pela exposição ao ar.

A extincção expontanea deve fazer-se sob vastos telheiros, dispondo a cal viva em delgada camada para que o ar humido exerça a sua acção.

Uma pequena parte da cal passa a carbonato sôb a acção do acido carbonico do ar.

Pode-se ainda extinguir a cal deitando-a n'uma cova aberta na areia, lançando sobre ella agua em quantidade sufficiente e cobrindo-a immediatamente com areia, sem a agitar e só fazendo a argamassa quando a cal estiver completamente hydratada. E' applicavel sobretudo á cal gorda quando se precisa *caldar* apenas pequenas porções; a operação póde durar de duas a tres horas.

81 — **Extincção da cal hydraulica.** — A cal hydraulica encontra-se no commercio geralmente em pó que se obtem pela extincção. Para isso espalha-se a pedra cozida n'um terreiro coberto logo após á sua sahida do forno; a espessura da camada de cal deve regular entre $0^m,15$ e $0^m,20$. Asperge-se com agua e remeche-se regando-a novamente; em seguida empilha-se em montes de uns dois metros d'altura. A agua precisa para apagar a cal é determinada por um ensaio prévio.

A extincção completa-se em quatro ou cinco dias, tempo sufficiente para que a humidade se espalhe uniformemente pela massa da cal. Esta

tornou-se pulverulenta mas o pó não é homogeneo, pois sempre existem fragmentos mal cozidos e mal apagados, que é preciso separar pela passagem em peneiros. Estes são ordinariamente prismaticos e inclinados e tendo lento movimento de rotação; a cal fina passa pelas malhas dos peneiros, os fragmentos mal cozidos em pedra são recolhidos á parte

Em seguida a cal é armazenada até ser ensaccada na occasião da venda. Os armazens são formados por uma série de camaras d'alvenaria com uma unica abertura; as paredes d'estas camaras devem ser espessas e bem travadas de modo a poderem resistir ao *empolamento* expontaneo da cal, susceptivel de se dar se a extincção se fez com agua em insufficiente quantidade.

82 — No nosso paiz encontra-se abundantemente a cal nas localidades onde haja calcareos, sendo mais abundante nos districtos de Lisboa, Leiria, Santarem, Evora e Coimbra. A cal hydraulica fabríca se principalmente nos districtos de Coimbra (Figueira da Foz), de Santarem (Abrantes), etc.

Entre as caes hydraulicas estrangeiras mais empregadas entre nós, conta-se a cal franceza de Teil, fabricada por Pavin de Lafarge.

CAPITULO IX

Cimento e pozzolana

83 — Os calcareos que contenham 20 a 40 % d'argila podem, por uma cozedura prévia, dar origem a cimentos. Estes distinguem-se das caes hydraulicas, cujas propriedades possuem em maior grau, em conterem maior proporção d'argila. Distinguem-se, além d'isso, em se não apagarem quando tratados pela agua; fazem prêsa, como as caes hydraulicas, n'um espaço de tempo maior ou menor.

Podem classificar-se os cimentos em dois grupos principaes: *cimento romano* ou de *prêsa rapida* e *cimento Portland* ou de *prêsa lenta*. O primeiro faz prêsa, o maximo, em meia hora; o segundo em vinte e quatro horas.

84 — **Cimento romano.** — A denominação de cimento romano proveiu da ideia erronea que se fazia da constituição da argamassa usada pelos romanos, a qual passados muitos seculos, apresenta uma dureza e resistencia extraordinarias.

O cimento romano faz prêsa quasi instantaneamente, adquirindo grande dureza e resistencia e uma impermeabilidade absoluta por assim dizer; adhere muito bem a todos os materiaes.

Se se applicar o cimento romano logo após a sua sahida do forno, faz prêsa instantaneamente, sem mesmo haver tempo de o agitar para o adaptar ao fim desejado; por esta razão deve deixar se, depois de cozido, exposto, em camada delgada, ao ar que lhe faz perder um pouco da sua energia, tornando-o mais facil de trabalhar.

O cimento faz pasta com a agua, diminuindo de volume, ao contrario do que se dá com a cal.

Varia a resistencia e a dureza do cimento romano, após a prêsa, com a qualidade de calcareo argiloso que serviu de materia prima e com o systema de fabríco; póde supportar uma carga de 80 kilogrammas por centimetro quadrado, sendo a sua resistencia á tracção um decimo d'aquelle numero, isto é, 8 kilos por centimetro quadrado.

Obtem se o cimento romano pela cozedura completa do calcareo argiloso, contendo 23 a 40 % d'argila, encerrando assim naturalmente todos os principios susceptiveis de produzir o endurecimento rapido ao ar e debaixo d'agua, sem haver necessidade d'addicionar qualquer outro corpo.

A composição do cimento romano é variavel; um dos typos d'este cimento muito usado é o de Vassy, cuja composição é a seguinte:

Cal	56,6
Protoxydo de ferrro	13,7
Magnesia	1,1
Silica	21,2
Alumina	6,9
Perdas	0,5
	100,0

Tambem se podem obter pela mistura intima de cal e argila em proporção conveniente.

Cozem-se os calcareos argilosos de modo analogo á pedra de cal vulgar e empregando os mesmos fornos, tendo comtudo o cuidado de não elevar demasiado a temperatura, para não fundirem, visto conterem maior percentagem d'argila. Depois de cozido, o cimento é reduzido a pó e é n'este estado que se emprega.

A energia do cimento, tanto no que respeita ao tempo de fazer prêsa, como á sua dureza final, é muito variavel porque depende da sua composição. Ha calcareos cuja percentagem em silica gelatinosa é tal, que parecem proprios para o fabríco dos cimentos, mas a que nenhum grau de cozedura póde dar a propriedade da prêsa rapida e energica. A prêsa da magnesia, em proporção de 6 a 12 %, favorece as qualidades hydraulicas dos cimentos empregados em trabalhos maritimos.

Se a cozedura do cimento foi incompleta, não lhe roubando todo o acido carbonico, ao pulverisar e fazer pasta, obtem se resultados diversos, segundo a natureza do calcareo e a proporção do acido carbonico perdido; póde a prêsa dar-se em poucos minutos, persistir e mesmo progredir, ou póde terminar pela sua desagregação completa.

Os cimentos só offerecem garantias de duração debaixo d'agua ou em

fundações em terra humida; attingem em pouco tempo dureza e resistencia que as caes hydraulicas só conseguem no fim d'um anno ou de anno e meio.

O cimento empregado puro ao ar livre não é de duração nem de confiança porque se contrahe e fende, devido á quantidade d'agua que sempre contém (16 a 20 %). Só se consegue que a contracção diminua juntando-lhe areia em proporção conveniente.

A argamassa de cimento romano deve ser preparada á medida da necessidade do seu emprego, porque se se fizesse em grande quantidade faria prêsa antes de se poder utilisar. Querendo sobrepôr uma camada de cimento a outra que já tenha feito prêsa, é indispensavel picar a superficie d'esta e aspergil-a com agua para que haja adherencia entre ellas. Geralmente esta ligação fica defeituosa porque é muito difficil obter um todo compacto n'estas condições.

O cimento romano é sensivel ás variações de temperatura; se esta se eleva a prêsa será mais rapida; se abaixa a prêsa levará mais tempo a realisar.

O cimento romano é muito empregado nas construcções, especialmente hydraulicas. Presta-se á confecção de molduras delicadas que se podem cobrir d'estuque e pintar. Usa-se no refechamento das cantarias e na chapa das abobadas; serve no fabríco de tubagens para gáz e agua, etc.

O cimento romano póde servir para hydraulicicar as caes gôrdas e augmentar a hydraulicidade das caes magras, já por acção lenta, já rapida. No primeiro caso mistura-se o cimento em pó com a cal em massa, sem fazer caso da prêsa do cimento, a qual fica destruida pelo effeito da mistura. No segundo caso, aproveita-se a energia do cimento e só se mistura com a argamassa na occasião do seu emprego, tendo o cuidado de usar menos cal n'esta argamassa do que de ordinario.

Um dos cimentos romanos mais empregados é o de Vassy, que peza 1:150 kilogrammas por metro cubico; faz prêsa em um ou dois minutos.

85 — **Cimento Portland.** — Este nome deriva dos primeiros cimentos fabricados em Inglaterra no comêço do seculo passado; como a sua côr, depois de fazerem prêsa, era parecida com a da cantaria de Portland, deu-se lhe o nome de *cimento Portland.*

E' hoje o cimento mais geralmente empregado; apresenta todas as vantagens do cimento romano, sem ter os seus inconvenientes. Póde amassar-se em grande quantidade e applicar-se quando haja necessidade; póde com elle construir-se por parcélas, tendo apenas o cuidado de não deixar lisas as superficies de contacto. Tem grande resistencia e dureza depois de fazer prêsa; adhere melhor ás alvenarias qne o cimento romano e resiste bem á acção dos agentes atmosphericos.

O pêso por metro cubico varía entre 1:200 a 1:300 kilogrammas, segundo a percentagem dos seus componentes. O seu indice de hydraulicidade oscilla de 0,45 a 0,52, tendendo os fabricantes a baixal-o, posto que entre certos limites.

A sua composição chimica varía muito; a do cimento natural inglez é a seguinte:

Cal	43,45
Magnesia	13,95
Silica	19,50
Alumina	5,60
Protoxydo de ferro	12,05
Agua e acido carbonico	2,50
Acido sulfurico	0,80
Alcalis	2,15
	100,00

A do cimento de Boulogne é:

Cal	49,280
Magnesia	2,580
Materia inerte	4,305
Silica	28,020
Alumina	9,575
Peroxydo de ferro	5,726
Acido sulfurico	0,514
	100,000

O cimento artificial inglez tem a seguinte composição:

Cal	63,70
Silica	20,84
Alumina	6,66
Peroxydo de ferro	5,30
Agua e acido carbonico	2,30
Acido sulfurico	1,20
	100,00

O cimento artificial francez tem a seguinte composição:

Cal	61,75
Silica	25,10
Alumina	7,25
Peroxydo de ferro	4,50
Agua e acido carbonico	1,40
	100,00

O cimento Portland é geralmente um cimento artificial; obtem-se pela mistura da cré e da argila em proporção conveniente, cozida até um comêço de vitrificação. Obtem-se, por este excesso de cozedura, cimentos de prêsa lenta, mas que adquirem dureza superior á dos cimentos de prêsa rapida.

O fabríco do cimento Portland póde resumir-se no seguinte: Depois d'expurgados das suas impurezas, misturam-se intimamente o calcareo e a argila reduzidos a pó fino e amassados com alguma agua; moldam-se

tijolos ou pães que depois de bem sêccos são cozidos em fornos, que em fabricas aperfeiçoadas são continuos e analogos ao forno Hoffmann, *fig. 36*, usado no fabríco dos tijolos. Após a cozedura os tijolos são triturados e reduzidos a pó fino. Guarda-se o cimento em barricas depois de ter sido peneirado.

No fabríco do cimento Portland deve attender-se a duas circumstancias principaes: o seu doseamento e a cozedura. O doseamento deve ser rigoroso, isto é, as proporções d'argila e cal devem ser constantes, aliás as qualidades do cimento ficam alteradas. A cozedura deve terminar quando se começa a dar um principio de fusão na massa dos elementos, sem comtudo se generalisar; aqui se deve manifestar a pericia dos fabricantes.

A percentagem mais apropriada para o fabríco do cimento é a seguinte:

Silica.....	21 a 25 %
Alumina.....	5 a 10 %
Cal.....	60 a 66 %

A materia prima para o fabríco dos cimentos é variavel bastante. Em Inglaterra fabríca-se cimento Portland misturando cré com a vasa argilosa dos rios Tamisa e Medway. E' este processo tambem usado entre nós no fabríco do cimento da Alhandra *(cimento Tejo)*, em que se usa o calcareo misturado com o lôdo do Tejo.

O processo de fabríco é analogo ao descripto. Tritura-se a mistura em moinhos de galgas com uma grande quantidade d'agua, para tornar a mistura bem intima. Os elementos tenues que ficam suspensos na agua eliminam se por decantação. A mistura que ficou formando deposito nos tanques de decantação é lavada novamente e moldada em pães ou tijolos e cozida de modo a haver o comêço de vitrificação; depois o cimento é escolhido, pulverisado, peneirado e ensaccado ou mettido em barricas. O pêso d'este cimento orça por 1:270 kilos o metro cubico; contrahe-se 20 % quando fórma pasta com a agua e faz prêsa entre 5 e 10 horas.

O cimento francez de Boulogne-sur-Mer, é natural; fabrica-se com calcareo argiloso que contém 19 a 25 % d'argila e não se usa calcareo que contenha mais de $\frac{1}{20}$ do seu pêso d'areia. Tritura se o calcareo, que se lança em tanques onde ha agitadores para dividirem a mistura transformando-a n'uma calda liquida, que passa para os tanques de decantação; por fim moldam se pães que se cozem ao rubro branco. Depois da cozedura separam-se, pela escôlha, as partes pulverulentas e as escoriaceas, submettendo o producto obtido á pulverisação final. O pêso do metro cubico d'este cimento é de 1:270 a 1:350 kilogrammas. A sua contracção é cêrca de 30 % e a prêsa faz-se em 10 ou 15 horas.

A associação austriaca dos engenheiros e architectos definiu, em 1888, os cimentos Portland como «productos obtidos pela calcinação até o amollecimento, seguida de pulverisação até á finura da farinha, das suar

gas naturaes e das misturas artificiaes de materiaes argilosos e calcareos, contendo, em pêso, pelo menos 1,7 de cal para 1 de substancia hydraulica». Aquella associação só dá o nome de cimentos Portland aos que contiverem menos de 2 % de materias estranhas.

O uso do cimento Portland é muito grande. Emprega-se no revestimento dos canos d'esgôto, cisternas, reservatorios d'agua, fundações em terrenos humidos, trabalhos fluviaes e maritimos, nas abobadas, nas alvenarias, no fabrico de tubagens para agua, nas construcções de *cimento armado*, etc.

86 — **Resistencia e ensaio dos cimentos.** — A finura do pò dos cimentos aprecia-se por meio de tres peneiros de malhas quadradas das seguintes dimensões: o primeiro de 324 malhas por centimetro quadrado, ou sejam 18 por centimetro linear com fio de $0^{mm},2$ de diametro; o segundo de 900 malhas por centimetro quadrado ou 30 por centimetro linear com fio de $0^{mm},15$ de diametro; o terceiro de 4:900 malhas ou 70 por centimetro linear com fio de $0^{mm},5$ de diametro. Faz se o ensaio com 100 grammas do cimento a ensaiar, que se faz successivamente passar nos tres peneiros e aprecia-se a finura do pó pelo residuo deixado em cada um d'elles. O residuo no crivo de 4900 malhas não deve exceder 30 %; no de 900 malhas 5 a 6 %, e no de 324 não deve ficar nenhum.

A densidade apparente d'um cimento ou d'uma cal determina-se pesando uma medida cylindrica d'um litro de capacidade e tendo $0^{m},10$ d'alto, a qual se enche por meio do funil de peneiro. Este apparelho, *fig. 98*, compõe-se d'um funil vertical, cuja secção circular tem 20^{mm} de diametro na base e 150^{mm} á altura de $0^{m},150$ d'essa base; áquelle nivel ha uma chapa de ferro crivado com 1050 furos por decimetro quadrado de $0^{m},002$ de diametro. O funil é prolongado por uma ajustagem cylindrica de 20^{mm} de diametro e 100^{mm} d'altura; o apparelho é montado n'um tripé.

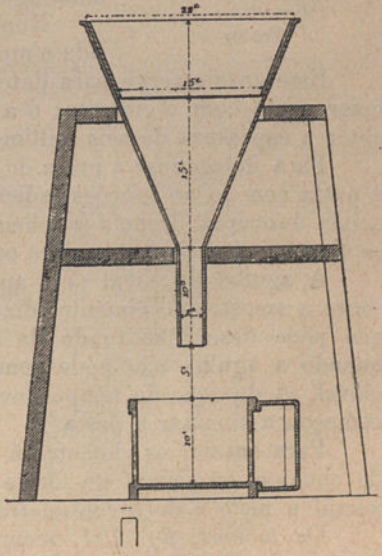


Fig. 98

Começa-se por pôr a medida a $0^{m},05$ debaixo da ajustagem do funil e deita se em seguida o cimento em pequenas porções através o crivo do funil até se encher a medida. A operação deve ser feita cautelosamente sem choques nem trepidações.

A densidade apparente que é o peso d'um dado volume de cimento, não comprimido, regula por 1:300 a 1:400 kilos por metro cubico; a densidade real deve regular por 3,05.

Para ensaiar a resistencia dos cimentos confecciona-se uma pasta com um kilogramma do cimento a experimentar, a que se junta agua doce ou salgada, segundo a natureza do ensaio; amassa-se muito bem durante cinco minutos e com uma parte da pasta enche-se uma caixa metallica de fundo chato e fórma tronco-conica de $0^m,08$ de diametro no fundo e $0^m,09$ na base superior e $0^m,04$ d'altura; alisa-se com a colhér a superficie superior sem exercer pressão e evitando as trepidações.

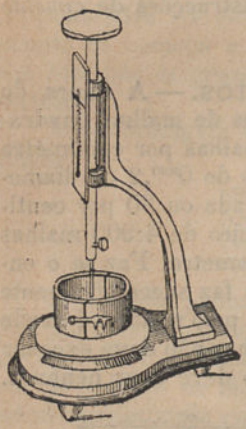


Fig. 99

No centro da massa assim formada, faz-se descer normalmente á sua superficie, com precaução e sem velocidade, uma sonda cylindrica de 10^{mm} de diametro e 300 grammas de peso. de metal polido, limpa e sêcca, terminada em secção bem definida. Este apparelho, *fig. 99*, chamado *sonda de consistencia*, está disposto de fórma a indicar n'uma escala exactamente a espessura da pasta entre o fundo da caixa e a base inferior da sonda. A sonda penetra na massa tanto mais quanto menos consistente fôr a pasta. Considera-se normal a pasta em que aquella espessura é de seis millimetros; se a pasta não tem a consistencia normal, recomeça-se a operação com outra amostra a que se juntou mais agua.

Nunca se repete um ensaio com a pasta contida n'uma mesma caixa.

Este ensaio serve para determinar a quantidade d'agua precisa para fazer pasta com o cimento; é a que é preciso juntar ao cimento para se obter a espessura de seis millimetros nas condições acima indicadas.

Para determinar a prêsa do cimento usa-se a agulha de Vicat. Faz-se a pasta com as precauções indicadas e introduz-se n'uma caixa analoga á acima descripta. Depois de cheia e alisada a superficie superior immerge-se n'uma tina cheia d'agua doce ou salgada, conforme a natureza do ensaio.

A agulha de Vicat (71) apoia-se, com precaução e sem velocidade, sobre a amostra do cimento; diz-se que a *prêsa começou* quando a agulha não póde descer ao fundo da caixa através a pasta. O *fim da prêsa* é quando a agulha não póde penetrar no cimento d'uma quantidade apreciavel. A duração do tempo deve contar-se desde o momento em que se começou a amassar a pasta.

Para ensaiar os cimentos á tracção e á compressão molda-se a pasta do cimento em caixas em fórma de um oito, *fig. 100*, cuja secção transversal a meio é de 5 centimetros quadrados e cuja area é de 31,4 cm.².

Os moldes, *fig. 101*, teem aberta a fórma dos tijoletes e são feitos em metades justapostas por uma molla d'aço. Põem-se sobre uma superficie de marmore ou metal bem polido e limpo e enchem-se simultaneamente seis moldes com a mesma pasta, que se comprime levemente para os encher bem; com a folha d'uma faca tira-se o excesso da pasta. Vinte e quatro horas depois tiram-se os tijoletes dos moldes, desmanchando-os.

Mergulham-se seguidamente em agua doce ou salgada, segundo os

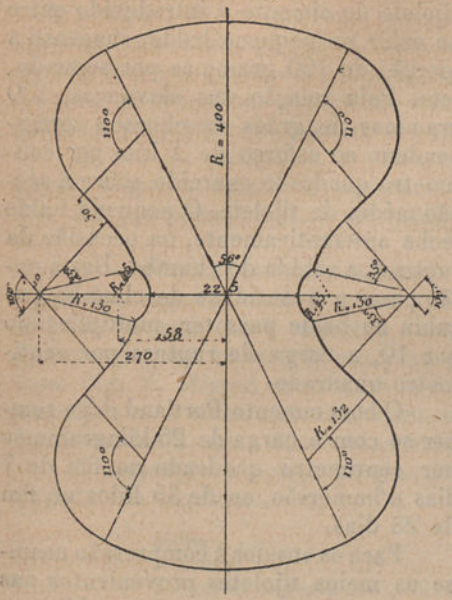


Fig. 100

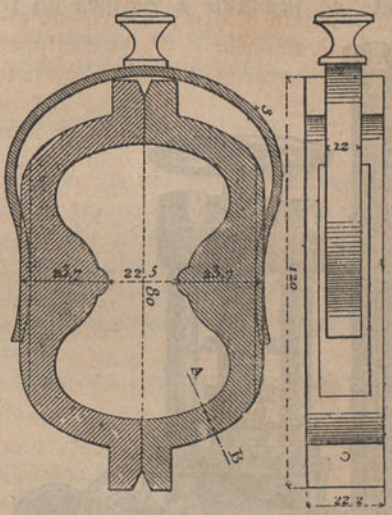


Fig. 101

casos, mantendo-se a temperatura do ambiente sempre constante (15° a 18°). Só se ensaiam os tijoletes quando a prêsa terminou.

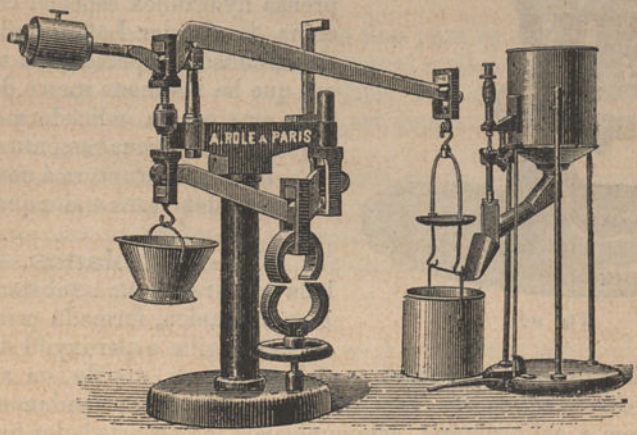


Fig. 102

Para os ensaios á tracção usa-se o apparelho de Michaelis, *fig. 102*, o qual consta de duas garras, uma fixa á base do apparelho e a outra

ligada a um jogo d'alavancas dispostas de modo que o esforço inicial se ache multiplicado por cincoenta; o tijolete de cimento é introduzido entre as duas garras e seguidamente faz-se cahir no pequeno balde, suspenso á alavanca, chumbo em grão na proporção de 100 grammas por segundo, até se produzir a ruptura do tijolete. Pela relação das alavancas, 100 grammas de grãos de chumbo correspondem ao esforço de 1 kilo por centimetro quadrado exercido sobre a secção média do tijolete. O pequeno balde fecha automaticamente, na occasião da ruptura, a sahida do chumbo. Basta então pesar a quantidade de chumbo que cahiu no balde para ter, multiplicando por 10, a carga de ruptura por centimetro quadrado.

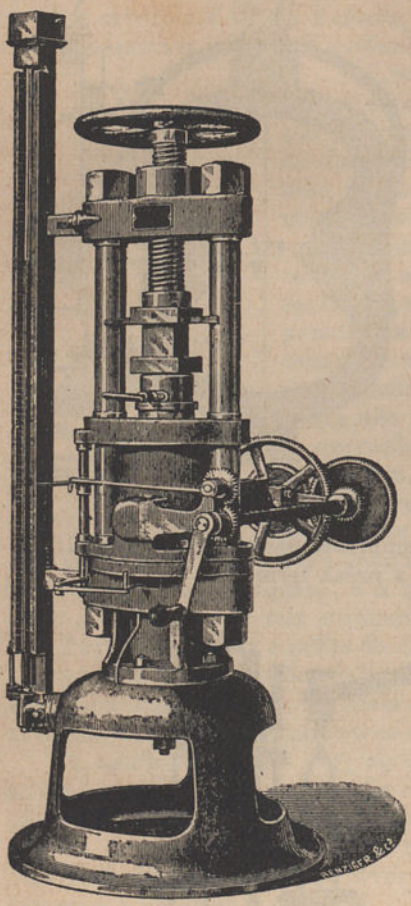


Fig. 103

O bom cimento Portland deve romper-se com a carga de 25 kilogrammas por centimetro quadrado no fim de 7 dias d'immersão, ou de 35 kilos no fim de 28 dias.

Para os ensaios á compressão usam-se os meios tijoletes provenientes das experiencias á tracção, ou moldam-se pequenos cubos com os mesmos cuidados que já ficaram citados. Submettem se estas amostras ao esforço d'uma prensa hydraulica especial como a machina de Amsler Laffon und Sohn, de Schaffhausen, representada na *fig. 103*, em que ha um mano metro de mercurio com uma escala indicadora da pressão a que se deu o esmagamento do tijolete.

A carga de ruptura á compressão é em geral dez vezes maior que á tracção.

87 — **Pozzolanas.** — A pozzolana natural é uma substancia d'origem vulcanica, formada principalmente por argila e peroxydo de ferro, a que accidentalmente se juntam a cal, a potassa, a soda, ou a magnesia em pequenas quantidades. Tem a propriedade de se combinar immediatamente com a cal ordinaria, communicando-lhe propriedades hydraulicas. Deve o seu nome a Pozzuoli, localidade junto a Napoles, onde os gregos e mais tarde os romanos exploraram este producto vulcanico.

A pozzolana contém 50 a 90 por cento d'argila e 40 a 10 % de cal. No estado natural ou depois de calcinação prévia, contém silicato de cal-

cio sem que tenha cal livre em porção sufficiente para poder formar pasta com a agua; é um producto excessivamente magro. Não póde, como o cimento, constituir, por si só, uma argamassa; mas reduzida a pó e misturada com cal gôrda em pasta, fórma argamassas que endurecem debaixo d'agua, no fim d'um espaço de tempo que varía d'um a vinte dias, segundo a proporção da mistura o o grau de energia da pozzolana.

A côr da pozzolana é variavel; póde ser branca, preta, amarella, parda, trigueira ou côr de violeta.

As pozzolanas podem ser naturaes ou artificiaes.

88 — **Pozzolana natural.** — Entre nós usa-se a pozzolana natural dos Açores, onde é muito abundante, principalmente na ilha de S. Miguel. A sua côr é amarello torrado, sendo indicio de má qualidade quando é mais escura. O seu pêso por metro cubico é de 905 kilogrammas. Em S. Miguel encontram-se dois typos differentes de pozzolana: o *massapêz* e o *tetim*, que são, como todas as pozzolanas verdadeiras argilas formadas á custa das rochas vulcanicas.

O massapêz é a mais propria para trabalhos hydraulicos; a sua composição é a seguinte:

Silica	54,7
Alumina	20,5
Peroxydo de ferro	6,3
Cal	2,2
Magnesia	1,7
Agua e acido carbonico	12.4
Alcalis	2,2
	100,0

A pozzolana deve reduzir-se a pó fino para se misturar com a cal na confecção d'argamassas hydraulicas. Quanto mais rapida fôr a prêsa d'esta argamassa, mais energica é a pozzolana. A sua energia é tanto maior quanto menor fôr o seu residuo insoluvel depois de fervida n'uma solução de potassa caustica.

O *tetim* de S. Miguel é muito pouco usado nas argamassas hydraulicas; é simplesmente uma argila ferruginosa, de côr vermelha escura, que se encontra preenchendo as fendas das rochas vulcanicas, de cuja composição proveiu. E' um ócre excellente que, depois de lavado, póde ter applicação em pintura.

89 — **Pozzolana artificial.** — A pozzolana artificial é formada pela mistura de 7 a 9 partes d'argila e de 1 a 3 partes de cal, submettendo este composto a uma temperatura elevada, um pouco superior á do rubro sombrio.

Quando se não tiverem substancias naturaes, cuja composição satisfaça á proporção acima indicada, podem tomar-se: uma parte de cal gôrda em pasta molle e quatro partes d'argila. Misturam-se muito bem estas substancias e moldam-se pães, que se dissécam e cozem á temperatura

do rubro sombrio; em seguida são reduzidos a pó fino e ficando prompta a pozzolana a ser empregada.

A pozzolana assim preparada conserva-se mais facilmente que a cal hydraulica, permittindo tambem dar á argamassa a energia que se quizer, vantagem que aquella cal não possue.

Podem ainda usar-se como pozzolanas as cinzas do carvão de pedra, a jôrra das forjas, o basalto triturado, o tijolo moído, etc., mas o grau de hydraulicidade d'estas substancias é muito fraco.

Hoje o fabríco dos cimentos artificiaes pôz de parte quasi completamente a pozzolana artificial.

90 — **Trass.**—A *trass* de Hollanda é um producto natural analogo á pozzolana e que reunido á cal fórma argamassa hydraulica.

Contém 47 a 70 % de silica, completando-se a sua composição com alumina, oxydo de ferro, magnesia, etc.

Explora-se nas margens do Rhêno, entre Maiença e Colonia; d'este ponto é transportada pelo rio até á Hollanda, d'onde é exportada principalmente para o norte da Europa; já tem sido empregada entre nós em algumas construcções.

91 — **Cimento de jôrra.** — As escorias ou jôrra dos altos fornos do fabríco do ferro teem sido empregadas, com exito, na preparação de cimento mais economico que o Portland. A jôrra calcarea contém os elementos componentes do cimento, apenas com a differença de conter cal a menos e silica a mais; juntando-lhe cal em proporção conveniente obtem-se um producto de composição identica á do cimento.

Segundo o grau de hydraulicidade desejado, a adherencia e a dureza em vista, assim se augmenta a percentagem de argila, silica ou cal. Todas estas substancias se reduzem a pó finissimo, sêcco e peneirado.

O cimento de jôrra é eminentemente hydraulico; póde mergulhar-se em agua após a formação da pasta; não se dilata quando immergido na agua; começa a fazer prêsa tres horas depois de formada a pasta e a duração da prêsa varía de 4 a 6 horas. E' muito tenue e por isso melhor enche os vazios da areia, tornando-se muito util para trabalhos d'estancamento; é mais leve que o cimento Portland, cêrca de 300 kilos menos por metro cubico.

Póde substituir o cimento ordinario em todas as suas applicações; tem côr branca e póde ser pintado sem se alterar. A sua composição média é a seguinte:

Silica	22,45
Alumina	13,25
Peroxydo de ferro	3,30
Cal	51,10
Magnesia	1,35
Substancias varias	7,85
Perdas	0,70
	100,00

Para o fabríco d'este cimento não convém a jôrra negra; além d'isso é conveniente que a jôrra tenha sido arrefecida bruscamente.

A jôrra, depois d'aquecida para lhe expulsar a humidade, é triturada e peneirada, obtendo-se uma farinha pardacenta muito fina e unctuosa.

Mistura-se esta farinha com cal n'uns misturadores mecanicos, d'onde sae por uns largos funís, sôb os quaes estão os saccos ou barricas em que o cimento deve ser entregue ao commercio.

92 — **Cimento armado.** — O cimento armado é constituido por um esqueleto metallico envolvido por uma argamassa de cimento. O esqueleto metallico é formado por arames de ferro dispostos em rêde de largas malhas quadradas ou rectangulares.

O conjuncto do ferro e do cimento é cêrca de quatro vezes mais resistente que o simples solido formado exclusivamente pela argamassa de cimento; este augmento de resistencia é devido á adherencia entre o ferro e o cimento e á egualdade dos coefficientes de dilatação d'aquelles dois corpos.

Uma condição essencial a considerar nas construcções de cimento armado é o doseamento da argamassa de cimento; quanto mais rica esta fôr em cimento menor poderá ser a espessura a adoptar para os solidos de cimento armado e, por consequencia, menor a quantidade de ferro a empregar e mais fracos poderão ser os apoios.

A argamassa póde ser formada exclusivamente por cimento, por cimento e areia e ainda pelos mesmos elementos adicionados de saibro ou mesmo cascalho Esta argamassa protege o ferro da oxydação e evita o perigo dos incendios.

Ha diversos processos de construcção com cimento armado, sendo os mais conhecidos e empregados o systema Hennebique e o Cottancin.

No primeiro systema o esqueleto metallico das vigas, columnas, etc., é formado por uma série de varões redondos dispostos parallelamente, sobrepondo-se a uma outra série perpendicular á primeira, sendo os varões das duas ou mais séries ligadas entre si por pequenos arames; esta rêde é envolvida pela argamassa de cimento, composta de um metro cubico de saibro miudo, meio metro d'areia e 300 kilogrammas de cimento Portland. O ferro deve ficar coberto com uma espessura minima de dois centimetros de beton assim formado.

As vigas, paredes, columnas, etc., moldam-se entre taipaes de madeira que se desarmam quando o beton tomou a indispensavel consistencia.

No systema Cottancin o esqueleto é formado por um verdadeiro tecido metallico, em cujas malhas a argamassa de cimento é apertada, constituindo um todo mais homogeneo e solido que no anterior systema, d'onde resulta que a espessura do cimento é tambem inferior á do systema Hennebique. N'este ultimo, para supportar uma carga de 1:200 kilos é preciso uma espessura de $0^{m},15$ de cimento e a secção de ferro total de $0^{m2},0012$, sem que o limite de elasticidade se attinja; no systema

Cottancim basta a espessura de $0^m,032$ de cimento e $0^{m2},0004$ de secção de ferro.

Resumindo, póde dizer se que a differença caracteristica entre os dois systemas é a seguinte: no systema Hennebique o esqueleto de ferro está envolvido no cimento; no systema Cottancin a argamassa está apertada nas malhas do esqueleto trabalhando á compressão.

Os esqueletos metallicos do systema Cottancin são variadissimos e applicaveis a differentes casos; formam sempre, comtudo, tecidos continuos mais ou menos complicados, segundo o fim a que se destinam. A *fig. 104* mostra o typo mais vulgar applicado para formar o esqueleto

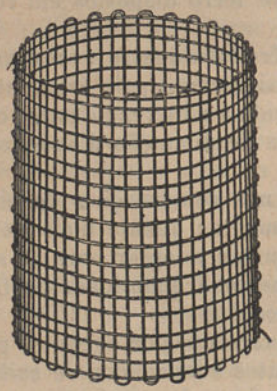


Fig. 104

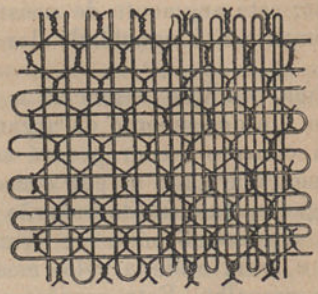


Fig. 105

d'um reservatorio cylindrico de cimento armado; na *fig. 105* indica-se uma rêde metallica, em parte torcida para evitar completamente os deslocamentos lateraes.

O emprego do cimento armado tende constantemente a augmentar e é hoje muito usado na construcção de paredes, pilares, columnas, pavimentos, abobadas planas, coberturas, canalisações para agua, gás e esgotos, etc. Fazem-se edificios completos de cimento armado, desde os alicerces até á cobertura; entre nós a fabrica de moagens do Caramujo foi construida completamente de cimento armado, systema Hennebique. O systema Cottancin tambem tem sido empregado entre nós para formar pavimentos sobre grandes vãos, como se vê no novo edificio da Escola Medica de Lisboa.

CAPITULO X

Areia

93 — Dá-se o nome d'areia aos fragmentos de rochas, reduzidos a particulas muito pequenas e em que domine a silica.

Provém a areia da desagregação das rochas em consequencia da acção dos agentes atmosphericos, d'onde resulta, portanto, uma grande variedade na fórma, dimensões e composição dos seus grãos.

Além da areia fornecida abundantemente pelas praias do mar, pelas dunas, e pelos leitos dos rios, ha a considerar ainda as areias fosseis, constituindo vastos depositos subterraneos. Os grãos d'esta areia são, em geral, mais angulosos que os das outras areias e são-n'o tanto menos quanto mais afastado fica o arieiro da rocha que lhe deu origem.

A côr das areias é bastante variavel, dependendo da côr da rocha d'onde provém. O mais vulgar, porém, é ser branca, parda, amarella, vermelha, etc.

E' preciso não confundir as poeiras com as areias; estas, por mais finas que sejam, teem sempre fórma determinada, e quando lançadas n'agua precipitam, ao passo que as poeiras são, em geral, rochas mais ou menos calcareas ou argilosas reduzidas a pó fino, impalpavel, e que turvam a agua, contendo sempre, além d'isso, substancias organicas.

Para limpar uma areia que contenha poeira, basta laval-a e decantar a agua, que arrastará todas as impurezas.

94 — Podem classificar-se as areias sôb diversos pontos de vista. Segundo a sua natureza, podem dividir-se em siliciosas, calcareas, argilosas e vulcanicas; esta divisão não tem importancia sôb o nosso ponto de vista.

Podem distinguir-se as areias, tendo em attenção as dimensões das suas particulas. A areia diz-se *fina* quando a maior das suas dimensões está comprehendida entre meio e um millimetro; e *grossa* quando varía de $1,5^{mm}$ a tres ou quatro millimetros; dá-se o nome de *saibro* quando está comprehendida entre tres ou quatro e dez millimetros. A *murraça* é o residuo das pedreiras de calcareo; tem em geral a fórma arredondada e o diametro médio de 2 a 3 centimetros; não se póde considerar como areia. Da mesma fórma o *cascalho*, cujas dimensões varíam de $0^{m},06$ a $0^{m},07$, não está comprehendido n'essa classificação; é simplesmente pedra britada.

Attendendo á sua procedencia, dividem-se as areias em: *areias de mina, areias de rio ou ribeiro e areias do mar.*

A areia mais conveniente para as construcções, em geral, é a siliciosa, a qual deve ser isenta de impurezas e não ser nem demasiado fina nem muito grossa.

A areia calcarea é em geral pouco empregada. Em Lisboa usa-se em trabalhos especiaes, como alguns reboucos para metter a branco e nos estuques, a areia branca calcarea do Rio Sêcco.

As areias argilosas, quando ricas em argila (mais de 10 %), não se empregam por não adherirem á cal.

A areia de mina é a mais propria para as construcções, se se tivér o cuidado de a expurgar, por lavagens, de todas as impurezas.

A areia dos rios não faz boa argamassa em consequencia da cal não adherir muito bem aos seus grãos arredondados.

As areias do mar são geralmente deliquescentes; só é conveniente o seu uso quando muito bem lavadas ou expostas ás intemperies, em camadas delgadas, sobre um terreno um pouco inclinado.

95 — A areia deve satisfazer ás seguintes condições: ser isenta de terra e outras impurezas, o que se reconhece quando range ao apertar-se na mão; não deve, pela mesma razão, turvar a agua em que se deitar. O grão da areia deve ser egual, o que se consegue passando-a na ciranda.

Quando a areia não fôr pura deve lavar-se; do mesmo modo se deve proceder quando haja de ser empregada em obras de responsabilidade.

Se a areia fôr suja, ao fazer-se a argamassa fórma-se lama que prejudica a adherencia entre a cal ou o cimento e a areia.

O melhor systema de lavar a areia seria lançal-a em agua corrente, que arrastaria comsigo as substancias leves argilosas e organicas, ficando a areia depositada no fundo.

Outro processo consiste em regal-a com agua, removêl-a do logar primitivo e tornar a regal-a; repetindo esta operação um certo numero de vezes, consegue-se expurgar a areia das substancias extranhas que continha.

A areia misturada com a cal modéra a sua contracção ao seccar, evita a formação de fendas e augmenta a dureza da cal hydraulica. Com o cimento comporta-se diversamente; póde tornal-o mais brando ou mais duro. A areia modéra a contracção do cimento nas suas argamassas, mas como por outro lado o enfraquece, vê-se immediatamente a vantagem do uso dos cimentos mais energicos, os quaes supportam mais areia que os outros, e quando applicados nas proporções ordinarias offerecem maior resistencia.

Do que fica dito se vê a vantagem de empregar menos cimento para obter uma dada resistencia e a certeza de maior duração nos trabalhos a executar.

A areia grossa usa-se principalmente com o cimento e a cal gôrda, excepto quando se trata do assentamento de cantaria, enxelharia ou nos

reboucos. A areia fina destina-se especialmente ás argamassas hydraulicas.

A propriedade que possue a areia de repartir as pressões uniformemente, e que a approxima muito dos liquidos, faz com que o seu uso seja muito grande nas construcções; assim é grande o seu emprego nos pavimentos das ruas e passeios, nas estradas na confecção do macadame, no leito das linhas ferreas, etc.

CAPITULO XI

Argamassas

96. — As argamassas servem para ligar as pedras entre si, a fim de formarem um todo homogeneo.

Na composição das argamassas entram sempre, pelo menos, dois elementos, dos quaes um activo, a cal, cimento, pozzolana, etc., e outro inerte, em geral a areia. A estes componentes junta-se sempre agua para formarem uma pasta, que não deve ser aquosa de mais, aliás levaria muito tempo a seccar; não deve tão pouco ficar excessivamente sêcca aliás a ligação das pedras entre si ficaria imperfeita.

A agua empregada nas argamassas deve ser de boa qualidade, isto é, doce, limpida e isenta de saes ferruginosos e deliquescentes; deve preferir-se a agua das nascentes ou rios ás dos poços ou lagôas; só se usará agua do mar quando a argamassa tenha de ser empregada sôb a agua salgada.

97 — **Classificação.** — Ha tres typos d'argamassas usadas nas construcções: a ordinaria, a hydraulica e a refractaria.

A primeira é a constituida pela cal e a areia. A cal póde ser gorda ou magra, e a areia serve para diminuir a sua contracção, augmentando-lhe a resistencia. A percentagem de cal e a d'areia, isto é, o *traço* da argamassa, é variavel com o genero de construcção onde se applica. Esse traço costuma ser de 1:1, isto é, uma parte de cal em volume para 1 de areia; de 2:3; de 1:2; de 2:5; de 1:3 e de 1:4. A argamassa ordinaria é a empregada em todos os trabalhos ao ar livre ou mesmo em alicerces quando o terreno não seja humido.

As argamassas hydraulicas podem ter composição muito variavel. Podem ser constituidas exclusivamente pela pasta do cimento de prêsa rapida ou de prêsa lenta, o que só se emprega para vedar infiltrações ou fugas d'agua, como ficou dito.

Emprega-se o cimento e a areia com o traço de 1:1, para as ar-

gamassas destinadas ao fabrico do beton para ser immerso na agua salgada, á fabricação dos ladrilhos, tubagens, ao assentamento das cantarias, etc.

O traço de 1:2 é applicado nas argamassas que exijam grande compacidade, como as sujeitas ás infiltrações d'agua do mar, os reboucos das paredes dos reservatorios d'agua e dos canos d'exgoto, as chapas de protecção das abobadas, etc.

A argamassa de cimento e areia com o traço de 2:5 é muito usada em trabalhos subfluviaes. A de 1:3 de traço é propria para o assentamento das cantarias dos tuneis, pontes e viaductos, para fundações de ar comprimido, para abobadas de *beton*, etc.

O traço de 1:4 pode usar-se em fundações nos terrenos humidos, na construcção d'abobadas de tijolo. etc.

Outra argamassa hydraulica é a formada por cal hydraulica e areia. Em geral para o cimento, cal hydraulica e pozzolana o traço é indicado pelo numero de kilos de substancia activa para um metro cubico d'areia. Assim, empregam-se 400^k, 350^k, 300^k e 250^k de cal hydraulica para um metro d'areia conforme o uso que a argamassa deve ter.

Póde tambem formar-se argamassa hydraulica com cal e pozzolana usando o traço de 1:4 e 1:3.

Póde addicionar-se areia á argamassa precedente, com o traço de 1:1:1 ou de 2 de pozzolana para 1 de cal e 1 d'areia.

Póde tambem formar-se argamassa hydraulica misturando o cimento, a cal ordinaria e a areia, empregando as seguintes proporções: 1 de cimento, 2 de cal em pó e 3 d'areia; ou usando o traço de 1:4:10.

Estas ultimas argamassas podem empregar-se na execução de alvenarias ou aglomerados em terrenos humidos, na construcção das abobadilhas de tijolo, etc.

O volume das argamassas nunca é egual á somma dos volumes componentes; é isso devido principalmente ao augmento de volume da cal hydratada e á contracção da pasta de cimento. Assim, para formar um metro cubico de cal gorda em pasta são precisos apenas 255 kilos de cal em pedra, ou seja $0^{m3},300$ em volume e 255 litros d'agua; se a cal fôr magra para a mesma quantidade d'agua são precisos 425 kilos de cal em pedra, ou seja $0^{m3},500$ em volume. Para formar um metro cubico d'argamassa de cimento puro são precisos 1:600 kilos de cimento Portland, ou sejam $1^{m3},330$ para 480 litros de agua.

As argamassas refractarias são constituidas por barro refractario amassado com agua.

Para formar um metro cubico d'esta argamassa é mistér empregar 1:700 kilogrammas de barro para 400 litros d'agua.

98 — **Taipa.** — Além dos tres typos d'argamassa apresentados existe outro mais simples, formado apenas por terra amassada e empregado em construcções ruraes.

Usa se para tal fim terra argilosa que, depois de desembaraçada de

pedras, raizes, etc. que contenha, se amassa com agua formando pasta consistente.

E' geralmente usada na formação integral de paredes de casas pobres em localidades desprovidas de melhores materiaes de construcção. Dispõem-se uns taipaes (d'onde provém o nome de *taipa* dado a esta construcção), verticalmente e afastados d'uma distancia egual á espessura da parede; entre elles vae-se lançando a terra amassada que é conchegada a masso de madeira, até attingir a altura dos taipaes. Deixa-se seccar antes de os desarmar e, para que a nova camada de taipa ligue bem á inferior, deixa-se esta inclinada de 60.° approximadamente. Armam-se novos taipaes e assim se continua até á conclusão das paredes.

Os alicerces para a taipa devem ser d'alvenaria ordinaria, para evitar a acção das aguas. A taipa, sendo rebocada com argamassa ordinaria é susceptivel de duração.

99. — A consistencia das argamassas geralmente deve ser tal que moldando uma bola de 7 a 8 centimetros de diametro, ella se possa manter sobre uma superficie plana sem se deformar mais da 4 a 5^{mm}. Devem as pedras comprimir a argamassa que entre ellas se interpôr sem se *morder*, isto é, sem que haja contacto directo entre as suas superficies.

Devem adherir energicamente aos materiaes a ligar de modo a formar um todo solido e resistente; diz-se então que *fazem boa péga*.

Além d'isso, devem resistir bem aos agentes atmosphericos.

100 — **Fabríco da argamassa.** — O fabríco da argamassa influe muito sobre as suas qualidades ulteriores, por melhores que sejam os seus elementos e por melhor que tenha sido feita a mistura.

Reconhece-se que a argamassa foi bem fabricada, se ao enxambrar não deixa distinguir nenhum dos seus elementos; se não tivér sido bem amassada distinguem se n'uns pontos pedaços de cal e n'outros agglomerados d'areia.

A mistura dos materiaes componentes da argamassa deve ser perfeita.

Deve fabricar-se sempre a argamassa sôb telheiros ou alpendres para evitar que ella fique *afogada* se o tempo estivér de chuva, recebendo mais agua que a precisa.

A argamassa póde fazer-se manual ou mecanicamente; a primeira é usada em obras de pouca importancia.

101 — **Fabríco manual.** — Manualmente opéra-se do modo seguinte: Faz se um estrado de madeira, ou *amassadoiro*, onde se deita a cal extincta e em pasta, que se revolve com a enxada, ou melhor ainda com o *pilão*. Este é uma haste de ferro terminada inferiormente em fórma de massa ellipsoidal, e cujo pezo é approximadamente 4 kilos.

Com o pilão bate-se a cal em pasta, afim de lhe dar a fluidez necessaria para se lhe poder juntar a areia em boas condições.

A' pasta de cal vae-se juntando areia, por pequenas porções, afim de tornar bem homogenea a argamassa. Ao mesmo tempo junta-se-lhe agua pouco a pouco para lhe dar a semi-fluidez indispensavel.

Em geral, e isso depende da importancia da obra, prepara-se de cada vez um terço de metro cubico d'argamassa.

Se a cal apagada está em pó, mistura se em sêcco com a areia, juntando-lhe a agua depois. Como no caso antecedente, deve haver cuidado em fazer bem intima a mistura. Parece que este systema de preparar a argamassa não é tão bom como o primeiro.

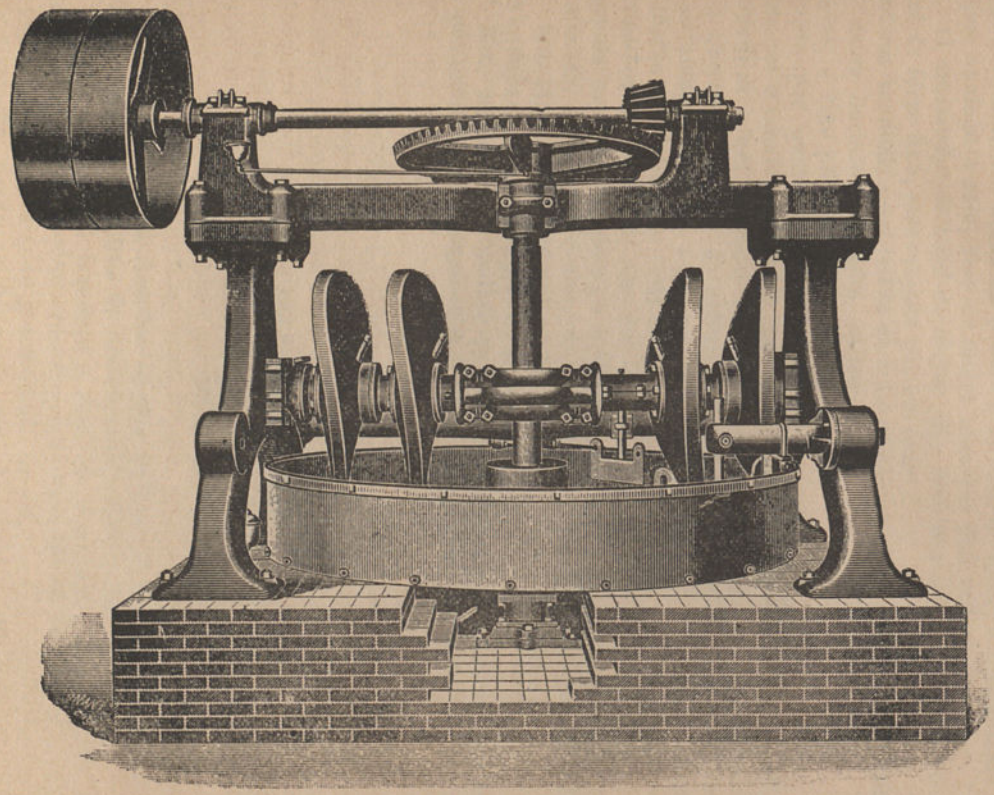
O processo manual applica-se em obras de pequena importancia, e se os operarios amassadores tiverem pratica bastante, obtem-se argamassa de boa qualidade.

102 — **Fabríco mecanico.** — Em obras d'uma certa importancia applicam-se sempre os amassadores mecanicos, de que ha diversos typos.

Um dos mais empregados é o de mós verticaes ou moinho de galgas, que consiste n'uma bacia ou tanque circular horisontal, de ferro, madeira ou alvenaria, atravessado por um eixo vertical, em torno do qual giram duas galgas de pedra d'eixo horisontal; no mesmo eixo existe uma haste em fórma de pá ou colhér, chamada *raspa,* para limpar as galgas da argamassa que por compressão a ellas tenha adherido. O eixo vertical recebe movimento de rotação d'um motor por meio de duas *rodas de corôa*, collocadas superior ou inferiormente ao tanque. Póde o moinho ser tocado por um animal e então em logar das rodas d'engrenagem existe uma almanjarra terminada por uma canga ou balancim, a que se junge ou atrélla um boi ou uma muar. No tanque deita-se areia, cal e agua, sendo a mistura executada pelas galgas.

A *Estampa X* representa um moinho de galgas aperfeiçoado, d'origem americana, destinado ao fabríco das argamassas. Consiste n'um tanque circular de chapa de ferro, animado de movimento de rotação em torno d'um eixo vertical, dado por intermedio d'um systema de rodas angulares de engrenagem e respectivos tambores tocados por meio de correia. As galgas são de ferro fundido, teem pequena espessura e em logar de planas são constituidas por superficies empenadas, de modo que n'uma revolução completa o seu rasto cobre uma superficie muito superior á sua espessura. As galgas são quatro, duas de cada lado do eixo vertical, e estão collocadas dissymetricamente, de maneira a cobrirem toda a área do tanque ao girarem sobre si mesmas; teem simplesmente movimento de rotação, girando o seu eixo em chumaceiras collocadas em cada um dos dois montantes lateraes de ferro fundido.

Os elementos componentes da argamassa lançam-se no tanque e a sua mistura intima faz se em pouco tempo, em consequencia dos movimentos de rotação combinados do tanque e das galgas; a fórma delgada e helicoidal d'estas assegura melhor o trabalho, pois que revolvem toda a massa, cortando a em todos os sentidos. Para puxar a argamassa d'en-



Amassador mecanico de systema americano

contro ás galgas ha um certo numero de raspas fixas de ferro com fórma apropriada.

O moinho representado na estampa é de grandes dimensões, tendo o tanque $2^m,70$ de diametro; exige a potencia de trinta cavallos vapor. E' destinado principalmente ao fabríco das argamassas para trabalhos em grande escala; nas obras do porto de Lisboa foi usado um amassador mecanico analogo a este, mas de muito menores dimensões.

O *amassador de tonel de Roger*, *fig. 106*, consiste n'um cylindro vertical de ferro fixo, atravessado por um eixo tambem vertical, guarnecido de travessões ou raios horisontaes, com saliencias ou dentes; o eixo póde receber movimento de rotação por qualquer meio mecanico; geralmente é movido a braços por meio de manivéllas e um systema d'engrenagens. Pela abertura superior do cylindro deitam-se os componentes da argamassa, que são divididos e misturados intimamente pelos travessões do eixo em movimento. A argamassa sae por um postigo inferior, que se mantém fechado no começo da operação.

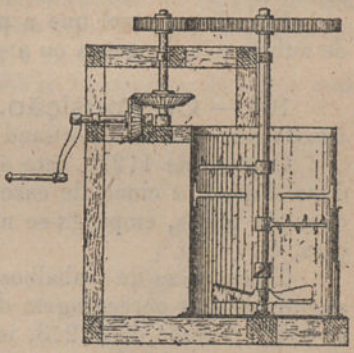


Fig. 106

Em logar d'um cylindro, póde haver dois agrupados e movidos pelo mesmo motor.

Este amassador é melhor que o moinho de galgas ordinario; obtem-se um producto mais homogeneo e o apparelho é mais portatil.

CAPITULO XII

Beton

103. — O *beton* ou *massâme* resulta da juncção d'uma argamassa, em geral hydraulica, a pedras de determinadas dimensões.

A palavra *beton* é franceza e significa o mesmo que a palavra *concreto* (corrupção do inglez *concrete*), não havendo termo correspondente em portuguez, mas estando generalisado principalmente o primeiro. A palavra *formigão*, usada no Alemtejo para designar um aglomerado de cal e saibro, está restricta áquella provincia, não se generalisando o seu emprego, como seria para desejar, a todos os aglomerados ou massâmes, conhecidos pela palavra franceza *beton*.

O beton é constituido, pois, por uma argamassa e por pedras em fragmentos miudos. A composição da argamassa póde ser variavel, de-

pendendo da natureza da obra. A pedra deve ter dimensões fixas, segundo o fim a que se destina a construcção; as suas dimensões oscillam entre 20^{mm} no minimo e seis a sete centimetros no maximo.

A pedra póde ser qualquer; tanto é applicavel o granito, como o basalto ou o calcareo; não precisa nem ser porosa, nem ter arestas vivas e irregulares. Podem empregar-se, com vantagem os seixos e calhaus rolados. Em logar de pedra pódem usar se fragmentos de tijolos, de ladrilhos, escorias ou jôrra, tendo esta a vantagem de formar um beton leve e resistente.

E' indispensavel que a pedra seja bem lavada para que fique isenta de substancias terrosas ou argilosas.

104 — **Composição.** — O beton mais geralmente usado é constituido pelo cimento Portland, areia e cascalho.

O traço de 1:2:5, isto é, uma parte em volume de cimento, para duas d'areia e cinco de cascalho, ou seja uma parte de argamassa para duas de pedra, emprega-se na construcção de paredes, abobadas, fundações, etc.

Tratando-se de trabalhos hydraulicos, quer fluviaes, quer maritimos, augmenta-se a percentagem da argamassa, em relação á pedra; póde usar-se então o traço de 1:2:3, isto é, duas partes de areia e 3 de cascalho para uma de cimento, ou seja uma parte de argamassa para 1,5 approximadamente de pedra britada.

Para trabalhos de menor importancia póde augmentar-se a percentagem da areia e do cascalho. Para fundações em terreno humido usa-se o traço de 1:4:8 ou seja 1 de cimento para 4 de areia e 8 de pedra, o que equivale a 1 d'argamassa para 2 de pedra.

Em logar d'usar cimento póde empregar-se a cal hydraulica ou a pozzolana ou, em trabalhos ao ar livre, simplesmente a cal gorda constituindo o *formigão*. Qualquer das argamassas indicadas no capitulo antecedente póde ser usada no fabrico do beton.

O doseamento do beton para trabalhos importantes, costuma ser o resultado d'uma série de ensaios praticos com os materiaes a empregar. Determina-se praticamente a relação entre a argamassa e a brita, enchendo com esta uma caixa de capacidade conhecida. Em seguida deita-se-lhe agua até rasar pelas arestas; mede-se esta agua, que representará a argamassa precisa, e a relação entre ella e o volume de pedra dá-nos o traço procurado.

Segundo este ensaio, diz-se o beton *cheio* quando a quantidade d'argamassa é exactamente egual ao volume d'agua; *gôrdo* quando é superior e *magro* quando inferior.

105 — **Fabríco do beton.** — Póde fazer-se manualmente ou por meio d'apparelhos e machinas apropriadas.

No primeiro caso dispõe-se, n'um estrado grande de madeira ou n'uma eira bem batida, a argamassa em camada d'uns $0^{m},20$ d'altura so-

bre a qual se lança a pedra bem lavada e molhada. Com pás e ancinhos misturam-se bem os componentes do beton, até formar um todo homogeneo.

Póde proceder-se d'outra fórma: estender a pedra em camada delgada e sobre ella lançar em sêcco a areia e o cimento, nas devidas proporções. Mistura-se tudo em seguida, adicionando alguma agua para formar uma massa mais ou menos fluida.

O beton assim preparado é conduzido em carros de mão para o local em que tem de ser empregado; ahi dispõem-se fôrmas ou caixas de madeira com a fórma apropriada, que se enchem com o beton, desmanchando-se horas depois quando a massa começa a enxambrar.

Os apparelhos usados no seu fabríco são as betoneiras, de que a mais simples está representada na *fig. 107*.

Consta d'uma caixa de madeira, de secção rectangular ou quadrada, aberta nas duas extremidades. Interiormente existem diversos planos obliquos a 45°. Dispõe-se a betoneira como mostra a figura; faz-se a mistura dos componentes do beton, a que se junta a agua precisa, lançando-se seguidamente á pá pela abertura superior; a massa, cahindo de plano para plano, vae-se misturando intimamente e cahindo pela abertura inferior no sólo limpo ou n'um estrado, d'onde é transportada para o local de applicação.

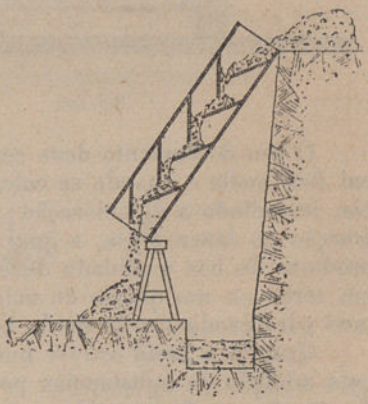


Fig. 107

O apparelho funcciona bem quando cheio até tres quartos da sua capacidade. O seu trabalho é economico, mas a qualidade é inferior á do beton obtido manualmente.

Ha machinas proprias para este trabalho, mais vantajosas que a betoneira descripta.

Citaremos a de Couche, consistindo em dois cylindros, animados de movimento de rotação em torno d'um eixo obliquo, que recebe movimento d'um motor. Os cylindros funccionam alternadamente; carrega-se um emquanto no outro se fabríca o beton. Deita-se a argamassa e a pedra molhada dentro d'um dos cylindros e põe-se em movimento; no fim de 30 ou 40 rotações, pára-se e despeja-se, emquanto se põe a funccionar o 2.° cylindro carregado n'aquelle intervallo de tempo.

Outra betoneira muito usada e representada na *fig. 108*, consiste n'um cylindro de chapa de ferro, movel em torno d'um eixo e tendo inferiormente um grande numero de septos, dispostos desencontradamente e formando pelo seu conjuncto um canal helicoidal. Os componentes do beton introduzem-se pelo tegão *A* do cylindro, recebendo este movimento de rotação d'um motor. A mistura intima faz-se no fim d'um certo numero

de rotações e o beton sae pela abertura inferior em virtude da disposição obliqua do cylindro. Póde ser movido a braços ou por um motor.

O beton tem hoje largo emprêgo nas construcções.

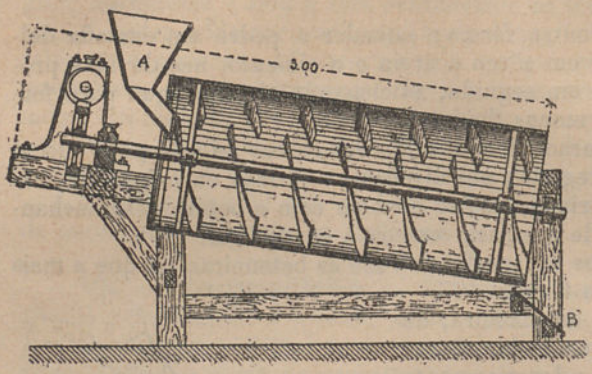


Fig. 108

106. — **Beton aglomerado.** — E' analogo ao beton ordinario, mas em geral fabricado com cal, areia e pozzolana, substituindo-se esta ás vezes pelo cimento. Fórma-se com esta mistura solidos parallelipipedicos, constituindo uma verdadeira pedra artificial.

O seu doseamento deve ser feito cuidadosamente; se contivér muita cal fica molle e quando se calca com o pilão a agua vem para a superficie, impedindo a aglomeração; um excesso de cal dá em resultado a contracção ao fazer prêsa, a qual faz fender o beton. Quando se quizér um producto de boa qualidade deve empregar-se pouca cal, nunca excedendo um terço ou um quarto do volume da areia. Desce se ás vezes a um oitavo para productos de muito boa qualidade.

Quando a areia estivér humida deve corrigir se este excesso d'agua pela addição de substancias pozzolanicas, como o tijolo em pó, a cinza de carvão, a jôrra moída, a propria pozzolana, etc. Esta addição deve ser, porém, proporcional á humidade da areia; se esta estivér muito molhada, póde a proporção attingir $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$ do volume total. Se porém a areia fôr sêcca, mas a cal estivér em pó, a proporção deve descer a $\frac{1}{20}$ ou $\frac{1}{40}$ do volume total.

Se se quizér obter maior actividade no endurecimento, maior energia e rapidez na prêsa, deve recorrer-se ao cimento, em logar das substancias pozzolanicas. Empregando um cimento de prêsa lenta, é sufficiente $\frac{1}{30}$ ou $\frac{1}{40}$ do volume da areia; subindo a $\frac{1}{10}$ em poucos dias o beton adquire a dureza do granito.

A composição do beton aglomerado póde ser a seguinte:

Areia	9 partes
Tijolo moído	1 »
Cal em pasta	1 »
Cimento	1 »

A percentagem do cimento póde ir até $\frac{1}{15}$ ou $\frac{1}{10}$.

O beton aglomerado fabrica-se em betoneiras mecanicas; começa-se por misturar a cal, o cimento e o tijolo em pó com um ou dois terços d'areia apenas; quando esta mistura estivér bem intima, addiciona-se o resto da areia completando-se a operação.

O beton assim preparado deita-se em moldes, feitos de taipaes de madeira, de desarmar, que se desmancham quando elle tem tomado a consistencia indispensavel para se não deformar.

E' empregado principalmente no fabríco dos grandes blócos para os enrocamentos e em outros trabalhos maritimos, etc.

107 — **Formigão.** — O formigão propriamente dito é um beton formado pela mistura de uma parte de cal para 3 de saibro, a que se junta a agua precisa para poder ser bem apiloado.

É muito empregado no Alemtejo em pavimentos interiores.

CAPITULO XIII

Gêsso

108 — Já dissémos (35) que o gêsso se encontra na natureza no estado de sulfato de calcio hydratado. Para poder ser utilisado nas construcções, torna se necessario que a industria lhe arranque a sua agua de hydratação.

Consegue-se isso pela calcinação da pedra de gêsso, tornando-se este anhydro e constituindo o chamado *gêsso de prêsa*. Este, tratado pela agua, apresenta a propriedade estimavel de fazer prêsa quasi instantaneamente, adquirindo dureza e resistencia.

109 — **Fabríco do gêsso.** — A calcinação do gêsso póde fazer-se em fórnos analogos aos do fabríco da cal, mas em geral faz-se sôb telheiros, *fig. 109*, abertos só d'um lado, servindo as pedras de gêsso para construir as fornalhas, em fórma de abobadas, sôb as quaes se deita o combustivel. Sobre estas abobadas collocam-se pedras de menores dimensões, empilhando-se até dois terços da sua altura. Deve deixar-

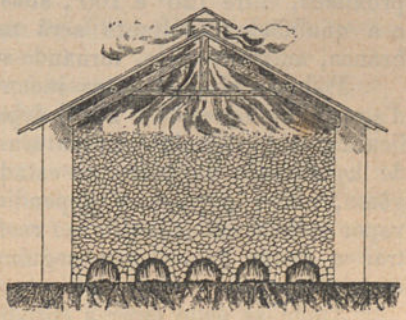


Fig. 109

se na cobertura um certo numero de aberturas para que haja a tiragem sufficiente para alimentar o fogo.

Este mantem-se accêso pelo espaço de oito a dez horas, findo o qual a cozedura está terminada. Reconhece-se o fim da operação quando as pedras das abobadas começam a avermelhar. Então tapam-se as fornalhas e cobre se o gêsso com pó e detrictos de gêsso, e deixa-se arrefecer lentamente, só se descarregando o forno quando completamente frio.

O gêsso depois de cozido reduz-se a pó fino em moinhos de galgas, peneira-se e ensacca-se ou conserva-se em barricas ao abrigo da humidade, por ser muito ávido d'agua.

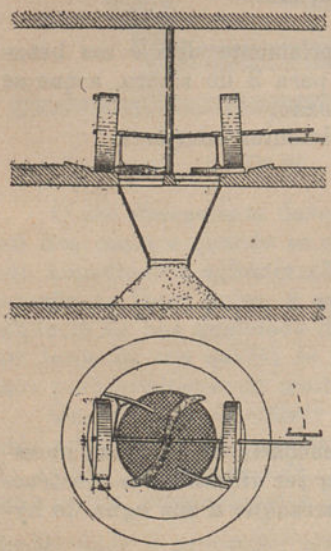


Fig. 110

A *fig. 110* representa um moinho para gêsso: compõe-se de duas galgas de ferro fundido ou de granito, que se movem em torno d'um eixo vertical, ao qual estão ligadas umas raspas de chapa de ferro, destinadas a arrastar o gêsso moído de sôb as galgas para um peneiro que fórma a parte central do tanque ou pista em que giram as mós verticaes. Esta moagem produz muita poeira que representa uma pêrda de material e um incommodo intenso para o pessoal operario; attenua-se este inconveniente dispondo sôb o crivo um largo funil, attingindo quasi o pavimento do andar inferior e mantendo-o constantemente tapado pelo gêsso em pó que desce do moinho; evita se assim a corrente d'ar de baixo para cima que comsigo arrastava o gêsso em pó tenue.

O moinho é movido por um manejo ou por um motor mecanico.

O systema de cozedura descripto acima representa o processo ordinario; é intermittente, mas economico. A temperatura deve manter-se entre limites muito proximos, entre 120° e 160°, aliás não perde completamente a sua agua e a qualidade resultante será má. Além d'isso, perde em parte a côr branca, amarellecendo, tornando-se improprio para os estuques finos.

Podem evitar-se estes inconvenientes cozendo a pedra pelo vapor d'agua sobreaquecido a 200°, depois de atravessar uma serpentina metallica aquecida áquella temperatura. O vapor d'agua arrasta comsigo a agua de hydratação do gêsso no estado gasôso. Assim se conserva a côr ao gêsso, mas o processo é dispendioso; no comêço da operação ha sempre vapor condensado, devido ao resfriamento soffrido pelo vapor ao encontrar a pedra fria. Com o seguimento da operação desapparece este inconveniente.

Ainda se póde fazer a cozedura do gêsso em torradores, obtendo-se um producto fino e de boa qualidade.

110. — O gêsso de boa qualidade é dôce ao tacto, adherindo aos dedos e conservando a fórma d'estes, se comprimido. Fórma pasta com a agua, augmentando de volume, adquirindo bastante resistencia depois de ter feito prêsa, sendo esta acompanhada d'uma pequena elevação de temperatura. Se fôr mal cozido é porôso, não fazendo pasta solida; se tivér sido cozido de mais, soffre um comêço de vitrificação, não absorvendo agua nem com ella fazendo pasta.

Conhece-se que o gêsso é de boa qualidade amassando-o com agua em fórma alongada e vendo depois da prêsa feita como elle resiste á compressão e tracção; se fôr friavel, esboroando-se facilmente, é signal de má qualidade. Apertando o gêsso na mão, deve conservar os vestigios dos dedos e não se desagregar facilmente como a areia.

O gêsso não adhére á madeira, o que torna indispensavel para a sua applicação no estuque de tabiques e frontaes o emprêgo prévio d'uma camada d'argamassa addicionada d'uma pequena porção de gêsso.

Tem a propriedade de oxydar o ferro, pelo que se empregam muitas vezes ferramentas do cobre e madeira na sua manipulação.

O gêsso resiste mal á acção dos agentes atmosphericos, não devendo portanto ser empregado em trabalhos ao ar livre, sujeitos ás intempéries.

A alteração que o gêsso soffre ao ar humido é devida á sua solubilidade, ainda que pequena, na agua. D'aqui resulta que o gêsso, ao contrario da argamassa ordinaria perde, com o tempo, parte da sua dureza.

O pêso do metro cubico do gêsso de prêsa em pó é de 1:250 kilos; 24 horas depois d'amassado pésa 1:600 kilogrammas.

111 — **Estuque.** — A principal applicação do gêsso nas construcções é o estuque.

E' conveniente empregar o gêsso recentemente cozido.

N'uma tina ou n'um balde deita-se agua, a que se junta pouco a pouco o gêsso em pó, espalhando-o bem por toda a superficie do liquido. Quando se começar a elevar a temperatura, indicio de estar terminada a hydratação, meche-se bem a massa até formar uma pasta bem homogenea.

Para 25 kilos de gêsso são precisos 18 litros d'agua para a pasta resultante ser consistente.

Querendo demorar a prêsa, junta-se á massa cólla forte ou gelatina, adquirindo pela prêsa maior durcza e podendo ser facilmente polido.

Para o estuque em côres deve a tinta ser addicionada á massa, diluindo-a, e depois é applicada como no processo ordinario.

Antes de applicar o estuque propriamente dito, fazem os estucadores o *esbôço*. A *massa de esboçar*, applicada sobre o *pardo* directamente, é formada por quatro partes d'areia calcarea branca, uma de cal em pasta e uma de gêsso em pó. E' sobre esta que elles estucam, empregando a *massa de estender ou dobrar*, constituida por partes eguaes de cal em pasta e gêsso.

O estuque depois d'acabado póde receber pintura ou ser brunido, imitando o marmore.

O gêsso serve ainda na confecção de moldes, usa-se para ligar o ferro ás pedras, etc. Usa-se em pintura, hydratado, constituindo o *gêsso dos pintores.*

112 — **Endurecimento do gesso.** — Torna-se o gêsso duro por diversos processos.

Um d'elles consiste em mergulhar o gêsso, depois de cozido, n'uma solução saturada d'alumen e submettêl-o em seguida ao calor rubro sombrio d'um forno; adquire o gêsso uma grande tenacidade, resistindo perfeitamente ás intempéries; é conveniente então addicionar-lhe uma parte d'areia.

No processo Sorel addiciona-se-lhe o sulfato de zinco em solução que marque 8° a 10° Beaumé. O gêsso assim preparado adhére energicamente ao ferro, á madeira e á pedra; applica-se para ligar o ferro á pedra, porque, além da forte adherencia, preserva o ferro da oxydação.

No processo Kuhlmann emprega-se o silicato de potassio para augmentar o endurecimento do gêsso e a rapidez da prêsa.

113. — **Staff.** — O *staff* é um composto formado por cré fina, gêsso finissimo e estôpa, tudo consolidado por uma armação de madeira embebida na pasta. Serve o *staff* para formar molduras de grande balanço e outros ornatos mais leves que os de estuque ordinario.

Prepara-se o molde como para os estuques ordinarios e depois de untado d'uma gordura para evitar a adherencia, vasa-se uma pequena camada de gêsso; depois faz-se-lhe um leito de estôpa que se conchega bem e em seguida deita-se mais gêsso. Onde houver precisão de assegurar a sua rigidez collocam-se pequenas hastes de madeira formando um esqueleto que se consolida ligando-as com arames de ferro. Estas peças de *staff* prégam-se com pregos d'arame de ferro galvanisado ás paredes ou tectos, sendo as molduras corridas com uma especie de plaina, cujos ferros teem a fórma das molduras.

CAPITULO XIV

Asphalto e betumes

114 — **Asphalto.** — O asphalto ou betume da Judéa é uma substancia negra, solida, de fractura vitrea e conchoide, de densidade de 1,0 a 1,6, fundindo a temperatura superior a 100°; é inatacavel pelos acidos e alcalis e soluvel nos oleos essenciaes e nos hydro-carburetos.

O asphalto é conhecido desde tempos remotos. E' abundante nas margens do lago Asphaltite, na Judéa, conhecido pelo nome de Mar Morto na antiguidade, por se julgar que o cheiro desagradavel exhalado pelas suas aguas, devido ao asphalto que n'ellas sobrenada, era sufficiente para fazer morrer as aves que voejassem sobre elle. O asphalto sóbe continuamente do fundo do lago e é arrastado pelo vento em grandes massas, como se fosse espuma, para as praias, onde os arabes o recolhem. Apresenta-se então no estado pastôso, mas ao seccar ao ar endurece, tornando-se quebradiço e friavel.

Não é, porém, este o asphalto empregado nas construcções. O que vulgarmente se chama asphalto natural é uma rocha, como o calcareo, o grés, etc., impregnada d'um betume viscôso, o *malte*, de cheiro caracteristico a alcatrão; é solido e duro apenas quando está frio; ao ar, n'uma temperatura moderada mesmo, amollece e chega a alastrar; funde a cêrca de 80° e arde com chamma longa e fumo muito espésso.

No nosso paiz encontra-se o calcareo betuminôso na Serra do Cabaço, perto de Torres Vedras, e em Canto d'Azeche, junto á Marinha Grande. A percentagem de betume é de 7 a 9,22 %.

115 — **Extracção do asphalto.** — A exploração das rochas betuminosas faz-se por fórma identica á das pedreiras.

O desmonte faz-se a ferro por se não poder empregar o fogo. Abrem-se galerias subterraneas, porque, se se procedesse á exploração a ceu aberto, de verão, o calor amolleceria a rocha e adquiriria um estado tal de plasticidade que a rocha seria de difficil desmonte. No inverno o mineral endurece de tal modo, em consequencia do frio, que se torna muito custôso d'arrancar.

Depois de desmontada a rocha, não convém deixal-a exposta á acção da chuva, porque as superficies em contacto com o sólo humido esmiga-

lham-se e absorvem agua, muito difficil de expellir e sendo um forte obstaculo á cohesão do asphalto.

O asphalto natural extrahe-se das rochas betuminosas, para o que se começa por reduzil-as a fragmentos que se deitam em panellas com agua a ferver; a ganga arenosa ou calcarea separa-se e fica no fundo; o betume sobrenada na agua, mas nem sempre é puro.

A fragmentação da rocha betuminosa faz-se manualmente a martéllo ou marrêta, ou mecanicamente entre cylindros armados de navalhas ou cutélos. Segue-se a pulverisação feita em moinhos de differentes typos, como o de Carr, os de balas, os de concha, analogos aos de moer café, etc., etc.

Seguidamente o pó é peneirado em *trommels* ou cylindros crivados d'orificios, d'onde sae prompto para formar os *pães* d'asphalto.

O fabríco d'estes pães d'asphalto faz-se em caldeiras, munidas d'agitadores mecanicos e aquecidas em fornalhas, e em que se deitam 13 partes d'asphalto natural para uma de betume. Carrega-se primeiro a caldeira com 100 kilos de betume e aquece-se; põem-se os agitadores a funccionar e deita-se pouco a pouco o asphalto em pó (1:300 kilogrammas). Pouco mais ou menos meia hora depois a massa tem adquirido consistencia conveniente; vasa-se então em moldes de ferro, em fórma de discos grossos, circulares, de $0^m,30$ de diametro por $0^m,12$ a $0^m,15$ de grossura; o seu pêso chega a attingir 25 kilos.

116 — **Asphalto artificial.** — Obtem-se misturando o calcareo ordinario com o betume em proporção variavel. E' um producto de qualidade inferior, incapaz de competir vantajosamente com o asphalto natural. Exposto ao ar perde em pouco tempo o betume e começa a fender e a desagregar-se, acabando por se desfazer em pó.

Não é facil distinguir o producto natural do artificial, antes da sua applicação.

117 — **Applicações do asphalto.** — O emprêgo do asphalto nas construcções é bastante extenso.

Emprega-se no pavimento das ruas, tanto nas calçadas como em passeios, no revestimento dos terraços, cisternas, reservatorios e canaes, no do sólo das caixas d'ar dos edificios, no das paredes humidas, etc., etc.

O asphalto para estas applicações é preparado no proprio local. Fundem-se os pães d'asphalto, partidos em 8 ou 10 boccados, n'uma caldeira de ferro, de fornalha inferior e de facil transporte. Ao asphalto junta-se sempre uma porção de betume para auxiliar a fusão e areia em quantidade variavel, segundo o fim em vista. A areia tem por fim diminuir a plasticidade do asphalto na estação calmosa.

A porção de betume a juntar é de 1 a 2 % da do asphalto; e a da areia de 50 a 80 %, conforme os casos. O primeiro funde-se na caldeira e só depois se lança o asphalto; a areia só se deita quando a massa está fluida e junta-se pouco a pouco, agitando-a com colheres de ferro, afim de tornal-a bem homogenea.

118 — **Betume do canteiro.** — Para preencher as falhas das cantarias, ou para ligar pedras de pequenas dimensões, usam os canteiros d'um betume formado de cêra e pêz louro em partes eguaes, a que se junta pó de pedra em quantidade bastante para formar massa consistente. Começa-se por derreter a cêra e o pêz louro, misturando-os, e juntando-lhes então o pó de pedra.

Outro betume, tambem muito usado pelos canteiros, é formado por:

Pêz louro	480	grammas
Sêbo	90	»
Cêra amarella	60	»
Fezes d'ouro	30	»
Pó de pedra.		

Derrete-se a cêra e o pêz e junta-se em seguida o sêbo, mechendo muito bem. Addiciona-se-lhe depois o pó de pedra em quantidade sufficiente para formar pasta consistente para rebôco e finalmente junta-se-lhe as fézes d'ouro.

Para ligar os metaes, em especial o ferro, ás alvenarias e cantarias, usa se muito a mistura de limalha de ferro e de enxôfre.

119 — **Massa de vidraceiro.** — Serve para ligar o vidro á madeira ou ao ferro da caixilharia.

E' formado pela mistura de 180 a 200 grammas d'oleo de linhaça para 1:000 grammas de cré ou branco de Hespanha.

Prepara-se do modo seguinte: deita-se a cré bem sêcca sobre uma taboa formando um monte; abre-se n'elle um orificio que se enche d'oleo de linhaça; amassa-se á mão e vae-se deitando mais cré e oleo, que se continuam a amassar até ficar uma pasta bem homogenea e consistente.

120 — **Betume inglez.** — E' um betume usado pelos canteiros para tapar as juntas ou as falhas das esculpturas.

Obtem-se amassando o gêsso com uma solução de alumen de potassa, na proporção de 1 parte d'alumen para 10 de gêsso. Solidificada a massa, coze-se e reduz-se seguidamente a pó fino, que se applica como o gêsso, substituindo-o com vantagem.

121 — **Betume de marceneiro.** — E' destinado a cobrir as fendas da madeira depois de trabalhada.

E' formado por alvaiade ou cré, ocre e oleo de linhaça. A's vezes junta-se-lhe um pouco d'areia fina ou tijolo moído. E' usado pelos pintores antes de applicar a pintura.

Em logar d'esta massa usa-se, com o mesmo fim, quando a pintura fôr a cólla, uma mistura de cólla com gêsso de pintor amassado.

122 — **Zulaque.** — O zulaque é muito usado para vedações de canaes, fontes, etc. E' formado de cal viva em pó fino, oleo de linhaça e estôpa picada. Amassa-se a cal com o oleo primeiramente e em seguida junta-se-lhe a estôpa, macerando-a com um masso.

123 — **Betume de guta percha.** — E' composto de guta percha misturada com resina, lithargirio e um corpo duro e inalteravel em pó, como o vidro, a areia, o esmeril, a pedra pomes, etc. Este betume não fende, conserva-se bem debaixo d'agua, resiste bem ás intempéries e não é atacado pelos acidos. A guta torna-o impermeavel e dá-lhe uma certa elasticidade.

Póde usar-se para betumar os vidros, as fendas dos sobrados, etc.

FIM DO PRIMEIRO VOLUME

INDICE

TABELLAS

COLLOCAÇÃO DAS ESTAMPAS

ERRATAS

Pagina	Linha	Onde se lê	Deve lêr-se
2	13	das portas maritimas	dos portos maritimos
7	24	ordinarias	ordinarios
28	7	caes hydraulicos	caes hydraulicas
24	22	(117)	(118)
33	4	da pedra branda	de pedra branda
34	27	excluiivamente	exclusivamente
48	12	tambor e roda de furos	tambor e roda de fusos.
53	2	até ao ultimo	até o ultimo
85	37	A prêsa da	A presença da
88	ultima	farinha, das suar —	farinha, das mar-
96	5	envolvido no cimento	envolvido pelo cimento
101	18	interpôr	interpõe
109	37	durcza	dureza

Materiaes de Construcção

VOLUME II

Materias que constituem esta Bibliotheca

1.ª SERIE — **Elementos Geraes**

1-Desenho linear.
2-Arithmetica pratica.
3-Algebra elementar.
4-Geometria plana e suas applicações.
5-Elementos de Phisica.
6-Elementos de Chimica.
7-Elementos de Electricidade.
8-Elementos de Mecanica.
9-Geometria no espaço.
10-Elementos de projecções.
11-Sombras e perspectiva.
12-Applicações e traçados praticos das projecções, penetrações, sombras, etc.
13-Trabalhos manuaes.

2.ª SERIE — **Mecanica**

1-Desenho de Machinas.
2-Nomenclatura de Caldeiras de vapor.
3-Nomenclatura de Machinas de vapor.
4-Problemas de Machinas.
5-Phisica Industrial.
6-Chimica Industrial.
7-Motores especiaes.

3.ª SERIE — **Construcção Civil**

1-Elementos de Architectura.
2-Materiaes de Construcção.
3-Construcções Civis.
4-Arte decorativa e Estylos.
5-Estylisação, composição e ornamentação.

4.ª SERIE — **Construcção Naval**

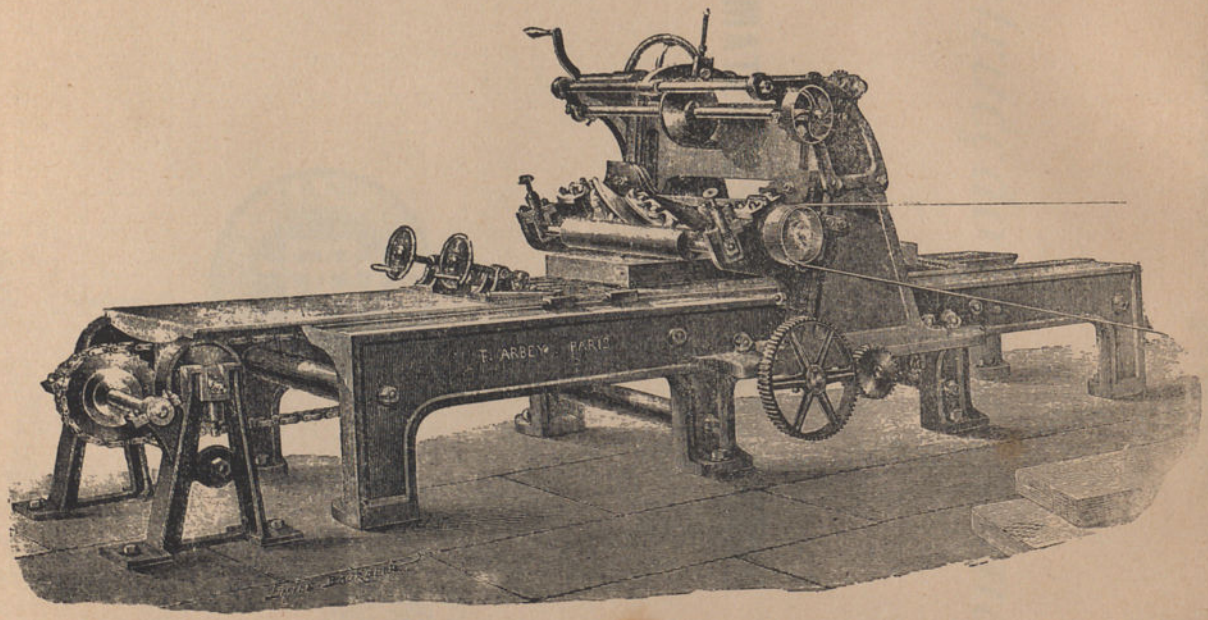
1-Construcção Naval.
2-Materiaes de construcção e processos de ligação.
3-Construcção de navios.
4-Historia da construcção naval.

5.ª SERIE — **Manuaes de officios** (em formato apropriado)

1-Conductor de Machinas.
2-Torneiro mecanico.
3-Forjador.
4-Fundidor.
5-Serralheiro e Montador.
6-Caldeireiro.
7-Electricista.
8-Carpinteiro Civil.
9-Marceneiro.
10-Entalhador.
11-Modelador, formador e estucador.
12-Pintor e Decorador.
13-Pedreiro ou trolha.
14-Canteiro.
15-Tintureiro.
16-Sapateiro.
17-Selleiro e correeiro.
18-Fiandeiro e tecelão.
19-Funileiro.
20-Encadernador.
21-Tanoeiro.

6.ª SERIE — **Conhecimentos geraes de diversas industrias, etc.**

1-A Hulha.
2-Metallurgia.
3-Fiação e Tecelagem.
4-Industria de Illuminação.
5-Industria do Vidro.
6-Industria do Papel.
7-Industria Ceramica.
8-Industrias de alimentação.
9-Industria do alcool, cerveja, licores, etc.
10-Industria do Azeite, Oleos, Sabões e Adubos.
11-Industria da Borracha.
12-Industria de Relojoaria.
13-Galvanoplastia.
14-Industria de Chapelaria.
15-Artes graphicas.
16-Photographia Industrial.
17-Hygiene das officinas.
18-Escripturação industrial.
19-Inventos Modernos.
20-Leis do trabalho e ensino industrial



Machina de aplainar madeira.

BIBLIOTHECA

de

Instrucção profissional

MATERIAES DE CONSTRUCÇÃO

VOLUME II

LISBOA
Bibliotheca de Instrucção Profissional
CALÇADA DO FERREGIAL, 6, I.º

Typ. — R. Ivens, 45, 47 — Lisboa

MATERIAES DE CONSTRUCÇÃO

SEGUNDA PARTE

MADEIRAS

CAPITULO XV

Generalidades

124. — Póde asseverar-se que não se faz obra, mesmo insignificante e por mais heterogeneos que sejam os materiaes n'ella empregados, sem se fazer uso da madeira, a qual se não constitue parte integrante da construcção, propriamente falando, é indispensavel para os andaimes, escoramentos, simples e cambotas, vedações, etc.

Nas construcções civis o emprego da madeira é muito grande, tanto nas de caracter definitivo como nas provisorias; constitue nos edificios ordinarios os sobrados, os tectos, telhados, escadas, os frontaes, os tabiques, etc. Em construcções provisorias chega a ser empregada exclusivamente.

A madeira é um excellente material de construcção porque resiste bem, dentro de certos limites, é claro, a todos os esforços, quer sejam de tracção, compressão, flexão ou torsão, quer sejam esforços transversos ou choques. E' de facil transporte e manobra, e o seu modo de ligação é dos mais simples.

As construcções de madeira apresentam sobre as d'alvenaria a vantagem de serem elasticas, ligeiras e economicas. O uso da madeira é preferivel na construcção das partes elevadas e suspensas dos edificios, como os sobrados e os telhados; é muito util nas obras provisorias e no madeiramento das casas dos paizes sujeitos a tremores de terra.

Tem comtudo a madeira grandes inconvenientes: a sua duração é pequena, porque se altera sôb a acção dos agentes atmosphericos; é combustivel e alguns insectos, moluscos e vegetaes teem acção nociva sobre ella; é menos estavel que a alvenaria e cantaria.

Hoje a madeira encontra um grande concorrente no ferro, que sobre ella tem a vantagem de, em igualdade de secção, apresentar resistencia muito superior.

125. — A madeira constitue a substancia solida, compacta e dura, que compõe a raiz, o tronco e os ramos das arvores, a qual se fórma e desenvolve sôb a casca.

Chimicamente a composição da madeira é bastante complexa; é constituida por cellulas elementares formadas de cellulose, $C^{12} H^{10} O^{10}$, cheias d'uma substancia incrustante variavel com as especies. Nas madeiras brancas e leves domina a cellulose, que constitue quasi exclusivamente a materia textil, mas com o envelhecer a madeira endurece, torna-se compacta e a materia incrustante abundante. As madeiras verdes contéem tambem substancias gommosas e resinosas, materias azotadas em dissolução na seiva e que teem influencia na sua conservação, além d'agua em quantidade variavel.

A composição centesimal da madeira é a seguinte:

Carboneo	51,21
Hydrogenio	6,24
Oxygenio	41,45
Azote	1,10
	100,00

N'esta analyse não se incluem as cinzas, que são 1,17 %, contendo 7 a 15 % de potassa, 14 a 16 % de cal e vestigios de phosphatos.

A madeira é muito hygrometrica; absorve agua no tempo humido, a qual se evapóra quando aquece. A' variação da quantidade d'agua contida na madeira correspondem alterações nas suas dimensões transversaes; o comprimento das peças de madeira fica invariavel, mas lateralmente a madeira incha ao absorver agua e contrahe-se ao seccar. O melhor meio d'evitar isto é proteger a sua superficie exterior por meio da pintura.

Depois d'abatida a arvore, ao seccar a sua madeira perde uma parte notavel do peso, acontecendo ás vezes rachar e tanto mais quanto mais rapida fôr a sua dissecação. Seis mezes depois de cortada uma arvore só pesa 90 % do seu pêso primitivo; no fim d'um anno desce a 80 % e no fim de dois annos só pésa 75 %; completamente sêcca só pesará 70 %. Depois, a variação de pêso só se dá acompanhando as alternativas de compridos periodos de seccura e de humidade.

Nas construcções só se deve empregar madeira cortada, pelo menos, ha dois annos, e não deve conter mais de 5 a 8 % d'agua.

O ar sêcco exerce sobre a madeira simplesmente o effeito de dissecação. As fibras lenhosas conservam-se indefinidamente em contacto com o ar sêcco; pelo contrario, o ar humido e confinado transforma a madeira n'uma especie de humus em consequencia d'uma lenta combustão; esta acção destruidora é auxiliada pela luz solar.

Immersa completamente em agua a sua conservação é indefinida, mas as alternativas de seccura e humidade decompõem muito depressa a madeira, perdendo em pouco tempo a sua resistencia.

A densidade da madeira é muito variavel; depende para a mesma especie, da idade, proveniencia e quantidade d'agua contida; a tabella IV dá as densidades médias das madeiras mais vulgarmente usadas nas construcções civis.

Para avaliar praticamente a densidade d'uma madeira com uma approximação relativamente sufficiente, corta-se um cubo de pequenas dimensões da madeira em questão e faz-se fluctuar em agua depois de o ter coberto com um inducto de cêra para evitar que se impregne d'agua. A relação entre a altura immergida e a altura total do cubo dá a densidade da amostra de madeira.

TABELLA IV

Peso das principaes madeiras de construcção

Nome da madeira	Peso por metro cubico	Nome da madeira	Peso por metro cubico
	Kilg.		Kilg.
Acacia	750	Loureiro	822
Alamo	529	Mangue	1040
Amieiro	588	Marmeleiro	705
Amoreira branca	572	Mogno ou acajú	590
Arco	1072	Murta	538
Azevinho	678	Nogueira	671
Bordo	675	Oliveira	676
Buxo	1285	Pau brazil	1031
Carvalho do norte	1035	Pau campeche	913
» nacional	1128	Pau ferro	1275
Casquinha	436	Pau santo ou gaiaco	1360
Castanheiro	606	Pilriteiro	994
Cedro africano ou gógó	650	Pinho manso nacional	583
» d'America	554	Pinho da terra	584
» do Libano	486	Pinho da ilha de S. Thomé	600
Choupo do Canadá	536	Pitch-pine	602
» nacional	550	Platano	737
Coqueiro	1040	Sabugueiro	649
Çortiça	240	Salgueiro	578
Ebano	1187	Sobro nacional	827
Espinheiro	960	Spruce	512
Eucalypto	843	Téca	860
Faya	696	Thuya	566
Freixo nacional	885	Tilia	564
Laranjeira	705	Ulmeiro nacional	638
Lariço	547	Vidoeiro	730

Extrahida das «Bases de orçamento» de D. X. Cohen.

Como dissémos, a madeira conserva-se indefinidamente no ar sêcco e na agua privada d'ar, mas as alternativas de seccura e de humidade favorecem a sua corrupção; a fermentação da seiva contida nos tecidos occasiona o apodrecimento, servindo as materias azotadas que contém de alimento aos insectos destruidores.

O acido sulfurico enegrece a madeira, transformando-a seguidamente n'uma substancia gommosa; o acido nítrico avermelha-a, transformando-a a quente em acido oxalico. A potassa em dissolução concentrada dissolve a madeira; o chloro embranquece-a, mas não a dissolve.

126. — As arvores compõem-se sempre de tres partes: a *raiz* enterrada no sólo e que termina inferiormente a arvore; o *caule* ou *tronco*, a parte que se eleva acima do sólo; as *folhas*, *flôres* e *fructos*, isto é, os seus orgãos de respiração e reproducção.

O que interessa ao nosso estudo é o caule ou tronco, que apresenta altura e diametro variaveis com as especies e com a idade.

O caule ou tronco é guarnecido a differentes alturas pelos ramos e folhas verdes, constituidas essencialmente pela chlorophilla.

A respiração das arvores faz-se pelas folhas; de dia, sôb a acção da luz solar, absorvem o acido carbonico do ar e exhalam oxygenio; de noite, o phenomeno inverte-se, isto é, absorvem o oxygenio do ar e expulsam o acido carbonico.

Os outros elementos necessarios á sua vida absorvem-n'os do sólo, pela raiz. A agua absorvida por ella e carregada de principios soluveis, como o amido, o assucar, a albumina, os saes mineraes, etc., constitue a *seiva* ou fluido nutritivo dos vegetaes.

A seiva circula continuamente nos vegetaes vivos e a sua circulação comprehende dois movimentos: o ascendente e o descendente.

A seiva ascendente sóbe pelo caule, elaborando-se e modificando-se na sua composição, dissolvendo certos principios, resultados de vegetações anteriores e encontrados acummulados nas cellulas e fibras dos vegetaes; chegando ás folhas soffre, sôb a acção do oxygenio do ar, uma nova laboração que a torna apta para fornecer os materiaes necessarios á sua nutrição e crescimento.

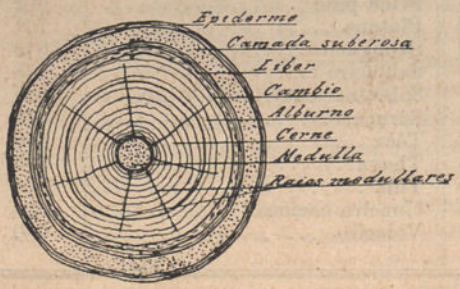


Fig. 111

A seiva, descendente então, desce para a raiz, atravessando os diversos tecidos que constituem a casca, e mais particularmente o tecido fibroso do *liber*, ou *entrecasca*.

Cortando o caule, normalmente ao eixo de crescimento d'uma arvore dicotiledonea (a maioria das madeiras de construcção usada nos nossos climas pertence a esta categoria), *fig. 111*,

encontra se uma série de camadas concentricas, formando tres partes distinctas, a saber: a *casca*, o *lenho* e a *medulla*.

A medulla é a parte mais interna do caule e é formada por uma massa molle e esponjosa, mais ou menos volumosa, de celullas prismaticas. A medulla desapparece com o augmento da idade das arvores. O lenho ou corpo lenhoso fica comprehendido entre a casca e a medulla. Distinguem-se n'elle duas partes o *duramen*, *coração* ou *cerne* e o *alburno*, envolvendo este o primeiro. O *cerne* constitue propriamente a madeira e é duro, compacto e pouco attacavel pelos parasitas. O *alburno*, *sâmago* ou *borne* é mais claro que o cerne e com o tempo endurece de dentro para fóra; contém na sua massa productos putresciveis e é facilmente attacavel pelos insectos.

Exteriormente ao alburno fica a *casca* ou *cortex*, dividida em duas regiões: o *liber* e a *epiderme*. O *liber* assenta sobre o alburno e tem fórma foliacea, d'onde lhe proveio o nome; a *epiderme* é a parte exterior da casca e é aspera, rugosa e cheia de póros. Entre a epiderme e o liber fica a *camada suberosa* que em algumas especies, como o sobreiro, adquire um grande desenvolvimento, constituindo a *cortiça*.

E' através da medulla e do lenho que circula a seiva ascendente; a descendente passa entre o alburno e o liber na região denominada *cambio*, formada á custa da seiva.

Notam-se ainda na secção d'uma arvore os *raios medullares*, que são linhas partindo da medulla para differentes pontos da casca.

O crescimento do caule no sentido da sua espessura faz-se por camadas successivas alojadas sobre o alburno de dentro para fóra, e sobre o liber de fóra para dentro formando o cambio. O crescimento do lenho é interrompido no inverno, de modo que se conhece a idade d'uma arvore pelo numero de camadas concentricas do corpo lenhoso.

O crescimento das arvores varia segundo a natureza do sólo, a essencia florestal, o clima e a sua exposição. Emquanto a arvore é nova o crescimento annual é rapido tornando-se mais lento de anno para anno até se anullar por completo quando a arvore attinge o maximo do seu desenvolvimento. Reconhece-se este estado pelo aspecto exterior da arvore, pela abundancia das folhas fortemento coloridas e pela força do ramos; o carvalho attinge o maximo do desenvolvimento aos 80 annos e o pinheiro aos 115 annos. Passada esta epoca a vegetação diminue e a arvore começa a estiolar. É occasião propicia para abater a arvore porque a circulação da seiva é incompleta, não alcançando os extremos dos ramos que começam a seccar e a apodrecer.

127 — **Exploração das madeiras.** — A madeira vae rareando na Europa devido ao acrescimo da população e ao desenvolvimento das culturas alimenticias e industriaes, tornando-se portanto preciso regular a exploração das florestas e matas existentes, afim de tornar o producto tão consideravel e ao mesmo tempo tão regular quanto possivel.

Além do que, as matas não são apenas valiosas pelos seus productos

florestaes; á sua existencia e boa conservação ligam-se as condições meteorologicas das localidades, isto é o seu clima. As florestas abrigam as povoações dos ventos impetuosos; temdem a regularisar a distribuição das chuvas fazendo com que caiam na estação calmosa tambem, tornando-se a atmosphera mais carregada de vapor d'agua. As florestas moderam as correntes d'agua tornando as inundações menos frequentes e destruidoras; purificam o ar dos logares pantanosos e fixam as areias que invadem as costas maritimas, arrastadas pelos ventos e formando as dunas.

De todos é conhecido o facto das ribeiras torrenciaes d'inverno e quasi sêccas de verão terem geralmente origem nas montanhas escalvadas e pedregosas; tem-se conseguido melhorar o seu regime pelo plantio d'arvores que fixando o sólo movediço concorrem conjunctamente para represar parte das chuvas tornando o seu curso mais regular.

Pelo que fica dito se vê a importancia das matas e florestas, cuja exploração deve ser cuidadosa para não se modificarem as condições climatericas das localidades e assegurar ao mesmo tempo a conservação da floresta pelo seu córte apropriado e prudente.

Não convém fazer o córte das arvores depois de terem attingido o seu maximo crescimento e quando começam a fenecer; convém para aproveitar o melhor possivel a arvore proceder ao seu corte pouco tempo antes d'essa epoca.

São contradictorias as opiniões ácerca da epocha do anno mais favoravel para o córte das arvores. Querem uns que seja a primavera, o que negam outros, dizendo estar no comêço de desenvolvimento a vida vegetativa da arvore, podendo originar o apodrecimento da seiva, resultando a madeira d'inferior qualidade. Querem outros que seja o verão o tempo mais proprio para o córte; allegam os contrarios ser esse o periodo de maior desenvolvimento da planta, e, como tal, inconveniente.

Uma grande maioria indica, porém, o outomno ou o comêço do inverno como epoca mais propicia para o córte das arvores. N'esta estação tanto a vegetação, como a circulação da seiva, são quasi nullas; d'esta maneira favorece-se a conservação ulterior da madeira.

O dr. Boucherie aconselha a não cortar as folhas da arvore a abater para que o ar sêcco, penetre nos canaes da seiva e vá activando a sua dissecação.

Segundo o fim a que se destinam as madeiras e a natureza das arvores, assim varía o modo de as explorar. Querendo obter váras curtas e flexiveis, arcos de pipa, lenha, etc., desbastam-se ou *descabeçam-se* os ramos das arvores periodicamente; esta exploração, chamada por *talhadia*, só é applicavel ás arvores que rebentem do pé, o que não acontece com os pinheiros e as outras arvores resinosas. Esta exploração é rendosa em curtos prasos, mas não é tão lucrativa como o córte das *arvores reaes*, ou feitas com 30 ou 40 annos, idade em que rapidamente augmentam de valor.

O córte das arvores deve ser feito com cautella; escolhem-se com

Applicação da serra Ransome á exploração das florestas

cuidado as arvores d'uma certa idade susceptiveis de darem madeira de grandes dimensões, evitando-se o córte d'arvores de maior pórte, que em poucos annos attinjam o maximo do crescimento. D'esta maneira poupa-se a mata, reservando-se periodicamente um certo numero d'arvores, que se vão abatendo quando attingem a altura e diametro convenientes. O córte n'estas condições, alliado ao plantío constante de novas arvores, fazem com que o rendimento da floresta se conserve.

128. — Para o córte das arvores emprega-se o machado ou a serra manual.

O machado é de cabo comprido e o rachador faz com o seu gume uma incisão no tronco, junto do sólo, cortando até proximamente dois terços do seu diametro, do lado para onde a árvore deve cahir. Em seguida faz segundo entalhe no tronco do lado opposto até um terço do diametro, tendo o cuidado de practicar este córte um pouco acima do primeiro, para que não cáia a arvore de repente. Auxilia-se a quéda puxando por uma córda atada á cópa da arvore.

Este processo é moroso e aproveita mal o tronco junto ao sólo onde elle é mais grosso e aproveitavel.

A serra manual, de grandes dimensões, munida de dois cabos, e manobrada por dois operarios, obvía aos inconvenientes apontados. Para aproveitar melhor o tronco fazem-se duas covas, uma de cada lado da arvore, dentro das quaes se collocam os homens, podendo assim facilmente cortar a arvore rente ao chão.

Procedem como anteriormente, isto é, fazem um primeiro córte até dois terços do lado para onde a arvore deve cahir, e em seguida o segundo golpe até um terço, do lado opposto e n'um plano um pouco superior ao do primeiro. Para que o peso da arvore não aperte, ao descahir, a folha da serra, allivia-se com cunhas de madeira, que se introduzem no córte.

Este processo é mais perfeito, mas é ainda moroso.

A serragem mecanica das arvores é mais economica; faz-se com serras movidas a vapor, dispostas de modo a poderem cortar n'um plano horisontal ou vertical; teem pequenas dimensões, são portateis e muito uteis n'este genero d'explorações florestaes.

A estampa XI mostra a applicação da serra mecanica de Ransome ao córte das arvores. O vapor gerado n'uma caldeira portatil é conduzido por uma tubagem flexivel ás pequenas machinas de vapor cuja haste de embolo é prolongada por uma folha de serra, a qual é animada de rapido movimento de vae-vem, podendo applicar-se á serragem n'um plano horisontal ou vertical.

O trabalho d'esta serra é muito economico, tanto em tempo como em pessoal e aproveitamento da madeira. Um partido de 4 homens armados com uma serra de Ransome fazem o serviço de trinta rachadores.

A *fig. 112* mostra a mesma serra, em maior escala, applicada á serragem das arvores já cortadas.

Quando se pretende arrancar uma arvore pela raiz, o que só acontece quando se quer aproveitar o terreno para outra cultura ou para construcções, etc., começa-se por espiar a arvore com cabos em differentes direcções; cava se em seguida em torno d'ella, pondo-lhe as raizes a des-

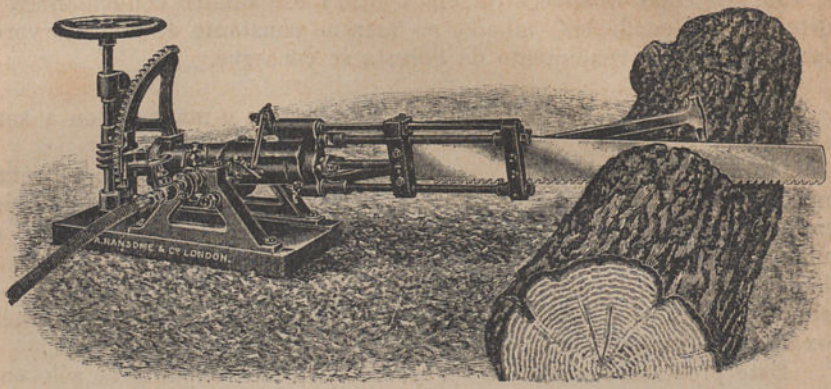


Fig. 112

coberto, as quaes se cortam uma a uma, e deixa-se por fim cahir a arvore, largando uma das cordas.

Tambem se emprega hoje a polvora e a dynamite para abater as arvores.

129. — **Defeitos das madeiras.** — A madeira está sujeita a um certo numero de defeitos, que é necessario conhecer para poder prescrever o seu emprego nas construcções, se forem de molde a tornal-as improprias para esse fim. E' facil reconhecer esses defeitos depois da arvore abatida e serrada; quando está de pé é porém mais difficil. Uma arvore bem redonda e conica, de casca fina e homogenea, é geralmente de boa qualidade. Se, pelo contrario, a casca é irregular, cheia de defeitos, se apresenta cogumelos ou protuberancias de substancia gommosa na nascença dos ramos, etc., póde ter-se a certeza que a madeira tem bastos defeitos.

Esses defeitos são de differentes naturezas; uns existiam na arvore, quando de pé; outros apparecem depois da arvore abatida, accentuando-se quando a madeira está mais sêcca.

Um d'esses defeitos são os *nós*. A sua existencia é devida ao córte dos ramos junto do tronco da arvore. São inconvenientes na madeira, porque alteram a homogeneidade das suas fibras; devem extrahir-se e substituir-se por uma especie de rôlha de madeira dura embebida d'alcatrão e que se mette á força no orificio do nó.

O frio congela a seiva que augmentando de volume rebenta a casca, produzindo *fendas* longitudinaes, as quaes chégam por vezes ao corpo

lenhoso. N'estas *fendas* penetra a chuva, tornando-se em poderoso agente de apodrecimento ao misturar-se com a seiva. A madeira n'estas condições é impropria para a carpinteria.

Podem as *fendas* ser devidas ás intemperies, ás alternativas de seccura e humidade, e então são transversaes; a madeira d'estas arvores é aproveitavel tapando as fendas com alcatrão.

A fermentação da seiva ou *caria* póde levar ao completo apodrecimento da arvore; póde ser devida a córtes na casca que não foram tratados convenientemente ou a infiltrações d'agua da chuva pelos ramos partidos.

O *pé de gallinha* é uma fenda aberta do cerne para a peripheria; apparece coberta de bolôr, exhalando pessimo cheiro. A madeira com este defeito é impropria para as construcções, principalmente se a fenda estiver coberta por um pó escuro ou rôxo, signal manifesto de podridão.

E' tambem má madeira de construcção a que apresenta as *fibras torcidas* ou *reviradas*, devidas á violenta acção do vento quando a arvore era muito nova; se o torcimento é demasiado, a serragem da madeira é difficil e a sua resistencia muito pequena.

A madeira *picada* é a que foi destruida pelos insectos introduzidos sôb a casca da arvore, os quaes a tornaram impropria para o emprêgo em qualquer obra.

A *ictericia* ou coloração amarella das folhas e a *seccagem* dos ramos em grande escala indicam tambem a ruina das arvores.

O *caruncho* é um insecto coleoptero xilophago (comedor de madeira) que se introduz nas fibras da madeira, nutrindo-se da sua substancia lenhosa. O ataque do *caruncho* produz sobre a madeira um ruido perfeitamente perceptivel e dá em resultado a sua transformação em pó fino impalpavel, tambem chamado *caruncho*.

Depois da arvore cortada, a sua seiva é susceptivel de fermentar ainda se se encontrar n'um meio favoravel, como o ar viciado ou quente e humido, etc.; dão em resultado a madeira *requentada*, ainda utilisavel, mas se se deixar progredir o mal, a madeira torna-se *queimada*, isto é, chega a reduzir-se a pó negro, de cheiro nauseabundo.

O *taré* ou *tarêdo* é um molusco acephalo de cêrca de $0^m,30$ de comprido por $0^m,02$ de diametro, terminando d'um lado por uma concha bipartida e do outro em cauda. E' um dos mais terriveis destruidores da madeira immersa na agua salgada. Introduz-se n'ella no estado de larva, e dentro de quinze dias torna-se adulto; abre uma galeria na madeira com o auxilio da sua concha bivalve. Não se sabe positivamente se a sua acção é puramente mecanica ou se é acompanhada pela segregação d'algum liquido que exerça acção chimica sobre a madeira. Introduz-se na madeira, formando canaes sinuosos cylindricos em todas as direcções; nota-se que havendo dois d'estes moluscos na mesma madeira, os seus canaes nem se cruzam nem se bifurcam nunca, desviam-se, ficando ás vezes separados por uma tenue lasca de madeira. Vive na agua salgada, que com a madeira constituem o meio indispensavel á sua vida. Prefere

a agua salgada limpida com um certo grau d'acidez, desenvolvendo-se de preferencia nos portos maritimos. Morre na agua dôce.

A formiga branca ou termite é um terrivel inimigo da madeira, mas felizmente é pouco vulgar nos nossos climas. E' um pequeno insecto originario d'Africa, onde a sua propagação e actividade são verdadeiramente extraordinarias. O ataque á madeira é rapido; minam-n'a em todas as direcções, deixando apenas o numero de fibras necessario para que ella se possa manter sem se partir. E' de notar que as superficies exteriores da madeira ficam intactas, de modo que o melhor observador não póde reconhecer a invasão d'aquelle insecto senão depois da peça de madeira estar perdida de todo. Ha exemplos de se quebrarem fortes degraus sôb o pêso d'uma pessoa, verificando-se só então a existencia da formiga branca.

No nosso paiz a sua actividade e reproducção são muito menores, podendo ser facilmente combatida por diversos meios, sendo um dos mais simples o revestimento da madeira com alcatrão ou cal extincta.

CAPITULO XVI

Conservação das madeiras

130.— E' muito conveniente descascar as arvores, logo depois d'abatidas, para que os insectos se não abriguem debaixo d'ellas, atacando o corpo lenhoso da arvore.

Pela acção dos agentes atmosphericos a seiva fermenta, podendo determinar o apodrecimento da madeira; é pois de toda a conveniencia serrar as arvores logo depois d'abatidas, ou pelo menos descascal-as e limpal-as de nós e fendas que se devem preencher com alcatrão. Em seguida empilham-se sôb telheiros bem ventilados, mas livres da acção do calor e das fortes correntes d'ar, que fariam evaporar rapidamente a seiva, fendendo a madeira.

A seiva é um dos principaes factores de destruição da madeira, depois da arvore abatida. Pela fermentação favorece o desenvolvimento dos insectos e fornece elementos ao bolor. Ha diversos meios de neutralisar os effeitos da seiva: solidifical-a ou lexivial-a.

A solidificação obtem-se expondo as madeiras em armazens bem ventilados durante bastante tempo. E' muito morôso este meio, sendo substituido geralmente pelo aquecimento em estufas aquecidas a 40° ou 50° para as pequenas peças e a 30° para as grandes, devendo n'este ultimo caso prolongar-se a operação.

A seiva solidifica e aperta mais entre si as fibras da madeira, au-

gmentando-lho a resistencia e a densidade, mas tornando-se mais difficil de trabalhar e mais facil em empenar.

A lexiviação consiste em conservar mergulhada em agua clara e corrente a madeira durante bastante tempo. Passados uns quatro mezes, retira-se d'agua e deixa-se seccar lentamente ao abrigo de fortes correntes d'ar.

Quando se trata de pequenas peças de madeira collocam-se em estufas, onde se faz chegar o vapor d'agua que, penetrando na madeira, dissolve a parte gommosa da seiva, sendo arrastada pela agua condensada. A operação dura umas 24 horas e dá-se por finda quando a agua de condensação sae limpa ou levemente amarellada. Abre-se em seguida a estufa durante duas horas para arrefecer a madeira, que em seguida se empilha em armazens bem ventilados durante um ou mais mezes.

A madeira, depois d'estas operações, perdeu 23 % do seu pêso, tornou-se mais facil de trabalhar que a madeira sêcca expontaneamente; tornou-se porém menos dura e resistente.

A madeira póde conservar-se quasi indefinidamente quando immersa em agua dôce ou salgada ou em areia humida. Quando retirada d'agua deve deixar-se seccar em telheiros, não exposta a fortes correntes d'ar.

A agua do mar torna a madeira muito difficil de trabalhar e impropria de se empregar nas construcções, por ficar impregnada de saes deliquescentes.

Para conservar a madeira nas obras ha diversos meios que se podem reduzir a tres grupos: a applicação de inductos, a injecção de substancias anti-scepticas e a carbonisação superficial.

Os inductos e a carbonisação superficial preservam a madeira da humidade e do ataque dos insectos; as substancias anti-scepticas formam com a seiva um composto insoluvel que enche os póros da madeira, a endurecem e fazem desapparecer a fermentação da seiva e evitam o caruncho.

Os principaes inductos empregados para preservar a madeira são a pintura com alcatrão, tintas e vernizes, de que adeante trataremos. A pintura é um processo corrente de conservação da madeira, prestando-se simultaneamente á sua decoração.

131 — **Injecção das madeiras — Processo Boucherie.** —Um processo de conservação das madeiras muito preconisado e empregado nos ultimos sessenta annos é a *injecção*, que consiste em fazer penetrar no interior das madeiras uma substancia anti-sceptica, para se oppôr á fermentação da seiva e resistir aos ataques dos insectos.

Os principaes anti-scepticos usados são: o creosote, o sulfato de cobre, o chloreto de zinco e o bichloreto de mercurio.

A injecção das madeiras tem sobretudo applicação no preparo das travessas dos caminhos de ferro, dos postes telegraphicos, das estacas, etc., etc.

A injecção pelo sulfato de cobre foi usada pela primeira vez em 1841 pelo dr. Boucherie. Nos seus primeiros ensaios aproveitava a propria circulação da seiva nas arvores ainda de pé para lhe introduzir as materias

anti-scepticas. Praticava na base da arvore duas incisões profundas, que apenas deixavam entre si um intervallo d'alguns centimetros; em roda d'estas incisões dispunha uma manga de um tecido impermeavel em communicação com uma vasilha contendo o liquido antiseptico, o qual pela aspiração vital era absorvido. A *fig. 113* representa a disposição empregada pelo dr. Boucherie.

Este processo era dispendioso e a penetração do liquido antiseptico bastante irregular.

Mais tarde o processo foi modificado por se descobrir que a seiva conservava o seu movimento ascensional depois da arvore cortada; fazia-se a injecção dos troncos das arvores collocados horisontalmente, o que

Fig. 113

era muito mais commodo. A esta segunda phase do processo seguiu-se a injecção com o liquido sôb pressão, que ainda hoje se emprega.

Querendo aproveitar todo o tronco da arvore faz-se uso d'um obturador de cobre, *fig. 114*, que, por meio d'um parafuso, se fixa a uma das extremidades da viga a injectar, tendo o cuidado de interpôr préviamente uma corda alcatroada para melhor vedar; faz-se em seguida com uma verruma um furo obliquo, que se vae abrir na fenda entre o obturador e a viga e deixa-se livre o outro tôpo.

Mette-se no furo um bocal de cobre ligado a um comprido tubo de borracha, munido de torneira e communicando com o reservatorio do sulfato de cobre, *fig. 115*, collocado á altura d'uns dez metros, para que o liquido tenha pressão sufficiente para atravessar a viga em todo o seu comprimento.

O tôpo livre da viga corresponde a uma calha para onde cahe a so-

lução do sulfato depois de atravessar a madeira, reunindo-se n'uma caldeira, d'onde é levantada por uma bomba ao reservatorio distribuidor.

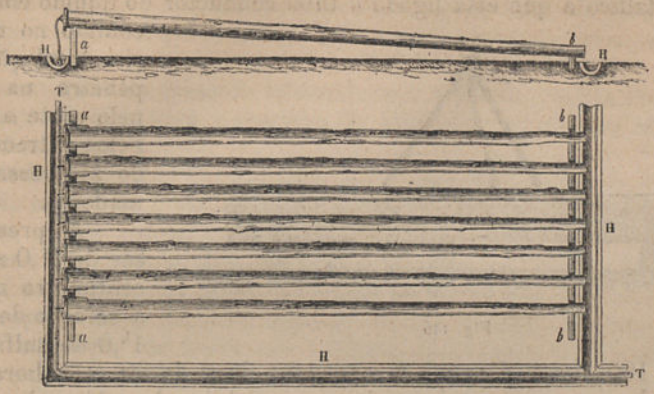


Fig. 114

Dá-se a operação por terminada quando o sulfato de cobre sahe pela extremidade livre da viga ou poste, o que se reconhece com uma dissolução de 90 grammas de sulfocyaneto de potassio n'um litro d'agua. Faz-se um golpe no extremo da viga e chega-se-lhe a solução, que dará uma coloração vermelha se a operação estiver terminada; se apenas avermelhar levemente deve continuar se a injecção.

Esta operação é sobretudo applicada á injecção dos póstes das linhas telegraphicas.

Não querendo aproveitar o tronco da arvore em todo o seu comprimento, como é o caso das travessas para os caminhos de ferro, não se faz uso do obturadôr acima referido, mas faz-se um golpe transversal, *fig. 116*, a meio da viga. Abre-se o golpe um pouco introduzindo um calço sôb a viga, e na fenda mette-se uma corda albatroada; retira-se o calço e o córte fecha

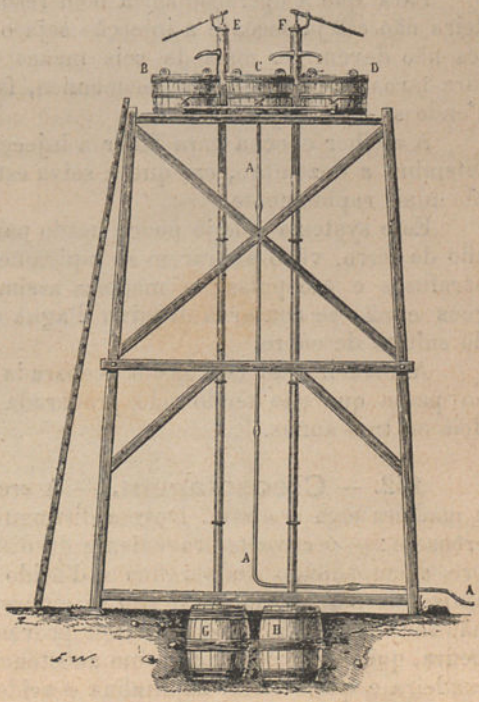


Fig. 115

apertando fortemente a corda. Perto do córte faz-se com a verruma um furo obliquo até encontrar a incisão da serra e n'elle se introduz o bocal metallico a que está ligado o tubo conductor do liquido conservador contido no reservatorio. A solução cuprica penetra na madeira pelo córte e vae sahir pelos extremos depois de atravessar toda a madeira.

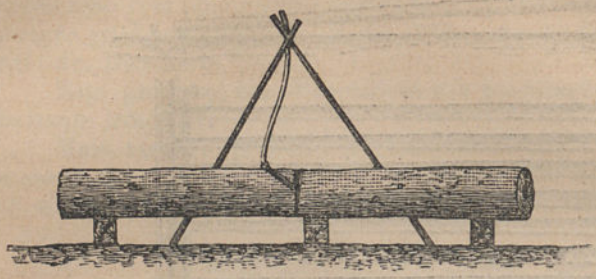


Fig. 116

A pressão deve ser de $1^k,0$ a $1^k,5$ por centimetro quadrado; a solução deve conter $1^k,0$ de sulfato de cobre por 100 litros d'agua. A operação dura de 50 a 60 horas, absorvendo cada metro cubico de madeira 5 a 6 kilos de sulfato de cobre.

A injecção da madeira deve fazer-se antes de a descascar, devendo esta operação fazer-se 30 dias, pelo menos, após a injecção; depois de descascada não se deve deixar seccar ao sol.

Para que a operação surta bom resultado é indispensavel que a madeira não esteja secca e a injecção seja o mais regular possivel. As arvores não devem ter mais de seis mezes de cortadas, sendo conveniente, para tornar a operação mais economica, fazer a installação junto á floresta d'onde se abatem as arvores.

A melhor epocha para fazer a injecção das madeiras é nos mezes de setembro a dezembro, em que a seiva está mais fluida, fazendo-se a injecção mais rapidamente.

Este systema é hoje pouco usado para injectar as travessas do caminho de ferro, visto alterarem-se rapidamente em contacto com o ferro dos parafusos e escapulas; a madeira assim preparada não admitte samblagens e não se conserva debaixo d'agua em consequencia da solubilidade do sulfato de cobre.

A madeira de faia assim preparada dura uns doze annos enterrada, ao passo que não tendo sido preparada a sua duração não vae além de dois ou tres annos.

132. — **Creosotagem.** — A *creosotagem* consiste em impregnar a madeira com creosote. Devem distinguir-se sôb este nome dois typos de creosote: — o *creosote* proveniente da distillação da madeira e que é sempre acompanhado de parafina e d'acido phenico, que são os verdadeiros antisepticos que, em geral não se emprega na injecção das madeiras por não ser tão efficaz como o *creosote* proveniente da distillação do carvão de pedra, que é o mais usado como substancia preservadora da destruição da madeira e que contém naphtalina e acido phenico.

Parece que o creosote da madeira é soluvel na agua e que a para-

fina contida n'este antiseptico não é muito bom preservador da madeira.

O creosote do carvão de pedra não deve conter nem agua nem ammoniaco, ou qualquer substancia soluvel na agua; deve ser isento d'alcatrão, completamente liquido a 38° C. e a sua densidade deve oscillar entre 1,045 e 1,10.

A quantidade de creosote injectado nas madeiras regula por 105 kilos por metro cubico para a madeira de pinheiro; o carvalho só absorve metade d'este pêso.

O modo d'applicar a creosotagem é o seguinte, segundo o processo de Blythe, applicado principalmente ás travessas dos caminhos de ferro: A madeira, se não estiver bem sêcca, disseca-se em fornos ou estufas para lhe expulsar a humidade. Em seguida entra em vagonetes dentro de grandes caldeiras cylindricas onde, depois de fechadas por autoclaves, se faz entrar o vapor d'agua durante algumas horas. A acção do vapor é para liquefazer a porção de seiva que solidificasse durante a primeira operação. Em seguida faz-se sahir o vapor e mantem-se por algum tempo o vacuo parcial, afim de que toda a humidade e os liquidos formados no interior da madeira sejam expulsos e os delicados envolucros das cellulas fiquem destruidos para darem logar ao creosote na operação seguinte.

Emquanto se faz o vacuo mantem-se a caldeira quente pela circulação do vapor em serpentinas, evitando-se d'este modo a condensação e fixação dos vapores aquosos á madeira. Segue-se a creosotagem, enchendo a caldeira com creosote aquecido a 80° e mantido a pressão determinada, geralmente 10 atmospheras, para que a absorpção se faça nas condições precisas.

No processo de Bethell, mais antigo, o tratamento é identico, dispensando o aquecimento prévio da madeira em estufas e a acção prolongada do vapor.

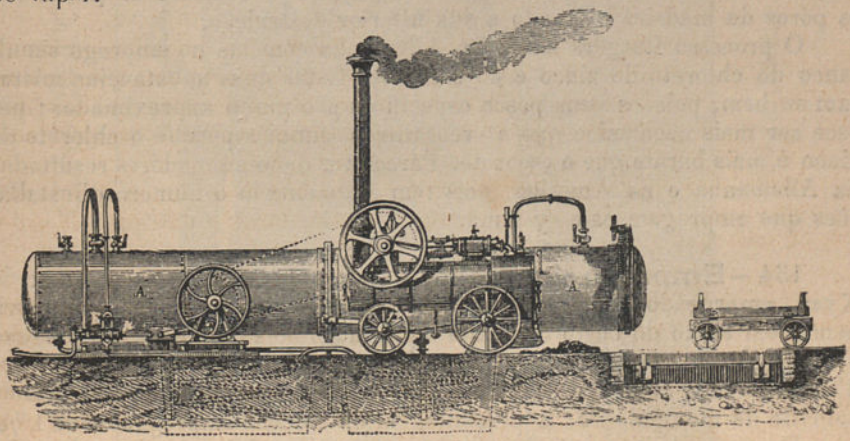


Fig. 117

A *fig. 117* representa uma caldeira usada para a injecção das madeiras por meio do creosote ou do sulfato de cobre.

A creosotagem das travessas do caminho de ferro é muito usada em França, Inglaterra, Allemanha, etc.; entre nós é empregada nos Caminhos de Ferro do Estado e na Companhia Real dos Caminhos de Ferro, que teem installações proprias para esse fim.

133. — **Injecção pelo chloreto de zinco.** — A injecção pelo chloreto de zinco ou processo de Burnett, é o mais empregado nos Estados Unidos da America do Norte. O processo consiste em submetter alternativamente a madeira á acção do vapor d'agua e do vacuo, liquefazer e extrahir a seiva e em seguida encher o cylindro com a solução de chloreto de zinco sôb pressão para a forçar a penetrar na madeira.

A *Estampa XII* representa a vista geral d'uma das maiores installações dos Estados-Unidos, em Somerville, vendo se á direita a entrada das quatro grandes caldeiras cylindricas, em que entram os vagões carregados de travessas. As caldeiras teem $33^m,0$ de comprido por $1^m,80$ de diametro e prestam-se á injecção, não só das travessas dos caminhos de ferro, como das grandes vigas usadas nas construcções civis. Está disposta para empregar a injecção pelo chloreto de zinco e pelo creosote.

Como o chloreto de zinco é soluvel na agua, este systema de conservação não é vantajoso para as madeiras que tenham de se mergulhar em agua ou enterrar em sólos alagadiços.

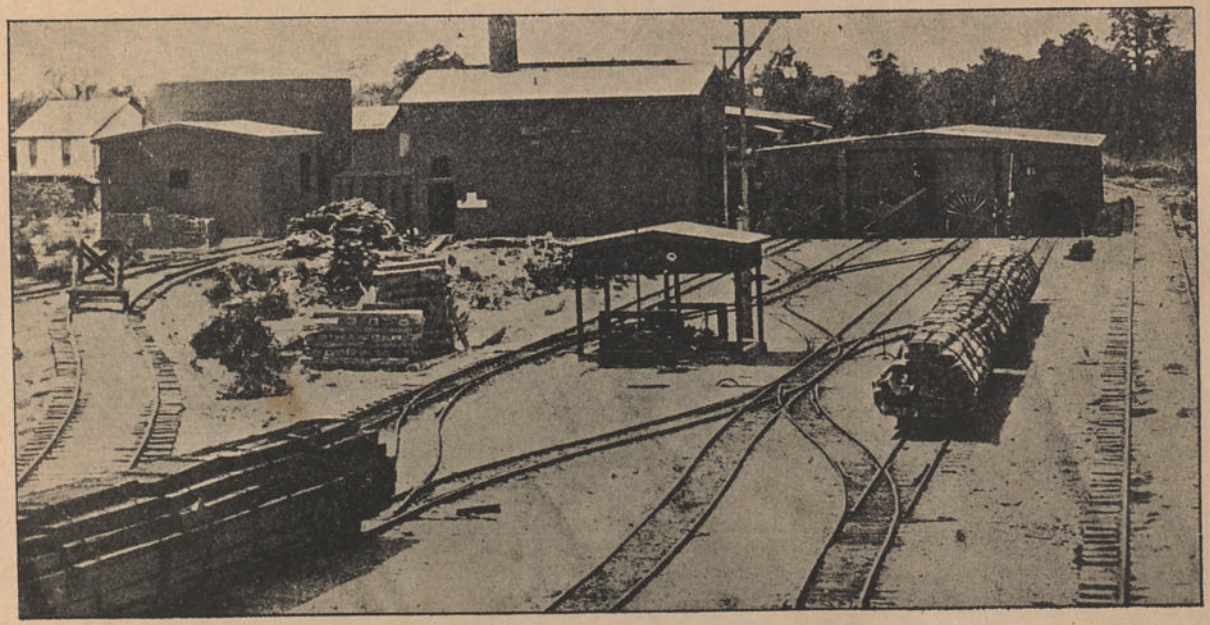
A concentração da solução regula por 1,4 a 2,0 %, sendo a quantidade de sal absorvida pela madeira cerca de 12 kilos por metro cubico.

O processo Wellhouse emprega o chloreto de zinco addicionado de colla e tannino. Injecta-se a colla com o chloreto de zinco para fechar os póros da madeira e em seguida injecta-se o tannino. Julga-se que o tannino transforma a colla n'uma substancia rija e insoluvel que enche os póros da madeira evitando a sua ulterior destruição.

O processo Rutgers usado na Allemanha consiste no emprego simultaneo do chloreto de zinco e do creosote. Estas duas substancias misturam-se bem, pois os seus pesos especificos são muito approximados; parece ser mais economico que a creosotagem simples porque o chloreto de zinco é mais barato que o creosote. Parece ter dado animadores resultados na Allemanha e na America, pois tem augmentado o numero d'installações que empregam este systema.

134 — **Emprego do sublimado corrosivo.** — O processo de Kyan, empregado em Inglaterra em 1832 tem tido pequeno desenvolvimento em rasão do custo da materia prima ser elevado. Kyan empregava o bichloreto de mercurio ou sublimado corrosivo, que é o maior antiseptico d'entre os saes metallicos, mas por ser muito venenoso requer um grande cuidado de manipulação. A percentagem da solução empregada é de 1 %

Faz-se o tratamento das madeiras com o sublimado corrosivo por impregnação. Colloca-se a madeira em grandes tanques onde se faz chegar seguidamente a solução do sublimado. Deixa-se a madeira immersa na solução durante um certo tempo, que de ordinario é um dia por cada



Vista d'uma officina de injecção de madeiras

polegada d'espessura da madeira. As bombas e tubagens em que circula o sublimado devem ser de madeira attendendo á acção corrosiva d'aquelle sal sobre o ferro. E' conveniente no fim da operação lavar a parte exterior da madeira com agua quente que arrastará as eflorescencias salinas, evitando assim que algum animal domestico se envenene ao tocar na madeira com a lingua.

A madeira tratada por este processo conserva-se por largo tempo.

135 — **Vulcanisação da madeira.**—A vulcanisação da madeira ou processo de Haskin consiste em submetter a madeira ao calor sôb pressão.

Mette-se a madeira n'um comprido cylindro envolvido por uma serie de tubos em que circula o vapor d'agua; o calor expulsa a humidade que a madeira contenha, proveniente da sua exposição ás intemperies.

Em seguida faz-se penetrar no cylindro o ar quente sôb a pressão de 10 a 15 kilos por centimetro quadrado, depois de dissecado para lhe extrahir o vapor d'agua e ter sido aquecido n'um fôrno á temperatura de 200° a 260° C. A circulação do ar quente é feita por um systema de bombas durante oito horas.

A theoria em que se funda este processo de conservação é que o calor coagula a albumina contida na madeira e a distillação da seiva transforma-a em varios compostos conservadores da madeira, como o creosote, o acido phenico, etc., que assim se evita que abandonem a madeira pela pressão a que ella está sujeita.

Este processo não tem muitos adeptos porque os seus resultados teem sido por vezes contradictorios. E' comtudo bastante empregado na America do Norte.

Ha ainda outros processos de conservação da madeira, que nos abstemos de descrever attendendo ao seu emprego restricto.

136 — **Carbonisação superficial.** — A carbonisação superficial da madeira, como meio da sua conservação, é um processo usado desde a mais remota antiguidade. Ha uns cincoenta annos, ao retirarem-se as estacas das fundações do antigo templo de Diana, em Epheso, reconheceu-se que tinham sido carbonisadas superficialmente. No principio do seculo passado encontraram-se muitas estacas de carvalho no leito do Tamisa, no proprio local em que Tacito refere que os Bretões fizeram uma grande estacada para deter o exercito de Julio Cesar, na sua invasão da Britannia; as estacas estavam fortemente carbonisadas, apresentavam a sua fórma primitiva e estavam muito duras.

A carbonisação superficial é hoje ainda bastante empregada para as peças de madeira que têm de ficar enterradas, como são os postes, os prumos de barracões, as estacas, etc.

Esta operação torna a superficie da madeira mais compacta e menos permeavel; impregna a madeira de productos creosotados proprios para a sua conservação e faz desapparecer os fermentos organisados que possam existir á sua superficie.

Lapparent, em 1862, applicou a carbonisação superficial para conservar as madeiras usadas nas construcções navaes; applicava para esse fim uns maçaricos de gaz d'illuminação e ar cujas chammas fazia percorrer toda a superficie das peças de madeira, bem como todas as juntas, malhetes e outras samblagens.

Mais tarde Hughon construiu um apparelho especial, de grandes dimensões, com que fazia rapidamente a carbonisação superficial. O apparelho de Hughon compõe-se d'uma fornalha de fórma especial em que se queima carvão miudo que se faz atravessar por uma forte corrente d'ar insuflada por uma bomba premente, fazendo sahir por uma abertura curva da fornalha uma comprida chamma; os postes ou vigas que se querem carbonisar superficialmente assentam-se sobre uns roletes de modo a passarem em frente da chamma do fôrno. O seu movimento de translação deve ser acompanhado d'um lento movimento de rotação para que toda a superficie da madeira receba a acção do fogo.

Este processo é applicado para preservar os extremos dos postes das linhas telegraphicas, as travessas dos caminhos de ferro, as madeiras para marcenaria, etc.

O processo, que é o mais economico de todos os descriptos, tem sido objecto de larga controversia porque, contradizendo as vantagens apontadas, dizem alguns engenheiros que a carbonisação superficial vae destruir até uma certa profundidade um material são, cuja conservação nos terrenos humidos se obteria envolvendo-o com areia, jôrra, escorias de vidro, etc., ou mesmo pela simples pintura com alcatrão ou bôrra de gás applicados a quente.

Contra este processo de conservação aponta-se o facto succedido em Inglaterra em 1808. O almirantado n'essa época fez experiencias em ponto grande d'este processo em toda a madeira empregada na construcção d'um navio; no fim de seis annos a sua destruição era completa, provavelmente por conter em si os germens destruidores da madeira cobertos por uma delgada camada de madeira em boas condições.

Em 1867 a administração dos telegraphos francezes applicou o mesmo processo, sem resultados satisfactorios, na carbonisação superficial dos postes telegraphicos. A applicação do processo foi feita com maçaricos, systema Lapparent, sendo posteriormente usado o apparelho de Hughon.

CAPITULO XVII

Madeiras de construcção

137 — **Classificação.** — As madeiras mais proprias para as construcções são as que provêm d'arvores altas, de tronco direito e regular. Devem ser homogeneas, duras, resistentes, sem comtudo serem muito densas e difficeis de trabalhar.

As madeiras empregadas nas construcções destinadas a longa duração devem ser rijas, elasticas e resistirem bem á acção dos agentes atmosphericos. Em construcções provisorias empregam-se madeiras mais ordinarias. Em carruageria e machinas devem as madeiras alliar a resistencia á tenacidade. Em obras ligeiras, como portas, caixilhos, janellas, etc., devem ser brandas, faceis de trabalhar, mas resistirem bem ás alternativas de seccura e humidade sem empenar. Em obras de torno e marcenaria é conveniente usar madeiras mais tenazes para resistirem á acção das ferramentas em todos os sentidos das fibras.

As madeiras sob o ponto de vista das construcções podem classificar-se em *finas*, *duras* ou *rijas*, *resinosas* e *brandas*.

138 — **Madeiras finas.** — Estas madeiras pela sua dureza, textura, resistencia e facilidade de receber o polido são mais proprias para marcenaria do que para as construcções vulgares.

Pertencem a esta classe o *mogno*, *vinhatico*, *ébano*, *pau santo*, *buxo*, etc.

O *mogno* ou *acajú* é uma madeira pesada, compacta, fina, recebendo bem o polido: tem em geral côr vermelha escura, venada por vezes de amarello ou mosqueada; com o tempo accentua-se a sua côr. Não é attacada pelos insectos. E' susceptivel de se cortar em laminas delgadas de 2 a 3^{mm}, tendo então applicação para *folhear* mobilias.

Emprega-se principalmente em marcenaria, sendo o seu uso em construcções bastante restricto, a não ser em corrimãos para escada, etc. Fez-se ultimamente uso do mogno para pavimentos de calçada em consequencia da sua dureza permittir o seu emprego em pequena espessura.

E' madeira exotica, isto é originaria das Antilhas, Mexico, Brazil, Africa e Asia.

O *vinhatico* é madeira dura, compacta, fina, mas menos que o mogno. Trabalha-se mais facilmente do que elle recebendo melhor o polido.

Emprega-se nas construcções de luxo em portas, janellas, etc. E' usado em marcenaria e tanoaria.

O *ébano* é a mais dura de todas estas madeiras; é preta, muito resistente, pesada e susceptivel d'um bello polimento; tem grão apertado, é compacta e mais densa que a agua. Trabalha-se bem e a sua principal applicação é em marcenaria de luxo. Não se presta bem a samblagens.

O *pau santo* ou *gaiaco*, é madeira de côr escura, quasi preta, mas não tanto como o ébano; é muito rijo e pesado, resistindo muito bem ao attrito.

Emprega-se no fabrico de rodas, eixos, roldanas, chumaceiras, etc., em que se exige material duro e resistente.

O *buxo* é madeira amarella, de textura muito fina e apertada, homogenea e offerecendo grande resistencia. E' a unica madeira d'este grupo que se encontra nos nossos climas.

E' facil de trabalhar e polir e muito apropriada a obra de tôrno, gravura, etc.

A *thuya* é uma madeira muito dura, em geral nodosa e muito odorifera. E' a madeira mais formosa usada em marcenaria e marchetaria, sobretudo a tirada das lupas que se fórmam na raiz, pela variedade de venação e manchas, côres brilhantes, variadas, vivas e duradouras, e pela perfeição com que recebe o polimento e assetinado.

139 — **Madeiras rijas.** — São das mais empregadas nas construcções. Pertencem a esta categoria o *carvalho* com as suas variedades, o *azinheiro*, o *sobreiro*, o *ulmeiro*, a *faia*, a *teca*, o *freixo*, o *castanheiro*, o *eucalypto* e a *nogueira*.

O *carvalho* é uma madeira densa e de textura apertada, bastante dura e resistente, não se alterando sensivelmente sôb a acção dos agentes atmosphericos. Entre nós ha diversas variedades de carvalho, de que as principaes são o *roble*, o *commum*, o *pardo* e o *cerquinho da Beira*, o *tozza* e o *lusitano*.

O *carvalho roble* ou *negral* dá uma madeira elastica e nervosa, muito resistente e de longa duração; resiste bem aos agentes atmosphericos e abrigada das intemperies conserva-se durante seculos, endurecendo com a edade.

Emprega se em toda a especie de construcções, em marcenaria, carruageria, carpinteria, tanoaria, talha, etc.

O *carvalho commum* ou *alvarinho* dá madeira menos elastica, dura e resistente que o roble; é porém mais facil de trabalhar e as suas applicações são as mesmas. E' facil de rachar.

A madeira do *cerquinho* e do *carvalho pardo* da Beira é dura, fibrosa e homogenea, mas as peças obtidas tem pequenas dimensões.

O carvalho *tozza* dá madeira dura e fibrosa, mas tem o inconveniente de ser nodosa e fender, não fornecendo peças de grandes dimensões.

O carvalho lusitano ou *chaparro* é muito resistente, duradouro, compacto e susceptivel de receber bem o polimento; tem o defeito de rachar.

Todas estas variedades de carvalho se encontram no nosso paiz, em

geral no norte, no Minho, Trás-os-Monte se Beiras; teem larga applicação nas construcções.

O *azinheiro* é uma madeira dura, homogenea, compacta, de elemento fino e apertado, recebendo bem o polido. Tem a desvantagem de rachar e empenar quando sécca. Não dá madeira de tão grandes dimensões como o carvalho. Encontra-se no Alemtejo principalmente.

A madeira do *sobreiro* ou *sôbro* é muito densa, dura e compacta, empéna facilmente e apodrece quando exposta á acção dos agentes atmosphericos. Emprega se em construcções navaes e em instrumentos e alfaias agricolas; tambem se usa em marcenaria porque recebe bem o polimento. A sua principal utilidade é a producção da cortiça. Encontra-se no Alemtejo acompanhando o azinheiro.

O *castanheiro* ou *castanho* fornece madeira de magnifica qualidade, muito semelhante á do carvalho, da qual se differencia pela egualdade e tenuidade dos raios medullares. Conserva-se bem debaixo d'agua, mas exposto ao ar não é de tão longa duração. E' atacado pelo caruncho e apodrece facilmente se exposto ás intemperies. Ao envelhecer endurece mais, mas torna-se friavel. Tem larga applicação nas construcções e encontra-se em todo o norte do nosso paiz, na serra de Monchique e no districto de Portalegre.

O *ulmeiro* ou *ulmo* dá madeira rija, resistente, elastica, de tecido apertado, tenaz e duradoura. Encontra principal uso nas construcções navaes e carruageria.

O *freixo* é madeira muito elastica, lisa, leve, resistente, duradoura, facil de trabalhar e susceptivel de polimento; apodrece facilmente quando exposta ás alternativas de seccura e humidade. Emprega-se em construcções, em obra de tôrno, marcenaria, carruageria, etc. Encontra-se por todo o paiz.

A madeira de *teca* é semelhante na côr e na qualidade ao carvalho; é compacta, dura, muito densa, resistente, limpa de nós, duradoura, facil de trabalhar e recebe bem o polimento; resiste bem ás alternativas de seccura e humidade e não é atacada pelos insectos.

E' unctuosa por estar impregnada d'uma substancia resinosa. Quando recentemente cortada tem côr amarella esverdeada, que pela acção do tempo passa a parda e se torna mais resistente. E' originaria da India e usa-se em construcções civis e navaes, etc.

O *eucalypto* é madeira dura, elastica, resistente, compacta, mas susceptivel de fender. Não é atacado pelos parasitas e conserva-se bem. E' pouco empregado em construcções civis, mas usado em construcções navaes e marcenaria.

A *nogueira* é parda, venada por vezes, dura, compacta, de grão fino e apertado, susceptivel de polimento; não racha nem empena, mas não se conserva sôb a agua e é atacada pelos insectos. E' facil de trabalhar e o seu maior emprego é em marcenaria, obra de torno, etc.

A *faia* dá madeira de côr branca, adquirindo sob a acção do ar uma côr parda arroxada. E' pouco flexivel, empena facilmente, racha e apo

drece com facilidade quando exposta ás intemperies. Remedeiam-se em parte estes defeitos, cortando-a no verão e deixando-a seccar ao abrigo do ar durante um anno, e conservando-a mergulhada em agua durante seis mezes depois de serrada. Emprega-se nas construcções.

A *faia das ilhas* ou *samouco* é uma variedade da faia que se encontra na ilha do Fayal; dá uma madeira dura, resistente, de côr amarellada e tecido apertado. E' empregada nas construcções civis, em obra de torno, carruageria, etc.

140 — **Madeiras resinosas.** — As arvores que fornecem as madeiras resinosas são da familia das coniferas; a resina é simplesmente a seiva d'estas arvores.

Devem descascar-se estas arvores logo depois de abatidas, aliás apodrecem facilmente. A madeira fica assim privada da sua seiva, tornando-se mais elastica e facil de trabalhar; é mais difficil de rachar e torcer.

As madeiras resinosas são as mais empregadas nas construcções. Entre as mais importantes contam-se o *pinheiro bravo*, o *pinheiro manso*, o *pinheiro silvestre*, o *lariço*, o *abéto*, o *cedro* e o *cypreste*.

O *pinheiro bravo* ou *maritimo* dá madeira pesada, rija, de tecido grosseiro, pouco elastica e muito resinosa. Conserva-se indefinidamente quando immerso n'agua; não se conserva tão bem se está exposto ás alternativas de seccura e humidade.

Emprega-se nas construcções para estacaria, travessas de caminho de ferro, postes telegraphicos e telephonicos, vigamentos, barrotame, taboado, etc.

E' abundante no nosso paiz principalmente no districto de Leiria.

A esta madeira se dá vulgarmente o nome de *pinho da terra*.

A madeira do *pinheiro manso* é resistente, pouco densa e compacta, mais macia que a do *pinheiro bravo*, de côr branca amarellada e textura grosseira. Sôb a acção do calor e da humidade deforma-se.

O *pinheiro silvestre* produz madeira leve, elastica, duradoura, de côr branca amarellada. É madeira muito propria para as construcções e para a maioria das industrias que empregam a madeira como materia prima. Apresenta diversas variedades conhecidas entre nós pelos nomes de *casquinha* ou *pinho do norte*, *pitch-pine* (que a corrupção tem transformado em *pespanho)* ou *pinho da America* e o *spruce* ou *casquinha branca*.

O *lariço* fornece madeira de qualidade superior, pesada, dura, muito elastica, de longa duração e fino tecido. É muito empregada em construcções civis e navaes, em obras hydraulicas, etc.

A madeira do *abeto* é densa, pesada, pouco homogenea, muito elastica e resistindo muito bem á tracção. Usa-se em construcções civis e navaes, em marcenaria e carpinteria.

O *cedro* é uma das melhores madeiras de construcção. Tem fibra curta e fina, capaz de receber um bello polimento; não é muito homogenea, mas é muito elastica e resistente; tem aroma agradavel particular.

Não estando bem sêcca é susceptivel de rachar. É usada em contrucções de luxo, em marcenaria, etc.

A madeira do *cypreste* é pesada, densa, de tecido fino e apertado, recebendo bem o polido. Usa-se em marcenaria, etc.

141—**Madeiras brandas.**—São madeiras brandas, de pouca duração, de tecido branco, molle e esponjoso, faceis de trabalhar. Entre as mais vulgares citaremos o *choupo*, o *vidoeiro*, a *tilia*, o *plátano* e a *acacia*.

O *choupo* ou *alamo* é madeira molle, leve, branca, flexivel, homogenea, facil de trabalhar, pouco exposta a empenar, mas de facil alteração quando exposta ás vicissitudes atmosphericas; deve empregar-se depois de bem sêcca. Emprega-se pouco em construcções; usa-se em marcenaria, obra de torno, carruageria, etc.

Ha uma grande variedade de choupos: o *branco*, o *ordinario* ou *alamo negro*, o d'Italia, o do Canadá, *o choupo tremulo*, o *salgueiro*, etc. Empregam-se em construcções quando as suas qualidades o permittam. O choupo e o salgueiro encontram-se em todo o nosso paiz.

O *vidoeiro* fornece madeira homogenea, pouco densa, que apodrece rapidamente quando exposta ás alternativas de seccura e humidade. Emprega-se em obra de torno, marcenaria, etc.

O *plátano* fornece madeira dura, homogenea, de tecido fino, pouco flexivel, racha e empena facilmente e não é atacado pelo caruncho. Emprega-se em marcenaria e é vulgar no nosso paiz.

A *acacia* é uma madeira que faz excepção ás d'este grupo; é dura, flexivel, resistente, de côr amarella venada. Resiste bem ao attrito e á humidade, trabalha-se bem e recebe facilmente o polido. Fende com facilidade ao seccar mas não é atacada pelos insectos. Emprega-se em construcções, em estacaria, carruageria, etc. Tem sido experimentada no pavimento das ruas. E' vulgar no nosso paiz.

A *tilia* dá madeira molle, branca, leve, homogenea, de pouca duração, fino elemento e de côr avermelhada. Trabalha-se bem mas quebra facilmente e conserva-se bem. Emprega-se em esculptura, etc. A casca fibrosa da tilia é empregada na confecção de cordas.

142—**Madeiras do commercio.**—Para utilisar as madeiras nas construcções é necessario dar aos troncos das arvores secção rectangular ou quadrada, para depois serem serrados convenientemente. Á operação de pôr as arvores em esquadria chamam *falquear* ou *falquejar*.

O *falqueamento* consiste em cortar longitudinalmente aos troncos quatro segmentos circulares, que se denominam *costaneiras* ou *casqueiras*, de modo que a secção da arvore fique rectangular ou quadrada, *fig. 118*. O tronco assim falquejado recebe o nome de *viga*, empregada excepcionalmente para supportar grandes cargas.

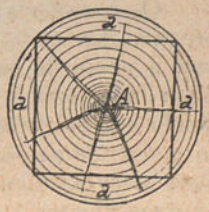


Fig. 118

As vigas são em seguida serradas em *pranchas* ou *taboas* d'egual espessura, *fig. 119,* ou em *vigotas,* como o indica a *fig. 120* em *C.*

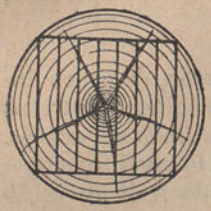


Fig. 119

As *taboas* podem ser serradas parallelamente á sua espessura em *folhas*, d'egual grossura que se indicam pelo numero de serragens ou *fios;* com um córte a taboa dá duas folhas a um fio, com dois dá tres folhas, com tres dá quatro, com quatro dá cinco e com cinco fios dá seis folhas, *fig. 121.*

As taboas a um e dois fios dão as chamadas taboas de *sôlho;* as outras dão as de *fôrro.* Estas denominações referem-se á casquinha.

Para as de pinho da terra as denominações variam um pouco: assim as taboas a um fio dão o *sôlho da terra;* a dois fios dão *tabuas de fôrro e meio*; a tres fios as de *fôrro*; a quatro as de *meio fôrro.*

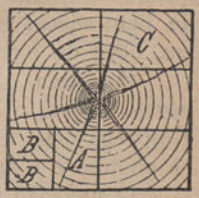


Fig 120

As taboas podem ser cortadas em duas folhas d'espessuras deseguaes, dando-lhes um *fio á banda,* isto é a um terço da sua espessura, *fig 122.*

Ao córte das pranchas em folhas chama-se *serrar ao alto;* se o córte se faz perpendicularmente a este diz-se que a prancha foi *serrada ao baixo,* dando em resultado as *ripas, fig. 123.*

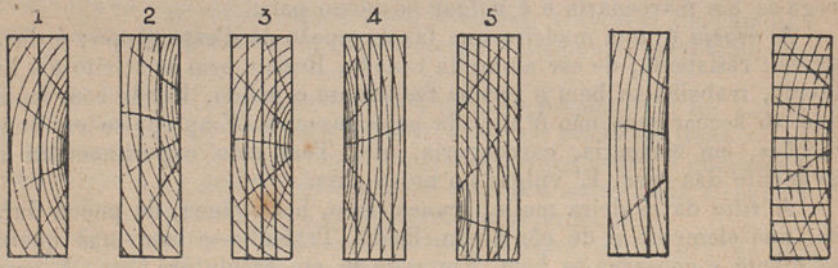
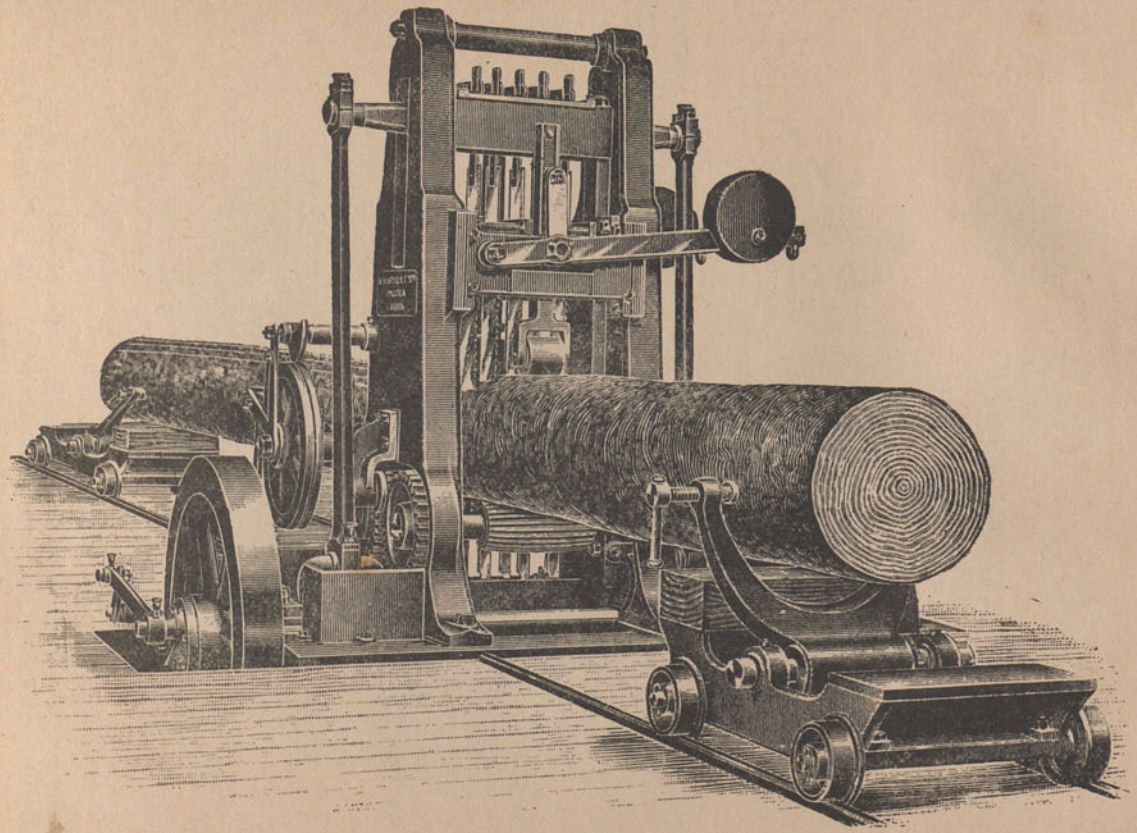


Fig. 121 Fig. 122 Fig. 123

O córte das ripas ainda dá o *fasquiado* que tem secção trapezoidal e que corresponde em grossura á da madeira a cinco fios.

As vigotas, *fig. 120, C,* com um fio, ao baixo dão os *serrafões, A,* os quaes com um fio ao alto dão os *serrafos BB.*

Os *barrotes* são os troncos d'arvores geralmente delgadas e que se empregam sem se falquearem, sôb o nome de barrotes *redondos (a) fig. 124;* tem o nome de barrotes *redondos e de face (b),* quando é *tirado de linha* d'um lado, isto é tem uma face apparelhada; o *barrote chato (c),* é o redondo que se cortou em dois; pelo córte do barrote chato em dois obtem-se o *barrote de face e canto (d);* o *barrote galgado (e),* é aquelle que tem duas faces parallelas apparelhadas; este barrote com um fio ao meio *(f),* dá duas vigotas.



Serra alternativa

A serragem das arvores além do modo representado na *fig. 120* pode fazer-se por qualquer das maneiras indicadas nas *figs. 125 a 129*. Na

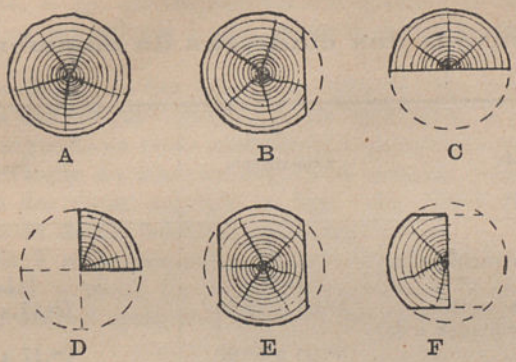
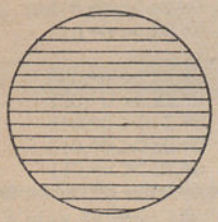


Fig. 124

primeira não se falqueja, obtendo-se taboas de largura variavel; na segunda cortam-se os troncos com dois fios perpendiculares entre si e



Fig, 125

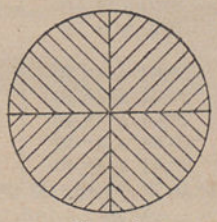


Fig. 126

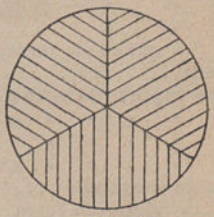


Fig. 127

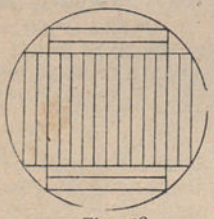


Fig. 128

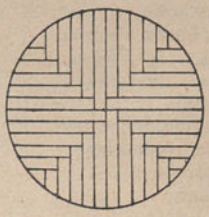


Fig. 129

dividem-se os sectores obtidos em folhas de largura variavel segundo os raios medullares. Na *fig. 127* divide-se a viga por tres córtes em triangulo e em seguida a serragem das taboas de largura desegual faz se parallelamente ao raio medullar medio.

TABELLA V (1)

Dimensões das madeiras do commercio

Designação	Comprimento	Secção
Arcos de castanho rachado em mólhos de 360	1m,70	—
Barrotes do rio, redondos	4m,60 a 6m,60	0m,17 a 0m,20
Barrotes do rio, redondos e de face	3m,08 a 6m,60	0m,17 a 0m,20
Fasquias de casquinha ou spruce a 5 fios em molhos de 50 a 60	4m,20	—
Folhas de casquinha, fio á banda	3m,0 a 7m,50	0m,23 a 0m,28 × 0m,05
» » » a 1 fio	3m,0 a 7m,50	0m,22 × 0m,037
» » » a 2 fios	3m,0 a 7m,50	0m,22 × 0m,025
» » » a 3 »	3m,0 a 7m,50	0m,22 × 0m,018
» » » a 4 »	3m,0 a 7m,50	0m,22 × 0m,015
» » » a 5 »	3m,0 a 7m,50	0m,22 × 0m,012
» » pinho da terra, fio á banda	2m,64 a 4m,40	0m,22 × 0m,036
Folhas de pinho da terra a 1 fio.	2m,64 a 4m,40	0m,22 × 0m,027
» » » » » a 2 fios.	2m,64 a 4m,40	0m,22 × 0m,018
» » » » » a 3 »	2m,64 a 4m,40	0m,22 × 0m,013
» » » » » a 4 »	2m,64 a 4m,40	0m,22 × 0m,011
Ripas de casquinha	3m,0; 3m,30 e 4m,20	0m,045 × 0m,025 e 0m,055 × 0m,040
» » pinho da terra	2m,64	—
» » spruce	4m,20	0m,045 × 0m,025 e 0m,055 × 0m,040
Taboas de casquinha	3m,0 a 7m,50	0m,23 × 0,075 e 0m,28 × 0m,100
» » castanho	2m,64 e mais	0m,22 × 0m,070
» » pinho de Vianna	2m,64	0m,22 a 0m,60 × 0m,030
» » » » Vieira	2m,64 a 6m,60	0m,22 × 0m,041 a 0m,055
» » » da terra	2m,64 a 6m,60	0m,22 a 0m,30 × 0m,03 a 0m,055
» » spruce	3m,0 a 7m,54	0m23 × 0m,075
Varas de castanho, redondas	4m,40 a 7m,0	—
» » pinho, redondas	5m,0 a 8m,0	—
Vigas de casquinha	6m,0 a 15m,0	0m,25 × 0m,25 a 0m,33 × 0m,33
» » castanho	6m,0 a 10m,0	0m,25 × 0m,25 a 0m,30 × 0m,30
» » pinho da terra	6m,0 a 15m,0	0m,25 × 0m,25 a 0m,30 × 0m,30
» » pitch-pine	6m,0 a 24m,0	0m,33 × 0m,33 a 0m,55 × 0m,55
Vigotas de pinho alagado	3m,90 a 8m,80	0m,14 × 0m,090

(1) Adaptada do *Curso elementar de construcções*, de Luiz Augusto Leitão.

Na *fig. 128* a secção é dividida em dois rectangulos perpendiculares entre si e divide-se cada um d'elles por fios parallelamente á menor das faces; é o melhor processo applicavel sobretudo ás arvores de grande grossura.

Finalmente, a *fig. 129* representa um systema de cortar as arvores segundo os raios medullares e que, segundo certos auctores, é dos mais vantajosos.

Quaesquer dos córtes das *figs. 125, 126* e *127* são bons, apesar da differente largura das tabuas obtidas, porque fazendo-se a serragem approximadamente segundo os raios medullares, reduzem-se ao minimo as variações de contracção da madeira depois de serrada. Por esta mesma razão a serragem das vigas, segundo as *figs. 119, 124* e *128*, são inconvenientes, apesar de darem madeiras mais regulares.

Na *Tabella V* estão indicadas as dimensões das madeiras de construcção, em especial o pinho da terra, a casquinha, o pitch-pine e o castanho, que se encontram mais vulgarmente nos nossos mercados.

135 — **Sôlhos e parquets.** — No mercado encontram-se tabuas de sôlho de pinho, casquinha e pitch-pine sôb duas fórmas que se distinguem pelas denominações de *sôlho á portugueza* e *sôlho á ingleza*.

O primeiro, de pinho ou casquinha, de ordinario é constituido por tabuas de fio ao meio ou dois fios, de $0^m,22$ de largo approximadamente, tendo um rebaixo de cada lado de $0^m,01$ pouco mais ou menos, *fig. 130*,

Fig. 130

Fig. 131

em metade da sua espessura, de modo a fazerem junta quando justapostas. Estas tabuas são aplainadas pelas duas faces, sendo-o porém algumas vezes só d'um dos lados.

O sôlho á ingleza é formado por tabuas estreitas, geralmente meias

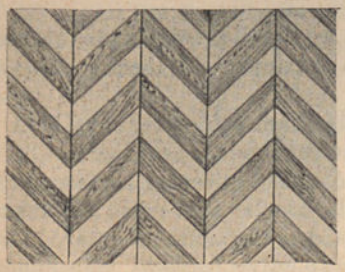


Fig. 132

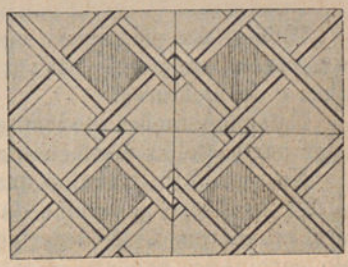


Fig. 133

tabuas, com as juntas de caixa, isto é, apparelhadas de *macho e femea*; d'um lado, *fig. 131*, apresentam uma saliencia central rectangular com

meia pollegada (13^{mm}) de largo, e espessura igual a um terço da grossura da tabua; na junta opposta teem uma ranhura onde entra a saliencia de outra tabua.

O comprimnto d'estes dois typos de sôlho é variavel e está indicado na *Tabella V.*

Os *parquets* são revestimentos de madeira formados por peças de pequenas dimensões solidamente e malhetadas de modo a formarem desenhos mais ou menos complicados, analogos aos mosaicos.

Encontram-se no mercado *parquets* em placas quadradas de dimensões variaveis com os differentes desenhos, mas regulando entre $0^{m},30$ e $0^{m},40$ ou em tiras formando cercaduras; pela combinação apropriada de madeiras de diversas côres obteem se desenhos de bellos effeitos. A *fig. 132* representa um parquet simples, em tiras formadas por madeiras de duas côres, clara e escura, dispostas em fachas obliquas; a justaposição d'estas tiras fórma um desenho em zigue-zague. Na *fig. 133* apresentamos um typo de parquet de desenho mais complicado formado pela combinação de quatro qualidades de madeiras de côres diversas. Finalmente, a *fig. 134* apresenta um typo de cercadura ou facha para enquadrar os parquets.

Fig. 134

CAPITULO XVIII

Trabalho das madeiras

136. — As principaes operações que a madeira soffre antes de ser entregue ao commercio são: a serragem, o aplainar, e a abertura de entalhes e de molduras.

Estas operações podem ser executadas manualmente, mas hoje a maior parte d'ellas é executada por meio de machinas apropriadas.

No estudo do trabalho das madeiras só consideraremos as ferramentas destinadas ao apparelho das madeiras de construcção como se encontram no mercado. A descripção detalhada das ferramentas empregadas pelo carpinteiro encontrará cabimento no respectivo *Manual*, que opportunamente será publicado.

137. — **Serragem da madeira.** — E' a operação mais corrente no trabalho das madeiras e póde ser feita manual ou mecanicamente.

Ainda hoje se usa muito a serragem manual para o córte das grandes vigas em tabuas. E' executada com a *serra braçal*, *fig. 135*, de grandes dimensões, manobrada por dois homens Para serrar uma viga apoia-se por um dos extremos n'um cavallete ou *burra*, e um dos serradores de pé sobre a viga segura a serra pela travessa superior ou por uma péga especial e imprime-lhe movimento de vae-vem, coadjuvado pelo seu companheiro, de pé no chão, segurando a serra pela travessa inferior ou péga apropriada.

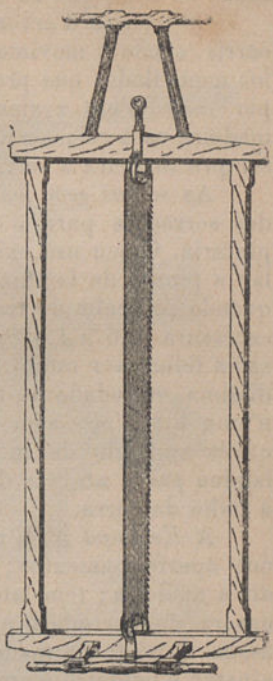


Fig. 135

Os dentes da serra só cortam n'um sentido; no caso precedente é de cima para baixo o que facilita a serragem por ser ajudada a pressão sobre a madeira com o proprio pêso da serra. O aguçado dos dentes, o seu perfil e espaçamento depende da qualidade da madeira que se pretende serrar; os dentes devem ser *travados*, isto é, inclinados ligeira e alternadamente no sentido perpendicular á espessura da lamina para darem facil sahida á serradura e diminuirem o attrito.

A serragem manual tende constantemente a diminuir por não ser economica e existirem hoje machinas de serrar expeditas e economicas. Só se deve usar onde não haja serrações mecanicas.

138—**Serragem mecanica.**—As serras mecanicas para madeira fórmam tres grupos principaes: as *alternativas* ou de laminas oscillantes, as *circulares* e as de *fita sem fim*.

As *serras alternativas* são animadas d'um movimento alternado pendular produzido por um tirante e manivella. A madeira avança constantemente com um movimento uniforme ou intermitente. O movimento pendular produz, na subida, um pequeno recúo que tem por fim soltar a lamina da serra do córte da madeira, permittindo a quéda livre da serradura.

O uso das serras de laminas oscillantes é vantajoso quando se quer dividir uma viga ou prancha por um grande numero de fios. Precisam ter supportes robustos e fundações muito solidas. O seu córte é perfeito, mas o rendimento é inferior ao das serras sem fim, que adiante descrevemos. A transmissão de movimento é, de ordinario, feita inferiormente. O caixilho em que se armam as folhas da serra deve ser o mais leve possivel para evitar os effeitos da inercia.

A *Estampa XIII* representa uma serra alternativa, formada por dois montantes verticaes de ferro fundido, com ranhuras, onde entra um caixilho movel em que se armam as folhas de serra convenientemente espa

çadas, segundo a grossura das tabuas que se querem obter. O caixilho recebe movimento de vae-vem por meio de dois tirantes e manivelas montadas no eixo, que recebe movimento d'um motor hydraulico ou de vapor.

Os troncos d'arvores são collocados em pequenos carros assentes em carris, sendo o movimento de translação da madeira realisado por uns rolos cannellados que precedem as folhas da serra e que recebem movimento por meio d'um systema d'engrenagens. O movimento de progressão da madeira está relacionado com o de vae-vem, para que as folhas encontrem sempre madeira a serrar.

As *serras sem fim* são hoje d'uma larga applicação, tanto nas grandes serrações para o córte das vigas de madeira, como na pequena carpintaria. O seu uso exige operarios muito cautelosos por ser difficil regular a tensão da lamina da serra; nunca se deve deixar d'alargar a folha quando se acaba de trabalhar. Devido ao seu grande comprimento, fraca espessura (0,6 a 1,3^{mm}) e pequena tensão que se lhes pode dar, precisam estas folhas ser muito bem feitas e de muito bom material. Ha uma grandissima variedade de typos d'estas serras, mas consistem essencialmente n'uma fita d'aço sem fim dentada passando em dois tambores, um dos quaes animado de movimento de rotação e servindo o outro de guia. A lamina passa através d'uma fenda da mesa, perfeitamente plana e normal á folha da serra.

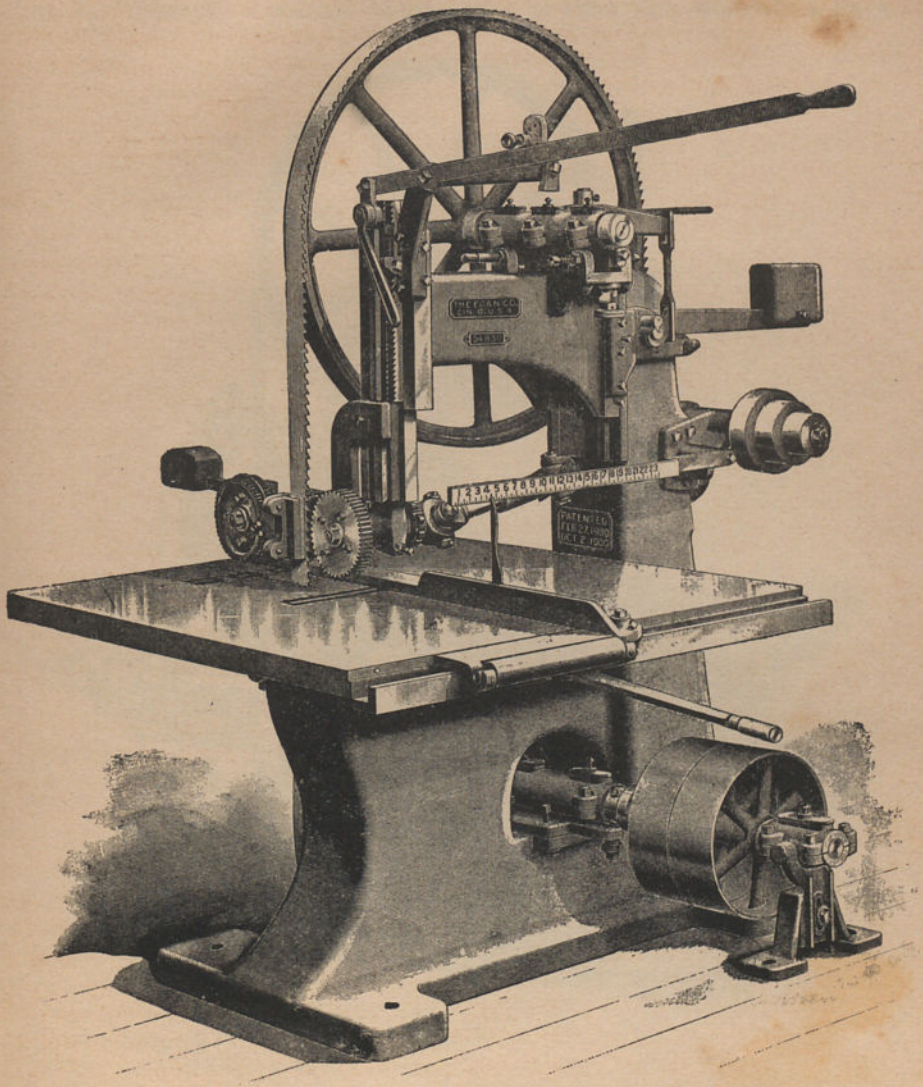
A *Estampa XIV* mostra uma d'estas serras dotada dos mais modernos aperfeiçoamentos; é munida de rolos horisontaes para fazer progredir a madeira; tem lateralmente uma escala graduada que corresponde á espera de corrediça a que se encosta a madeira a serrar, obtendo-se assim o córte da madeira com determinada espessura, para o que basta ajustar o ponteiro n'uma das divisões da escala.

Ha algumas d'estas serras que podem cortar dos dois lados, isto é, no ramo ascendente e no descendente, como se vê na *fig. 136*, em que o ramo descendente passa na ranhura da mesa e o ascendente na frente de rôlos verticaes entre os quaes se colloca a madeira a serrar e a primem communicando-lhe movimento de translação. Outras serras ha em que a mesa é movel, de modo a poderem serrar em planos differentes.

A *Estampa XV* mostra uma serra sem fim, de grandes dimensões, destinada ao córte de grossos troncos d'arvore; tem lateralmente uma via ferrea, em que se move um carro, sobre o qual se colloca o tronco a serrar.

Em qualquer dos typos apontados regula-se a tensão da lamiua analogamente. O tambor superior em que passa a lamina da serra está montado n'um eixo trabalhando em chumaceiras que se podem deslocar verticalmente por meio de parafusos sem fim e volantes, como claramente se vê nas estampas. O movimento do motor é recebido pelo eixo do tambor inferior.

As *serras circulares* consistem essencialmente n'um disco circular de aço dentado na peripheria e animado de rapido movimento de rotação sobre um eixo geralmente horisontal. A espessura dos discos é considera-



Serra de fita sem fim

vel pela tendencia a empenar devida á resistencia offerecida pela madeira; póde-se diminuir a espessura do disco augmentando-lhe a velocidade, o que faz diminuir o esforço tangencial e as vibrações, tendendo a força

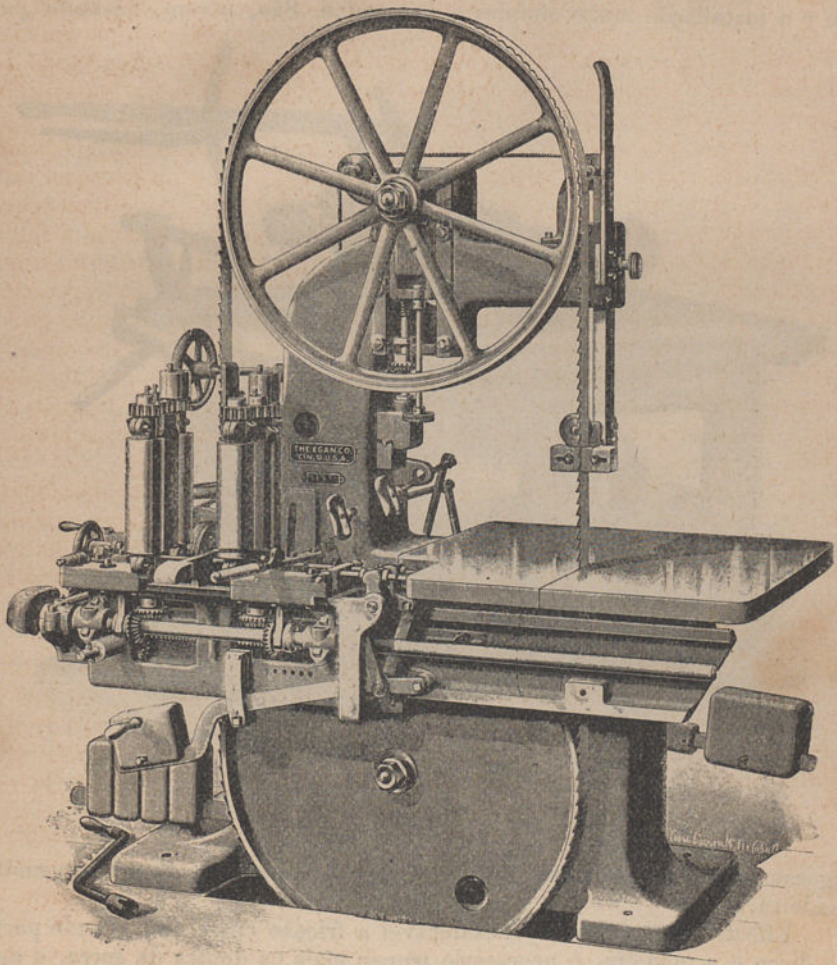


Fig. 136

centrifuga a conservar direita a superficie do disco. A velocidade depende tambem da natureza da madeira a serrar; deve ser tanto menor quanto mais dura ella fôr.

As serras circulares são boas para o córte das vigas em tabuas, quando aquellas não tenham mais de $0^m,40$ de grosso, porque o diametro dos discos deve ser igual a 2,25 a 2,50 vezes a grossura da madeira a

serrar, o que faz com que para serrar uma viga de $0^m,40$ seja preciso um disco de $0^m,90$ a $1^m,0$ de diametro. Fabricam-se, comtudo, serras circulares com $1^m,50$ de diametro, mas não são muito vulgares.

Produzem estas serras muito bom trabalho, o seu desgaste é uniforme e a installação muito simples e economica. São, porém, bastante pe-

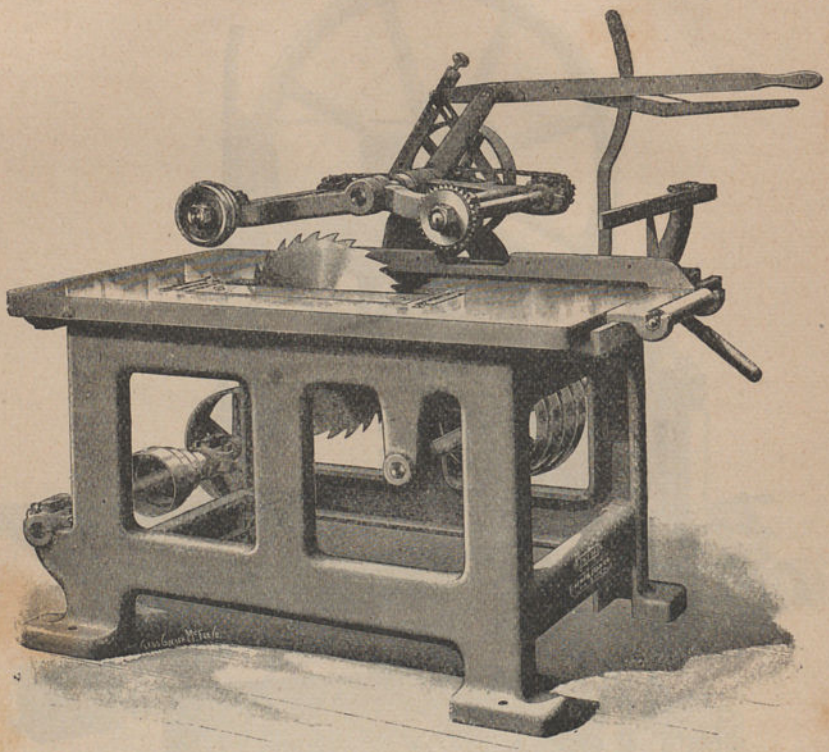


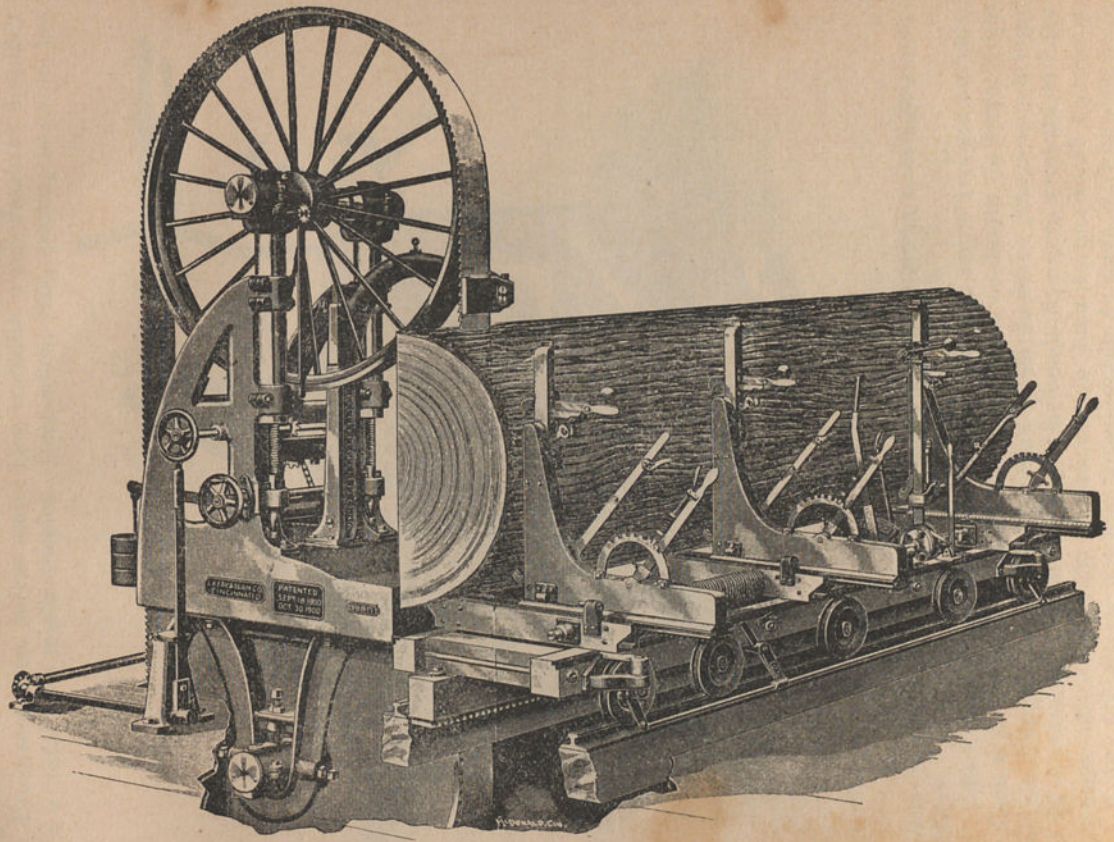
Fig. 137

rigosas para o pessoal operario, exigem grande potencia e estragam muita madeira.

Effectivamente, sendo consideravel a fricção entre uma grande parte do disco e a madeira, é necessario *travar* mais os dentes da serra, o que equivale a augmentar a sua espessura quasi do dobro (chega-se a attingir 1,9 da espessura do disco) o que, addicionado á propria grossura da folha, representa um desperdicio apreciavel em cada *fio* que se dê á madeira.

A *fig. 137* mostra um typo aperfeiçoado de serra circular com rolos compressores para fazer progredir a madeira e uma escala indicadora da grossura da peça a serrar.

A *fig. 138* representa outra serra circular, mas de grandes dimensões, applicada á serragem de grossos troncos e vigas.



Serra de fita sem fim para grandes vigas

Existe uma variedade de serras circulares, geralmente de pequenas dimensões, em que o disco não é fixo, mas póde tomar qualquer posição obliqua de modo a poder serrar em qualquer plano; empregam-se principalmente em marcenaria.

147 — Machinas d'aplainar. — As machinas d'aplainar servem para tornar planas e lisas as superficies das peças de madeira; n'esta categoria consideram-se tambem as machinas de desempenar.

Nas machinas de aplainar torna-se plana e lisa a superficie da madeira serrada, fazendo-lhe desapparecer as asperezas; nas de desempenar, como o seu nome indica, póde tornar-se plana qualquer peça de madeira de fórma irregular e empenada. São muito semelhantes estas machinas, havendo algumas que fazem os dois trabalhos.

Consistem estas machinas essencialmente n'uma ou mais ferramentas d'aço afiadas, montadas n'um eixo animado de movimento de rotação muito rapido; a madeira a aplainar, sobre um carro, vae-se deslocando diante das ferramentas e soffrendo a sua acção.

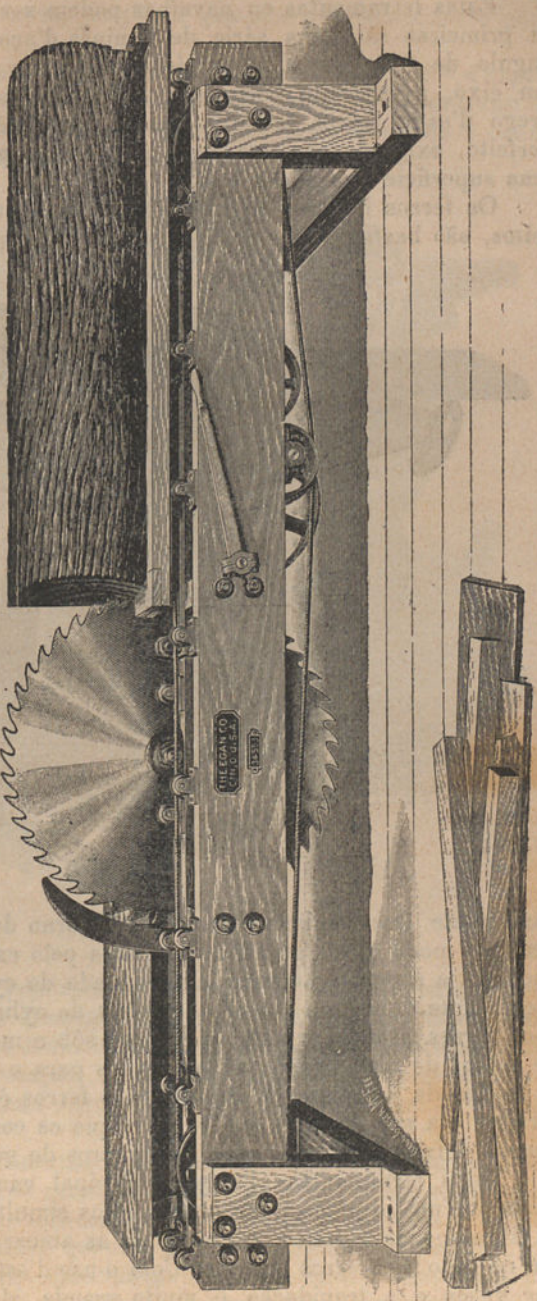


Fig. 138

Estas ferramentas ou navalhas podem ser rectilineas ou helicoidaes; as primeiras são uma série de laminas d'aço afiadas, dispostas sôb um angulo de 55° com a superficie a aplainar e apertadas com parafusos a um eixo, geralmente horisontal, animado de grande velocidade. O emprego d'estes ferros tende a desapparecer porque o seu trabalho não é perfeito, exigindo por isso umas poucas de passagens para se alcançar uma superficie bem plana e lisa.

Os ferros helicoidaes, que tendem a substituir completamente os direitos, são bastante delgados, mas reforçados por contra-ferros; são ordi-

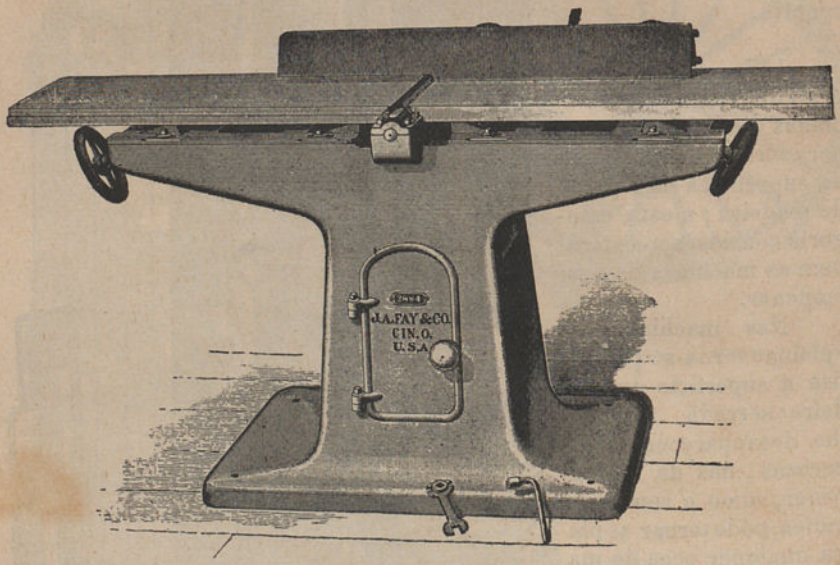


Fig. 139

nariamente tres laminas dispostas em torno do cylindro que constitue o eixo, de modo que a geratriz que passa pelo extremo d'uma das laminas encontra a seguinte na outra extremidade do cylindro. Assim, o trabalho é constante durante a rotação completa do cylindro; evitam-se os choques e os ferros atacam a madeira sempre sôb o mesmo angulo; além d'isso, as aparas de madeira são arremessadas para o lado, não indo cahir sobre os orgãos da machina. O preço d'estes ferros é mais baixo que o dos anteriores e a sua duração maior, visto que os contra-ferros que os seguram apenas deixam de fóra alguns millimetros de gume.

Estas ferramentas têm por principal vantagem só atacarem a madeira por um pequeno numero de pontos simultaneamente; actuam sobre as fibras pouco a pouco, em logar de as atacarem em toda a largura, como no caso dos ferros direitos. Com o uso d'estes ultimos a madeira lasca por vezes e a trepidação é muito grande, além de que a madeira não

póde ser aplainada de través, ao passo que com os helicoidaes o póde ser em qualquer direcção.

A apara levantada pelos ferros helicoidaes varía de 1 a 2^{mm} d'espessura; o angulo d'ataque oscilla entre 45° e 55°, chegando a ser quasi de 90° quando applicado a madeira muito dura. A sua velocidade é consideravel; chega a 2:500 rotações por minuto.

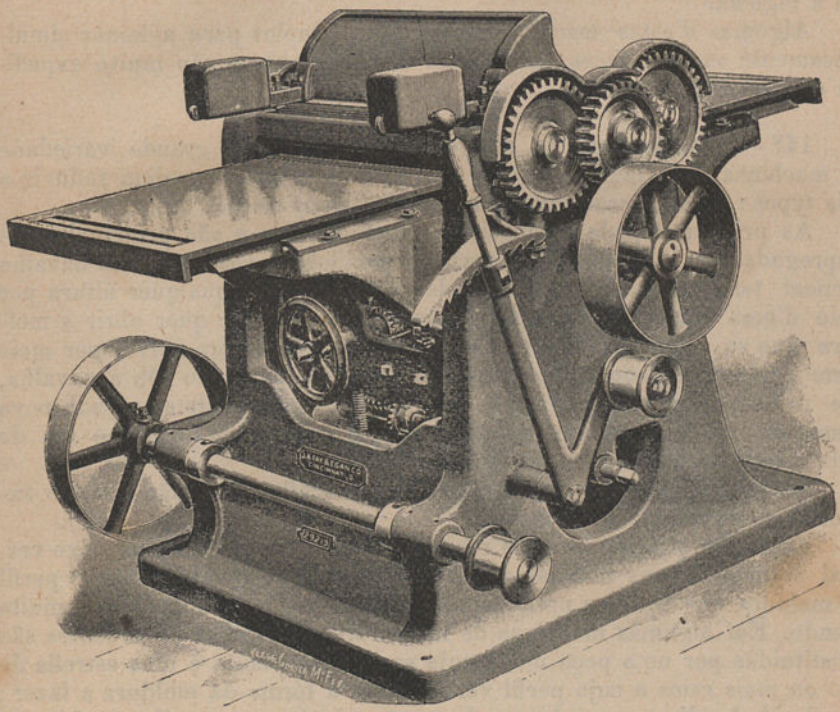


Fig. 140

A machina d'aplainar representada na *fig. 139,* consta d'uma grande mesa de ferro fundido bem desempenada, com uma abertura transversal a que assomam os cutellos helicoidaes montados n'um cylindro animado de rapido movimento de rotação. A madeira a aplainar vae-se correndo sobre a mesa, guiada por uma regua fixa, e premindo-se sobre os cortantes d'aço.

Na *fig. 140* está representada outra machina d'aplainar munida de guias formadas por cylindros canelados, entre os quaes se introduz a madeira que inferiormente vae soffrendo a acção cortante das navalhas. São os proprios cylindros canelados que vão fazendo progredir a madeira.

Para aplainar as compridas tabuas de sôlho usam-se machinas de aplainar de grandes dimensões, formadas por uma comprida mesa de ferro

fundido sobre a qual correm as tabuas, guiadas por cylindros canelados; a ferramenta rotativa está montada n'uma espera fixa sôb a qual a madeira passa. As navalhas d'aço podem ser direitas ou helicoidaes. A's vezes estas machinas d'aplainar são simultaneamente de moldurar, isto é, ao mesmo tempo que aplainam as faces das tabuas, fazem-lhe a junta a meia madeira do sôlho á portugueza ou a junta de macho e fêmea do sôlho á ingleza.

Algumas d'estas machinas teem ferros duplos para aplainar simultaneamente as duas faces das tabuas. Estas machinas são muito expeditas e economicas.

148 — **Machinas de moldurar.** — Ha uma grande variedade de machinas para fazer molduras em madeira e que se podem reduzir a dois typos: as de *ferramenta fixa* e as de *ferros moveis*.

As primeiras podem funccionar manualmente e são principalmente empregadas em marcenaria. O perfil da moldura é vasado n'uma navalha vertical terminada em gume e podendo fixar-se em qualquer altura por meio d'uma corrediça vertical. A madeira em que se quer abrir a moldura fixa-se n'um carrinho de cremalheira, que se faz movêr por meio d'um carreto dentado e manivella. A madeira, passando sôb a navalha, vae recebendo a sua fórma, pouco a pouco, accentuando-se a cada nova passagem até a reproduzir exactamente. A descida do ferro no fim de cada passeio é automatica ou feita á mão.

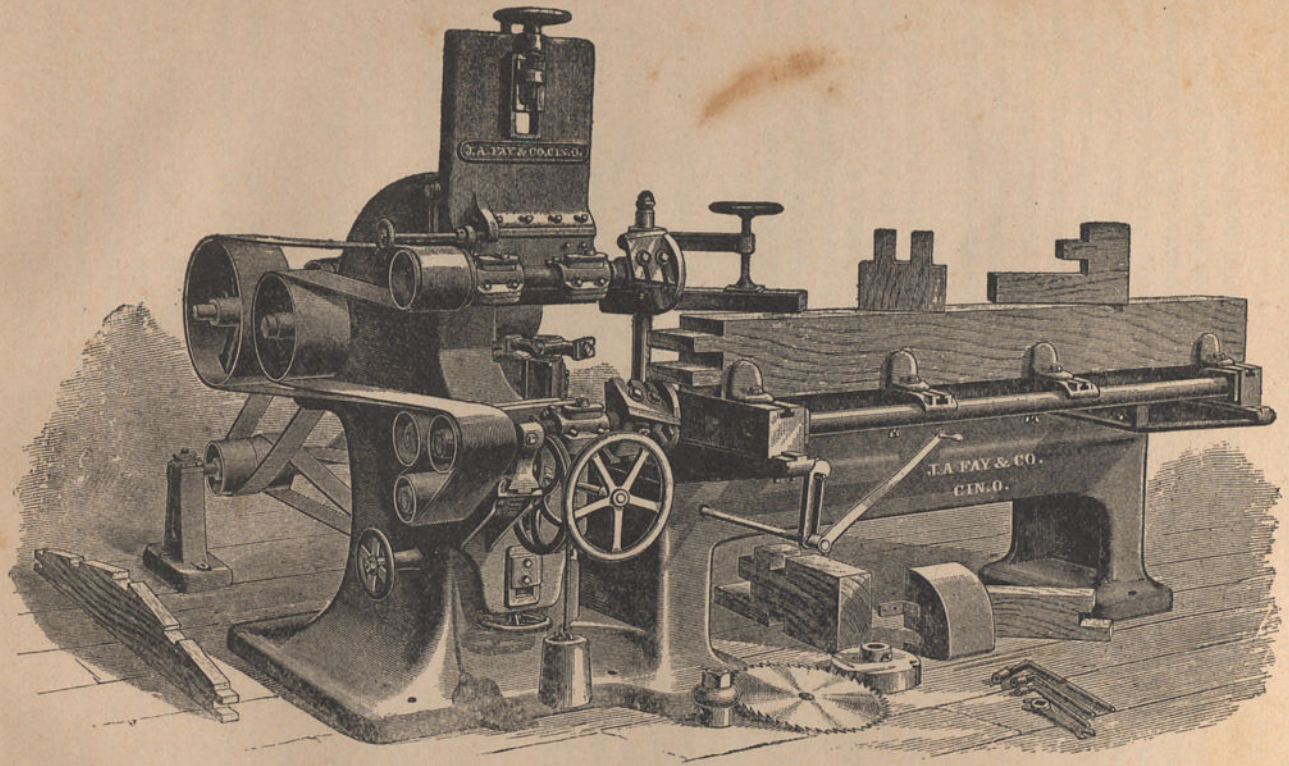
Estas machinas produzem muito bom trabalho, mas não são tão expeditas como as de ferros moveis.

Estas são sempre movidas mecanicamente; consistem n'um eixo vertical munido d'umas maxilas a que se fixam umas navalhas com o perfil da moldura que se quer produzir. A velocidade d'estas machinas é muito grande. Em algumas machinas de moldurar as navalhas precedentes são substituidas por uma peça unica cuja secção em planta é uma estrella de oito ou mais raios e cujo perfil vertical tem a fórma da moldura a fazer; a velocidade d'estas machinas chega a attingir quatro mil rotações por minuto.

As machinas de moldurar vão sendo constantemente aperfeiçoadas sendo os resultados obtidos verdadeiramente extraordinarios, pois que em poucos minutos se obteem molduras complicadas perfeitamente acabadas.

A *fig. 141* representa uma machina rotativa de moldurar, composta d'uma mesa horisontal de ferro fundido muito bem desempenada, sobre a qual fazem saliencia duas hastes verticaes em torno das quaes se fixam os ferros com a moldura a executar. Estas hastes recebem muito rapido movimento de rotação d'um motor por meio d'uma série de tambores e correias, e a madeira faz-se correr sobre a mesa d'encontro ás navalhas, obtendo-se no fim d'uma ou duas passagens uma moldura perfeitamente igual á dos ferros.

Além das machinas de moldurar, existem muitas outras apropriadas ao trabalho das madeiras, mas cuja descripção sae da indole d'este livro;



Machina de fazer malhetes e outras samblagens simples

limitar-nos-hemos, portanto, a indicar na *Estampa XVI* uma machina das mais aperfeiçoadas para fazer malhetes e outros entalhes simples usados na ligação das peças de madeira.

Consta d'uma mesa de ferro fundido de estrado movel, sobre o qual se collocam as peças de madeira a trabalhar. As ferramentas, em numero de duas, estão collocadas a altura differente n'uma columna vertical e

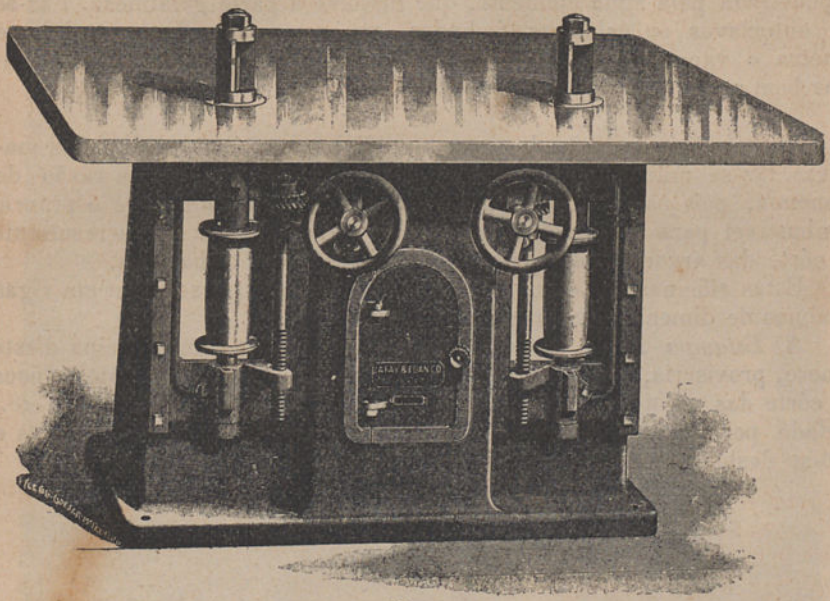


Fig. 141

apertam-se com parafusos em torno dos dois eixos horisontaes, animados de rapido movimento de rotação; podem ter fórma diversa e mesmo serem substituidas por pequenas serras circulares para fazer pequenos córtes. Na estampa estão representados alguns dos entalhes feitos com esta machina.

149 — **Curvatura da madeira.** — A curvatura da madeira é pouca empregada nas construcções civis.

Póde obter-se pelo fogo, pela agua ebuliente e pelo vapor d'agua.

O processo pelo fogo é o mais antigo: faz-se uma fogueira e sobre ella collocam-se as peças de madeira que se pretendem curvar, tendo o cuidado de as sujeitar, por meio de pêsos ou outro qualquer processo, na posição curva que a madeira deve conservar. O fogo deve ser moderado para não queimar a madeira.

Obtem-se o mesmo resultado pela agua ebuliente. N'úma grande caldeira de cobre deitam-se as peças de madeira a curvar e enche-se d'agua que se aquece até ferver, conservando a caldeira tapada com uma tampa

Passado algum tempo tira-se a madeira que tem adquirido grande macieza, prestando-se a tomar com facilidade todas as fórmas que lhe dérem sem estalar. E' inconveniente este processo, porque a madeira ao sol perde parte do seu pêso, ficando alteradas as suas qualidades.

O melhor processo parece ser pelo vapor d'agua, porque não altera as qualidades da madeira; não fica sujeita á chamma, que a queima, nem é penetrada pela agua ebuliente, que dissolve a parte gelatinosa. Faz-se em autoclaves ou caldeiras fechadas, em que se introduz a madeira e penetra o vapor d'agua sôb pressão. A madeira, depois de retirada, recebe bem a curvatura que se lhe quizer dar.

150. — A installação das grandes officinas para o trabalho das madeiras faz-se muitas vezes junto das florestas ou matas pela razão de economia, pois os transportes reduzem-se assim ao minimo e o proprio combustivel para as caldeiras de vapor é fornecido pela lenha resultante do córte das arvores e dos desperdicios da madeira trabalhada.

Estas officinas fornecem ao commercio as madeiras serradas em vigas e tabuas de dimensões geralmente uniformes.

A *Estampa XVII* representa a installação de uma officina d'este genero, provisoria, montada ao ar livre em plena floresta durante a época do córte das arvores. O movimento ás diversas machinas de serrar, etc., é dado por locomoveis. Estas installações são frequentes nas florestas e vão-se deslocando á medida que o córte das arvores progride.

Vista de uma serração de madeira em plena floresta

TERCEIRA PARTE

METAES E SUBSTANCIAS DIVERSAS

CAPITULO XIX

Ferro

151. — O ferro é o metal que mais larga applicação tem nas construcções, como em geral na maioria das industrias. Desde o prégo até á grossa viga de ferro dos pavimentos de grandes vãos, desde a simples grade de janella até as estructuras dos telhados e cupulas, o seu emprego hoje é enorme e tende constantemente a alargar.

O ferro suplantou a pedra na construcção das grandes e pequenas pontes e viaductos, bem como na maioria das abobadas; substituiu vantajosamente a madeira nas coberturas dos edificios e na estructura das suas paredes. Sem falar no seu largo emprego nos caminhos de ferro, formando os carris, travessas, material circulante, etc., o seu uso é imprescindivel, visto ser a materia prima de quasi todas as ferramentas usadas nas diversas industrias.

Ha hoje mesmo um certo numero de construcções em que o ferro constitue o material principal; taes são os mercados, as coberturas das *gares* dos caminhos de ferro e das fabricas, as estufas, etc.

No nosso estudo abster-nos-hemos da descripção das propriedades d'este tão util metal, assim como da sua extracção; o estudo d'este assumpto foi tratado já nos *Elementos de chimica* e na *Metallurgia*. O modo de trabalhar o ferro segundo as suas diversas applicações, será descripto largamente nos manuaes do serralheiro, ferreiro, caldeireiro, fundidor, etc., que esta *Bibliotheca* opportunamente publicará.

152 — **Ferro laminado.** — O ferro emprega-se em tres estados diversos: como *ferro forjado* ou *laminado*, como *ferro coado* ou *fundido*, e como *aço*.

O ferro forjado ou laminado é ferro quasi puro, ou pelo menos considerado como isento de carboneo; o ferro fundido é a combinação em que predomina o ferro e o carboneo, além d'outros metaes e metaloides; o aço é constituido tambem por ferro e carvão, sendo porém este em quantidade minima. O aço contém além do ferro e do carvão outros corpos destinados a dar-lhe maior dureza e resistencia.

Antigamente a distincção entre o ferro forjado e o aço era nitida; hoje não. Ha uma tal variedade d'aços e os ferros obtidos nos altos fornos e tratamento subsequente, teem uma composição tão variada que por vezes é difficil distinguir o ferro do aço.

Os ferros laminados empregados nas construcções são de secção redonda, quadrada, rectangular, meia cana, em fórma de L, T, I, E, Z, etc., de differentes dimensões.

Os ferros redondos são os *varões* e os *arames*. O seu diametro ou é indicado em millimetros ou em fracções da pollegada ingleza, sendo para os pequenos diametros indicado pelos numeros da escala ingleza de Birmingham *(Birmingham wire gauge* ou *B. W. G)* ou da *Standard wire gauge (S W. G.)*. O diametro do arame de ferro começa em $0{,}2^{mm}$ e vae até 10^{mm}; o arame é fornecido ao commercio em rolos de comprimento variavel. O varão de ferro é uma barra redonda de comprimento de 5^{m} approximadamente, indo o seu diametro de 6^{mm} ou $\frac{1}{4}$ de pollegada ingleza até 200^{mm} ou 8 pollegadas.

O *vergalhão* é uma barra quadrada que toma o nome de *verga* e *verguinha* para as secções minimas; o lado do quadrado varía de 6^{mm} a 152^{mm}, geralmente.

A barra chata é a de secção rectangular; quando a sua espessura é muito pequena recebe o nome de *arco de ferro*. As barras chatas variam desde $0^{m}{,}010$ de largura a $0^{m}{,}150$ e a sua espessura vae de 1^{mm} a 26^{mm}; ha ainda as largas barras chatas que chegam a ter $0^{m}{,}600$ de largura. O comprimento d'estas barras regula por 5 metros.

Os varões, vergalhões e barras chatas tem larga applicação nos gradeamentos para janellas, portas, portões, almofadas e bandeiras de porta, escadas, vedações, assim como no fabríco de ferragens para asnas de madeira e outros vigamentos, gatos para cantaria, etc.; as barras chatas de maior largura são usadas para formar as almas e os banzos das grandes vigas armadas, etc.

As tabellas VI, VII e VIII dão os pesos dos arames, dos varões e vergalhões de ferro e das barras chatas, das dimensões mais vulgarmente usadas.

TABELLA VI

Peso do metro corrente d'arame de ferro

Numero das escalas			Diametro em milimetros	Peso em kilogrammas	Numero das escalas			Diametro em milimetros	Peso em kilogrammas
Milimetrica	Ingleza de Birmingham B. W. G	Ingleza S. W. G.			Milimetrica	Ingleza de Birmingham S. W. G	Ingleza S. W. G.		
2	33	—	0.2032	0.000240	20	—	14	2.0300	0.024000
—	—	35	0.2134	0.000278	—	14	—	2.1100	0.027300
2/2	32	—	0.2286	0.000290	22	—	13	2.3400	0.029040
2/4	—	34	0.2337	0.000350	25	13	—	2.4100	0.037500
2/6	31	33	0.2540	0.000410	—	—	12	2.6400	0.042666
2/8	—	32	0.2743	0.000470	28	12	—	2.7700	0.047040
—	—	31	0.2946	0.000530	—	—	11	2.9500	0.053274
3/1	30	—	0.3048	0.000580	31	11	—	3.0500	0.057600
—	—	30	0.3150	0.000608	—	—	10	3.2500	0.064662
3/4	29	—	0.3302	0.000690	34	10	—	3.4300	0.069360
—	—	29	0.3454	0.000727	—	—	9	3.6600	0.081900
3/7	28	—	0.3556	0.000820	38	9	—	3.7600	0.086640
—	—	28	0.3759	0.000866	—	—	8	4.0600	0.100620
4	27	—	0.4064	0.000960	42	8	—	4.1900	0.105840
—	—	27	0.4166	0.001060	—	—	7	4.4700	0.122460
4/5	26	26	0.4570	0.001260	46	7	—	4.5700	0.126960
5	25	25	0.5080	0.001500	—	—	6	4.8800	0.145860
5/5	24	24	0.5590	0.001810	50	6	—	5.1500	0.150000
6	—	23	0.6100	0.002160	—	—	5	5.3800	0.177060
—	23	—	0.6350	0.002465	55	5	—	5.5800	0.181500
7	22	22	0.7110	0.002940	—	—	4	5.8900	0.212160
8	21	21	0.8130	0.003840	60	4	—	6.0400	0.216000
9	20	—	0.8890	0.004860	—	—	3	6.4000	0.251160
—	—	20	0.9140	0.005117	65	3	—	6.6000	0.253500
10	—	19	1.0160	0.006000	70	—	2	7.0100	0.294000
11	19	—	1.0410	0.007260	—	2	—	7.2100	0.318240
12	—	18	1.2200	0.008640	76	1	1	7.6200	0.346680
13	18	—	1.2700	0.010170	82	—	0	8.2300	0.403590
14	—	17	1.4200	0.011760	—	0	—	8.6300	0.456222
—	17	—	1.4700	0.013260	88	—	2/0	8.8400	0.464860
16	—	16	1.6200	0.015360	94	—	3/0	9.4500	0.530400
—	16	15	1.6500	0.016692	—	00	—	9.6500	0.570492
18	15	—	1.8300	0.019440	100	—	4/0	10.1600	0.600000

TABELLA VII

Peso do metro corrente de barra chata de ferro [1]

Largura		Espessura em polegadas inglezas e milimetros								
Polegadas inglezas	Milimetros	1/ 6.35 milimetros	5/16 7.94 milimetros	3/8 9.52 milimetros	7/16 11.11 milimetros	1/2 12.70 milimetros	5/8 15.87 milimetros	3/4 19.05 milimetros	7/8 22.22 milimetros	1 25.40 milimetros
	m/m	k	k	k	k	k	k	k	k	k
1	25.40	1.240	1.550	1.860	2.170	2.480	3.100	3.720	4.340	4.960
1 1/8	28.57	1.390	1.740	2.080	2.440	2.790	3.490	4.180	4.880	5.580
1 1/4	31.75	1.550	1.930	2.320	2.710	3.100	3.880	4.650	5.420	6.200
1 3/8	34.92	1.700	2.120	2.560	2.980	3.410	4.270	5.110	5.960	6.820
1 1/2	38.10	1.860	2.320	2.780	3.250	3.720	4.650	5.580	6.510	7.440
1 5/8	41.27	2.010	2.510	3.020	3.520	4.030	5.030	6.040	7.050	8.060
1 3/4	44.45	2.170	2.700	3.250	3.800	4.340	5.420	6.510	7.590	8.680
1 7/8	47.62	2.320	2.890	3.480	4.070	4.650	5.810	6.970	8.130	9.300
2	50.80	2.480	3.100	3.720	4.340	4.960	6.200	7.440	8.680	9.920
2 1/8	53.97	2.630	3.290	3.960	4.610	5.270	6.590	7.900	9.220	10.540
2 1/4	57.15	2.790	3.480	4.200	4.880	5.580	6.980	8.370	9.760	11.160
2 3/8	60.32	2.940	3.670	4.430	5.150	5.890	7.370	8.830	10.300	11.780
2 1/2	63.50	3.100	3.870	4.650	5.420	6.200	7.750	9.300	10.850	12.400
2 5/8	66.67	3.250	4.060	4.870	5.700	6.510	8.130	9.760	11.390	13.020
2 3/4	69.85	3.410	4.260	5.100	5.970	6.820	8.520	10.230	11.930	13.640
2 7/8	73.02	3.560	4.460	5.340	6.240	7.130	8.910	10.690	12.470	14.260
3	76.20	3.720	4.650	5.580	6.510	7.440	9.300	11.160	13.020	14.880
3 1/4	82.55	4.030	5.040	6.040	7.050	8.060	10.070	12.090	14.100	16.120
3 1/2	88.90	4.340	5.430	6.500	7.700	8.680	10.850	13.020	15.190	17.360
3 3/4	95.25	4.650	5.820	6.970	8.140	9.300	11.630	13.950	16.270	18.600
4	101.60	4.960	6.200	7.440	8.680	9.920	12.400	14.880	17.360	19.840
4 1/4	107.95	5.270	6.590	7.900	9.220	10.540	13.170	15.810	18.440	21.080
4 1/2	114.30	5.580	6.980	8.370	9.770	11.160	13.950	16.740	19.530	22.320
4 3/4	120.65	5.890	7.370	8.830	10.310	11.780	14.730	17.670	20.610	23.560
5	127.00	6.200	7.750	9.300	10.850	12.400	15.500	18.600	21.700	24.800
5 1/4	133.35	6.510	8.140	9.760	11.390	13.020	16.270	19.530	22.780	26.040
5 1/2	139.70	6.820	8.530	10.230	11.940	13.640	17.050	20.460	23.870	27.280
5 3/4	146.05	7.130	8.920	10.690	12.480	14.260	17.830	21.390	24.950	28.520
6	152.40	7.440	9.300	11.160	13.020	14.880	18.600	22.320	26.040	29.760

[1] Das «Bases para orçamento» de D. X. Cohen.

TABELLA VIII

Peso do metro corrente dos varões e vergalhões de ferro (1)

Diametro ou lado		Varão — Peso em kilogrammas	Vergalhão — Peso em kilogrammas	Diametro ou lado		Varão — Peso em kilogrammas	Vergalhão — Peso em kilogrammas
Polegadas inglezas	Milimetros			Polegadas inglezas	Milimetros		
1/4	6.35	0.240	0.310	2 1/8	53.97	17.630	22.420
5/16	7.94	0.370	0.480	2 1/4	57.15	19.740	25.160
3/8	9.52	0.540	0.700	2 3/8	60.32	22.000	28.160
7/16	11.11	0.750	0.950	2 1/2	63.50	24.400	31.200
1/2	12.70	0.980	1.240	2 5/8	66.67	26.900	34.400
9/16	14.29	1.240	1.570	2 3/4	69.85	29.530	37.590
5/8	15.87	1.530	1.940	2 7/8	73.02	32.270	41.100
11/16	17.46	1.860	2.350	3	76.20	35.120	44.640
3/4	19.05	2.200	2.800	3 1/4	82.55	41.220	52.500
13/16	20.64	2.590	3.300	3 1/2	88.90	47.810	60.870
7/8	22.22	3.010	3.820	3 3/4	95.25	54.900	69.890
15/16	23.81	3.450	4.390	4	101.60	61.440	79.360
1	25.40	3.900	4.960	4 1/4	107.95	70.500	89.760
1 1/8	28.57	4.930	6.330	4 1/2	114.30	79.050	100.680
1 1/4	31.75	6.130	7.870	4 3/4	120.65	88.050	112.120
1 3/8	34.92	7.400	9.520	5	127.00	97.590	124.260
1 1/2	38.10	8.800	11.260	5 1/4	133.35	107.590	137.590
1 5/8	41.27	10.300	13.230	5 1/2	139.70	118.070	150.480
1 3/4	44.45	11.970	15.430	5 3/4	146.05	129.060	164.320
1 7/8	47.62	13.720	17.610	6	152.40	140.500	178.560
2	50.80	15.360	19.840	—	—	—	—

Dos pesos indicados n'estas tabellas póde-se obter o das barras, varões, vergalhões, etc., de outros metaes, para o que basta multiplicar os numeros indicados pelos seguintes coefficientes:

Ferro fundido	0,93
Aço	1,02
Cobre	1,15
Latão	1,09
Chumbo	1,47
Zinco	0,92

(1) Das «Bases para orçamento» de D. X. Cohen.

TABELLA VII

Peso do metro corrente de barra chata de ferro (1)

Largura		Espessura em polegadas inglezas e milimetros		
Polegadas inglezas	Milimetros	1/ 6.35 milimetros	5/16 7.94 milimetros	3/8 9.52 milimetros
	m/m	k	k	k
1	25.40	1.240	1.550	1.860
1 1/8	28.57	1.390	1.740	2.080
1 1/4	31.75	1.550	1.930	2.320
1 3/8	34.92	1.700	2.120	2.560
1 1/2	38.10	1.860	2.320	2.780
1 5/8	41.27	2.010	2.510	3.020
1 3/4	44.45	2.170	2.700	3.250
1 7/8	47.62	2.320	2.890	3.480
2	50.80	2.480	3.100	3.720
2 1/8	53.97	2.630	3.290	3.960
2 1/4	57.15	2.790	3.480	4.200
2 3/8	60.32	2.940	3.670	4.430
2 1/2	63.50	3.100	3.870	4.650
2 5/8	66.67	3.250	4.060	4.870
2 3/4	69.85	3.410	4.260	5.100
2 7/8	73.02	3.560	4.460	5.340
3	76.20	3.720	4.650	5.580
3 1/4	82.55	4.030	5.040	6.040
3 1/2	88.90	4.340	5.430	6.500
3 3/4	95.25	4.650	5.820	6.970
4	101.60	4.960	6.200	7.440
4 1/4	107.95	5.270	6.590	7.900
4 1/2	114.30	5.580	6.980	8.370
4 3/4	120.65	5.890	7.370	8.830
5	127.00	6.200	7.750	9.300
5 1/4	133.35	6.510	8.140	9.760
5 1/2	139.70	6.820	8.530	10.230
5 3/4	146.05	7.130	8.920	10.690
6	152.40	7.440	9.300	11.160

(1) Das «Bases para orçament

TABELLA VIII

Peso do metro corrente dos varões e vergalhões de ferro [1]

Diametro ou lado	Varão	Vergalhão	Diametro ou lado	Varão — Peso em kilogrammas	Vergalhão — Peso em kilogrammas
			Milimetros		
			53.97	17.630	22.420
			57.15	19.740	25.160
			60.32	22.000	28.160
			63.50	24.400	31.200
			66.67	26.900	34.400
			69.85	29.530	37.590
			73.02	32.270	41.100
			76.20	35.120	44.640
			82.55	41.220	52.500
			88.90	47.810	60.870
			95.25	54.900	69.890
			101.60	61.440	79.360
			107.95	70.500	89.760
			114.30	79.050	100.680
			120.65	88.050	112.120
			127.00	97.590	124.260
			133.35	107.590	137.590
			139.70	118.070	150.480
			146.05	129.060	164.320
			152.40	140.500	178.560
			—	—	—

1,76 x 0,85

6 de 0,85 x 0,27

1 de 0,85 x 0,76 e 0,27

1m² de

1m x 0,93 de

3 d. de 0,93 x 0,32

1 folha dá 5 coberturas

1/2 folha dá o patim

de-se obter o das barras, va-
ra o que basta multiplicar os
ites:

.....	0,93
Aço.....	1,02
Cobre.....	1,15
Latão.....	1,09
Chumbo.....	1,47
Zinco.....	0,92

(1) Das «Bases para orçamento» de D. X. Cohen.

TABELLA VII

Peso do metro corrente de barra chata de ferro (1)

Largura		Espessura em polegadas inglezas e milimetros		
Polegadas inglezas	Milimetros	1/ 6.35 milimetros	5/16 7.94 milimetros	9.5 m
	m/m	k	k	
1	25.40	1.240	1.550	1
1 1/8	28.57	1.390	1.740	2
1 1/4	31.75	1.550	1.930	2
1 3/8	34.92	1.700	2.120	2
1 1/2	38.10	1.860	2.320	2
1 5/8	41.27	2.010	2.510	3
1 3/4	44.45	2.170	2.700	3
1 7/8	47.62	2.320	2.890	3
2	50.80	2.480	3.100	3
2 1/8	53.97	2.630	3.290	3
2 1/4	57.15	2.790	3.480	4
2 3/8	60.32	2.940	3.670	4
2 1/2	63.50	3.100	3.870	4
2 5/8	66 67	3.250	4.060	4
2 3/4	69.85	3.410	4.260	4
2 7/8	73.02	3.560	4.460	4
3	76.20	3.720	4.650	4
3 1/4	82.55	4.030	5.040	5
3 1/2	88.90	4.340	5.430	5
3 3/4	95.25	4.650	5.820	6
4	101.60	4.960	6.200	6
4 1/4	107.95	5.270	6.590	7
4 1/2	114.30	5.580	6.980	7
4 3/4	120.65	5.890	7.370	7
5	127.00	6.200	7.750	8
5 1/4	133.35	6.510	8.140	8
5 1/2	139.70	6.820	8.530	10
5 3/4	146.05	7.130	8.920	10
6	152.40	7.440	9.300	11

Bandinha 2 6/8 x 2/ 2,40
" 2 " " 1,40
" 2 " " 1,00
31 Vergalhão redondo 6/8 2,48
80
248

(1) Das «Bases para orçamento» de D. X. Cohen.

TABELLA VIII

Peso do metro corrente dos varões e vergalhões de ferro (1)

Diametro ou lado		Varão — Peso em kilogrammas	Vergalhão — Peso em kilogrammas	Diametro ou lado		Varão — Peso em kilogrammas	Vergalhão — Peso em kilogrammas
Polegadas inglezas	Milimetros			Polegadas inglezas	Milimetros		
1/4	6.35	0.240	0.310	2 1/8	53.97	17.630	22.420
5/16	7.94	0.370	0.480	2 1/4	57.15	19.740	25.160
3/8	9.52	0.540	0.700	2 3/8	60.32	22.000	28.160
7/16	11.11	0.750	0.950	2 1/2	63.50	24.400	31.200
1/2	12.70	0.980	1.240	2 5/8	66.67	26.900	34.400
9/16	14.29	1.240	1.570	2 3/4	69.85	29.530	37.590
5/8	15.87	1.530	1.940	2 7/8	73.02	32.270	41.100
11/16	17.46	1.860	2.350	3	76.20	35.120	44.640
3/4	19.05	2.200	2.800	3 1/4	82.55	41.220	52.500
13/16	20.64	2.590	3.300	3 1/2	88.90	47.810	60.870
7/8	22.22	3.010	3.820	3 3/4	95.25	54.900	69.890
15/16	23.81	3.450	4.390	4	101.60	61.440	79.360
1	25.40	3.900	4.960	4 1/4	107.95	70.500	89.760
1 1/8	28.57	4.930	6.330	4 1/2	114.30	79.050	100.680
1 1/4	31.75	6.130	7.870	4 3/4	120.65	88.050	112.120
1 3/8	34.92	7.400	9.520	5	127.00	97.590	124.260
1 1/2	38.10	8.800	11.260	5 1/4	133.35	107.590	137.590
1 5/8	41.27	10.300	13.230	5 1/2	139.70	118.070	150.480
1 3/4	44.45	11.970	15.430	5 3/4	146.05	129.060	164.320
1 7/8	47.62	13.720	17.610	6	152.40	140.500	178.560
2	50.80	15.360	19.840	—	—	—	—

Dos pesos indicados n'estas tabellas póde-se obter o das barras, varões, vergalhões, etc., de outros metaes, para o que basta multiplicar os numeros indicados pelos seguintes coefficientes:

Ferro fundido	0,93
Aço	1,02
Cobre	1,15
Latão	1,09
Chumbo	1,47
Zinco	0,92

(1) Das «Bases para orçamento» de D. X. Cohen.

Estes coefficientes são simplesmente as densidades d'estes corpos tomadas em relação á do ferro forjado, em logar de serem referidas á agua, como no caso ordinario.

Nas construcções usam-se ainda correntemente outros ferros laminados, como as vigas em I ou T duplo, cuja altura vae desde $0^m,080$ até $0^m,500$, a largura dos *banzos*, isto é, das duas bases do I varía de $0^m,040$ a $0^m,180$ e a espessura da *alma*, (a parte vertical da secção) de 4^{mm} a 20^{mm}. Os comprimentos vão de 6^m a 12^m. Os numeros indicados são medios, pois os fabricantes podem variar, dentro de certos limites, se se pedir, as dimensões usuaes.

Figs. 142 e 143

Estas vigas em I, *fig. 142*, são empregadas em vigamentos, em coberturas, em pilares, etc. Quando se deseje empregar uma viga de grandes dimensões em I, faz-se em geral uso das *vigas armadas*.

As vigas em E, *fig. 143*, são tambem muito empregadas pelos constructores civis, em logar das de em I pois são ás vezes de mais facil ligação; as sua secções são approximadamente as d'aquelles ferros.

As cantoneiras, são barras de ferro angular, que podem ter as *abas* eguaes ou deseguaes; teem tambem largo emprego nas construcções, tanto para ligar os differentes ferros entre si, como para formar a estructura das claraboias, as ripas dos telhados, etc.

Na *fig. 144* apresentamos os typos mais correntes das cantoneiras que se encontram no mercado: *A* é uma cantoneira de arestas vivas com abas eguaes; *B* é uma cantoneira do mesmo typo mas d'abas deseguaes; *C* e *D* são as cantoneiras mais correntes, a primeira d'abas eguaes e a outra d'abas deseguaes; *E* é uma cantoneira aberta em angulo obtuso e *F* em angulo agudo. Além d'estes typos geraes outros ha fabricados só de encommenda para obras especiaes.

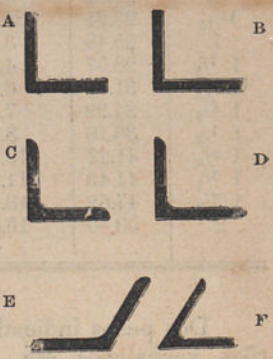


Fig. 144

As dimensões das cantoneiras d'abas eguaes vão desde 15^{mm} de lado por $2,5^{mm}$ d'espessura até 150^{mm} por 15^{mm}. As d'abas deseguaes vão desde $25^{mm} \times 40^{mm}$ de largura por 3^{mm} de grossura até $105^{mm} \times 170^{mm}$ de abas por 13^{mm}. O comprimento d'estas barras regula por 5 metros.

Outro ferro laminado muito usado é a barra em T, *fig. 145*, que pode ter *(A)* ou não *(B)* a largura do banzo egual á altura da alma, sendo o mais vulgar este caso. A sua secção varía desde $30^{mm} \times 30^{mm}$ por 5^{mm} d'espessura d'alma e banzo até 170^{mm} de banzo por 100^{mm} d'altura, sendo a espessura da alma e do banzo de 19^{mm}.

A Fig. 145 B

Para caixilharia empregam-se em construcções o ferro *pinazio* e *meio-pinazio* que são ferros moldados com rebaixo proprio para assentar a vidraça e que podem affectar fórmas variadissimas e dimensões diversas. Na *fig. 146* apresentamos em *A* um ferro meio-pinazio e em *B* e *C* dois typos vulgares de ferro pinazio.

Como vigas applicadas em casos especiaes ainda se usam os ferros *zorés*, *fig. 147*, proprios para o assentamento d'abobadilhas de tijolo e o ferro *Z*, *fig. 148*, usado principalmente em construcções navaes e em casos especiaes da construcção dos edificios.

Fig. 146

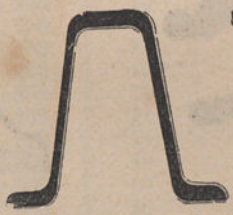


Fig. 147

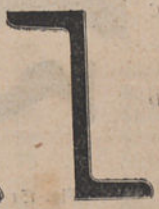


Fig. 148

Na *fig. 149* damos os perfis de tres ferros laminados, que encontram larga applicação em serralheria civil, sendo o primeiro *A* e o segundo *B* usados como prumos de gradeamento, etc., e o ultimo, *C*, para guarnecer arestas vivas.

Na *fig. 150* apresentamos, em *A*, um typo de ferro laminado destinado a corrimãos de gradeamentos; em *B* e *C*. barras moldadas, largas, empregadas como guarnição de batentes de portões, etc.; *D* é uma barra de meia canna, de variadas applicações e *E* uma barra concavo-convexa usada ás vezes para substituir os varões de ferro dos prumos dos gradeamentos.

Finalmente na *fig. 151* apresentamos quatro typos de barras molduradas de largo emprego em todos os trabalhos da serralheria civil; as barras *A* e *B* são macissas e as *C* e *D* são cavadas do lado opposto ás molduras afim de as tornar mais leves.

Fig 149

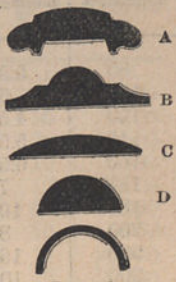


Fig. 150

Na *fig. 152* apresentamos a applicação de diversos ferros molduradas ao revestimento de vigas de ferro I ou ⊏, prestando-se assim á sua decoração.

Damos nas tabelas IX, X, XI, XII e XIII, os pesos d'alguns ferros em I, U, cantoneiras d'abas eguaes e deseguaes e dos ferros T. As dimensões e pesos indicados servem apenas para fornecer ao constructor

os elementos para um orçamento ou estimativa, visto não se poder dar uma nota dos ferros do mercado, que constantemente variam em conse-

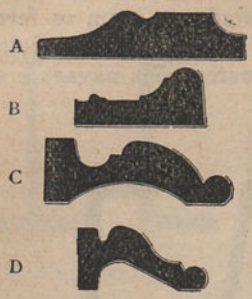


Fig. 151

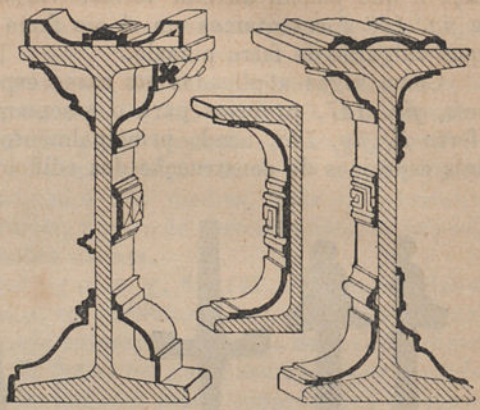


Fig. 152

quencia de ser muito grande o numero de fabricantes que abastecem a nossa praça.

TABELLA IX

Peso por metro corrente das vigas em I

Altura da secção em milimetros	Espessura da alma em milimetros	Largura dos banzos em milimetros	Peso em kilogrammas	Altura da secção em milimetros	Espessura da alma em milimetros	Largura banzos em milimetros	Peso em kilogrammas
80	5.5	40	6.500	237	8	92	30.000
100	5	43	8.250	250	11	115	43.000
120	4.5	45	9.200	260	10	69	31.500
140	5.5	47	11.800	260	20	79	50.000
160	6.5	48	14.100	260	9	117	43.000
180	7	55	18.100	260	14	122	51.000
180	10	100	30.000	300	12	120	65.000
200	8	60	22.000	300	11	125	59.000
200	16	68	37.000	305	15	150.5	76.000
200	10	100	31.000	317	15	157	85.000
200	10	110	38.000	355	13	152	79.000
203	10	127	40.000	394	21	168	130.000
220	8.5	64	25.200	396	18	151	100.000
220	16	72	40.000	400	16	140	83.000
220	9	95	33.600	406	14	152	84.000
220	14	100	40.500	450	17	168	114.500
235	10	95	34.500	500	18	176	136.000

TABELLA X

Peso por metro corrente das vigas em ⊏

Altura da secção em milimetros	Espessura da alma em milimetros	Largura dos banzos em milimetros	Peso em kilogrammas	Altura da secção em milimetros	Espessura da alma em milimetros	Largura dos banzos em milimetros	Peso em kilogrammas
75	9	40	9.000	233	11	96	39.000
75	8	45	10.000	235	10	90	34.500
75	8	55	13.000	237	6	85	31.600
80	7.5	53	10.250	250	10	80	34.250
90	8	65	12.600	250	8	85	28.000
105	8	65	14.000	250	11	90	38.600
117.5	8	63	16.500	260	10	90	33.000
145	8	60	17.000	258	11	96	40.000
160	8	65	18.000	299	11	83	41.500
175	8	60	19.500	299	11	99	49.500
200	8	70	19.000	300	10	75	35.000
200	10	80	28.000	300	10	90	40.000
200	8	100	26.500	300	10	94	45.000
200	11	95	34.000	—	—	—	—

TABELLA XI

Peso por metro corrente das cantoneiras de ferro de abas iguaes

Largura das abas em milimetros	Espessura em milimetros	Peso em kilogrammas	Largura das abas em milimetros	Espessura em milimetros	Peso em kilogrnmmas	Largura das abas em milimetros	Espessura em milimetros	Peso em kilogrammas
15 × 15	2.5	0.500	55 × 55	6	4.900	95 × 95	10	14.000
15 × 15	4	0.800	55 × 55	9	7.100	95 × 95	16	21.700
20 × 20	2.5	0.750	60 × 60	6	5.400	95 × 95	20	26.500
20 × 20	4	1.100	60 × 60	9	7.800	100 × 100	10	14.800
25 × 25	3	1.100	65 × 65	6.5	6.300	100 × 100	12	17.600
25 × 25	4.5	1.600	65 × 65	8	7.600	100 × 100	16	23.000
30 × 30	3	1.500	70 × 70	7	7.300	105 × 105	10	15.600
30 × 30	5.5	2.500	70 × 70	10	10.200	105 × 105	13	20.000
35 × 35	3.5	1.800	75 × 75	9	9.900	105 × 105	15	22.800
35 × 35	5.5	2.800	75 × 75	11	11.900	105 × 105	20	29.700
40 × 40	4	2.400	80 × 80	8	9.500	110 × 110	12	19.500
40 × 40	6	3.500	80 × 80	10	11.700	110 × 110	16	25.500
45 × 45	4.5	3.000	85 × 85	8	10.100	120 × 120	13	23.500
45 × 45	6.5	4.000	85 × 85	10	12.500	130 × 130	14	27.000
50 × 50	5	3.700	90 × 90	10	13.300	140 × 140	14	29.000
50 × 50	7	5.100	90 × 90	15	19.300	150 × 150	15	33.500

TABELLA XII

Peso por metro corrente das cantoneiras de ferro de abas desiguaes

25×40	3	1.500	65×75	6	6.300	78×118	13	19.150
25×40	4.5	2.200	65×75	10	10.150	78×131	13	20.500
40×50	5	3.500	65×80	6	6.500	80×105	13	17.450
40×50	7	4.600	65×80	10	10.550	80×155	13	22.500
45×65	5	4.200	65×90	8	9.200	88×110	11	16.050
45×65	7	5.700	65×90	13	14.400	90×130	10	16.500
50×63	6	5.000	65×105	10	12.500	90×130	13	21.000
50×63	10	8.050	75×88	9	10.800	105×145	13	24.050
50×80	8	7.600	75×100	9	11.650	105×157	13	24.500
50×80	10	9.350	76×114	13	17.950	105×170	13	26.000

TABELLA XIII

Peso por metro corrente das barras de ferro T

Altura da secção em milimetros	Largura do banzo em milimetros	Espessura do banzo em milimetros	Espessura da alma em milimetros	Peso por metro em kilogrammas	Altura da secção em milimetros	Largura do banzo em milimetros	Espessura do banzo em milimetros	Espessura da alma em milimetros	Peso por metro em kilogrammas
27	56	6	9	3.600	88	111	12	14	23.000
30	70	6	7.5	5.000	88	118	9	9	16.600
31	29	5.5	5	2.300	89	157	14	14	30.000
31	52	8	7	4.500	90	144	12	15	27.500
40	45	6	6	4.000	92	92	6	7.5	11.000
52	52	9	8	6.500	92	92	11	11	18.000
52	80	6	6.5	6.000	92	105	8.5	11	18.000
65	65	7	6	8.000	92	150	12	11.5	24.000
75	80	8.5	10	11.500	100	172	19	19	36.000
78	137	13	14	23.000	108	160	19	19	35.000
78.5	122	7.5	9.5	14.500	115	88	8.5	9	12.500
78	150	11	12	22.000	127	105	11.5	12	25.000
85	85	7	10	12.500	135	134	14	17.5	36.500
85	75	9	9	13.000	160	135	20	20	37.000

As chapas de ferro laminado mais commummente empregadas são as lisas e as estriadas; as primeiras teem geralmente $1^m,82$ de comprimento por $0^m,91$ de largura e a sua espessura varía de $^1/_2''$ ou $0^m,0125$ ao n.º 24 da escala ingleza ou seja $0,559^{mm}$.

As chapas estriadas são grossas, muito empregadas para pavimentos, degraus de escadas, varandas, tampas para poços, etc. Teem uma face lisa e a outra estriada, em xadrez, *fig. 153;* medem em geral $2^m,0$ ou $3^m,0$ de comprimento por $1^m,0$ de largo; a espessura varía de 5 a 7^{mm}; o peso por metro quadrado varía de 42 a 60 kilogrammas.

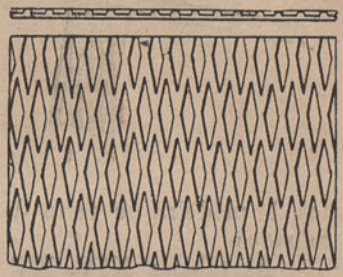


Fig. 153

Além d'estas chapas ainda se empregam nas construcções as chapas galvanisadas ou zincadas e que podem ser lisas ou onduladas; as primeiras são usadas na confecção dos algerozes e na cobertura de edificios e as segundas para este ultimo fim e ás vezes para cobrir paredes de madeira em construcções ligeiras ou provisorias.

As chapas galvanisadas medem $1^m,82 \times 0^m,91$ e a sua espessura é indicada pelos numeros da escala ingleza, sendo as mais usadas as dos numeros 18 a 22 ou sejam da espessura de $1,22^{mm}$ a $0,711^{mm}$.

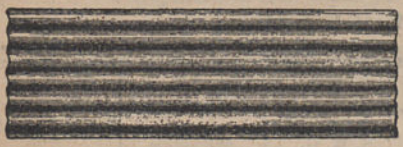


Fig. 154

As chapas onduladas, *fig. 154*, podem variar no comprimento da onda; na *fig. 155* apresentamos uma secção da chapa ondulada, cujo comprimento de onda á de $0^m,100$, mostrando ao mesmo tempo como se faz a sobreposição lateral das chapas. As suas dimensões mais usuaes são $1^m,82$ ou $2^m,12$ de comprimento por $0^m,91$ de largura; a sua espessura é indicada pelos numeros da escala ingleza — S. W. G. — desde o n.º 16 a 26, correspondendo a $1,626^{mm}$ até $0,457^{mm}$.

Fig. 155

Na *fig. 156* apresentamos um typo de chapa ondulada, curva, propria para cobertura de telheiros, alpendres, etc., etc.; na *fig. 157* indicamos

Fig. 156

Fig. 157

uma chapa de ferro galvanisado propria para o revestimento do espigão dos telhados que empregam este genero de cobertura.

Finalmente nas *figs. 158* e *159*, apresentamos a maneira corrente como se ligam estas chapas, por meio de grampas de ferro zincado, de fórma apropriada, aos vigamentos de madeira ou ferro dos telhados.

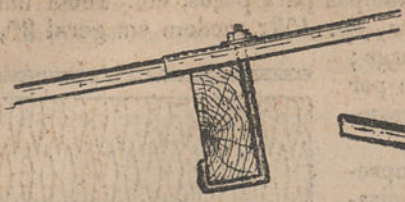


Fig. 158

Fig. 159

As tabelas XIV, XV e XVI dão os pesos por metro quadrado das chapas de ferro lisas, e das chapas galvanisadas lisas e onduladas.

TABELLA XIV

Peso por metro quadrado das chapas de ferro laminadas lisas

Numero das chapas S. W. G.	Espessura em milimetros	Peso por metro quadrado em kilogrammas	Numero das chapas S. W. G.	Espessura em milimetros	Peso por metro quadrado em kilogrammas
7/0	12.700	97.680	15	1.830	14.274
3/0	9.520	73.260	16	1.620	12.636
1	7.940	61.050	17	1.420	11.076
3	6.350	48.840	18	1.220	9.516
6	4.760	36.630	19	1.016	7.925
10	3.170	24.420	20	0.914	7.129
11	2.950	23.010	21	0.813	6.341
12	2.640	20.592	22	0.711	5.546
13	2.340	18.252	23	0.610	4.758
14	2.030	15.834	24	0.559	4.360

TABELLA XV

Peso por metro quadrado das chapas de ferro galvanisadas lisas

18	1.220	9.986	21	0.813	6.811
19	1.016	8.395	22	0.711	6.016
20	0.914	7.599	—	—	—

TABELLA XVI

Peso por metro quadrado das chapas de ferro galvanisadas e onduladas (1)

Numero das chapas S. W. C.	Espessura em milimetros	Peso por metro quadrado em kilogrammas	Numero das chapas S. W G.	Espessura em milimetros	Peso por metro quadrado em kilogrammas
16	1.620	17.100	22	0.711	8.540
18	1.220	12.590	24	0.559	6.640
20	0.914	9.860	26	0.457	5.760

153 — **Vigas armadas.** — Para supportar grandes cargas ou mesmo para cargas normaes mas necessitando-se, por qualquer rasão, que as vigas tenham grande altura, faz-se uso das *vigas armadas*. Uma viga armada é sempre a combinação d'um certo numero de barras de ferro laminado perfilado (geralmente cantoneiras ou ferros T) e de largas

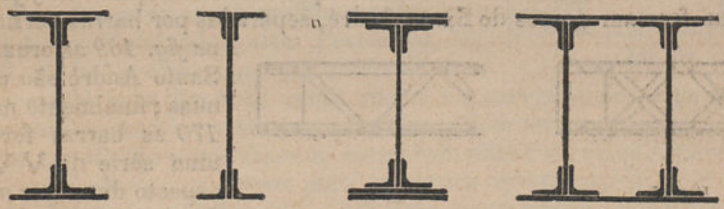


Fig. 160 Fig. 161 Fig. 162 Fig. 163

barras chatas, formando pelo seu conjuncto qualquer das secções representadas nas *figs. 160 a 163* ou outras analogas, visto que, segundo os casos, se podem variar até o infinito.

Os banzos das vigas armadas podem ser constituidos por duas cantoneiras simplesmente, *fig. 161*; por duas cantoneira e uma barra chata, larga, *fig. 160*; por duas cantoneiras e duas barras chatas, *fig. 162*; por quatro cantoneiras e uma barra chata, formando as vigas de *caixotão, fig. 163*, etc. Nos exemplos apresentados as almas das vigas são cheias, isto é, formadas por barras chatas, largas em todo o comprimento da viga.

(1) Extrahida das «Bases para orçamento» de D. X. Cohen.

Póde porém a alma ser descontinua, como se vê nas *figs. 164 a 170*, constituindo as *vigas de rotula*, muito mais leves que as vigas d'alma cheia. A da *fig. 164* é formada por dois ferros T cujas almas estão ligadas, espaçadamente, por duas barras verticaes cravadas com rebites; a da *fig. 165* é constituida por quatro cantoneiras, entre cujas abas entram as barras verticaes convenientemente espaçadas; a da *fig. 166* é formada por quatro cantoneiras e duas barras largas horisontaes, ligadas pelas barras verticaes de espaço a espaço.


Fig. 164


Fig. 165


Fig. 166

As barras que ligam os ferros dos banzos das vigas armadas podem deixar de ser verticaes; são ás vezes inclinadas, formando o seu conjuncto uma serie de cruzes de Santo André, uma serie de N N, etc. Na *fig. 167* apresentamos um typo de viga armada, em que as barras verticaes são alternadamente intervaladas por barras obliquas; na *fig. 168*, as barras formam cruzes de Santo André, separadas por barras verticaes; na *fig. 169* as cruzes de Santo André são continuas; finalmente na *fig. 170* as barras formam uma série de V V. O aspecto das vigas armadas, hoje immensamente empregadas nas construcções civis é leve e elegante, sendo ao mesmo tempo grande a sua resistencia.

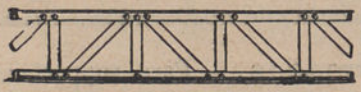


Fig. 167

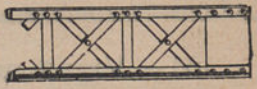


Fig. 168


Fig. 169

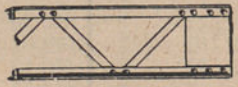


Fig. 170

As vigas armadas são tambem empregadas como pilares das estructuras metallicas por serem de facil ligação ás asnas e contraventamentos dos telhados.

A fórma e as dimensões dos pilares d'este genero são variadissimas dependendo da carga a supportar, do systema das asnas, do typo da construcção, etc. Na *fig. 171*, está representado um pilar de ferro laminado constituido por quatro montantes verticaes, formados por duas cantoneiras, e ligados entre si por barras em cruz de Santo André. Inferiormente o pilar termina por uma larga chapa de ferro que assenta em alicerces d'alvenaria. Geralmente esta chapa bem como os esquadros que a ligam ao pilar propriamente dito, ficam enterrados em alvenaria hydraulica ou n'um macisso de beton.

154—Tubos de ferro laminado.—Para terminar esta rapida resenha dos ferros laminados usados nas construcções resta nos dizer alguma coisa dos canos de ferro laminado, que podem ser *pretos* ou *galvanisados*; são empregados para canalisar gás ou agua, sendo comtudo mais empregado o chumbo para este effeito por se ageitar melhor aos angulos e curvas das habitações.

O tubo laminado é um delgado cano de ferro, de diametro de

3mm	ou	1/8″	44mm	ou	1 3/4″
6	»	1/4	51	»	2″
10	»	3/8	57	»	2 1/4
13	»	1/2	64	»	2 1/2
19	»	3/4	70	»	2 3/4
25	»	1″	76	»	3″
32	»	1 1/4	89	»	3 1/2
38	»	1 1/2	102	»	4″

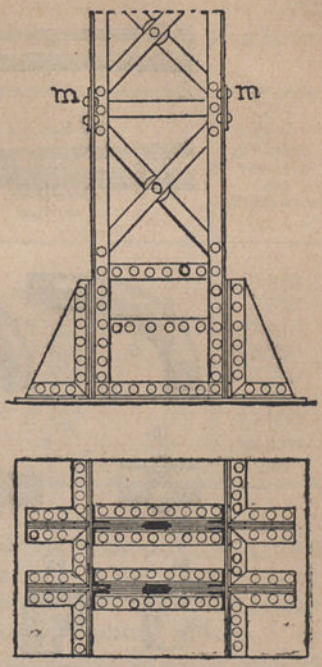


Fig. 171

tendo dois extremos roscados, de modo a poder ligar a outro tubo identico por meio d'uma *união, fig. 172* que é um curto pedaço de tubo roscado interiormente.

Para fazer um encanamento completo com tubos de ferro laminados, além d'estes, *fig. 172* (2 e 3, 4 e 5) é preciso empregar *uniões de rôsca interior* (15) para ligar os canos rectos ou curvos, pelos seus extremos atarrachados exteriormente; estas uniões podem ter um *sextavado* (10), isto é, uma especie de porca fazendo corpo com ellas e servindo para se apertarem com a chave; as *curvas* mais ou menos apertadas, (6, 7, 8 e 9); os *cotovêlos* (12) e os *joelhos* (23 e 34) para ligar ramaes dobrados em angulo recto, quando por conveniencia local se não possam empregar as curvas; os *tês* (13) e as *cruzêtas* (14) em que os ramaes podem ou não ter o mesmo diametro; as *reducções* ou *uniões de reducção* que são pequenos tubos (16) tendo os extremos de diametro differente e roscados interiormente, servindo para concordar canalisações de grossura variavel; os *casquilhos* ou *uniões de rôsca exterior* (21) empregados quando se quer deixar lisa a superficie exterior do encanamento; podem ter tambem um *sextavado* (11) para se apertar com a chave; os *tampões* (18 e 19) para vedar qualquer ramal e que podem ter ou não *cabeça* quadrada para se apertar com as *chaves* (28 e 29); as *porcas* (20); as *manilhas* ou *flanges* (17); as torneiras (24); os *separadores* (30), etc.

Os tubos de ferro galvanisado são hoje muito empregados nas canalisações em substituição dos tubos ordinarios, ou *pretos*, por se não oxydarem facilmente, sendo portanto mais duradouros.

Os tubos de ferro laminado de diametro superior aos apontados são empregados como postes de linhas telephonicas, telegraphicas e de tra-

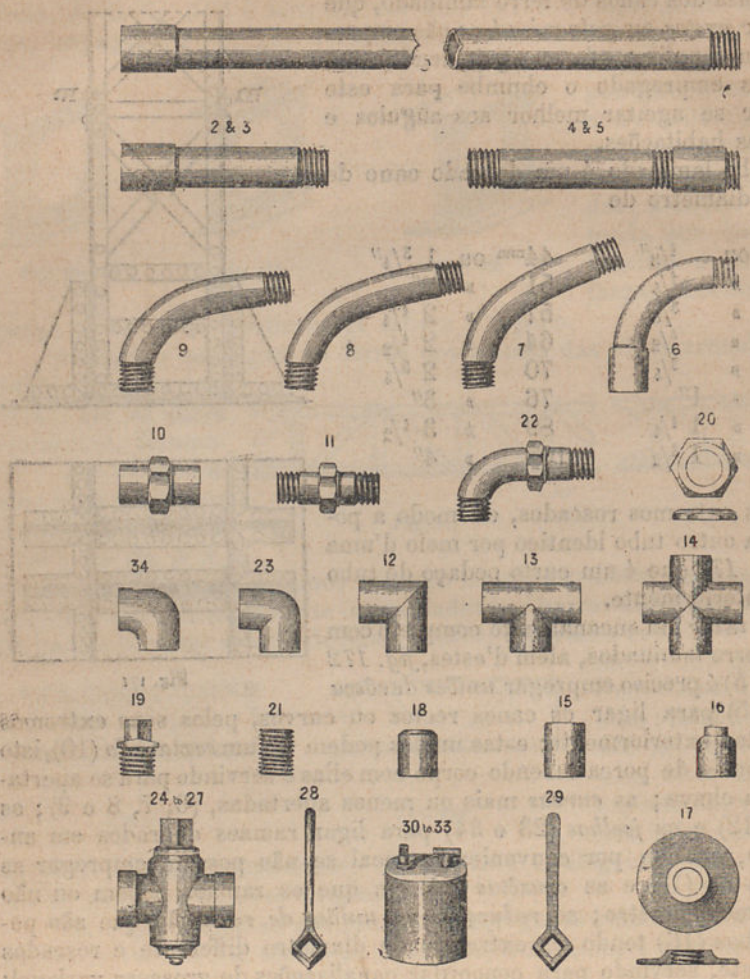


Fig. 171

cção electica (102mm, 127mm, 152mm, 178mm, e 203mm de diametro geralmente).

A tabella XVII dá os pesos por metro corrente dos tubos laminados grossos de fabrico inglez.

Os tubos de ferro laminado são ainda usados em gradeamentos, corrimãos de escada, etc., em consequencia do seu menor peso, comparativamente com os varões massiços de ferro.

TABELLA XVII

Peso dos tubos de ferro laminado de fabrico inglez

Diametro interior		Espessura em milimetros	Peso por metro corrente em kilogrammas	Diametro interior		Espessura em milimetros	Peso por metro corrente em kilogrammas
Milimetros	Polegadas inglezas			Milimetros	Polegadas inglezas		
3	1/8	3	0.420	44	1 3/4	5	5.830
6	1/4	3	0.610	51	2	5	6.665
10	3/8	3	0.900	57	2 1/4	5	7.910
13	1/2	3	1.295	64	2 1/2	6	9.920
19	3/4	3	1.750	70	2 3/4	6	12.500
25	1	4	2.700	76	3	6.5	13.740
32	1 1/4	4	3.750	89	3 1/2	7.5	17.630
38	1 1/2	4.5	4.410	102	4	7.5	22.110

155 — **Ferro fundido.** — Nas construcções civis o ferro fundido encontra larga applicação, devido á propriedade de poder affectar facilmente qualquer fórma por muito caprichosa que seja e ao mesmo tempo resistir bem á compressão. As columnas, os gradeamentos de toda a especie e as tubagens constituem os principaes productos de ferro fundido empregados nos edificios.

As columnas de ferro fundido servem para supportar vigamentos de ferro e madeira sendo o seu uso muito grande em consequencia da sua grande resistencia em pequena secção e de se prestarem simultaneamente á decoração. São hoje sempre ôcas, afim de se tornarem mais leves e baratas; a sua secção é circular ou prismatica, segundo os casos. Os capiteis e os sóccos ou pedestaes podem ser ou não ornamentados; os fustes, conicos como em todas as outras columnas, podem ser lisos ou canellados, sendo as canelluras reintrantes ou salientes. Podem applicar-se isoladas ou fazer parte d'uma estructura de ferro.

As columnas geralmente terminam inferiormente por uma base quadrada com furos para se poder fixar ao sólo (geralmente por intermedio d'uma pedra ou d'um massiço de beton) por meio de parafusos de chumbar ou *chumbadouros*. Em logar da patilha algumas columnas apresentam inferiormente um canhão conico ou prismatico para chumbar em cantaria.

Superiormente terminam as columnas diversamente segundo são destinadas a receber vigas de madeira ou de ferro; no primeiro caso uma simples patilha plana com furos para os parafusos d'atracar é bastante; outras vezes a patilha tem uma ou duas abas entre as quaes entra a ma-

deira. Quando deve receber vigamento de ferro a disposição é variavel dependendo do typo do ferro empregado; é ás vezes uma chapa ou patilha plana sendo a ligação feita por *esquadros* de ferro fundido, de fórma apropriada que se aparafusam á alma da viga e á patilha da columna.

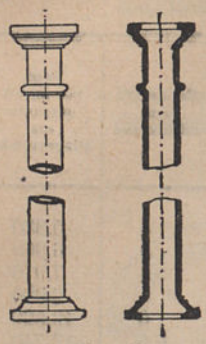


Fig. 173

A *fig. 173* representa um dos typos mais simples das columnas ôcas de ferro fundido; tem um capitel simples, sócco mais simples ainda e o fuste é liso; as ligações ao sólo e ao vigamento são feitas por parafusos.

Na *fig. 174* apresentamos um capitel de columna com consolas duplas para supportar vigamento de ferro.

A *fig. 175*, representa uma columna, com consolas de ferro fundido, aparafusadas, destinada a supportar vigamento de madeira. A parte superior das consoles apresenta umas saliencias centraes que servem para manter afastadas as duas vigas de madeira. A ligação das vigas ás consolas da columna é feita com parafusos de atracar.

Finalmente na *fig. 176* indica-se um typo de columna ornamentada, com pedestal polygonal, fuste canellado e capitel ornamental; na *fig. 177* damos um capitel corinthio de columna de ferro fundido, encimado por duas consoles ornamentaes supportando o pavimento do andar superior. Pelo córte se vê que a columna termina por uma parte prismatica, em que entra a base da columna de ferro fundido do andar superior.

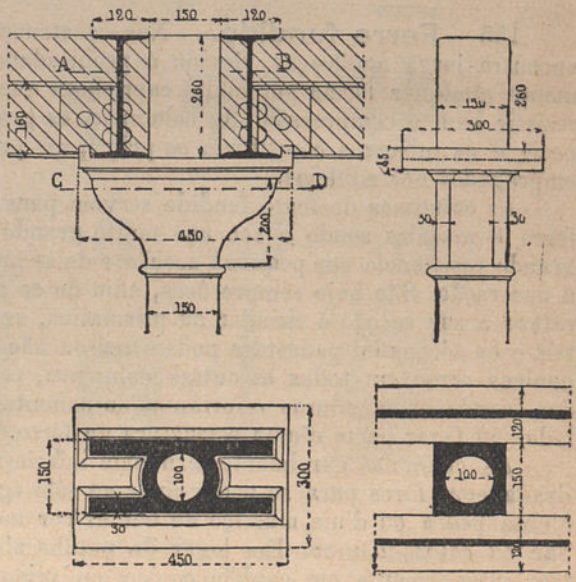


Fig. 174

Para gradeamentos d'escadas usam-se para os rematar, umas pequenas columnas mais ou menos ornamentadas, affectando fórmas variadissimas; geralmente terminam por maçanêtas ou pinhas tambem de ferro fundido ou são prolongadas em fórma de candelabro, etc.

Fazem-se ainda de ferro fundido algumas grades para janellas, esca-

das, almofadas e bandeiras de portas, ventiladores, etc., sendo os desenhos variadissimos.

Na *fig. 178* apresentamos um painel de grade, ferro fundido, para janella de saccada, varandas, etc.; na *fig. 179* damos o desenho d'um balaústre applicado em gradeamentos de escadas.

O ferro fundido é muitissimo usado para canalisações d'agua e gás nas ruas e para o desague das aguas pluviaes dos telhados das habitações.

Para agua sôb pressão e gás usam-se os canos de *bôca* e *cordão*, *fig. 180*, isto é, d'um lado são terminados n'um alargamento, de modo a poder conter o extremo opposto de outro tubo; o *cordão* que termina o cano d'este lado, serve de encontro á substancia precisa para a ligação dos dois tubos. A juncção dos tubos faz-se mettendo o cordão d'um na bôca do outro e envolvendo-o com uma corda de estopa ou *mealhar*, sobre a qual se lança chumbo em fusão que depois de frio é rebatido. Além dos tubos rectos ha um certo numero de especiaes (curvas, tês, cruzêtas, forquilhas, etc.) para ligar os alinhamentos angulares, para fazer as ramificações, etc. O diametro dos canos varía de 38mm ou 1 1/2 até 0m,61 ou 2 pés para os casos vulgares, chegando-se porém em casos especiaes até o diametro de 1m,80. O comprimento util, isto é, descon-

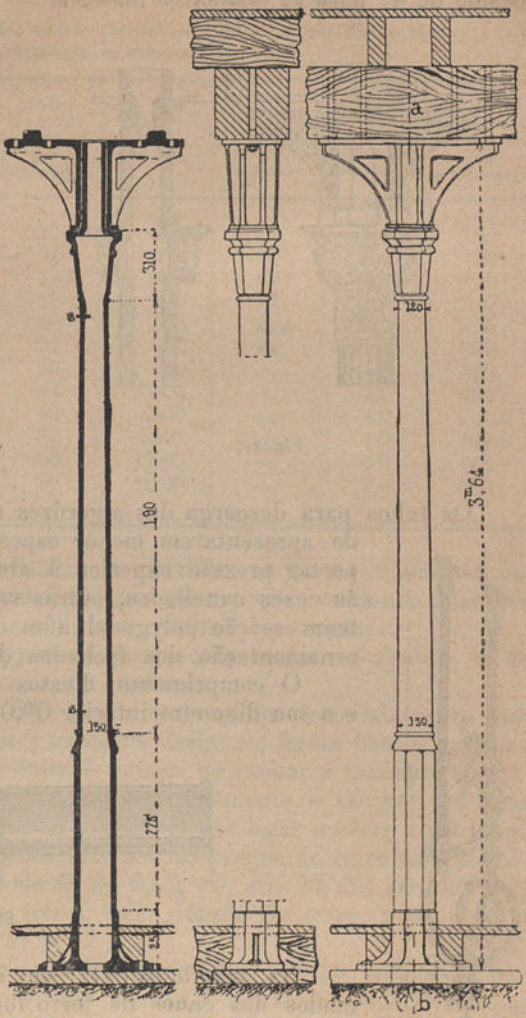


Fig. 175


Fig. 176

tando a bôca, de cada tubo é 2^m para os de pequeno diametro e de 3^m ou mesmo de 4^m para os diametros maiores.

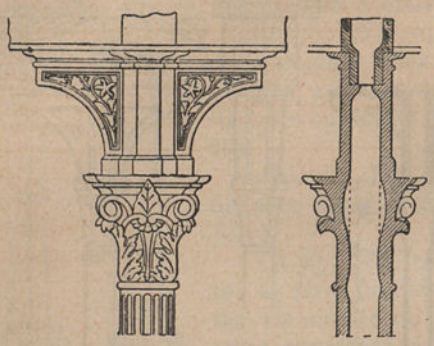


Fig. 177

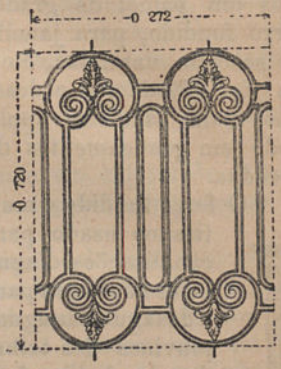


Fig. 178

Os tubos para descarga dos algerózes são identicos, com differença de apresentarem menor espessura pois não teem de supportar pressão superior á atmospherica. Estes tubos são ás vezes canellados, outras vezes em logar de circulares teem secção polygonal afim de se harmonisarem com a ornamentação das fachadas dos edificios.

O comprimento d'estes canos é geralmente de $1^m,0$, e o seu diametro interior $0^m,08$ ou $0^m,10$.

Fig. 179

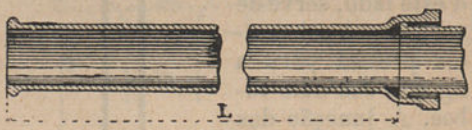


Fig. 180

Na tabella XVIII vão indicados os pesos approximados dos canos de ferro fundido desde 38^{mm} até 1^m de diametro.

TABELLA XVIII

Peso aproximado dos canos de ferro fundido de bôca e cordão

Diametro em milimetros	Diametro em polegadas inglezas	Comprimento util dos canos em metros	Peso por metro corrente util em kilogrammas	Diametro em milimetros	Diametro em polegadas inglezas	Comprimento util dos canos em metros	Peso por metro corrente util em kilogrammas
38	1 1/2	2.0	9.5	254	10	3.0	80
51	2	2.0	12	279	11	3.0	90
63	2 1/2	3.0	15	305	12	3.0	97
76	3	3.0	19	406	16	3.0	140
82	3 1/4	3.0	20	508	20	3.0	195
89	3 1/2	3.0	22	610	24	3.0	250
101	4	3.0	25	700	—	4.0	320
127	5	3.0	33	800	—	4.0	400
152	6	3.0	40	900	—	4.0	467.5
178	7	3.0	52	1.000	—	4.0	529.5
203	8	3.0	60	1.100	—	4.0	662
225	9	3.0	70	1.200	—	4.0	850

156 — **Pregos, parafusos e rebites.** — Para completar a rapida exposição do emprego do ferro nas construcções resta-nos falar dos prégos e parafusos, usados para ligar a madeira e os metaes.

Ha a distinguir dois typos de pregos; os de ferro forjado e os de arame, podendo este ser redondo ou quadrado.

Os pregos forjados são hoje pouco empregados; são fabricados manualmente, teem cabeça larga e grossura desigual; ligam bem a madeira por serem mais asperos, mas teem o defeito de rachar a madeira.

Os pregos d'arame fabricam-se mecanicamente e são hoje os mais empregados. O prego quadrado é preferivel por ligar melhor a madeira.

Conforme as suas dimensões recebem os pregos de ferro forjado differentes nomes como: prégos de *2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 40 e 50 réis, pontal, Alemtejo, galeota da terra, meia galeota da terra, setía, aza de mosca de n.º 1 a 7 e faiscos de n.º 2 a 7.*

O prégo de arame quadrado é numerado de 1 a 15, indicando por estes numeros a grossura do arame. De n.º 1 a 6 teem respectivamente de comprido 12″ e 11″; 10″ e 9″; 8″; 7″; 6″; 5″ e recebem o nome de *cavilhas.* O n.º 7 denomina-se *telhado*, o n.º 8 *meio telhado,* o n.º 9 *galeota*, o n.º 10 *meia galeota*, o n.º 11 *setía;* os n.os 11 a 15 *fasquiado* de n.º 6 a n.º 2. Estes prégos são fornecidos em ceiras de 25 kilos cada.

O prégo redondo é numerado de 3 a 20, conforme a grossura do arame, e o seu comprimento varía desde 8″ ou 203mm para o n.º 3 até 1/4″ ou 6mm para o n.º 20. Tambem se fabríca, mas não é vulgar, o prégo redondo de 12″, 11″, 10″ e 9″ correspondente aos n.os 1 a 3. Encontra-se no mercado em ceiras de 1 a 5 kilos.

As tabellas XIX e XX extrahidas das *Bases para orçamento* de D. X. Cohen indicam os pezos do milheiro dos prégos forjados e do de arame quadrado.

TABELLA XIX

Peso dos pregos de ferro forjado

Qualidade dos pregos	Peso do milheiro em kilogrammas	Qualidade dos pregos	Peso do milheiro em kilogrammas	Qualidade dos pregos	Peso do milheiro em kilogrammas
Prego de 50 réis.	137.700	Pontal.....	2.800	Aza de môsca n.º 2	0.900
» » 40 » ..	91.800	Alemtejo.....	1.800	» » » » 1	0.700
» » 30 » ..	68.800	Galeota da terra .	6.900	Faiscos n.º 7	2.500
» » 20 » ..	45.900	Meia gal. da terra.	5.100	» » 6	2.300
» » 15 » ..	34.500	Setia....	3.200	» » 5	2.000
» » 10 » .	23.000	Aza de môsca n.º 7	2.900	» » 4	1.400
» » 5 » ..	13.800	» » » » 6	2.200	» » 3	0.800
» » 4 » ..	9.200	» » » » 5	1.800	» » 2	0.700
» » 3 » ..	6.400	» » » » 4	1.400	—	—
» » 2 » ..	4.100	» » » » 3	1.000	—	—

TABELLA XX

Peso dos pregos d'arame quadrado

Numero do arame	Grossura em milimetros	Designação	Comprimento em polegadas inglezas	Comprimento em milimetros	Peso por milheiro de pregos	Numero de pregos por kilo
1	7.62	Cavilha..... ...	12	305	135.000	7
1	7.62	»	11	279	123.000	8
2	7.01	»	10	254	114.000	9
2	7.01	»	9	228	89.000	11
3	6.40	»	8	203	68.000	15
4	5.89	»	7	178	52.000	19
5	5.38	»	6	152	37.000	27
6	4.88	»	5	127	26.000	38
7	4.50	Telhado	4	104	15.900	63
8	4.00	Meio telhado.....	3 1/2	89	13.900	72
9	3.50	Galeota.....	3	76	9.600	104
10	3.25	Meia galeota	2 1/2	63	5.000	200
11	3.00	Setia.....	2 1/4	57	3.700	270
11	3.00	Fasquiado n.º 6.....	2	51	3.100	320
12	2.75	» » 5.....	1 3/4	44	2.100	480
13	2.50	» » 4.....	1 1/2	38	1.600	650
14	2.25	» » 3	1 1/4	32	1.000	1000
15	2.00	» » 2.....	1	25	0.800	1170

TABELLA XXI

Peso dos pregos d'arame redondo

Numero do arame	Grossura em milimetros	Comp.º em polegadas	Comp.º em milimetros	Peso do milheiro em kilogrammas	Numero de pregos por kilo	Numero do arame	Grossura em milimetros	Comp.º em polegadas	Comp.º em milimetros	Peso do milheiro em kilogrammas	Numero de pregos por kilo
1	7.62	12	305	106	9	15	1.65	10/8	32	0.550	1818
1	7.62	11	279	97	10	15	1.65	9/8	28	0.480	2083
2	7.01	10	254	75	13	15	1.65	8/8	25	0.430	2325
2	7.01	9	228	68	15	15	1.65	7/8	22	0.380	2632
3	6.40	8	203	52	19	15	1.65	6/8	19	0.330	3030
4	5.89	7	178	39	25	15	1.65	5/8	16	0.280	3571
5	5.38	6	152	28	39	16	1.62	12/8	38	0.580	1724
6	4.88	5	127	19	52	16	1.62	10/8	32	0.480	2083
7	4.50	4	102	13	77	16	1.62	9/8	28	0.420	2381
8	4.06	4	102	11	91	16	1.62	8/8	25	0.380	2632
8	4.06	3 1/2	89	9	111	16	1.62	7/8	22	0.330	3030
9	3.66	3 1/4	82	6.800	146	16	1.62	6/8	19	0.290	3448
9	3.66	2 1/2	63	5.200	190	16	1.62	5/8	16	0.240	4166
10	3.25	3	76	5.000	200	17	1.42	9/8	28	0.340	2940
10	3.25	2 3/4	70	4.600	239	17	1.42	8/8	25	0.300	3333
11	2.95	2 1/2	63	3.400	294	17	1.42	7/8	22	0.270	3703
11	2.95	2 1/4	57	3.100	326	17	1.42	6/8	19	0.230	4347
11	2.95	2	51	2.800	390	17	1.42	5/8	16	0.200	5000
12	2.64	2 1/2	63	2.750	363	17	1.42	4/8	13	0.160	6250
12	2.64	2 1/4	57	2.500	400	18	1.22	8/8	25	0.220	4545
12	2.64	2	51	2,250	444	18	1.22	7/8	22	0.190	5263
12	2.64	1 3/4	44	1.950	512	18	1.22	6/8	19	0.170	5882
13	2.34	15/8	48	1.450	689	18	1.22	5/8	16	0.140	7143
13	2.34	14/8	44	1.300	769	18	1.22	4/8	13	0.115	8690
13	2.34	12/8	38	1.150	869	19	1.01	8/8	25	0.150	6666
13	2.34	10/8	32	0.950	1052	19	1.01	7/8	22	0.135	7407
14	2.03	14/8	44	1.100	909	19	1.01	6/8	19	0.115	8690
14	2.03	12/8	38	0.950	1052	19	1.01	5/8	16	0.100	10000
14	2.03	10/8	32	0.800	1250	19	1.01	4/8	13	0.080	12500
14	2.03	9/8	28	0.700	1428	19	1.01	3/8	9	0.060	16666
14	2.03	8/8	25	0.650	1539	20	0.91	7/8	22	0.110	9090
14	2.03	7/8	22	0.550	1818	20	0.91	6/8	19	0.095	10520
14	2.03	6/8	19	0.500	2000	20	0.91	5/8	16	0.080	12500
14	2.03	5/8	16	0.400	2500	20	0.91	4/8	13	0.065	15390
15	1.65	12/8	38	0.680	1471	20	0.91	3/8	9	0.045	22222
15	1.65	11/8	35	0.600	1966	20	0.91	2/8	6	0.030	33333

Além d'estes typos de prégos fabricam-se ainda outros com destino especial, como as escapulas, etc.

Os parafusos empregados nas construcções são de diversos typos.

Para ligar grossas peças de madeira entre si usam-se os parafusos com porca e anilha; são formados por uma haste cylindrica, terminada

de um lado em cabeça, de fórma variavel, e tendo o outro extremo roscado, em que entra a porca; a anilha de ferro evita que a porca *môrda* na madeira.

Estes parafusos tem dimensões variadissimas e são tambem usados para ligar as vigas de ferro, etc.

O parafuso de rôsca para madeira é o mais usado em carpinteria, etc.; consta de uma parte cylindrica terminando em rôsca conica de um lado e tendo no outro uma cabeça de fórma variavel, mas em geral de fenda. O parafuso de *cabeça de tremoço* faz saliencia sobre a madeira; o de *cabeça contrapuncçoada* fica *á face* depois de applicado. O seu comprimento e diametro são extremamente variaveis.

O parafuso de rôsca para metal differe do antecedente em ser completamente cylindrico, ter a rôsca de passo mais apertado e ser roscado em todo o seu comprimento.

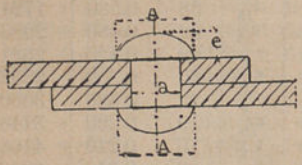


Fig 181

Os rebites servem para ligar entre si os ferros d'uma fórma definitiva e indeformavel. São hastes cylindricas de ferro de comprimento e diametro variaveis, terminadas por uma cabeça de um lado; são mettidos a quente nos furos dos ferros (préviamente abertos), formando se-lhe em seguida, do lado opposto, uma segunda cabeça para manter as peças inalteravelmente ligadas.

Na *fig. 181* apresentamos a ligação de duas chapas de ferro por meio de rebites.

A *fig. 182* representa a ligação de duas vigas de ferro I, cruzando se perpendicularmente; a viga mais baixa é corrida e a mais alta é cortada topando d'um e outro lado da primeira, á qual é ligada por esquadros de cantoneira de ferro, cravados a rebites á viga geral e aparafusados á alma da viga mais alta.

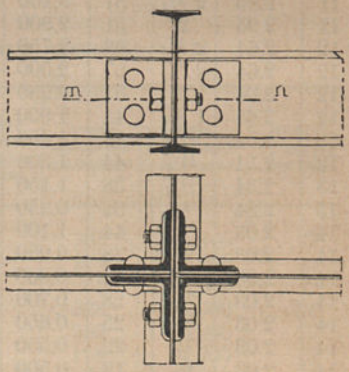


Fig. 182

157. — O aço é hoje muito empregado em substituição do ferro em virtude da sua maior resistencia, permittindo a applicação de perfis mais leves; o augmento de preço é relativamente pequeno; é sobretudo usado nas construcções em vigamentos, etc.

As dimensões dos seus perfis, bem como os pêsos são approximadamente os do ferro.

CAPITULO XX

Zinco e chumbo

158 – **Zinco.** — Depois do ferro é o zinco o metal mais empregado nas construcções. Não tem o zinco, como o ferro, necessidade de ser preservado, pela pintura, da acção dos agentes atmosphericos; a ligeira camada d'oxydo formada sobre o zinco, no fim de alguns dias de exposição ao ar, torna-o inalteravel durante muitissimo tempo. Tem sobre o chumbo, que a miudo substitue, a vantagem de ser vez e meia mais leve e simultaneamente quatro vezes mais tenaz.

O zinco é empregado nas construcções sôb a fórma de chapa lisa, canos para desague das aguas pluviaes, funis para os mesmos, chapas em escamas para cobertura de mansardas, e toda a qualidade d'ornatos, como grilhagens, espigões, pinhas, vasos, carrancas, cataventos, etc.

As chapas lisas de zinco são usadas nas construcções para forrar os algerózes, rincões, claraboias, chaminés, etc., etc.

As dimensões das chapas são 2^m de comprido por $0^m,50$, $0^m,65$, $0^m,80$ e $1^m,0$ de largura; a espessura é indicada pela numeração de 1 a 26 ou seja $0,05^{mm}$ a $2,68^{mm}$. Os numeros de 1 a 9 não são usados nas construcções; tem applicação apenas para crivos e peneiros. Os numeros 10 e 11 tem applicação em latoaria para lanternas e no revestimento de paredes, afim de evitar a humidade, etc. Os numeros 12 e 13 usam se no fabrico de baldes, regadores, etc.; servem para fazer os canos de desague dos algerózes, em geral com $0^m,08$ ou $0^m,11$ de diametro interior; prestam-se á estampagem facil de ornatos variados; servem para a cobertura de construcções provisorias, para forrar cimalhas, etc. A chapa n.º 14 é propria para cobertura de construcções; um telhado coberto com zinco d'este numero póde durar 30 annos sem reparação. As chapas n.ºs 15 e 16 são proprias para algerózes, fabrico de banheiras, etc. As chapas de zinco dos numeros superiores não se applicam nos edificios, mas em diversas industrias, em reservatorios, etc.

A *Tabella XXII* dá os pêsos das chapas de zinco desde o n.º 9 ao n.º 26.

O zinco fórma com o cobre uma liga muito importante, o *latão*, usado em todas as industrias e nas construcções, nos accessorios das canalisações, como torneiras, valvulas, em ferragens de portas e janellas, gradeamentos, etc.

TABELLA XXII

Peso das chapas de zinco

Numero das chapas	Espessura em milimetros	Dimensões e peso das chapas				Peso por metro quadrado
		$2^m \times 0^m,50$	$2^m \times 0^m,65$	$2^m \times 0^m,80$	$2^m \times 1^m,0$	
		k	k	k	k	k
9	0.45	3.150	4.100	5.000	6.300	3.150
10	0.51	3.500	4.550	5.600	7.000	3.500
11	0.60	4.050	5.250	6.500	8.100	4.050
12	0.69	4.600	6.000	7.400	9.200	4.600
13	0.78	5.200	6.750	8.300	10.400	5.200
14	0.87	5.750	7.450	9.200	11.500	5.750
15	0.96	6.650	8.650	10.650	13.300	6.750
16	1.10	7.550	9.800	12.100	15.100	7.550
17	1.23	8.450	11.000	13.350	16.900	8.450
18	1.36	9.400	12.200	15.000	18.800	9.400
19	1.48	10.300	13.350	16.450	20.600	10.300
20	1.66	11.200	14.550	17.900	22.400	44.200
21	1.85	12.450	16.200	19.900	24.900	12.450
22	2.02	13.700	17.800	21.900	27.400	13.700
23	2.19	15.000	19.500	23.900	30.000	15.000
24	2.37	16.250	21.100	26.000	32.500	16.250
25	2.56	17.500	22.700	28.000	35.000	17.500
26	2.68	18.760	24.100	30.000	37.000	18.760

Emprega-se ainda o zinco para cobrir o ferro preservando-o da oxydação, e assim se faz uso das chapas de ferro zincado, dos tubos zincados, prégos zincados, etc.

A zincagem póde ser obtida mergulhando os objectos de ferro n'um banho de zinco fundido, ou, o que é mais vulgar, galvanisando-os, pela acção electrolytica da corrente electrica sobre um banho d'um sal de zinco a que servem d'electrodos os objectos de ferro que se pretendem zincar.

Destinadas á cobertura de edificios ligeiros e ao revestimento de paredes exteriores fabricam-se *ardosias* de zinco, em fórma de losango e de quadrado de dimensões variaveis; são pequenas chapas, *fig. 183,* de que os dois lados superiores são dobrados, formando estreitas abas voltadas para cima, ao passo que os lados inferiores são dobrados em sentido contrario, formando d'esta fórma uns encaixes. Para se fixarem ao ripado dos telhados teem estas ardosias tres pestanas, uma superior e duas lateraes, que se prégam á madeira com prégos de ferro zincado.

Para substituir as telhas ceramicas vulgares e alliviar os vigamentos

dos telhados teem-se fabricado telhas metallicas de cobre, chapa de ferro galvanisado e sobretudo de zinco. Ha differentes typos de telhas de zinco, sendo as mais vulgares as do systema Menant, que podem apresentar aspectos differentes, *figs. 184* e *185;* estas telhas sobrepõem se lateralmente e fórmam superior e inferiormente ábas dobradas em sentido inverso que servem para a sua collocação. Para se pregarem á madeira usam-se umas pestanas moveis e variaveis que se podem deslocar á vontade sem deteriorar as telhas, podendo-se-lhes variar a espessura, o comprimento, a largura e o numero, sem se opporem á dilatação do metal.

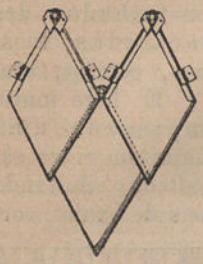


Fig. 183

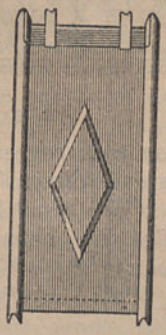
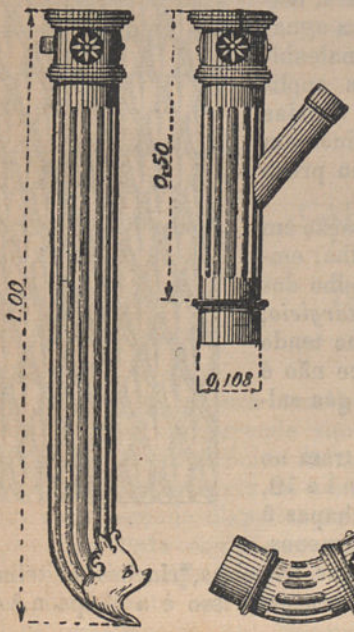


Fig. 184

Fig. 185

O pêso d'estas coberturas depende da grossura da chapa de zinco empregada; de zinco n.º 10 pezam 5 kilos por metro quadrado; pezam 6 kilos quando a chapa é n.º 11 e 7 kilos com a chapa n.º 12.

Nas *figs. 186* a *188* mostram se tubos de zinco ornamentados destinados ao desague das aguas pluviaes dos telhados.



Figs. 186 a 188

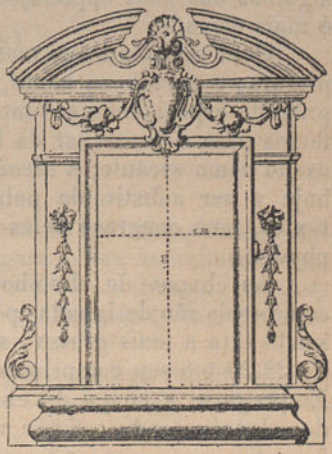


Fig. 189

A *fig. 189* representa uma mansarda de zinco; na *fig 190* está indicada uma grilhagem ou galeria do mesmo metal; a *fig. 191* representa

uma chapa de zinco com relevo d'escamas, obtido por estampagem, destinada á cobertura dos telhados das mansardas, kiosques, coretos, etc.

Fig. 190

E' hoje muito empregada uma chapa de zinco esmaltada, imitando azulejos e destinada ao revestimento das paredes de casas de banho, corredores, etc. As suas dimensões mais vulgares são $0^m,63 \times 0^m,42$, $0^m,56 \times 0^m,41$, $0^m,675 \times 0^m,425$ etc.; as dimensões das chapas de zinco esmaltado destinadas a faxas são $0^m,63 \times 0^m,21$, $0^m,42 \times 0^m28$; $0^m,56 \times 0^m,14$; $0^m,675 \times 0^m,080$; $0^m,42 \times 0^m,09$, etc.

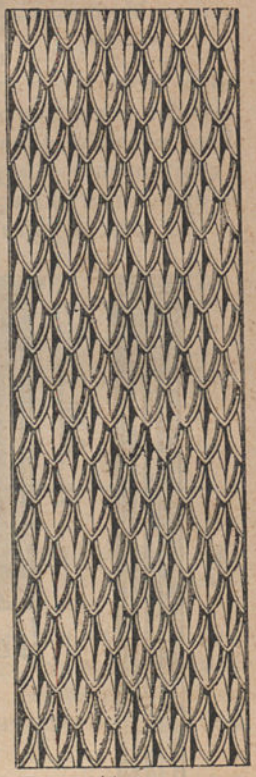


Fig. 191

159 — **Chumbo.** — O chumbo emprega-se nas construcções para chumbar as peças de ferro ás cantarias; em chapas para forrar algerózes, beirados, caleiras, etc., e em canalisações para agua, gáses e despejos ás vezes. A sua grande maleabilidade torna o muito util para qualquer das applicações indicadas, pois se dóma facilmente a todas as curvas e recantos; substitue assim o zinco em algumas das suas applicações, porém o seu preço é mais elevado.

Os compostos d'este metal teem applicação em pintura; o *zarcão* ou *minio*, de côr vermelha, empregado especialmente como tinta d'apparelho dos ferros para o preservar da ferrugem; o *litargirio*, usado como secante; a *alvaiade* branca, que tende hoje a ser substituida pela de zinco, que não é toxica, nem enegrece pelas emanações do gás sulphydrico.

As chapas de chumbo que se encontram no commercio são designadas pelos numeros de 1 a 10, sendo esta a mais grossa; a largura das chapas é de $2^m,20$ e o seu comprimento de $6^m,0$ pelo menos. Emprega-se a chapa de chumbo para forrar trapeiras, rincões de telhado, algerózes, etc.; o que vulgarmente se usa para isso é a chapa n.º 4, 5 ou 6.

A chapa de chumbo emprega-se ainda para forrar as camaras do fabríco do acido sulfurico, as grandes tinas de madeira dos accumuladores electricos, etc.

A *Tabella XXIII* indica o pêso das chapas de chumbo.

O tubo de chumbo é muito empregado para canalisar agua e gás. Apesar dos seus compostos serem venenosos, póde-se usar, sem receio, para canalisações d'agua, sempre que esta seja corrente, porque se estaciona por muito tempo em contacto com o metal, oxyda-o, ou carbonata-o mesmo, sôb a acção do acido carbonico dissolvido n'ella, tornando-se nocivo.

Fabrica-se o tubo de chumbo [1] em prensas hydraulicas, em que o chumbo em fusão é obrigado a sahir por um orificio annelar, com o diametro do cano desejado. O menor diametro é 4^{mm} e o maximo 125^{mm}; a espessura das suas paredes é variavel, dependendo das pressões a que deve ser sujeito. Fabrica-se em tubo sem fim, isto é, em rolos de comprimento variavel entre 10 e 100^{m} para os pequenos diametros até 60^{mm}; d'ahi para cima é fornecido ao consumo em comprimentos rectos de $4^{m},0$. A *Tabella XXIV* dá os pesos dos tubos de chumbo para os diversos diametros e espessuras.

Para ligar entre si as peças de chumbo, zinco, cobre ou folha de Flandres usa-se a *solda*, que é uma liga fusivel composta por duas partes de chumbo para uma de estanho.

Usa-se ainda o chumbo nas construcções sôb a fórma d'anilhas para interpôr entre as grampas e as chapas de ferro galvanisadas onduladas, afim de as fixar aos vigamentos dos telhados e empenas.

CAPITULO XXI

Tintas e vernizes

160. — A pintura tem por fim conservar os materiaes usados nas construcções, concorrendo simultaneamente para o seu embellezamento. Applica-se ás superficies da madeira, do ferro e outros metaes, da alvenaria e ainda ás vezes da cantaria; segundo a natureza do material, assim varía o modo d'applicação da tinta.

Uma tinta compõe-se sempre de duas partes; uma solida, em pó, constituindo propriamente a tinta ou a côr; a outra, liquida servindo de seu dissolvente ou simplesmente de diluidor, como a agua, a colla, os oleos, os vernizes, etc. Segundo a natureza dos liquidos, assim se denomina *pintura a colla* ou *tempera* e *pintura a oleo*.

---

[1] Veja-se a *Metallurgia* d'esta Bibliotheca.

TABELLA XXIII

Peso do metro quadrado da chapa de chumbo

Numero da chapa	Espessura em milimetros	Peso por metro quadrado	Numero da chapa	Espessura em milimetros	Peso por metro quadrado
N.º 1	0.55	6.270	N.º 6	1.55	17.670
» 2	0.75	8.550	» 7	1.75	19.950
» 3	0.95	10.830	» 8	1.95	22.230
» 4	1.15	13.110	» 9	2.15	24.510
» 5	1.35	15.390	» 10	2.35	26.790

TABELLA XXIV

Peso do tubo de chumbo [1]

Numero ou designação do tubo	Diametro interior em milimetros	Espessura em milimetros	Peso por metro linear	Numero ou designação do tubo	Diametro interior em milimetros	Espessura em milimetros	Peso por metro linear
—	4.0	1.0	0.200	2 cordões	25.0	5.00	5.300
—	5.0	1.0	0.250	19	30.0	2.50	2.733
—	6.0	1.0	0.300	20	30.0	3.00	3.730
—	7.0	1.0	0.450	21	30.0	4.50	5.848
—	8.0	1.0	0.620	2 cordões	30.0	6.00	7.600
2	10.0	1.25	0.514	22	35.0	2.50	3.532
3	10.0	1.75	0.770	23	35.0	3.50	5.077
2 cordões	10.0	2.50	1.050	24	35.0	5.00	7.536
—	10.0	3.00	1.300	2 cordões	35.0	6.50	9.680
—	10.0	3.50	1.700	25	40.0	2.75	4.429
4	12.0	1.00	0.508	26	40.0	4.00	6.631
5	12.0	1.50	0.791	27	40.0	5.50	9.429
6	12.0	2.00	1.092	28	50.0	3.00	5.991
7	15.0	1.25	0.765	29	50.0	4.50	9.240
8	15.0	1.75	1.104	30	50.0	6.00	12.660
9	15.0	2.50	1.684	31	60.0	3.50	8.374
1 cordão	15.0	3.00	2.000	32	60.0	5.00	12.246
2 cordões	15.0	3.50	2.200	33	60.0	6.50	16.286
Reforçado	15.0	4.00	2.700	34	70.0	4.00	11.153
10	17.5	1.50	1.073	35	70.0	5.50	15.646
11	17.5	2.00	1.469	36	70.0	7.00	20.308
12	17.5	3.00	2.317	37	80.0	4.50	14.227
13	20.0	1.75	1.434	38	80.0	3.00	19.442
14	20.0	2.25	1.886	39	80.0	8.00	26.525
15	20.0	3.50	3.099	40	100.0	5.00	19.782
1 cordão	20.0	4.00	3.300	41	100.0	7.00	28.222
2 cordões	20.0	4.50	3.900	42	100.0	10.00	41.448
16	25.0	2.00	2.034	43	125.0	5.50	27.044
17	25.0	2.50	2.590	44	125.0	8.00	40.091
18	25.0	4.00	4.370	45	125.0	12.00	61.345

[1] Extrahida da tabella da Companhia Previdente.

Uma tinta deve satisfazer ás seguintes condições: ter intensidade luminosa; ser fixa; cobrir bem os materiaes sobre que se applica; diluir-se bem nos liquidos; ser insoluvel n'agua; não se decompôr em presença de outras tintas ou dos liquidos com que se mistura.

A tinta estendida a pincel, sobre um objecto, em camada delgada, deve fazer desapparecer-lhe a sua côr natural sôb a *demão* da pintura, o que se exprime dizendo que a tinta cobre bem. Uma tinta quanto mais pesada e fina fôr melhor cobre; é por esta razão que se diz que as tintas que teem por base o chumbo são as melhores.

161 — **Côres.** — As principaes côres usadas em pintura são: o *branco*, o *amarello*, o *azul*, o *verde*, o *vermelho* e o *negro*. Obteem-se outras côres misturando convenientemente algumas d'estas tintas.

a) Branco. — Temos a considerar em primeiro logar o *leite de cal*, empregado na caiação dos edificios; a *cré* ou *branco de Hespanha*, que é o carbonato de calcio; o *branco de baryta* ou sulfato de baryo, côr que cobre bem; o *branco* ou *alvaiade de zinco* ou oxydo de zinco; a *alvaiade* de chumbo ou carbonato d'este metal, côr branca que cobre muito bem, mas tem o defeito de enegrecer pela acção do acido sulphydrico e de ser toxica, produzindo o envenenamento conhecido pelo nome de *colica saturnina ou dos pintores*. O *gêsso de pintor* é simplesmente gêsso hydratado.

b) Amarello. — O ocre amarello, de que já falámos (pag. 30, vol I, § 28); misturado com o branco produz diversos tons mais ou menos carregados. — O *amarello de Marte*, côr bonita, mas pouco solida, que se obtem precipitando por um carbonato alcalino ou pela cal o oxydo de ferro da solução d'um sal d'este metal. — O *amarello de Napoles*, antimoniato de chumbo, que cobre bem e não enegrece ao ar. — O *amarello inglez*, composto de chloreto e de oxydo de chumbo, é côr solida, cobrindo muito bem; é mais claro que o de Napoles. — O *amarello de chromio* ou chromato de chumbo, a que juntam ás vezes chromatos de baryo e de calcio; não se deve misturar com côres brancas; póde apresentar tons desde o amarello claro até ao alaranjado; é côr muito fina.

c) Azul. — *O azul da Prussia* ou ferro-cyaneto de ferro é a principal tinta azul escura; só se deve empregar recentemente preparada, visto tornar se viscosa, não estendendo bem no fim de algum tempo. — O *azul de cobalto* é uma mistura de phosphato de aluminio e oxydo de cobalto; cobre bem e é inalteravel. — O *azul ultramar*, preparado com lapis lazuli, é uma bella côr, mas cara, e por isso só se emprega geralmente na ultima demão. — O *azul mineral* é a mistura d'azul da Prussia com alumina, carbonato de magnesio e carbonato de zinco; cobre melhor que o azul da Prussia. — As *cinzas azues* ou *azul montanha*, formadas por carbonato de cobre hydratado; não são proprias para a pintura a oleo; usam-se na pintura a colla.

d) Verde. — O *verdete*, acetato neutro de cobre, côr pouco solida.

— O *verde de Verona,* silicato duplo de ferro e magnesio, côr solida, mas escurecendo um pouco na pintura a oleo. — O *verde montanha* ou *da Hungria*, preparado com malachite; é uma bella côr. — O *verde mineral* ou *de Scheele*, arseniato bibasico de cobre, é um verde de qualidade inferior e além d'isso muito venenoso, susceptivel mesmo de emanações de arseniato de hydrogenio, prejudiciaes á economia animal. — O *verde inglez*, é uma mistura de verde mineral com gêsso e branco de baryta; é tambem venenoso; quando applicado á madeira tem a vantagem de a preservar do ataque dos insectos por ser toxico. — O *verde de chromio* ou *peruviano*, inalteravel sôb a acção da luz e do calor; é o sesquioxydo de chromio. Obteem-se ainda differentes verdes misturando convenientemente o azul e o amarello.

e) Vermelho. O *almagre* ou *ocre vermelho*, de que já falámos. — O *vermelho inglez* ou *colcotar*, sesquioxydo de ferro, é uma côr solida. — O *zarcão* ou *minio* (sesquioxydo de chumbo) muito usado na pintura das peças de ferro. — O *vermelhão* ou *sulfureto de mercurio*, cobre bem, mas perde a sua bella côr vermelha pela acção do calor.

f) Negro. — O *negro de fumo*, côr muito solida, constituida por carvão. — O *negro de Hespanha*, preparado com cortiça carbonisada. — O *negro animal*, obtido pela calcinação dos ossos em vasos fechados. — O *negro de marfim*, preparado calcinando o marfim em apáras; é uma bella côr, mas séca com difficuldade.

As côres pretas misturadas com as brancas dão os diversos tons cinzentos.

A côr de bronze póde obter-se pela mistura da alvaiade, negro de fumo, amarello de chromio e azul da Prussia ou então empregando o bronze metallico, que no commercio se encontra sôb as denominações de *bronze florentino* ou *carmezim*, *bronze dourado vermelho*, *bronze dourado pallido*, *bronze branco* e *bronze verde.*

Além das côres indicadas, outras ha ainda muito empregadas, como a *terra de Sienne*, *crua e queimada,* a *sombra de Colonia* e a de *Cassel,* o *rôxo-rei* o *rôxo-terra*, etc.

162 — **Liquidos.** — Os que mais vulgarmente se usam na confecção das tintas são: a agua, a colla, o oleo de linhaça, a agua-rás, etc.

A agua deve ser pura e usada para côres finas submettidas a uma trituração prévia.

A colla tem diversos nomes, segundo a sua origem: a *colla de luveiro,* obtida com o resto das pelles do fabrico das luvas, é boa se a pintura não fôr envernisada. A *colla de raspa*, preparada com a surragem ou raspa das pelles, é a que geralmente se emprega. A *colla de pergaminho*, usada em pinturas que devem ser envernisadas. — A *colla forte* ou *de Flandres*, preparada com pelles e ossos d'animaes. — A *colla ingleza*, obtida com couro branco, pelles d'enguias, etc., é incolor e melhor que a colla forte.

O oleo mais usado é o de linhaça por ser o mais barato e sicativo;

é um liquido côr de ambar, claro, fino e amargo. Obtem-se o *oleo de linhaça fervido* ou *oleo graxo* fervendo lentamente, durante duas horas, uma mistura de 1:000 grammas de oleo de linhaça, 300 de litargirio, 300 de alvaiade pura, 300 de talco e 300 de terra de sombra; agita-se continuamente para não enegrecer e tira-se a espuma. Quando toma uma côr avermelhada e estiver bastante evaporado, dá-se a operação por terminada.

Deve conservar-se em vasos fechados; é tanto melhor quanto mais antigo fôr.

A agua-rás serve para temperar as tintas a oleo; emprega-se com vantagem quando a pintura fôr para envernisar.

163 — **Secantes.** — Os secantes são substancias que se adicionam aos oleos para os tornar mais sicativos. As principaes d'estas substancias são as *fezes d'oiro* ou litargirio, a agua-rás, o secante de Barruel, o *zumatique*, etc.

As fézes d'oiro, litargirio ou protoxydo de chumbo, alteram um pouco as côres claras; podem substituir-se pelo acetato de chumbo. Os secantes de base plumbica tornam a alvaiade de zinco alteravel; para obviar a este inconveniente usam-se outros secantes como o bioxydo de manganesio ou qualquer sal d'este metal, o borax, na proporção de 1 a 2 por mil.

O secante de Barruel é uma mistura d'alvaiade de zinco e borato de manganesio; meio kilo d'este secante é sufficiente para secar 40 a 50 kilos d'alvaiade de zinco ou outra tinta pouco sicativa.

O *zumatique* é um composto de sulfato de manganesio, acetato do mesmo metal e sulfato de zinco, na proporção cada um de 6,66 por mil e 980 partes d'alvaiade de zinco; é um dos melhores secantes.

Os secantes devem juntar-se ás tintas sómente na occasião de se empregarem. As tintas de base de chumbo não precisam de secante, principalmente se foram feitas com essencia de terebentina (agua-rás). Quanto maior fôr a quantidade de secante mais rapidamente séca a tinta; tem porém o defeito de não adherir bem ás superficies e de se esfoliar; por via de regra só se empregam com as tintas que levam muito tempo a secar.

Quando a pintura é para ser envernisada só se deita secante na primeira demão da pintura; nas seguintes só se emprega agua-rás.

164 — **Pintura.** — Antes de pintar uma superficie deve esta ser submettida a umas certas operações indispensaveis para o seu bom acabamento. Estas operações comprehendem não só a limpeza d'aquellas superficies, mas tambem a desapparição das suas fendas ou buracos.

A limpeza depende da qualidade da pintura antiga que revestia a superficie considerada; se esta era a colla faz-se desapparecer o pó esbranquiçado existente com uma escova aspera ou brócha; se era a oleo, limpa-se com uma solução diluida de potassa (7.° Beaumé); se a pintura era envernisada, deve usar-se a mesma solução, mas mais concentrada (30° B.). Se não fôr bastante a potassa, recorre-se ao fogo, isto é, deita-

se agua-rás sobre a pintura velha e lança-se-lhe fogo; ultima-se o trabalho com uma raspadeira.

Tapam-se as fendas e os buracos das superficies a pintar com diversos betumes, como a massa de vidraceiro, quando se trata da madeira ou o betume de canteiro, se é de pedra.

A pintura a oleo póde fazer-se sobre paredes, tanto exteriores como interiores, sobre as madeiras e sobre os metaes, geralmente o ferro.

Nas paredes exteriores dão-se duas demãos d'oleo de linhaça e, quando sêcas, duas outras d'alvaiade de chumbo ou de zinco sobre que se applica a côr com oleo graxo. Nas paredes interiores dão-se uma ou duas demãos d'oleo graxo, em seguida uma ou duas d'alvaiade e a côr applica-se sobre estas.

A pintura sobre madeira expcsta ás intemperies consta d'uma demão de tinta pouco espessa; depois de sêca tapam-se as fendas com massa de vidraceiro; dão-se-lhe mais duas demãos e por fim applica-se a côr. Para as madeiras d'interiores a pintura é a colla.

Se a madeira tiver nós resinosos, como a casquinha, devem-se lavar, antes de applicar a *tinta d'apparelho*, com agua-rás ou acido nitrico diluido para evitar as transsudações da resina através das camadas de tinta.

Para a pintura sobre ferro usa-se como apparelho uma demão de oleo e zarcão, applicando-se a côr depois de sêco.

Com a pintura a oleo devem tomar-se certos cuidados: a tinta deve ser preparada d'uma só vez para cada demão; deve ter consistencia bastante para não fazer *fio* na ponta da brocha; deve agitar-se na accasião de se applicar para lhe conservar homogeneidade e o mesmo tom; devem ser uniformes os movimentos da brocha, sempre parallelamente a uma dada direcção; deve-se tomar na brocha sempre a mesma porção de tinta; não se deve dar nova demão sem a anterior estar completamente sêca; não se applica a pintura em madeira que não esteja bem sêca; as superficies a pintar devem estar bem limpas, isto é, livres de camadas de tinta velha, as paredes sem salgadiços, os ferros sem ferrugem.

Se se trata de pintar uma parede salitrosa, pica se profundamente, até os pontos em que o salitre exerça acção e repõe-se com argamassa hydraulica; na parede assim preparada applica-se um inducto hydrofugo nos pontos mais atacados de salitre.

O inducto pode ser composto d'uma parte de cêra amarella, tres de oleo de linhaça e uma decima parte de litargirio. Em logar d'este inducto pode-se usar o composto por tres partes de resina ordinaria, uma d'oleo de linhaça e uma oitava parte de litargirio.

A pintura a oleo é mais solida que a colla; conserva-se mais tempo, mas custa mais a secar, o que é favoravel aos acabamentos.

A pintura a colla ou a *tempera* consta de tres operações: 1.ª, a *collagem* ou applicação d'uma ou mais camadas de colla quente sobre a superficie a pintar que deve estar bem sêca, aliás a pintura estraga-se depressa; 2.ª, applicação de camadas de impressão; 3.ª, pintura propria-

mente dita. As tintas preparam-se diluindo as côres em agua que depois se tempéra com a colla.

165 — **Vernizes.** — Os vernizes são compostos que se empregam na pintura a oleo para presevar os objectos do contacto com o ar, ou para dar ás tintas o brilho que ellas não possuiam naturalmente.

São liquidos mais ou menos viscosos e córados resultando da dissolução d'uma resina ou gomma resinosa n'um vehiculo de natureza variavel com a consistencia desejada e o uso a que se destina.

A superficie envernisada fica coberta de uma camada fina, transparente e brilhante devida á resina que lhe ficou adherente, tendo-se evaporado o liquido que lhe servia de vehiculo.

Ha uma grande variedade de vernizes, classificando-se em *vernizes d'oleo, d'alcool e d'essencia.* Os vernizes d'oleo são o resultado da dissolução d'uma resina n'um oleo siccativo, como o de linhaça. Empregam-se em obras expostas ás intemperies ou para dar um tom sombrio e brilho a uma pintura.

As melhores resinas para este fim são o ambar amarello e a gomma copal; o oleo empregado é geralmente o de linhaça fervido. Na composição d'estes vernizes entram porém outras substancias, como a sandaraca, a gomma lacca, o mastique, a terebentina, etc.

Eis a composição d'um verniz d'oleo para madeira.

Oleo de linhaça	75	partes
Ambar	50	»
Litargirio em pó	16	»
Alvaiade » »	16	»
Minio » »	92	»

O conhecido verniz Flatting é tambem um verniz d'oleo.

Typo de verniz d'alcool:

Sandaraca	180	partes
Gomma lacca	60	»
Pêz louro	120	»
Terebentina clara	120	»
Alcool	980	»
Vidro impalpavel	120	»

E' applicado para madeiras e ferragens.

Verniz d'essencia:

Colophana fundida	120	partes
Sandaraca	180	»
Gomma lacca	60	»
Essencia de terebentina	120	«

Os vernizes d'essencia usam se pouco na pintura dos edificios por causa do seu cheiro forte e penetrante, que se espalha pelas casas e da sua lentidão em secar.

Um bom verniz não deve apresentar depois de sêco aspecto gôrdo ou baço, mas sim brilhante e deve adherir bem á superficie dos corpos; deve conservar as suas qualidades durante longos annos sem se colorir ou perder o brilho; deve secar o mais depressa possivel sem que a dureza da pelicula resinosa diminúa.

Para envernisar uma superficie applica-se-lhe simplesmente uma ou mais demãos de verniz; quando se receie que a superficie se imbeba de verniz applica-se-lhe préviamente uma collagem a frio. No interior das habitações convém mais o verniz d'alcool; no exterior deve usar-se o de oleo.

Os vernizes devem guardar-se em vasos fechados, tirando de cada vez apenas a quantidade a empregar; devem applicar-se em logares limpos e livres de poeira.

Só se dá nova demão de verniz depois da primeira estar sêca; em trabalhos de grande perfeição pulem-se as camadas de verniz para fazer desapparecer as irregularidades.


Fig. 192


Fig. 193


Fig. 194

166 — **Brochas.** — A ferramenta principal do pintor é a brócha que lhe serve para applicar a tinta sobre qualquer superficie; consta essencialmente d'um penacho ou mólho de sedas de javali, apertado n'um cabo redondo ou chato.

As suas fórmas e dimensões variam com a natureza do material a pintar e da tinta que se pretende usar.

Distinguem-se os seguintes typos de brochas: de *ponta*, *fig. 192*, de pequenas dimensões, numeradas de 1 a 24 e usadas na pintura a colla e a oleo; as *brochas F, G, H,* e *I, fig 193*, de penacho mais volumoso e usadas para caiar, para collagens, etc.; as *brochas francezas*, *fig. 194*, cujas sedas podem ser ligadas por um *cordel* ou por uma *viróla* metallica e destinadas á pintura a oleo ou a aguadas; as *brochas de traços*, que são pequenos pinceis numerados de 1 a 24 sendo este o maior e podendo ser *redondos*, *(B)*, *fig. 195*, ou *chatos*,

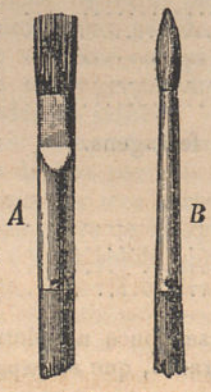


Fig. 195


Fig 196


Fig. 197

(A), e as *trinchas, fig. 196*, largos pinceis chatos destinados a fingir madeira, marmores, etc. A *fig. 197* representa uma *trincha para veios*, usada pelos fingidores.

CAPITULO XXII

Vidro

167. — O vidro [1] é um composto de silica, potassa ou soda, e cal ou oxydo de chumbo, transformados pela fusão n'uma massa transparente de grande dureza, apenas atacavel pelo diamante, que a risca, e pelo acido fluorhydrico.

O vidro é uma substancia dura, mas muito fragil, transparente e lisa deixando-se atravessar pela luz e pelo calor que d'ella deriva, mas não permittindo que o calor obscuro conservado pelo ar e objectos do interior das habitações passe para o exterior.

O seu emprego nas construcções é principalmente devido á sua transparencia; usa-se em chapas, sôb o nome de *vidraça*, para guarnecer as portas, janellas, frestas, claraboias, bandeiras, lanternins, etc.

Ao passar do estado liquido ao estado solido, por abaixamento de temperatura, o vidro conserva-se, por bastante tempo, em estado pastoso, ficando assim susceptivel de tomar a fórma que se lhe queira dar. Quando aquecido e resfriado subitamente por immersão em agua fria, soffre uma especie de tempera que o torna mais duro mas ao mesmo tempo mais friavel.

168. — Nas construcções emprega-se o vidro sôb diversas fórmas, sendo as mais vulgares as seguintes: a *vidraça ordinaria*, o *vidro fôsco* ou *despolido*, o *vidro canelado* ou *estriado*, o *vidro córado*, o *cristal*, o *vidro musselina*, os *tijolos de vidro*, os *ladrilhos de vidro* para pavimentos, os *vitraes*, etc.

169 — **Vidraças.** — A *vidraça*, em consequencia do seu processo de fabrico, apresenta espessura variavel; ás vezes, n'uma chapa, apresenta a espessura de 2^{mm} n'uma extremidade e 3 ou 4^{mm} na outra; torna esta irregularidade o pêso do vidro muito variavel.

A espessura da vidraça oscila entre $0^{m},0012$ e $0^{m},004$. A vidraça de

---

[1] Sobre o fabrico e applicações d'este material, consulte-se o livro *Industria do Vidro*, d'esta *Bibliotheca*.

$0^m,0012$ a $0^m,0022$ peza, em média, 4 kilogrammas por metro quadrado; a de 2 a 3^{mm} de grosso peza, aproximadamente, $6^{kg},25$ por metro de superficie; a de 3 a 4^{mm} tem o pêso médio de 8 kilos por metro quadrado.

As dimensões das chapas de vidraça nacional são muito variaveis, sendo porém em média as seguintes:

Espessura de 2,5 a 3^{mm} ou 3,5 a 4^{mm}, 34″ × 24″ ou $0^m,865 \times 0^m,610$ no minimo até 47″ × 33″ ou $1^m,195 \times 0^m,840$, sendo os comprimentos variaveis e larguras variaveis.

As mesmas espessuras, com a largura constante de 33″ ou $0^m,840$ e comprimentos variaveis de 48″ ou $1^m,220$ a 52″ ou $1^m,320$.

Espessura de 5 a 6^{mm}, dimensões variaveis até 40″ × 26″ ou $1^m,016 \times 0^m,660$

Além das chapas de vidraça plana, tambem se empregam as vidraças curvas para adaptar a caixilhos com esta fórma; em geral, só se fabricam por encommenda.

O *vidro fôsco* ou *despolido* não deixa passar a vista, mas sómente os raios luminosos. Obtem se por diversas maneiras: estendendo-o a quente sobre areia fina ou gêsso; esfregando o com um pedaço de vidro, interpondo entre elles um pouco d'oleo; friccionando-o com um pedaço de grés; atacando-o com acido fluorhydrico obtendo se diversos tons, segundo a intensidade do ataque.

Imita se o vidro fôsco, pintando a vidraça ordinaria com uma demão de tinta branca.

As chapas de vidraça fôsca nacional de 2 a 3^{mm} de grosso variam de 47″ × 33″ ou $1^m,195 \times 0^m,840$ a 52″ × 33″ ou $1^m,320 \times 0,84$.

O *vidro canelado* ou *estriado*, obtido em moldes canelados, serve para interceptar a vista, deixando comtudo passar a luz. Cança a vista, deixando apenas passar difusamente os raios visuaes. A *fig. 198* representa uma chapa de vidro canellado, representando a *fig. 199* outra, em que além das em trias longitudinaes ha outras eslosango.


Fig. 198


Fig. 199

As chapas de vidro nacional canelado ou losangado teem as dimensões maximas de 38″ × 28″ ou $0^m,965 \times 0,710$.

O *vidro córado* obtem se pela adição de diversos oxydos metallicos ao vidro incolor. O protoxydo de cobre dá o vermelho purpurino; o oxydo de cobalto córa-o d'azul saphyra; o azul celeste obtem-se pelo bioxydo de cobre; o oxydo de chromio dá o verde; o oxydo de uranio e o chloreto de prata dão o amarello; o violeta é obtido pelo oxydo de manganesio, etc. O vidro córado é muito empregado como elemento ornamen-

tal. As dimensões das chapas de vidraça nacional de côr são no maximo 47″ × 33″ ou sejam $1^m,195$ por $0^m,840$.

O *cristal*, empregado nas construcções, é um vidro fundido; apresenta espessura mais uniforme que a vidraça; a sua superficie é mais unida não apresentando pela reflexão as irisações produzidas na vidraça ordinaria pela luz obliqua; quando apresenta globulos na sua superficie são esphericos, ao passo que na vidraça são ovoides muito alongados.

A espessura das chapas de cristal varía, de ordinario, de 6 a 8^{mm}, pesando 15 a 20^{kg} por metro quadrado; são usadas para revestir os mostradores d'estabelecimentos; para janellas, etc., usam-se chapas de 4 a 6^{mm}, pesando 10 a 15 kilos por metro quadrado; para pequenos vãos ainda se fabricam vidros fundidos ou cristal de 2 a 4^{mm} de grossura.

170 — **Ladrilhos de vidro, etc.** — Os *ladrilhos de vidro* servem para illuminar os grandes subterraneos, os corredores, etc.

Constituem verdadeiros pavimentos luminosos, de facil assentamento e deixam passar a luz sem permittir distinguir os objectos e não são mais escorregadios que o marmore.

Estes ladrilhos teem espessura variavel, de $0^m,015$ a $0^m,035$ e mesmo mais, sendo as suas outras dimensões dependentes dos caixilhos em que se collocam. Estes são sempre de ferro e apresentam a fórma de quadrados, rectangulos, losangos, etc. A sua superficie é xadrezada para evitar o escorregamento. Na *fig. 200* está representado um pavimento de vidro tendo os ladrilhos $0^m,30 \times 0^m,30$.

O peso do metro quadrado d'este pavimento varía de 50 a 100 kilogrammas para as espessuras indicadas, regulando $2^k,500$ por metro quadrado e millimetro de espessura. Para as habitações vulgares a espessura deve ser de uns 20^{mm} a 30^{mm} e para logares de reunião, bancos, etc., devem empregar se ladrilhos de 30 a 40^{mm}.

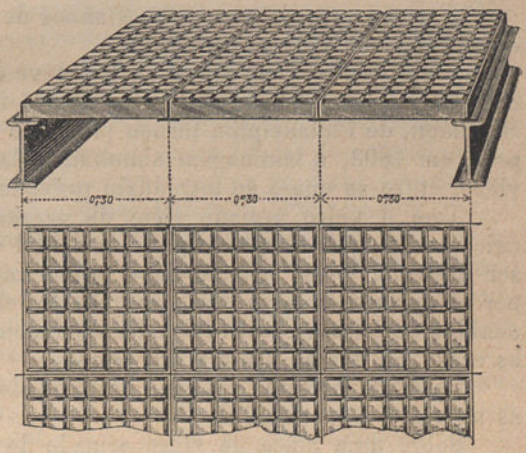


Fig. 200

As fabricas de vidros da Marinha Grande fabricam ladrilhos de vidro xadrezados medindo $0^m,24 \times 0^m,24$.

Para illuminar subterraneos sobre os quaes transitem carruagens usam-se parallelipipedos de vidro, *fig. 201*, montados em caixilhos de ferro. O representado na figura peza 9 kilos.

Na *fig. 202*, mostra-se uma telha de vidro, systema marselhez, usada para illuminar aguas-furtadas.

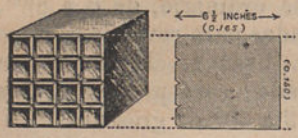


Fig. 201

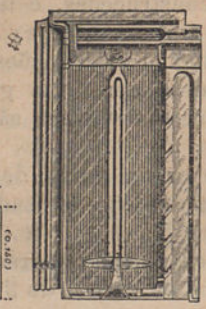


Fig. 202

Do mesmo modo se fabricam telhas de canudo de vidro, para illuminar o fôrro das coberturas de telha ordinaria.

Fabricam-se hoje ainda tijolos de vidro com differentes fins, mas o seu emprego é bastante limitado.

Os *vitraes* são superficies formadas de diversos paineis de vidros de côres formando ás vezes pelo seu conjuncto verdadeiros quadros.

171 — **Vidro armado.** — É um vidro plano em que se incorporou no momento do fabrico uma rede metallica. A incorporação fez-se laminando juntas duas camadas de vidro entre as quaes se interpôz o tecido metallico. Obtem-se assim um producto notavel pela sua cohesão e tenacidade; ao augmento de resistencia dado por esta fórma ao vidro, junta-se a preciosa vantagem de, em caso de ruptura, os fragmentos de vidro retidos pela rede metallica, ficarem adherentes entre si, em logar de se separarem como no vidro ordinario.

O vidro armado tem poucos annos de existencia, mas o seu fabrico e emprego tem feito progressos.

Foi Hyatt que em Nova York obteve o primeiro privilegio de fabrico, pelo uso da rede metallica na massa do vidro em fusão. Em 1892, Shumann, de Philadelphia tornou pratico o seu fabrico, devendo-se a Appert, em 1893, a laminagem simultanea das duas camadas ou placas de vidro, entre as quaes se introduziu préviamente a rede d'arame.

Tem o vidro armado além da preciosa qualidade de se conservar aglomerado, quando por choque acidental e violento se parta, a de não ser destruido pelos incendios, tornando impossivel a sua communicação, por se oppôr á tiragem e á passagem das chammas. Na America as companhias de seguro contra incendio diminuem os respectivos premios para as casas em que se usa o vidro armado.

Para provar estas notaveis propriedades do vidro armado, fizeram-se as seguintes experiencias:

Sobre uma placa de vidro armado de 6 a 7^{mm} de grosso, medindo $1^{m},24$ de comprimento por $0^{m},45$ de largura, apoiada sobre dois supportes, construiu-se uma parede de tijolo, occupando toda a sua superficie; ao attingir-se a carga de 475 kilog ouviu-se um estalido, mas continuou se a crescer a parede até 600 kilos de peso. Sôb esta carga a placa já fendida curvou-se mas não partiu. Uma placa d'estas dimensões supporta o peso de tres homens, sem ceder nem rachar. Deixaram se cahir sobre

ella, sem partir, nem rachar, bolas d'aço, tijolos, vasos de flôres, etc. Nota-se que depois de fendido continua a permanecer impermeavel. Supporta 800° de calor sem se alterar.

Com taes propriedades comprehende se que o seu emprego augmente constantemente.

Permitte illuminar facilmente os subterraneos, os corredores escuros, os vãos das escadas, etc.

A fabrica franceza de Saint-Gobain, fabrica degraus de vidro armado, promptos para assentar em escadas até $3^m,0$ de largura As escadas de vidro armado não são escorregadias, não se desgastam tanto como as de pedra e não se mancham. São notaveis as escadas translucidas feitas com este material (tanto os *espelhos* como os *cobertôres* dos degraus) por se prestarem á decoração; são aceiadas, solidas, duradouras, incombustiveis e de facil conservação.

CAPITULO XXIII

Substancias diversas

172 — **Alcatrão.** — O alcatrão emprega se nas construcções principalmente como inducto preservativo da madeira; é muito usado para alcatroar prumos de madeira que devem ficar enterrados no sólo.

E' extrahido da resina do pinheiro por meio de distillação. Opéra-se esta em caldeiras cylindricas, em que se introduzem verticalmente os troncos de pinheiro, tendo em geral $0^m,70$ a $0^m,90$ de comprimento; o cylindro é fechado superiormente por uma tampa de ferro, lutada com barro. Aquece-se o cylindro n'uma fornalha situada inferiormente.

Junto á base inferior possue o cylindro interiormente uma grelha de ferro, prolongada em fórma de funil a que se segue uma calha de madeira ou ferro, indo terminar a um reservatorio que se conserva tapado durante a operação. Sôb a acção do calor a madeira carbonisa-se e a sua seiva cae no funil, d'este passa á calha e ao reservatorio onde fica.

Finda a operação tapa-se a fornalha e descobre-se o reservatorio; aqui encontram-se em camadas, sobrepondo-se de cima para baixo, os seguintes productos: agua, alcatrão e no fundo o acido acetico carregado de impurezas; separa-se o alcatrão decantando os liquidos.

Emprega-se hoje muito a *bôrra de gás,* para substituir o alcatrão da madeira, como inducto preservativo das madeiras, etc.

173 — **Cordas.** — As cordas são fabricadas com substancias vegetaes preparadas convenientemente para se poderem fiar ou torcer. Pode

portanto dizer-se que uma corda é a reunião por torcimento, em determinada extensão, dos fios de diversas materias primas.

Um cabo ou corda deve ser flexivel, elastico, resistente e duradouro.

As materias primas empregadas no fabrico das cordas são o linho, o canhamo, o linho da Nova Zelandia, o coqueiro, o esparto, a piassaba e a piteira

Algumas d'estas substancias devem ser submettidas a um tratamento especial, antes de serem fiadas. Assim o canhamo é macerado, para separar a cellulose da substancia cortical; em seguida é *tosado* e passado ao sedeiro. As folhas do linho da Nova Zelandia fornecem a materia prima que se deve sujeitar ao mesmo tratamento do canhamo.

O coqueiro dá-nos a materia prima africana conhecida pelo nome de *cairo*. O esparto soffre operações identicas ás do canhamo.

Qualquer das materias primas apontadas não deve ser usada no fabrico dos cabos quando estiver no comêço de decomposição.

O fabrico das cordas comprehende tres operações principaes: o *preparo da materia prima*, a *fiação* e o *coxar*.

A primeira operação consiste em expurgar das fibras todas as impurezas, sem lhes prejudicar as qualidades; chama-se a esta operação *cardagem*, e executa-se por meio da *carda*, que é um travessão guarnecido de pontas d'aço. Tambem se faz esta operação mecanicamente.

A fiação consiste em transformar mecanicamente a substancia escolhida em compridos fios, com uma certa torcedura e em feixes mais ou menos volumosos.

O *coxar* é a reunião d'estes feixes por torsão, formando um só corpo; os fios podem ser torcidos juntos, ou em porções separadas, e então o cabo fica constituido por *cordões* e estes por *fios*.

Quando as cordas tenham de ser alcatroadas são mettidas em estufas cheias de alcatrão aquecido pelo vapor d'agua.

As cordas prestam grandes serviços nas construcções, já formando os cabos e calabres das roldanas, talhas, cadernaes, sarilhos, molinetes, cabrestantes, etc., já em andaimes, etc.

Em logar das cordas empregam-se com vantagem os cabos d'arame de ferro e d'aço e as correntes de ferro.

174 — **Aglomerados de cortiça.** — A cortiça é o corpo que, pela sua extrema leveza, elasticidade e má conductibilidade do calor, dá os melhores resultados para impedir a transmissão do calor, do frio, do ruído e da trepidação.

O seu emprego nas construcções é relativamente recente e tende a augmentar d'uma fórma constante. Emprega-se geralmente sôb a fórma d'aglomerados, formados pelas aparas de cortiça provenientes do fabrico das rôlhas, etc., a que se juntou uma substancia aglomerante especial, com a qual fórmam pasta, que em seguida se comprime em moldes especiaes com a fórma de tijolos, ladrilhos, paineis moldurados ou lisos, etc.

As propriedades dos aglomerados dependem da natureza da substancia empregada para formar pasta com a cortiça; empregam se com esse fim o gêsso, o cimento, diversos silicatos, betumes, alcatrões, etc. Os de gêsso são pesados, estalam e desagregam-se sôb a acção da agua ou da humidade. Os de silicatos contrahem-se fazendo estalar os reboucos ou inductos que os cobrem e resistem mal á humidade. Os de cimento são pesados, além de caros, e resistem mal ao calor. Os de betumes, alcatrão e seus derivados teem côr e cheiro desagradaveis; deformam-se com o calor, perdendo a resistencia e a cohesão, chegando a tornarem-se inflammaveis.

Os aglomerados constituidos pela cortiça e por uma substancia aglutinante de formula privilegiada, o cimento *Robur*, hydraulico e refractario ao mesmo tempo, teem a vantagem de conservar as propriedades da cortiça consideravelmente melhoradas. Conservam-se indefinidamente sôb a agua sem se desagregarem nem apodrecerem; são muito leves, solidos, resistentes e isoladores do calor em gráu elevadissimo; além d'isso são incombustiveis, o que os torna preciosos nas construcções civis.

Podem pregar-se e serrar-se como se fossem madeira; o seu assentamento é identico aos dos tijolos e ladrilhos ordinarios, isto é, com argamassa, cimento ou gêsso; aguentam o rebouco com argamassa ou gêsso o que permitte o seu emprego em tabiques e divisorias. A sua extrema leveza, alliada ás outras propriedades, torna o seu emprego muito util nos tabiques, pois permitte reduzir as secções dos vigamentos e augmentar os vãos entre os apoios.

A *Corticite* é um producto d'esta natureza, fabricado no nosso paiz, sôb a fórma de tijolos, de placas que se fixam ás paredes ou aos pavimentos, ou em massa applicada pelo fabricante, directamente ás superficies a revestir, formando depois um todo contínuo sem juntas apparentes, o que torna o seu uso muito util nos pavimentos dos hospitaes, asylos e em geral de todas as construcções frequentadas pelo publico.

Como é porém um material de recente emprego devemos aguardar, para formar sobre elle opinião definida, que o tempo confirme todas as vantagens apregoadas pelos seus fabricantes, não deixando comtudo de lhe reconhecer já as propriedades que não dependem d'aquelle factor.

A *Marmorina* é um producto identico á Corticite com a differença de, segundo parece, a cortiça ter sido substituida pela serradura de madeira. As suas applicações são identicas.

175 — **Fibro-cimento.** — E' tambem um producto de fabricação moderna sobre que se não póde dar indicações definidas.

E' um aglomerado d'amianto e cimento, o que o torna simultaneamente hydraulico e refractario. Resiste bem aos agentes atmosphericos, podendo por isso usar-se indifferentemente no interior das habitações, em tectos, lambris, etc., ou no exterior formando a cobertura de telhados, etc. A sua dilatação é insignificante (0,000242), tornando-o muito util para a construcção de casas destinadas aos paizes tropicaes; depois da

cortiça é a substancia melhor isoladôra do calor. E' facil de cortar, prega-se facilmente (com pregos de cobre ou latão) e recebe muito bem a tinta, prestando-se portanto á decoração.

Encontra-se o fibro-cimento no mercado em placas de

$1^m,20 \times 1^m,20$ por 5^{mm} d'espessura
$1^m,20 \times 1^m,20$ » 7^{mm} »
$1^m,20 \times 1^m,20$ » 10^{mm} »
$2^m,50 \times 1^m,20$ » 5^{mm} »
$2^m,50 \times 1^m,20$ » 7^{mm} »
$2^m,50 \times 1^m,20$ » 10^{mm} »

usando-se para matar as juntas de tiras ou *cobre-juntas* de

$1^m,20 \times 0^m,05 \times 5^{mm}$
$1,20 \times 0,10 \times 10^{mm}$
$2,50 \times 0,10 \times 5^{mm}$
$2,50 \times 0,10 \times 10^{mm}$.

Para telhados fabricam-se tiras em fórma de escamas, analogas ás d'ardosia, medindo

$0^m,60 \times 0^m,10 \times 3^{mm}$ (7 escamas)
$0^m,60 \times 0^m,15 \times 3^{mm}$ (4 ou 7 escamas)
$0,^m60 \times 0^m,20 \times 3^{mm}$ (4 ou 7 escamas)

e podendo afectar diversas côres, prestando-se a ornamentação dos telhados.

Além d'estas chapas ainda se encontram no mercado differentes typos de molduras, servindo para compôr diversos desenhos para tectos, paredes, etc. Tambem se fabricam placas ornamentadas para lambris com diversas dimensões.

FIM DOS MATERIAES DE CONSTRUCÇÃO

INDICE

TABELLAS

COLLOCAÇÃO DAS ESTAMPAS

ERRATAS

PAG	LIN.	ONDE SE LÊ	LEIA-SE
5	3	iuterna	interna
»	34	do ramos	dos ramos
6	3	temdem	tendem
11	1	gmentando-lho	gmentando-lhe
21	1	Trás-os-Montes se	Trás-os-montes e
24	28	(*a*)	(*A*)
»	29	(*b*)	(*B*)
»	30	(*c*)	(*C*)
»	32	(*d*) ; (*e*)	(*D*) ; (*E*)
»	33	(*f*)	(*F*)
27	7	*125, 126 e 127*	*126, 127 e 129*
»	11	*119, 124*	*119, 125*
»	16	135	143
28	7	e malhetadas	emalhetadas
»	25	136	144
»	35	137	145
29	26	138	146
37	13	pouca	pouco
56	11 e 18	consolas	cansoles
57	5	ferro fundido	de ferro fundido
62	29	baixa	alta
»	30	alta	baixa