



F

Sala B  
Est. 9  
Tab. 2  
N.º 40

Manual do Operario

**BIBLIOTHECA**

de

*Instrucção professional*

---

**CONSTRUCÇÃO NAVAL**

VOLUME II



LISBOA

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

---

*Reservados todos os direitos*

CONSTRUÇÃO NAVAL

Ministério de Construção e Transportes — Lisboa

Instituto Profissional

CONSTRUÇÃO NAVAL



# CONSTRUÇÃO NAVAL

## Materiaes de construcção e processos de ligação. — Provas dos materiaes. — Modo de os trabalhar

### CAPITULO VI

#### Madeiras

##### § 1.º

#### Constituição geral das madeiras

Nem todas as arvores são igualmente aproveitaveis em construcção naval e no estudo que vamos fazer referir-nos-hemos sómente áquellas cuja madeira apresenta os caractéres que commummente se julgam indispensaveis a esta especie de material consoante as diversas obras.

Se fizermos um corte transversal e perpendicular ao eixo, no tronco de uma arvore, *fig. 83*, observamos duas zonas bem distinctas; uma exterior chamada *cortex* ou *casca* e outra interior denominada *lenho*, sendo ambas ellas constituídas por camadas concentricas, mas com caractéres differentes.

Na casca temos a considerar: internamente o *liber* ou *entre casca* composto de fibras vertificaes, facilmente separaveis por maceração e formando camadas que se sobrepõem e que todos os annos vão augmentando de dentro para fóra; externamente a *epiderme*, membrana sulcada de póros destinados á respiração; entre a *epiderme* e o *liber* ha a *camada suberosa* que em certas arvores adquire um grande desenvolvimento.

O lenho compõe-se tambem de duas partes — uma pouco consistente, adjacente ao *liber*, de côr geralmente mais clara que a das



Fig. 83

camadas do centro, e que com o tempo vae endurecendo do interior para o exterior, é o *alburno* ou *samago*; — a outra, o *cerne* ou *coração*, é secca, dura e compacta, constituindo a madeira propriamente dita e menos sujeita que o alburno a apodrecer e a ser atacada pelos vermes.

Na parte central do tronco ha uma substancia molle e esponjosa, a *medulla*, que desaparece com o augmento de idade da arvore; do centro para a periphéria encontra-se uma serie de linhas, que dividem a massa lenhosa em sectores, e tomam o nome de *raios medulares*.

O desenvolvimento da planta é devido á circulação da *seiva*, que lhes serve de nutrição.

A *seiva ascendente*, que é uma solução de principios nutritivos absorvidos pela raiz, percorre as camadas mais recentes do alburno e vae até ás folhas, onde, sob a acção da luz, se transforma em um liquido mais rico de carbone e constitue a *seiva descendente*, a qual desce ao longo do liber, precisamente entre elle e o lenho.

A primavera é a epocha em que a circulação da seiva é mais activa e em cada anno forma-se uma nova camada de lenho. Nas plantas em que estas camadas são bem distinctas, como no *carvalho*, do seu numero pode-se deduzir a idade da arvore e assim a *fig. 83* representa uma planta de seis annos.

Em cada camada annual distingue-se o tecido formado na primavera do tecido formado no outono; o desenvolvimento d'estes tecidos não é identico em todas as arvores, sendo em umas, como no *carvalho*, constante a espessura da camada da primavera e variavel a do outono, e n'outras, como o *pinheiro*, dá-se o inverso.

Como o tecido formado na primavera é mais brando que o do outono, a madeira dos pinheiros será tanto melhor quanto menos espessa fôr a camada annual, e a madeira do *carvalho* é tanto melhor quanto mais espessa fôr essa camada.

Relativamente á côr, nem sempre é bem definida a differença entre o *samago* e o *coração*, devendo notar-se que, sendo grande essa differença, o *samago* tem pouco valor como madeira de construcção.

A proporção entre o *samago* e o *coração* é variavel com a idade, especie, clima e terreno, e serve para distinguir arvores que tem outros caractéres eguaes; assim o *castanho* differença-se do *carvalho* por ter menos samago.

## § 2.º

### Côrte das arvores

Certos auctores pretendem que as arvores não devem ser cortadas na primavera nem no verão, porque a seiva impregnando então as fibras vasculares do tronco, dá origem á sua facil fermentação, e,

como consequencia, ao seu apodrecimento; outros são da opinião que o córte das arvores não deve ser feito no tempo frio ou chuvoso do inverno e outono, porque, estando a seiva solidificada, a madeira é muito dura, susceptível de empenar, de difficil trabalho e muito influenciada pelas acções hygrometricas.

Nas zonas temperadas, como a nossa, procede-se ao córte das arvores depois da queda das folhas, isto é, no começo do inverno, e a experiencia de muitissimos annos tem provado a superioridade das madeiras tiradas de arvores abatidas n'essa epocha.

As arvores são em geral abatidas a machado. Escolhido o lado para onde deve cair a arvore, faz-se d'esse lado um entalhe a machado até proximamente  $\frac{2}{3}$  do seu diametro; lança-se á copa da arvore uma corda regularmente grossa e dá-se no lado opposto ao entalhe um golpe tão profundo quanto fôr necessario para produzir a queda. Como os entalhes occasionam fendas e fazem perder madeira boa, prefere-se muitas vezes empregar a serra a braço ou a vapor. Dá-se então um primeiro córte por meio de serra até cerca de  $\frac{2}{3}$  do diametro do tronco, e por meio de cunhas vae-se sustentando o peso do tronco para não difficultar o trabalho da serra.

Do lado opposto a esse córte e um pouco acima d'elle, faz-se um segundo córte até  $\frac{1}{3}$  do diametro; introduzindo cunhas e batendo-as ao mesmo tempo que se puxa pela corda presa á copa, consegue-se abatel-a para o lado onde se fez o primeiro córte.

### § 3.º

## Causas das ruinas das madeiras

As doenças das arvores ainda não abatidas teem geralmente por origem ou a má constituição do vegetal, que se não desenvolveu de um modo regular, ou as intemperies e choques recebidos, ou ainda a acção dos insectos que lhe corroem os tecidos.

Entre as doenças e defeitos mais conhecidos, temos:

A *caria*, doença local que póde degenerar em apodrecimento da arvore e que é devida, ou a córtes feitos na casca e que não foram convenientemente pensados, ou a infiltrações de agua, nos pontos de junccão dos ramos com o tronco, quando aquelles tenham sido partidos por qualquer causa.

O *pé de gallinha*, que é um dos primeiros symptomas de podridão, e que se manifesta por uma fenda partindo do *cerne* e caminhando para a periphèria, tendo as suas paredes cobertas de um bolôr exalando um cheiro nauseabundo. Quando estiver cheio de um pó arroxeado ou escuro, é signal de que a podridão é muito profunda e devemos regeitar a madeira.

As *fendas*, devidas á acção dos ventos, calores intensos ou gea-

das tardias, e que em geral não impedem que a madeira seja aproveitada, contanto que se encham com uma substancia perseveradora.

Os nós, que resultam do córte dos ramos e que alterando a disposição das fibras diminuem a resistencia da madeira e difficultam o seu trabalho. E' conveniente extrahil-os e encher as cavidades de alcatrão.

As *fibras torcidas*, que se manifestam quando a arvore, ainda nova, foi açoutada por ventos muito fortes e difficulta o emprego da madeira.

A *madeira picada*, o que é devido á acção das larvas que, introduzindo-se debaixo da casca e abrindo cavidades em todas as direcções acabam por produzir a completa ruina da arvore.

As madeiras, depois de cortadas, estão sujeitas a varias causas de deterioração devido á acção combinada da humidade do ar e calor, ou ainda devido ao ataque de certos animaes que a corroem.

A *fermentação da seiva* manifesta-se pelo aquecimento da madeira, pelo apparecimento de umas manchas negras ou roxas, e por um certo mau cheiro. Se essa fermentação se desenvolve ao contacto do ar, e é provocada pela agua que se introduziu no interior da madeira por quaesquer fendas, temos a *podridão humida*; se é devida á humidade natural da madeira, temos a *podridão secca* ou *caria secca*, que se manifesta pelo desenvolvimento d'uns tortulhos brancos á superficie e por um cheiro repugnante. Tira toda a consistencia á madeira, transformando-a n'uma matéria secca e quebradiça com uma côr pardacenta. Nas madeiras empregadas em obra, esta podridão produz-se geralmente nas partes em que não ha circulação do ar, como no caso de peças sobrepostas.

As alternativas de secura e humidade favorecem a corrupção da madeira e pelo contrario ás madeiras constantemente immersas conservam-se por longo espaço de tempo.

O *lymexylon*, que é uma larva de dimensões muito pequenas que penetra na madeira antes da arvore ter sido abatida, mas só se desenvolve quando a madeira está amontoada nos depositos e em condições de temperatura uniforme e absoluto repouso.

Cava então buracos em direcção perpendicular as fibras, provocando uma especie de podridão especial, caracterizada por um cheiro pronunciado a rum. Um aprovisionamento de madeira uma vez atacado, só se pôde salvar pondo-o debaixo d'agua durante varios mezes.

A *rósca* ou *caruncho*, que é uma especie de insecto parasita que corroe principalmente as velhas madeiras reduzindo-as a um pó amarelado.

A *formiga branca*, muito perigosa, que corroe completamente a madeira sem a atacar á superficie exterior.

Existe principalmente na Africa occidental, mas foi encontrada nas demolições dos velhos barracões do nosso Arsenal de Marinha.

O *taredo*, que é um mollusco que pôde atingir um metro de

comprimento e 0<sup>m</sup>,02 de diametro, mas que no estado de larva fluctua na agua do mar, e não tem mais que 0<sup>m</sup>,001 de comprimento. Penetra na madeira por um pequeno orificio que faz á superficie e em seguida desenvolve-se extraordinariamente augmentando a cavidade em que se introduziu e seguindo a direcção das fibras da madeira.

Vive unicamente na agua do mar limpida e não se encontra além de 8<sup>m</sup> de profundidade; a agua dôce ou ligeiramente salgada, mata-o em alguns dias.

A destruição de uma grossa viga de madeira pelo *taredo* pôde ser feita em algumas semanas.

O seu desenvolvimento é mais rapido na agua quente que na agua fria.

#### § 4.º

### Escolha das madeiras

As madeiras que tiverem de ser empregadas em qualquer construcção devem satisfazer ás seguintes condições:

1.º serem *duras e tenazes* para supportarem os esforços e cargas a que tem de estar submettidas.

2.º Terem homogeneidade precisa para que todas as suas partes offereçam equal resistencia.

3.º Serem elasticas para que um excesso de carga accidental não produza deformação permanente.

4.º Estarem bem seccas para não empenarem ou fenderem depois de empregadas em obra.

5.º Terem as fibras direitas para garantia de maior resistencia e duração.

Observando attentamente a superficie exterior de um tronco de onde vae ser tirada a madeira, sondando os nós e as cicatrizes de antigas feridas, devemos sempre regeitar a madeira que esteja atacada de *caria*, que tenha *fendas* bastante profundas ou fibras muito torcidas; e havendo nós que não sejam muito profundos, tiramos a parte viciada e substitui-se por um pedaço de madeira dura, molhada em alcatrão e introduzida a maço no logar do *nó*. As qualidades da madeira conhecem-se:

*Pelo cheiro* caracteristico de cada especie de madeira, principalmente quando verde. Na madeira secca activa-se esse cheiro molhando-a e lascando-a com uma enxó.

O cheiro a baixo é indicio de um principio de fermentação da seiva, e diz-se que a madeira está *requentada*.

*Pelo som*, appoiando as peças pelos seus extremos sobre dois supports, e batendo com um maço em varios pontos. Um som claro e equal mostra que a madeira é *sã*, e qualquer alteração nos seus tecidos é accusada por um som surdo, abafado ou cavernoso.

*Pela côr*, que se observa na secção transversal de um tronco e que deve ser quasi uniforme entre o *samago* e a *medulla*. Se a côr muda bruscamente do *coração* para o *samago*, é signal de que a arvore soffreu alguma doença que lhe alterou a resistencia dos tecidos.

*Pela elasticidade* das apáras da madeira. Se d'essas aparas se destacam as fibras sem se partirem é porque a madeira é sufficientemente elastica e tenaz.

### § 5.º

## Conservação das madeiras

As madeiras podem ser conservadas em empilhamentos ou na agua.

Para conservar as madeiras antes de as empregar nas construcções, convém extrahir-lhe a casca, porque, além de ser um abrigo para as *larvas* que vão corroendo o tecido lenhoso, ella provoca em contacto com o *samago* e sob a influencia das variações de calor e humidade, o seu apodrecimento. A presença de seiva nas madeiras concorre para o apodrecimento, e por isso se procura eliminá-la, para o que ha varios processos. Todos elles se baseiam na propriedade que tem a agua de dissolver a *seiva*, mas a agua doce que a dissolve rapidamente, tem o inconveniente de enfraquecer demasiadamente a madeira. Emprega-se por isso a agua salgada, mas como isso póde dar logar a que as madeiras sejam atacadas pelo *taredo*, adoptam-se as seguintes disposições:

1.º Estabelecem-se depositos de madeiras na proximidade da embocadura de um rio e em ponto tal que a mistura de agua doce do rio com a salgada do mar, seja sufficiente para que o *taredo* não possa viver.

2.º Dispõe-se n'um local apropriado, junto ao mar, comportas pelas quaes se deixa penetrar uma certa quantidade d'agua salgada que, misturada com a agua doce, que anteriormente ahi se deitou, dê uma mistura incapaz ao desenvolvimento do *taredo*. Em todo o caso, é conveniente de tempos a tempos esgotar o espaço vedado pelas comportas, enchendo-a em seguida sómente d'agua doce, para que morra o *taredo*, que por ventura se haja desenvolvido.

Esta disposição é usada no Arsenal de Toulon.

3.º Enterrar a madeira na vasa ou na areia, conservando-lhe assim uma certa humidade; mas d'este modo a seiva não se dissolve tão bem. Este processo é o empregado para a conservação da madeira nos depositos que o Arsenal tem na Azinheira.

4.º Estendem-se as madeiras na praia, n'uma posição tal que o movimento das marés as cubra e descubra alternadamente, mas por fórma que não fiquem a descoberto tempo sufficiente para seccarem. Essa posição é escolhida em harmonia com a configuração do terreno, e é baseada no facto de se saber que o *taredo* não passa nunca

acima de um nível situado um pouco abaixo do plano medio das marés. Este processo não convém muito ás madeiras resinosas, que são muito mais rapidamente destruidas pelo *taredo*.

Estas devem ser conservadas debaixo d'agua, porque uma longa exposição ao ar lhes faz perder a resina e diminue-lhes a resistencia.

Em todo o caso, convem conserval-as debaixo d'agua menos tempo que o *carvalho*.

Depois da immersão, devem as madeiras ser expostas por bastante tempo a uma ventilação regular e moderada que as secca sem as fender, e era com esse fim que, nos tempos da construcção dos navios em madeira, se deixavam as madeiras na carreira por alguns annos.

O *empilhamento* faz-se ordinariamente dispendo as peças em camadas sobrepostas, cruzando successivamente as varias camadas. Se as peças são redondas, distanciam-se alguns centimetros umas das outras em cada camada; se estão esquadriadas, adopta-se uma disposição analoga, assentando-as sobre dormentes, de modo que se não toquem.

O *empilhamento* em telheiros ou armazens abrigados do ar e da chuva é preferivel ao *empilhamento* ao ar livre. O chão dos armazens não deve ser assoalhado para não favorecer o apodrecimento, e o seu nível deve estar um pouco acima do terreno exterior.

Quando haja indicios de que a madeira está requentada, o que se reconhece por um cheiro acre e um calor excessivo, desmancham-se as pilhas e tiram-se todas as peças que manifestarem um começo de alteração.

Se os armazens são baixos, é conveniente abrir frestas, estabelecer ventiladores ou ainda chaminés no telhado, de modo a regular a tiragem.

Admitte-se que para se obter uma madeira regularmente secca, são precisos 3 annos para madeiras resinosas e 4 annos para o *carvalho* que tenha 0<sup>m</sup>,10 de esquadria. Se tem grande esquadria é regra seguida o conserval-as 10 annos, pelo menos, debaixo dos telheiros de seccagem.

Afim de diminuir o tempo que qualquer dos processos expostos para a conservação da madeira exige, recorre-se a processos artificiaes, que consistem na applicação de inductos ou pinturas, injeccões de substancias anti-septicas que contrariam o trabalho dos vermes, e ainda a carbonisação superficial das peças.

Os inductos ou pinturas só devem ser applicadas ás peças sãs e perfeitamente seccas. Os inductos mais usados são o *alcatrão*, o *peç* e o *coaltar* applicados em quente, com uma brocha, sobre a superficie da madeira, previamente raspada, havendo o cuidado de não dar uma demão sem que a anterior esteja perfeitamente secca. Os inductos dão-se para cobrir peças expostas ao ar ou immersos na agua ou em terrenos humidos.

A pintura emprega-se como motivo decorativo e com o fim de resguardar as peças contra a acção da humidade. Não protege completamente a madeira contra o destroço dos vermes e a sua efficacia contra os agentes atmosphericos depende muito do modo como é applicada. Só deve ser dada em madeira *perfeitamente secca e absolutamente sã*, e é um erro contra o qual nos devemos precaver, suppôr que a pintura pôde prolongar a duração da madeira má, humida ou em fermentação.

A *injecção com substancias anti-septicas* só se applica ás madeiras resinosas e brandas e ao *samago* das madeiras duras, porque o *coração* d'estas não recebe geralmente as substancias antisepticas.

Esta operação pôde fazer-se por varios modos. A simples *immerção* da madeira que se quer injectar, n'um deposito que contenha uma solução de *sulfato de cobre* ou *sublimado corrosivo*, na proporção de 1,5 a 5 por cento, é o processo mais economico, mas tambem o que dá peiores resultados. A operação pôde ser feita a frio, e n'esse caso são precisos uns 8 dias para a concluir, ou com a solução aquecida a 60° o que abrevia muitissimo. Um outro processo consiste em introduzir a madeira que se quer injectar, dentro de uns *cylindros* de cobre, que se fecham hermeticamente, e em seguida introduz-se-lhe uma corrente de vapor afim de aquecer a madeira e expulsar os gazes e ar ahi contidos. Feito o vacuo, introduz-se a solução anti-septica que pôde ser o *creozote* ou *sublimado corrosivo*, até quasi encher o *cylindro*, e por meio d'uma bomba, que está em communicação com os depositos, vae-se mandando mais solução até se conseguir uma pressão de 10 a 12 atmospheras. Para que a operação corra bem, é indispensavel que a seiva não tenha muita agua, e por isso só se deve effectuar uns 4 mezes depois que a arvore foi abatida. Como nenhum d'estes processos tem tido applicação nas madeiras destinadas ás construcções navaes, limitamo-nos a estas ligeiras referencias.

A *Carbonização superficial* consiste em collocar as peças sobre rolos e expol-as á acção directa da chamma do carvão de pedra contido n'uma fornalha munida de um folle.

A madeira fica d'este modo superficialmente carbonizada, tendo uma duração mais longa e é menos atacada pelos vermes. E' para notar, que muitos engenheiros são de opinião que este processo não é nada eficaz e que pelo contrario vae destruir em parte um material bom. Em todo o caso emprega-se muito para a conservação de madeiras destinadas a ficar enterradas, como nas travessas das vias ferreas.

Alguns practicos aconselham tambem o empilhamento de madeira em tanques, cobrindo-as em seguida com uma camada de *cal viva* que se vae gradualmente regando com agua. Dizem que este processo dá ás madeiras muita consistencia e dureza e a propriedade de não apodrecerem facilmente.

## § 6.º

## Madeira não inflamavel

Um dos principaes inconvenientes que apresenta a madeira, como material de construcção é a sua inflamabilidade. O perigo de incendio assume uma enorme gravidade nos navios de guerra, como se viu no combate de Cavite e S. Thiago de Cuba, na guerra entre a Hespanha e America. Como o incendio se propaga por meio de chamma, tem-se tratado de submeter as madeiras a um tratamento chimico, capaz de lhes tirar a propriedade de se queimarem com desenvolvimento da chamma. D'este modo tem sido fabricadas e encontram-se no commercio as *madeiras não inflamaveis*, as quaes sob a acção de elevadas temperaturas, carbonisam lentamente sem desenvolverem chamma. As madeiras a que se quer dar essa propriedade, são introduzidas em recipientes de aço, e em seguida submettidas á acção do ar quente e do vapor; feito em seguida o vacuo é introduzida uma solução preservadora, que é segredo dos varios fabricantes mas na qual parece entrar o *phosphato de ammoniaco*, comprimida por meio de bombas, como no processo de injeccção acima descripto.

Depois de injectadas são muito bem seccas por meio de uma corrente de ar quente e secco.

Nem todas as madeiras são egualmente boas para este tratamento, e principalmente as resinosas e as muito duras difficilmente se deixam injectar.

O emprego das madeiras não inflamaveis tem sido relativamente pequeno devido a certos inconvenientes que apresentam essas madeiras, o que até hoje não tem sido possivel evitar completamente. As substancias com que a madeira foi injectada favorecem, depois que ella foi applicada á obra, a absorção da humidade; as pinturas applicam-se difficilmente e resistem pouco, e os metaes em contacto com estas madeiras, corroem-se facilmente.

## § 7.º

## Madeiras empregadas na construcção naval

O *carvalho* é a madeira de construcção mais resistente e menos sujeita á podridão.

Emprega-se em quasi todas as peças importantes do navio taes como, cavername, forros interiores e exteriores, vaus, pés de carneiro, divisões de paioes, etc. Contem muito *tanino* e por isso não deve estar em contacto com o ferro, pois que o ataca e corroe, ao mesmo tempo apodrecendo a madeira. Vegeta na *Europa central* onde

se encontra em grande numero de especies, e na *America*, onde se encontra uma especie *carvalho verde* (live oak), precioso pelas suas qualidades de resistencia e duração. Em Portugal é abundante nas provincias de Beira, Minho e Traz-os-Montes. O *carvalho portuguez* não dá como o do resto da Europa e o da America, paus de grandes dimensões, mas tem a vantagem de dar *paus de volta* e *curvos* muito proprios para cavernas, braços e bossardas, tendo maior resistencia e duração.

A *tecka* é a melhor madeira que se conhece para a construção dos navios; é uma especie de *carvalho de Malabar*, mas mais leve que elle. E' uma madeira muito solida e inalteravel, não curva, não empena ao seccar nem se contrahe; cortada de pouco tempo tem a côr amarella esverdeada, mas pela acção do ar adquire uma côr cinzenta escura.

Não ataca o ferro nem o corroe, razão pela qual se emprega sempre nas almofadas das couraças e ainda nos taboados do convez e cobertas, gaiutas de escotilhas e revestimento exterior dos cascos metallicos. E' uma madeira exotica originaria da Asia. Nós possuímos riquissimas florestas em Nagar (India) cuja exploração esteve abandonada por muito tempo. Devido ao seu preço cada vez mais elevado, é que hoje não tem tão larga applicação. Os navios construidos de *tecka*, como fôram entre nós a corveta D. João I e a fragata D. Fernando, duram o dobro do que os construidos de *carvalho*.

O *pinheiro*, de especies numerosissimas, d'entre as quaes as mais empregadas são:

O *pinheiro bravo* ou *pinho maritimo*, muito abundante entre nós, dando madeira boa ou má conforme o terreno onde é creado. E' extremamente duradoura quando immersa na agua, privada de alborno e não está sujeita ás alternativas de seccura e humidade. O melhor é o do *Pinhal de Leiria*.

O *pinheiro manso*, que é menos resinoso e dá uma madeira leve, pouco compacta; sendo de boa qualidade como o de *Alcacer do Sal* dá uma madeira bastante duradoura e pouco inferior ao *carvalho*. As curvas do *pinho manso* são maiores e mais fechadas que as do *carvalho*. Muitos navios mercantes portuguezes foram construidos com *pinho manso*, e as embarcações miudas dos nossos navios de guerra ainda hoje se fazem d'esta madeira.

O *pinho de Flandres*, o *pinho de Riga*, o *pinho do Norte*, o *pitche-pine* (qualidade muito resinosa e sem nós), o *Yellow-pine*, etc., empregam-se nos forros das cobertas, vaus, divisões internas, sobretudo nas dos paioes e em todas as peças de mastreação. A madeira de pinheiro cuja resina foi explorada durante o crescimento da arvore, considera-se geralmente superior em duração e resistencia; em todo o caso a madeira resinosa é mais densa e bastante duravel. Encontram-se troncos com 35<sup>m</sup> e 40<sup>m</sup> de altura.

A *casquinha*, madeira menos resinosa que o pinheiro, é leve, elastica, homogenea e facil de trabalhar. Conserva-se bem, devido á

resina que contem e applica-se para anteparas e tabuados de escaler. Ha varias especies, sendo o *spruce* ou *casquinha branca* uma das mais recommendaveis por ser pouco susceptivel de empenar.

O *ulmo*, madeira bastante dura, quasi tão resistente como o carvalho, e o substitue em todas as peças grandes que não estejam sujeitas a esforços exaggerados, sobretudo nas que tenham de levar muitos entalhes. As suas propriedades proveem de ter as fibras não parallelas entre si, mas entrecruzando-se e enredando-se umas nas outras. E' uma madeira preciosa para a construcção de pégas, tamancos, cunhos, corrimões, etc., nos quaes a fibra é cortada. Emprega-se ainda para o poleame, visto ter a propriedade de *puchar* muito pouco, e tambem no cavername, forros e falcas de embarcações. E' muito susceptivel de ser atacada pelos vermes e pela podridão secca quando exposta ao ar, mas dentro de agua conserva-se muito bem e por isso se emprega ainda para quilhas, patilhões da roda e taboas de resbordo.

O *freixo* é uma madeira branca, sulcada de veios longitudinaes, amarellos ou rosados, dura e pesada, mas atacavel pelos vermes. A sua flexibilidade, pois é talvez a madeira que possui esta propriedade em maior grau, torna-a recommendavel para o cavername das embarcações.

E' excellente para remos, varas de croques, varas de cabrestantes e emprega-se nas ferramentas de cêpo, taes como garlopas, junteiras, rebotes, plainas, etc.

A *faia* dá uma madeira muito resistente, compacta e de uma côr vermelho-clara. O *samouco* ou *faia das Ilhas* é muito abundante do Fayal e nas margens do Liz, em Leiria. E' extraordinariamente util nas obras constantemente banhadas pela agua. Com as alternativas de secura e humidade apodrece em pouco tempo e é muito atacada pelos vermes. Tambem se emprega na construcção de remos.

O *guaiaco* é uma madeira proveniente das Antilhas, com as fibras cruzadas, dureza metallica, muito compacta e pesada, não se gasta pelo attricto prolongado, e usa-se para moitões, cadernaes, pranchas de fricção, chumaceiras dos veios do helice, etc.

O *pau ferro* é uma madeira da Guyana Ingleza muito resistente e resinosa. Não se comprime no sentido das fibras quando carregada n'esse sentido e é inatacavel pelos vermes maritimos.

O *mogno* é uma madeira de côr avermelhada, facil de trabalhar e capaz de um bello polido, mas que não póde ser empregada nas construcções, porque apodrece rapidamente não sendo protegida contra a humidade. Utilisa-se principalmente em mobílias e modelos de fundição de perfis complicados.

Além d'estas madeiras emprega-se na construcção naval um grande numero das usadas na marcenaria, como *vinhatico*, *nogueira*, *acacia*, etc.

## § 8.º

## Nomenclatura das madeiras para obras

As madeiras são geralmente esquadriadas, isto é, dá-se-lhe uma secção quadrada ou rectangular de dimensões variaveis, conforme o papel que tem de desempenhar nas construcções. A esquadria de um tronco, *fig. 84*, faz-se do seguinte modo: marca-se no topo a secção com que deve ficar, e em seguida cortam-se á serra ou a machado as partes *a, a...*, que se chamam *casqueiras* ou *costaneiras*, ficando então com uma secção quadrada *A*, que toma o nome de *viga*. A esta operação dá-se o nome de *falqueamento* ou *falquejamento*.

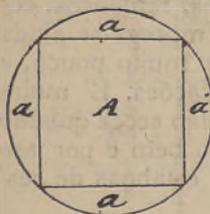


Fig. 84

Nas madeiras a que se exige grande duração, por meio do *falqueamento*, corta-se-lhe todo o *samago*.

As vigas podem ainda dividir-se em *vigotas* e *pranchas* ou *taboas*. Serrando uma viga segundo a linha 1-1 e em seguida segundo 2-2 e



Fig. 85

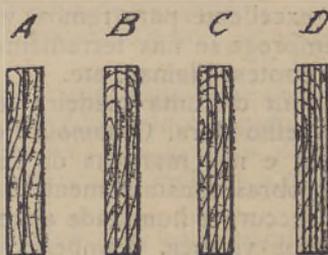


Fig. 86

3-3, *fig. 85*, obtêm-se as peças *B*, que se chamam *vigotas*, se as serrarmos segundo as linhas *a-a*, obtemos as *pranchas* ou *taboas*. Estas taboas dividem-se em folhas de menor espessura, que se disignam pelo numero de *fios de serra* que as dividiram, e assim temos na *fig. 86*, 1.<sup>a</sup> figura, duas folhas a um fio, na segunda figura 3 folhas a dois fios, na figura 3, 4 folhas e 3 fios, na quarta figura 5 folhas e 4 fios. Se o fio é um só e dado como mostra a *fig. 87*, isto é, a  $\frac{1}{3}$  da espessura, diz-se de *fio á banda*.

A prancha diz-se *serrada ao alto*, quando d'ella se tiram folhas de taboas, *serrada ao baixo*, quando se divide no sentido da largura, *fig. 88*, para juntamente com o fio ao alto dar as *ripas* ou *fasquiado*, tendo as primeiras, secção triangular, e as segundas, secção trapeseoi-

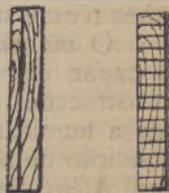


Fig. 87

Fig. 88

dal. As folhas das pranchas também se designam pelo nome da obra em que em geral se applicam, e assim as folhas da casquinha de 1 a 2 fios chamam-se *taboas de sôlho*; as de tres, quatro e cinco fios são *taboas de forro*. As folhas de *pinho da terra* a um fio dizem-se *taboas de sôlho da terra*, e a dois fios *taboas de forro e meio*, a tres fios *taboas de forro e meio forro* e de quatro fios *taboas de meio forro*. Se na *fig. 85* serrarmos a viga segundo 4-4, temos as peças *c* chamadas *serrafões*, e se ainda a dividirmos segundo 5-5, obtem-se as peças *D*, ditas *serrafos*.

A serragem dos troncos pôde ainda ser feita como indica a *fig. 89*.

Em construção naval podemos estabelecer duas classes de madeiras, madeira para a construção do *casco* e madeira para *mastreação*. A madeira para construção propriamente dita (pinho manso, carvalho e tecka), deve ser considerada quanto á fôrma e ás dimensões.

Quanto á fôrma, divide-se em quatro grupos:

1.º *Paus direitos*, peças de madeira com muito pouca ou nenhuma curvatura. *A* e *B* na *fig. 89*.

2.º *Paus de volta*, que devem ter uma curvatura regular e continua e uma flecha igual a  $\frac{1}{50}$  do seu comprimento total, como a peça *C* da *fig. 89*.

3.º As *Curvas*, assim cha-



Fig. 89

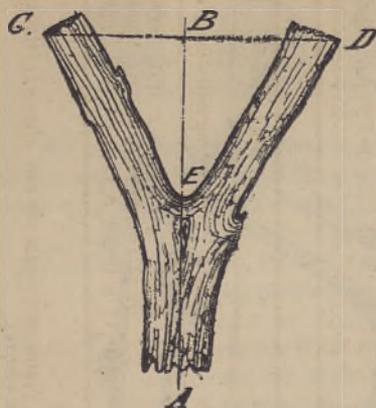


Fig. 90

madas impropriamente, porque são peças em angulo com duas pernas direitas, formadas por um tronco e um ramo de arvore, como se vê em *D* fig. 89.

4.º Os *Piques*, fig. 90, muito empregados antigamente para balisas de proa e de ré, mas que o emprego das balisas reviradas fez cahir em desuso. Hoje apenas se empregam na construção de embarcações pequenas. O *pinheiro manso* dá muito bons *piques*.

Quanto ás dimensões, os paus classificam-se pela sua grossura. Os *direitos* e *de volta* dividem-se em cinco classes; as duas classes inferiores tomam o nome de *liames*.

<i>Liames pequenos</i> , grossura maxima, 3 pollegadas inglezas ou 0, <sup>m</sup> 08				
» <i>grandes</i> » » 6 » » 0, <sup>m</sup> 16				
Paus de 3. <sup>a</sup> classe » » 8 » » 0, <sup>m</sup> 21				
» de 2. <sup>a</sup> classe » » 10 » » 0, <sup>m</sup> 26				
» de 1. <sup>a</sup> classe » » 12 » » 0, <sup>m</sup> 31				

As suas dimensões são tomadas segundo os eixos.

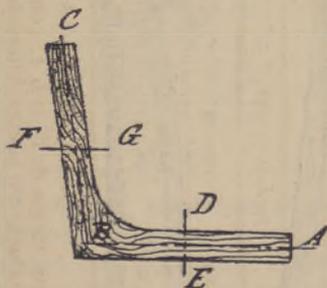


Fig. 91

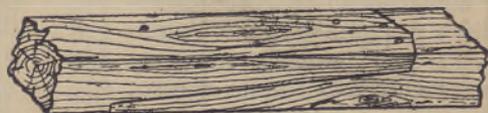


Fig. 92

Nas *curvas*, fig. 91, mede-se separadamente o comprimento *AB* e *BC* de cada perna e o angulo *ABC* que ellas formam entre si. A grossura e largura tomam-se nas seções *DE* e *FG* a meio comprimento de cada perna. O *pinho manso* fornece excellentes curvas, bastante reforçadas, com angulos de 90º e até menos. Das raizes do *pinheiro manso* é que se tiram as melhores curvas, ditas *curvas de raiz*.

Os *piques* medem-se segundo o comprimento *AB*, fig. 90 e a

<sup>1</sup> A grossura de uma peça curva corta-se entre as suas faces planas e a largura mede-se sobre a face de galivação, e é a distancia que separa as curvas

# CLASSIFICAÇÃO DA MADEIRA DE CARVALHO

## I -- PAUS DIREITOS

Designações	Dimensões máximas				Dimensões mínimas			
	Comprimento	Grossura	Largura	Flecha por metro	Comprimento	Grossura	Largura	Flecha por metro
Talão de quilha.....	11 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,44	0 <sup>m</sup> ,44	—	7 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,32	0 <sup>m</sup> ,32	—
Cadaste .....	10 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,40	0 <sup>m</sup> ,50	—	7 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,32	0 <sup>m</sup> ,40	—
Pranchões .....	11 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,40	0 <sup>m</sup> ,40	—	5 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,22	0 <sup>m</sup> ,22	—
Vaus.....	12 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,44	0 <sup>m</sup> ,44	0 <sup>m</sup> ,02	7 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,24	0 <sup>m</sup> ,24	0 <sup>m</sup> ,010
Madre do leme.....	10 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,66	0 <sup>m</sup> ,72	—	8 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,44	0 <sup>m</sup> ,46	—

## II -- PAUS DE VOLTA

Designações	Dimensões máximas				Dimensões mínimas			
	Comprimento	Grossura	Largura	Flecha por metro	Comprimento	Grossura	Largura	Flecha por metro
Cavernas chatas.....	8 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,40	0 <sup>m</sup> ,48	De 0 <sup>m</sup> ,035 para cima	4 <sup>m</sup> ,60	0 <sup>m</sup> ,24	0 <sup>m</sup> ,32	De 0 <sup>m</sup> ,035 para cima
Cavernas de pôpa e prêa	4 <sup>m</sup> ,40	0 <sup>m</sup> ,40	0 <sup>m</sup> ,48	De 0 <sup>m</sup> ,075 para cima	3 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,24	0 <sup>m</sup> ,32	De 0 <sup>m</sup> ,075 para cima
Primeiros braços.....	8 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,40	0 <sup>m</sup> ,48	0 <sup>m</sup> ,100	4 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,24	0 <sup>m</sup> ,32	0 <sup>m</sup> ,100
Braços .....	4 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,40	0 <sup>m</sup> ,40	De 0 <sup>m</sup> ,050 para cima	3 <sup>m</sup> ,60	0 <sup>m</sup> ,26	0 <sup>m</sup> ,26	De 0 <sup>m</sup> ,050 para cima
Taboado .....	5 <sup>m</sup> ,60	0 <sup>m</sup> ,40	0 <sup>m</sup> ,40	De 0 <sup>m</sup> ,080 para cima	4 <sup>m</sup> ,60	0 <sup>m</sup> ,28	0 <sup>m</sup> ,28	De 0 <sup>m</sup> ,080 para cima
Cintado da pôpa .....	10 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,40	0 <sup>m</sup> ,40	De 0 <sup>m</sup> ,035 para cima	7 <sup>m</sup> ,00	0 <sup>m</sup> ,32	0 <sup>m</sup> ,32	De 0 <sup>m</sup> ,035 para cima

## III -- CURVAS

Designações	Pernada do tronco			Mão			Abertura *	
	Comprimento	Grossura	Largura	Comprim.*	Grossura	Largura	Em <sup>m</sup> / <sub>m</sub> por metro	Em graus
Curva de cadaste	De 3 <sup>m</sup> a 4 <sup>m</sup>	0 <sup>m</sup> ,38	0 <sup>m</sup> ,40	De 2 <sup>m</sup> a 3 <sup>m</sup>	0 <sup>m</sup> ,32	0 <sup>m</sup> ,36	0 <sup>m</sup> ,140 a 0 <sup>m</sup> ,160	100°
Couce de roda...	De 5 <sup>m</sup> a 6 <sup>m</sup>	0 <sup>m</sup> ,40	0 <sup>m</sup> ,44	De 2 <sup>m</sup> a 3 <sup>m</sup>	0 <sup>m</sup> ,40	0 <sup>m</sup> ,44	0 <sup>m</sup> ,170 a 0 <sup>m</sup> ,190	125°
Bossarda.....	De 1 <sup>m</sup> ,20 a 2 <sup>m</sup> ,40	De 0 <sup>m</sup> ,14 a 0 <sup>m</sup> ,32	De 0 <sup>m</sup> ,14 a 0 <sup>m</sup> ,32	De 1 <sup>m</sup> a 2 <sup>m</sup>	0 <sup>m</sup> ,12 a 0 <sup>m</sup> ,28	0 <sup>m</sup> ,12 a 0 <sup>m</sup> ,32	0 <sup>m</sup> ,170 a 0 <sup>m</sup> ,190	55°

### PAUS DE VOLTA DE DUPLA CURVATURA

Os paus de carvalho em fôrma de S, isto é, com duas curvaturas no mesmo plano, applicam-se em algumas balisas de ré, e os que têm as curvaturas em planos diferentes servem para gios grandes e viotes.

\* A abertura é a distancia dos eixos das duas pernas medida a uma distancia do vertice do angulo que ellas formam entre si.

abertura *CD* tomada entre as faces exteriores das pernas. Dividem-se em grandes e pequenos, segundo a grossura das pernas.

A madeira destinada á mastreação divide-se em 3 classes, segundo o diametro no pé:

1.<sup>a</sup> *Antenas*, peças tendo 15 pollegadas inglezas (0,<sup>m</sup>38) de diametro no pé ou mão.

3.<sup>a</sup> *Vergontas*, tendo de diametro no pé de 8 a 15 pollegadas inglezas (27 <sup>c/m</sup> a 38 <sup>c/m</sup>).

3.<sup>a</sup> *Varas*, tendo entre 3 a 8 pés inglezes de diametro no pé, (8 <sup>c/m</sup> a 21 <sup>c/m</sup>),

### § 9.º

#### Processo de ligação das peças de madeira

Chamam-se *entalhes* ou *samblagens*, aos córtes feitos nas peças de madeira, para estabelecer entre ellas uma ligação invariavel. Em construcção naval, onde a fórma das peças é em geral muito mais complicada do que nas construcções civis, as *samblagens* devem ser tão simples quanto possivel, de modo a diminuir a despeza da mão de obra. Além d'isso, para a invariabilidade de ligação, não se póde contar

com a fórma das superficies que se ligam, pois que a sua solidez é destruida, não só pela contracção da madeira, como pelos diversos esforços de deslocação que soffre toda a ossada do navio.

Essa invariabilidade é obtida por meio das *cavilhas*, *pregos* ou *parafusos*, que atravessam sempre as peças que queremos ligar. Quando duas peças se cruzam, basta fixar uma á outra,

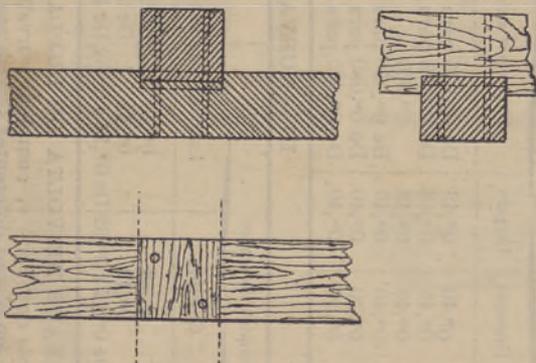


Fig. 93

collocando um certo numero de cavilhas no ponto do cruzamento, mas na maioria dos casos, augmenta-se a resistencia da ligação, praticando um entalhe em cada uma das peças, como se vê nas *figs. 93* ou na *fig. 94* e *95*, que se diz *rabo de minhoto* ou *malhete*. No caso em que o extremo d'uma peça encontre outra a angulo recto em qualquer ponto, faz-se a *samblagem* indicada na *fig. 96*, que se diz *mecha e respiga*, consolidada por meio de uma cavilha. A cavidade praticada na peça *A* é a *me-*



Fig. 94

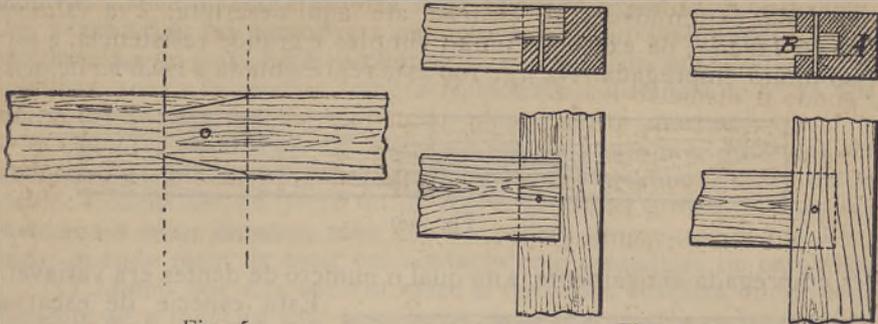


Fig. 95

Fig. 96

cha ou mortagem e a parte da peça B que entra n'essa cavidade é a respiga.

A fig. 97 indica um entalhe de *bocca de lobo*, que tambem se emprega em alguns casos.

Na ligação de peças *a topo*, para se obter uma viga armada, como por exemplo, para formar a quilha dos navios em madeira, emprega-se a samblagem chamada *escarva*.

As duas peças que formam a *escarva* são talhadas em bizel, como se vê nas fig. 98 e 92. O comprimento *AB* da *escarva*, está compreendido entre 4 a 6 vezes a altura *H* da viga, e a espessura *ab* da extremidade adelgada, faz-se em geral



Fig. 97

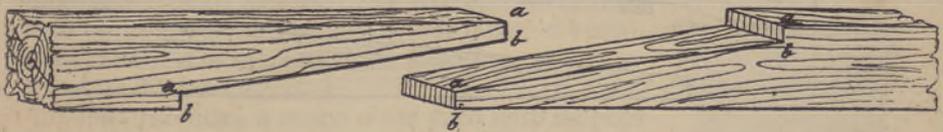


Fig. 98

igual a um terço da mesma altura. Tambem se lhe póde dar a forma indicada na fig. 99



Fig. 99

A ligação é feita por meio de tres ou quatro *cavilhas*, segundo as dimensões da *escarva*, e algumas vezes mettem-se ainda dois pregos

em cada extremidade. A *escarva* até aqui descripta, é a *escarva lisa* ou *lavada*, de execução muito simples e grande resistencia, e por isso muito empregada. Na *fig. 100* está representada a *escarva de den-*



Fig. 100

*tes*, empregada antigamente, e na qual o numero de dentes era variavel.



Fig. 101

Esta especie de *escarva* foi abandonada, pois que a sua efficacia era garantida apenas pela precisão do corte das peças em contacto.

A fim de evitar o trabalho minucioso que exige o perfeito ajustamento da *escarva de dentes*, empregou-se a *escarva de cunha*, *fig. 101* que consiste em entalhar uma *cunha* ou *tarugo* nas duas faces de contacto, como se vê da figura.

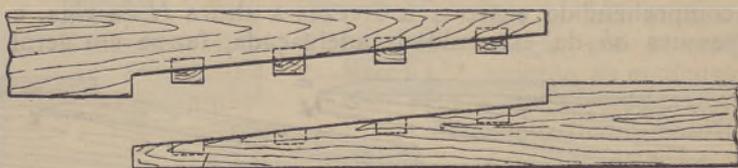


Fig. 102

A esta disposição é ainda preferivel a *escarva com malhetes*, *fig. 102*, onde cada peça leva uns malhetes cylindricos (*tarugos*), ou prismaticos (*machos*), de madeira de carvalho, perfeitamente secca, introduzidos metade em cada uma das peças.

D'este modo alem de se augmentar a travação do conjuncto, limita-se a profundidade do calafeto. Os *tarugos* são preferiveis aos *machos* mas estes são de mais difficil execução.

A perfeição na execução das *escarvas* é uma condição indispensavel, afim de que, sendo mais intimo o contacto das peças a unir, haja mais resistencia ao resvalamento de umas sobre as outras. Em geral, para melhor conservação, as faces da *escarva*, antes de se unirem, são cobertas com uma leve camada de *alcatrão* e é frequente introduzir entre ellas *feltro* ou *algodão em rama* embebido em *alvaiade*.

As *cavilhas* destinadas a ligar as *escarvas* devem ter as cabeças embutidas na madeira. O numero de *cavilhas* e *pregos* é variavel;

em todo o caso n'uma *escarva* é costume empregar-se tantas, quantas vezes  $0^m,60$  se contem no seu comprimento, nunca pondo menos de tres. Assim uma *escarva* com  $2^m,50$  de comprimento levará quatro cavilhas, sendo as ultimas sempre collocadas á distancia de  $0^m,25$  dos extremos da *escarva*.

*Cavilhas* são barras de metal de secção constante, quadrada ou redonda, destinadas a ligar umas ás outras duas ou mais peças de madeira. Podem ser de *ferro* ou de *cobre*, sendo as primeiras mais resistentes e mais baratas, mas não se podem empregar, como já vimos, quando tem de estar em contacto com a madeira de carvalho.

O *tanino* que ella encerra ataca o ferro das cavilhas, muito lentamente se a madeira está bem secca, mas se a madeira está humida a corrosão é rapida e a madeira apodrece. Recorre-se então ás *cavilhas de ferro zincado*, mas que ainda estão sujeitas ao mesmo inconveniente, quando na sua vizinhança ha uma peça de cobre ou bronze.

Como veremos, o fôrro exterior dos navios de madeira é coberto de folhas delgadas de cobre, e por isso as cavilhas que ligam esse fôrro ás balisas tem de ser de *cobre*. As cavilhas dizem-se *mortas* quando não atravessam completamente a madeira, *vivas* quando, atravessando-a, terminam por porcas ou arruellas que as sujeitam contra a madeira. E' necessario ter em vista que o comprimento da cavilha não seja diminuto, porque a presa no extremo opposto ao da cabeça póde não ser sufficiente. E' difficil garantir a resistencia ou solidez que apresenta a *cavilha morta* e por isso deve-se evitar o seu emprego o mais possivel. As *cavilhas metallicas* hoje empregadas tem secção circular e terminam n'uma das extremidades por uma cabeça levemente conica, *fig 103*.

São mettidas a maço n'um furo feito na peça de madeira e rebatidas na outra extremidade sobre uma virola formando uma pequena saliencia, o que se chama *fechar a cavilha*.

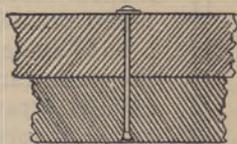


Fig. 103

A cabeça fica enterrada na madeira á profundidade de uma polegada e o furo que foi feito para ella poder entrar, é cheio por um taco de madeira chamado *rolha*. Antes de dar uma cavilha guarnece-se-lhe a *garganta*, logo abaixo da cabeça, d'um pouco de *estopa*, para que o furo onde ella entrar fique mais bem vedado. O comprimento da cavilha é igual á grossura total das peças que tem de atravessar, e a sua grossura, sendo ellas de ferro, é de  $\frac{1}{12}$  do comprimento. Se as peças a reunir forem mais de duas, dá-se á cavilha mais  $1^m/m,5$  de grossura por cada peça a mais além das duas. O furo destinado a receber a cavilha deve ter um diametro um pouco *inferior* ao seu, de modo que a madeira cedendo sob a acção da cavilha, produz assim uma pressão lateral sobre ella. Para cavilhar um furo ligando peças de *carvalho*, a differença entre o diametro da cavilha e o do furo, é

de  $0^m,003$  se o comprimento da cavilha não passa de  $0^m,60$ ; de  $0^m,002$  se o comprimento da cavilha está compreendido entre  $0^m,60$  e  $2^m$  e é de  $0^m,001$  se esse comprimento é superior a  $2^m$ . Para a madeira de *pinheiro*, menos elástica e mais fácil de fender, a diferença dos diâmetros é em geral de  $0^m,001$ .

Tratando-se de *cavilhas de cobre*, como este metal é muito maleável sob a acção dos golpes de maço, elle dilata-se e o seu diâmetro augmenta bastante, principalmente nas proximidades da cabeça, pelo que o diâmetro do furo deve ser *superior* ao diâmetro da cavilha. Por isso, a regra pratica a seguir para cavilhas de cobre de comprimento inferior a um metro, ligando peças de carvalho, é o furo ter um diâmetro superior em  $0^m,002$  ao da cavilha, sobre a primeira metade d'esse comprimento, e ter o mesmo diâmetro que a cavilha, na segunda metade. Para cavilhas mais compridas do que um metro, o excesso do furo é de  $0^m,003$  e  $0^m,004$ .

Durante muito tempo empregaram-se em certas partes do navio *cavilhas de secção quadrada*, sendo o furo feito em secção circular. Tinha o inconveniente de que a cavilha premia a madeira pelas suas quatro arestas, o que era uma causa de deterioração para as peças, e acontecia muitas vezes que uma aresta, comprimindo mais a madeira que as outras, deixava assim aberta uma parte do furo que se tinha feito.

Tambem se empregam as *cavilhas farpadas*, *fig. 104*, de uso bastante condemnável, pois que a madeira era mais ou menos lascada pelas farpas da cavilha e além d'isso não tinham pressão sufficiente.

O systema de ligação por cavilhas foi melhorado pelo emprego de tarugos de madeira interpostos na passagem de cada cavilha através das faces da junta. Estes tarugos contribuem por si proprios para tornar solidarias as peças a unir, e preservam a cavilha da humidade.

As cavilhas metallicas, por sua natureza pezadas e caras, são vantajosamente substituidas por cavilhas de madeira perdendo-se no interior da ultima peça que atravessam a  $\frac{2}{3}$  da sua grossura.

São *cavilhas mortas*, de secção circular ou octogonal, de madeira de carvalho ou de mangue (madeira do Brazil muito rija) e trabalhadas segundo a fibra da madeira; o diâmetro do furo onde se ntroduzem é um pouco superior ao da cavilha.

São préviamente alcatroadas, mettidas a malho e em seguida cortase-lhe a extremidade, de modo que o seu topo fique de nivel com a face da peça por onde foram introduzidas; abre-se então no topo uma fenda onde se mette á força uma pequena cunha de madeira, de modo a ficarem perfectamente apertadas no seu logar.

A's vezes convem que a sua cabeça fique enterrada na madeira, e então abre-se um furo de secção quadrada, chamado *espelho*, por

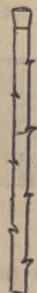


Fig. 104

onde se introduz a cavilha, que depois se guarnece com uma peça de madeira chamada *tampa*. Além das cavilhas também se empregam *pregos* na fixação das peças de madeira, podendo ser de ferro ou cobre, sendo os primeiros geralmente zincados. O comprimento do prego é geralmente  $\frac{22}{10}$  da espessura da peça de madeira que se quer fixar.

Para facilitar a collocação do prego abre-se primeiro um furo de pouca extensão e de diametro igual ao lado da sua secção medida a meio do seu comprimento.

Quando não se póde atravessar completamente as peças que se pretendem ligar e se deseja obter uma ligação muito resistente empregam-se os *parafusos de rosca de madeira*, feitos de ferro zincado ou latão. São formados por uma cabeça que póde ter formas variaveis, *fig. 105*, e um fuste composto de uma parte cylindrica *a b* e de uma parte *b c* levemente conica, na qual está enrolado o filete ou rosca, de perfil triangular.

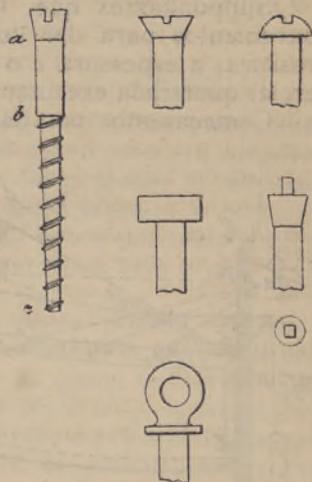


Fig. 105

Representando o diametro da parte cylindrica por *D*, as proporções habituaes d'estes parafusos são as seguintes :

Diametro da parte conica (fundo da rosca) {	na parte superior.....	0,75 <i>D</i>
	na parte inferior.....	0,65 <i>D</i>
Diametro circumscripto á rosca.....	no extremo superior.....	0,90 <i>D</i>
	no extremo inferior.....	0,75 <i>D</i>
Passo da rosca.....		0,75 <i>D</i>
Saliencia da rosca.....		0,125 <i>D</i>
Base da rosca.....		0,150 <i>D</i>

O comprimento da parte cylindrica é em geral  $\frac{11}{10}$  da espessura da peça que se pretendeu ligar. Quanto ao comprimento da parte rosca, depende da resistencia da madeira que tem de ser ligada pelo parafuso; admite-se que são precisos 7 a 8 filetes em presa nas peças de *carvalho*, e 10 a 12 nas peças de *pinheiro*.

Por ultimo, temos ainda para as ligações das peças de madeira os *pernetes*, que são pregos de ferro ou cobre, de secção circular e de maiores dimensões que os pregos.

## § 10.º

## Trabalho das peças em madeira

Limitamo-nos a dar indicações summarias sobre o modo de executar algumas das peças, que hão de formar o casco dos navios em madeira.

Supponhamos que, tendo escolhido um pau com as dimensões convenientes para dar um braço de uma balisa e conhecendo nós a grossura, a espessura e o seu contorno interior (dado por meio d'uma cercia) queremos executar essa peça.

Começaremos por desbastar o pau, de modo a obter duas faces

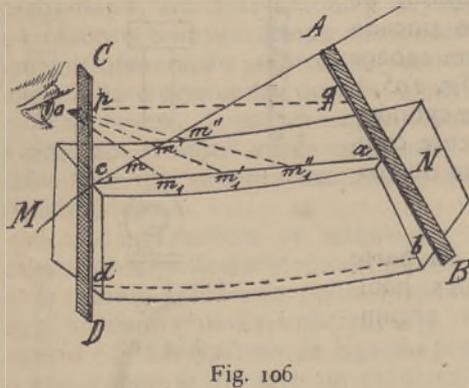


Fig. 106

parallelas e distantes entre si de uma quantidade igual á grossura do braço. Para isso prega-se em cada um dos topos *fig. 106*, uma regua *AB* e *CD*, de modo que duas das suas arestas se encontrem no mesmo plano, que será o plano que materialmente se quer executar, o que se obtém collocando-se o operario a uma certa distancia de uma d'ellas e verificando que os raios visuaes taes como *o p q* tangentes á primeira são tambem tangentes á segunda.

Estendendo então uma linha de *A* para *C* e visando-a de *O* tangencialmente á aresta *CD*, pódem se marcar uma série de pontos *m, m', m''*... que pertençam á linha *a c* traço do plano definido pelas arestas das duas reguas, sobre a face superior do pau. Voltando o pau, sem despregar as reguas, o que se pódem conseguir visto elle estar collocado sobre picadeiros, determina-se pelo mesmo processo o traço *d b* do mesmo plano sobre a face opposta.

Desbasta-se então o pau a machado, começando por talhar dois chanfros inclinados *a p c r* e *b q d s*, *fig. 107*, e em seguida fazem-se entalhes triangulares de distancia em distancia taes que, uma regua posta no fundo *m n*

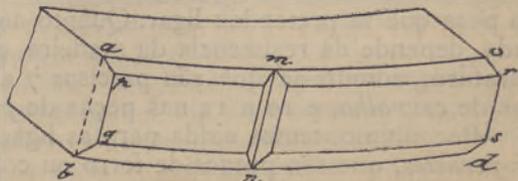


Fig. 107

do entalhe tenha os pontos *m e n* sobre os traços *a c*, e *b d* e ultima-

se o trabalho com o machado de modo a obter a superfície que se pretende.

Para obter a outra face paralela a esta, colloca-se uma regua  $XY$ , *fig. 108* sobre a face já talhada e com um compasso aberto da quantidade  $mn$  igual á grossura do traço, marca-se uma série de pontos taes como  $n$ , que pertenciam ao traço do 2.º plano.

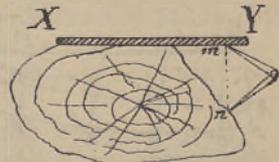


Fig. 108

O comprimento  $mn$  tem de ser marcado normalmente á regua  $XY$ , o que a pratica permite obter facilmente. Obtido o traço sobre uma, das faces, procede-se como no 1.º caso, até se obter a superfície paralela á 1.ª Resta-nos talhar as duas faces curvas, das quaes conhecemos o contorno e a largura. Faz-se repousar a peça sobre uma das suas faces planas já talhadas,

sobre a outra traça-se o contorno interior do braço por meio de fórmas ou cercias e seja  $a a' a''$  esse contorno, *fig. 109*.

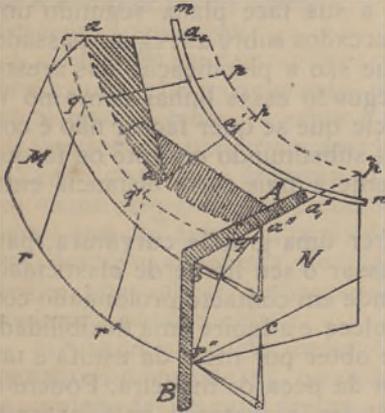


Fig. 109

Em varios pontos da curva traçada levantam-se perpendiculares sobre as quaes se marcam distancias  $a'' a''$ ,  $a' a'$ ... iguaes á largura do braço e pelos pontos assim obtidos faz-se passar uma curva  $a, a' a''$ , por meio de um virote, que será o contorno interior do braço.

Colloca-se em seguida sobre o pau um esquadro de carpinteiro, de modo que o seu ramo horizontal  $A$  coincida com uma das perpendiculares  $p'' q''$  e o outro  $B$  toque a face exterior.

Mede-se com o compasso a distancia  $a'' b$  comprehendida entre o contorno  $a a' a''$  do braço e o esquadro, e transporta-se essa distancia sobre a face inferior paralelamente ao ramo horizontal do esquadro, e tem-se assim um ponto  $c$  pertencente á aresta inferior de uma das faces curvas do braço. Do mesmo modo se obtem outros pontos d'essa aresta, e então procede-se como anteriormente. Se o escantilhão do braço é *solinhado* ou em *chiura*, basta substituir o esquadro por uma *suta* com a abertura igual ao angulo do escantilhão.

O taboado destinado ao forro exterior ou interior de um navio só é aparelhado depois da ossada estar montada. Esse taboado, para se poder applicar sobre a ossada, tem de soffrer deformações de differente natureza, mas quando as fórmas da querena não são muito accentuadas, as tabuas planas e direitas supportam facilmente essas

deformações. No caso contrario, as tabuas fatigam-se muito e podem estalar e é preciso então evitar a sua flexão no sentido de altura. A fim d'evitar essa flexão procede-se do modo seguinte: Seja  $MNPQ$ ,

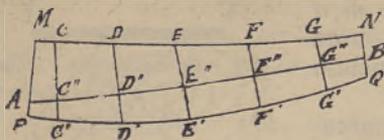


Fig. 110

fig. 110, o contorno de uma carreira de taboado traçada sobre a superfície de ossada. Applica-se sobre este contorno um virote ou fasquia  $AB$  rectilíneo e com uma direcção tal que fique todo comprehendido entre as arestas  $MN$  e  $PQ$  o que se consegue por simples flexão transversal.

Sobre este virote pregam-se, de distancia a distancia, umas pequenas reguas  $CC', DD' \dots$  dirigidas normalmente ao seu contorno e sobre ellas marcam-se os pontos d'encontro  $C, D, E, \dots C', D', E' \dots$  com as arestas  $MN$  e  $PQ$ . Transporte-se então o virote com as reguas n'elle pregadas para a peça que se quer aparelhar e planifica-se sobre a sua face plana segundo uma linha recta. D'este modo os pontos marcados sobre as reguas passados a superficie plana, dão duas linhas que são a planificação das arestas  $MN$  e  $PQ$ . Apparelhe-se a peça segundo essas linhas como no 1.º caso que tratamos. Quando a superficie que se quer facear não é concava, chega-se aos mesmos resultados substituindo o virote ou fasquia por uma linha bem tensa, que represente a mais curta distancia entre os topos  $MP$  e  $NQ$ .

Quando o taboado tem de soffrer uma grande curvatura, para que elle se possa vergar sem ultrapassar o seu limite de elasticidade natural, é primeiro levado á estufa, onde em contacto prolongado com o vapor d'água a 100º, a madeira amolece e adquire uma flexibilidade excepcional. A curvatura que se póde obter por meio da estufa é tanto menor quanto maior fôr a grossura da peça de madeira. Pódem-se vergar vigas grossas e dar lhes grandes curvaturas pelo processo Blanchard, baseado na propriedade que tem a madeira de resistir pouco á tracção mas muito á compressão. A madeira é submetida á estufa como nos casos ordinarios, mas dispõem-se as coisas de modo a evitar o alongamento das fibras da parte convexa, e d'este modo a peça é simplesmente submettida a compressão, o que lhe faz augmentar a sua resistencia. Para evitar a extensão de fibras interiores, a viga é guarnecida a todo o seu comprimento por uma lamina d'aço, que termina nos extremos por uma especie de caixas, onde são alojadas os topos, e n'estas condições ella não se poderá alongar, devido a esta armadura, e portanto não estala.

Este processo não tem sido muito usado, em consequencia do grande augmento de despesa que acarreta para a mão de obra. Muitas vezes o taboado apenas sae da estufa é curvado sobre a ossada e immediatamente pregado, mas isso tem o grande inconveniente de diminuir muito a sua duração, devido a que a madeira traz uma certa quanti-

dade de humidade que favorece a sua podridão. O melhor é curvar as peças sobre a ossada, apenas sahidas da estufa, fixando-as provisoriamente ao seu lugar, até esfriarem, em seguida tiral-as para fóra e deixal-as secçar muito bem.

As estufas empregadas para curvar as madeiras são tubos cylindricos de madeira formados por aduellas de pinho ligadas por braçadeiras de ferro, *fig. 111*, e techados no seu extremo por tampos em chapa, com parafusos de pressão.

O vapor é fornecido por uma caldeirinha alimentada com lenha ou aparas de madeira, de modo a diminuir muito a despesa de combustivel.

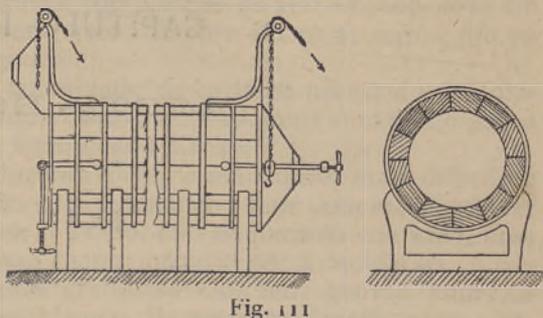


Fig. 111

Tambem se empregam estufas em chapa, que teem maior duração e são mais economicas, mas é conveniente forral-as de madeira ou alvenaria, a fim de evitar a condensação do vapor pelo resfriamento interior. O tempo durante o qual a madeira está mettida na estufa, varia com a sua grossura, mas geralmente gasta tantas horas quantas vezes essa grossura contém tres centimetros. A resistencia da madeira que foi submettida á estufa não é sensivelmente diminuida e a sua duração augmenta, devido a que o vapor d'agua penetrando entre as suas fibras lenhosas, dissolve as ultimas partes da seiva que ahí ainda possam existir.

Quando as peças teem pequenas dimensões, de modo que rapidamente pódem secçar, ou quando pela posição que occupam no casco pódem facilmente secçar, mesmo depois de postas no seu lugar, substitue-se o processo da estufa pelo de coser a peça em agua a ferver.

O taboado das embarcações é submettido geralmente a este processo, que lhes dá uma flexibilidade superior ao da estufa.

## CAPITULO II

### METAES

---

#### § 1.º

#### Ferro e aço

De todos os metaes empregados nas construcções navaes os mais importantes são os *metaes ferrosos*, isto é, combinações e ligas metallicas, nas quaes o ferro entra em grande proporção. O ferro chimicamente puro é um producto de laboratorio, sem applicação industrial, e para o tornar praticamente utilisavel, juntam-se-lhe outros corpos, que modificam de diversos modos as suas propriedades.

Os mais importantes são o *carbonio*, o *manganex*, o *silicio*, o *nickel*, o *chromo*, o *aluminio*, e ainda o *phosphoro* e o *enxofre*, mas este ultimo é prejudicial e por isso só deve entrar em proporções muitissimo pequenas. Não existindo nenhuma classificação racional dos metaes ferrosos damos aquella que durante muito tempo foi adoptada e que é baseada sobre a proporção de *carbono* :

*Ferro malleavel* ou *macio* é aquelle em que a quantidade de carbono não é superior a 0,3 0/0.

*Aço* em que a quantidade de carbono vae de 0,3 a 1,4 0/0.

*Ferro coado* ou *guza* em que a quantidade de carbono é superior a 1,4 0/0.

Como principal producto do tratamento dos mineraes de ferro, temos o *ferro coado* ou *guza*, que, além do ferro e carbono tem como elemento predominante o *silicio* e o *phosphoro*.

O processo pelo qual, dos mineraes de ferro, se obtem o *ferro coado*, consiste na *reducção*<sup>1</sup> que se faz em fornos especiaes, ditos *altos fornos*, onde o minerio está em contacto com o carvão fossil, a elevadas temperaturas e em camadas alternadas. O minerio funde-se e o ferro combina-se com o carbono, sendo recebido na parte inferior do forno, d'onde é tirado para moldes feitos na areia, tomando a fórma

---

<sup>1</sup> Ver *Metallurgia*.

de barras ou massas prismáticas de peso medio de 25 a 30 kilos, que se chamam *lingoados* ou *lingotes*.

Os altos fornos tambem podem trabalhar com carvão de madeira e o ferro coado assim obtido é muito mais puro, mas devido á enorme despeza que isso acarreta, este processo está hoje quasi posto de parte. O carbono, que entra na composição do ferro coado, está em parte chimicamente *combinado* com o ferro e em parte *misturado* na massa sob a fôrma de *graphite*.

Quando predomina a quantidade de carbono no estado de combinação temos o ferro coado *branco*; se predomina o carbono sob a fôrma de *graphite* temos o ferro coado *parado*.

O primeiro tem côr cinzento claro, é mais duro, mais difficil de trabalhar e mais quebradiço que o segundo: tem uma estructura de grão fino, é mais fusivel que o parado, não adquirindo comtudo, uma grande fluidez, sendo por isso menos proprio par a moldação.

O ferro *parado*, de textura granulosa é de uma grande fluidez, o que o torna muito util na moldagem. Bastante malleavel, tenaz e resistente, é menos duro que o ferro branco, a sua côr exterior é negro azulado, e quanto menos carregada fôr tanto menos malleavel é. Fundido e esfriado bruscamente, adquire as propriedades do ferro coado branco. Percutido com o martello dá um som surdo e conserva os vestigios da pancada. <sup>1</sup>

Sob o ponto de vista do seu emprego, o ferro coado pode-se classificar em dois grupos: — *Ferro coado de affinação* o que é destinado por transformações ulteriores, ao fabrico do ferro propriamente dito e do aço; *ferro coado para moldagem* destinado a uma segunda fusão, em fornos especiaes ditos *forneos de manga* ou de *fundição*, para dar logar ás peças moldadas.

## § 2.º

### Ferro propriamente dito ou ferro macio

O ferro macio póde ser obtido partindo *directamente* do mineral, que é o processo classico empregado ainda em certas regiões, conhecido pelo nome de processo *catalão* <sup>1</sup> ou partindo do ferro coado e eliminando-lhe em grande parte os elementos extranhos que elle contém, isto é, o *carbono*, *silicio*, *manganez* e *enxofre*, pela *afinação*, <sup>1</sup> e temos então o *processo indirecto*. No *processo catalão*, applicavel aos minerios ricos, o minerio misturado com o carvão de madeira é aquecido a uma temperatura elevada, no forno *catalão*, d'onde é tirado sob a fôrma de uma massa esponjosa, que em seguida é levada

<sup>1</sup> Ver *Metallurgia*.

á bigorna, e ahi expurgada das suas escorias pela acção de nm enorme martello.

Para se obter o ferro pelo *processo indirecto* emprega-se em geral o methodo de *puddlagem* em fornos de reverbero.<sup>1</sup>

Os blocos de ferro coado partidos em pedaços, são fundidos novamente na soleira d'esses fornos, ao contacto da chamma e dos proctos de combustão; o oxigenio do ar combina-se com o carbono do ferro coado, formando o *oxido de carbono* que arde, e no seio da massa fundida formam-se umas bolas de ferro, que se vão reunindo umas ás outras por meio de um rôdo, com que se remeche constantemente a massa metallica; formam-se então uns pequenos *blocos* ou *lupas* de ferro que em seguida vão ser batidos pelo martello pilão.<sup>1</sup>

Estes blocos ou lupas de ferro puddlado são aquecidos e comprimidos pela prensa ou malho varias vezes, com o fim de as tornar cada vez mais puros, compactos e homogeneos e só então é que são passados ao *laminador*, que os reduz á fórma de chapas, barras, e ferros perfilados, etc.<sup>1</sup>

Todos os processos usados para a fabricação do ferro tem cahido em desuso á medida que se tem desenvolvido os processos de fabricação do aço, de modo a obtel-o muito barato, e basta citar o facto de *Creusot* ter hoje apenas uns 15 fornos de puddlagem, quando ha uns vinte annos possuía uns 100 em actividade.

O ferro macio de boa qualidade é resistente, ductil e malleavel, susceptivel de se tornar pastoso pelo calor, e em tal estado, tomar todas as formas que se lhe queira imprimir com o martello e de soldar sobre si mesmo, e não é quebradiço.

O exame da fractura de uma barra de ferro macio pôde fornecer uteis indicações sobre a qualidade do metal.

Essa fractura obtem-se fazendo, a uns 0<sup>m</sup>,10 da extremidade da barra, um entalhe com cerca de  $\frac{1}{4}$  da sua espessura e terminando a ruptura batendo-o com um martello.

A côr geral deve ser cinzento mais ou menos claro e ter um brilho metallico, tanto mais vivo quanto a côr é mais carregada. Uma fractura que apresente uma côr escura e sem brilho, denuncia a presença de enxofre em forte proporção, o que torna o metal quebradiço e de qualidades mecanicas mediocres. A fractura deve ainda apresentar um grão fino, homogeneo e a sua superficie deve ser ouçada de pequenas asperezas indicando que houve arrancamento e que as particulas do metal estavam bem adherentes entre si. Uma fractura de grão grosso, irregular e apresentando umas facetas crystalinas, é indicio da presença de muito phosphoro, e o ferro é de má qualidade.

---

<sup>1</sup> Ver *Metallurgia*.

## § 3.º

Aço <sup>1</sup>

O aço differe do ferro coado e do ferro macio pela quantidade de carbono que contem, que é menor que no ferro coado e maior que no ferro forjado.

Quanto maior fôr essa percentagem de carbono tanto mais duro e fragil é o aço, mais apto para a tempera e mais facilmente fusivel.

Quanto menos carbono tem, mais se approxima do ferro e portanto das más qualidades, e é então mais malleavel, pouco susceptivel de tempera e difficilmente fusivel.

Do que acima dissémos se conclue que podemos obter o aço por dois processos differentes, ou descarborando o ferro coado (*aço pudlado*) ou carborando o ferro macio (*aço de cementação*). Estes processos, que datam de epochas muito antigas, não são empregados na fabricação do aço em grande escala, nem se prestam a uma produção economica. Hoje usam-se principalmente os processos Bessemer e Martin Siemens, sendo este ultimo o preferido em construção naval.

O processo Bessemer consiste em produzir a *afinação* tão completa quanto possivel, d'um banho de ferro coado liquido no qual se injecta ar sob a fôrma de jactos muito divididos e dissolver em seguida n'este banho, uma quantidade conveniente de guza especial, de modo a encorporar-lhe os elementos precisos (*carbono e manganez*) para o transformar em aço. Esta operação é feita n'um aparelho especial chamado *convertedor* de Bessemer, de cuja descripção e theoria nos não occupamos. <sup>1</sup> O processo Bessemer nem sempre permite obter aços com uma dosagem bem conhecida antecipadamente e bem uniforme, ao passo que o processo Martin Siemens permite obter aços regularmente dosados e contendo quaesquer outros elementos differentes do carbono e manganez, isto é, obter toda a serie de aços empregados nas construções navaes. O processo Martin Siemens, tal como hoje é praticado, consiste em fundir uma certa quantidade de ferro coado, na soleira d'um torno especial (forno Martin Siemens) e dissolver n'esse banho uma quantidade conveniente de sucata de ferro ou de aço de bôa qualidade mais ou menos oxydados. O carbono existente no banho de ferro coado, reparte-se então por uma massa ferrosa maior, proveniente da encorporação da sucata, e assim temos uma verdadeira *afinação*. Como se pôde adicionar ao banho de ferro coado, quantidades maiores ou menores de *sucata*, pode-se levar a

<sup>1</sup> Ver *Metaliurgia*.

afinação ao grau que se quizer. N'este processo nada impede que, no momento final da operação, se addicione ao banho quaesquer outros elementos differentes do carbone e manganez, como *nickel*, *chromo*, *tungstenio*, etc., em proporções determinadas, e assim se obtem qualquer typo de aço. A composição da soleira d'estes fornos varia conforme a natureza do ferro coado que se quer tratar e do aço que se deseja obter.

Se o ferro coado não é phosphoroso, isto é, se não tem mais de 5 % de phosphoro, emprega-se a *soleira acida*, feita de areia sili-ciosa; se o ferro coado é phosphoroso, recorre-se á *soleira barica* feita de dolomia com magnesia.

Querendo-se obter aços muito puros ou contendo proporções bem exactas de outros corpos, que não sejam carbono e manganez, emprega-se a *soleira neutra* feita de ferro chromado.

A capacidade util dos fornos Martin varia de 5 tons. a 40 tons. tendo-se chegado a construir fornos de 75 tons.

Estes fornos só são economicos quando trabalham com as cargas maximas para que foram construidos.

A duração de uma operação é de 8 a 12 horas com fornos de capacidade media.

#### § 4.º

### Provas dos materiaes

Diz-se que um solido trabalha á *tracção*, quando se encontra submettido á acção de forças que tendem a produzir o afastamento das suas moleculas.

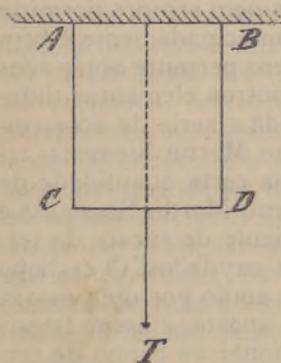


Fig. 112

Assim consideremos uma viga *A, B, C, D*, fig. 112, segura por um dos seus extremos e submettida á acção de uma força *T*, dirigida segundo o seu eixo, e applicada ao centro da sua base inferior, actuando na direcção da seta.

Diz-se então que a viga *ABCD* trabalha á *tracção*.

Um solido qualquer fazendo parte d'uma construcção, de uma machina onde um mecanismo é sollicitado por forças externas, as quaes, segundo o modo como actuam e as deformações que tendem a produzir, dão lugar a varias especies de esforços. A resistencia dos materiaes demonstra que todos os

casos que se possam apresentar, se podem submitter ao calculo, comtanto que se conheça para cada especie de material a sua resistencia

á tracção e d'aqui se vê a necessidade de submeter os materiaes ás *provas de tracção*

A propriedade em virtude da qual um corpo deformado tende a retomar a fórma que primitivamente tinha, logo que cessam de actuar as forças que produziram esta deformação, constitue a *elasticidade* da materia.

O maximo esforço que se pôde fazer actuar sobre um corpo sem lhe produzir uma deformação permanente é o seu *limite de elasticidade*.

Ultrapassado elle, a deformação subsiste total ou parcialmente e continuando a augmentar os esforços chega-se á *ruptura*.

Referindo-nos ainda á viga anterior, representemos por  $T$  a força *trahente*, por  $L$  o comprimento primitivo da viga, por  $S$  a area da sua secção recta e por  $l$  o seu alongamento.

A experincia demonstra que enquanto a força  $T$  não excede o limite da elasticidade do material de que é constituída a viga, o alongamento  $l$  é directamente proporcional á força  $T$  e ao comprimento  $L$  e inversamente proporcional a  $S$  e a um coefferiente  $E$  chamado *modulo de elasticidade* constante para cada especie de material.

Esta lei pôde ser representada pela formula :

$$l = \frac{T \times L}{S \times E}$$

Chama-se *carga de ruptura* de um material qualquer, ao quociente do esforço maximo a que é necessario submeter o para lhe produzir a sua ruptura pela sua secção recta. A *carga de ruptura* é sempre referida a sua secção recta expressa em millimetros quadrados e assim se diz que a carga de ruptura do ferro é de  $35^k$  por  $m/m^2$  e do ferro homogeneo ou aço é de  $45^k$  por  $m/m^2$ .

As *provas de tracção* consistem em submeter uma barreta de forma prismatica, do material que se pretende provar, a uma *força de tracção*, cuja intensidade se vae augmentando lentamente até se produzir a sua *ruptura*.

Dividindo então a força que produziu a ruptura da barreta, pela sua secção expressa em millimetros quadrados, teremos a *carga de ruptura*. Medindo ainda o comprimento da barreta no principio da barreta no principio da experincia e no fim, isto é, no momento em que se rompe, teremos o *alongamento* que ella soffreu, quando submettido a um esforço, que é a carga de ruptura, e que se diz *alongamento á ruptura*.

Estes dois elementos definem de um modo sufficiente as qualidades do material e permitem julgar se elle está ou não em condições de ser empregado nas obras que se pretendem fazer. As *provas de tracção* executam-se em machinas especiaes ditas *balanças de provar*

*metaes*, de que ha varios typos. Na *fig. 113* damos um esboço d'uma d'estas machinas.

Esta balança é constituida por uma alavanca *A* tendo dois pratos nos seus extremos. A *barreta b* que se quer provar, é encastrada pelos seus extremos nas duas peças *a a*, uma d'ellas fixa ao suporte *H* do aparelho e a outra na propria alavanca *A*. O prato *p* é des-

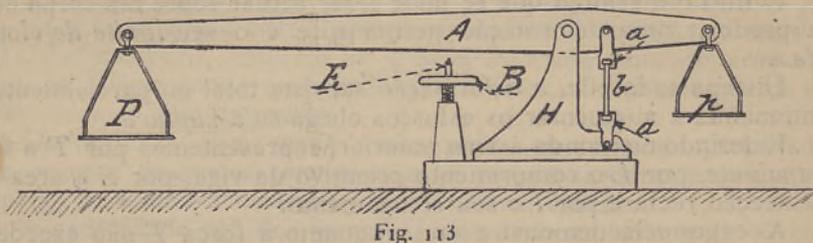


Fig. 113

tinado a receber pequenos pesos, que mantenham a alavanca *A* em equilibrio no principio da experiencia. Collocando gradualmente pesos no prato *P*, vae-se assim exercendo uma tracção sobre a *barreta b*, até se dar a sua ruptura.

A acção dos pesos collocados no prato *P* é amplificada pela relação dos comprimentos dos dois braços de alavanca *A*.

Um pequeno volante *B*, que commanda um parafuso *E*, permite seguir o deslocamento á alavanca *A* e impedir que ella dê uma pancada brusca no momento da ruptura.

O outro typo de balança muito em voga é o representado na *fig. 114* em que a força de tracção é obtida por meio d'um motor

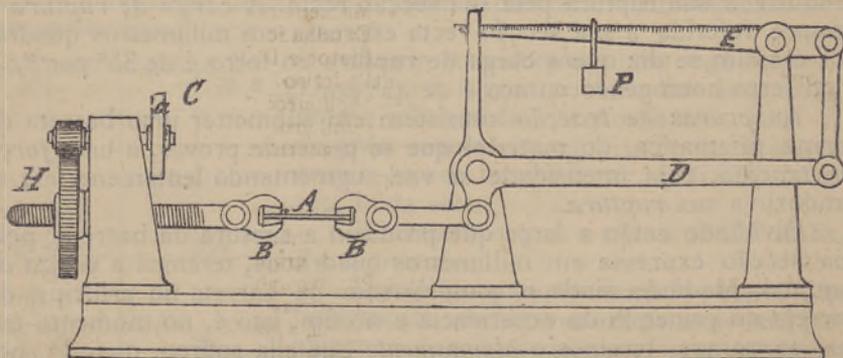


Fig. 114

qualquer e transmittida á balança por meio d'uma correia sem fim e do tambor *C*.

D'este modo pode-se imprimir ao tambor *c* uma serie de velocidades de rotação e assim conseguir que a intensidade da força tra-

hente vá augmentando gradual e lentamente. A barreta a provar *A* vae encastrada nas duas peças *B*, *B*, uma das quaes é solidaria com o parafuso *H* e a outra está ligada a um systema de alavancas articuladas. O peso *P* deslocando-se ao longo da alavanca *E*, deve manter o equilibrio durante a experiencia, e a sua posição mede portanto a intensidade do esforço que produziu a ruptura da barreta.

N'outras machinas a tracção é produzida por meio de cylindros hydraulicos. A *fig. 115* representa o typo de *barretas* empregadas para ensaios de material.

Quando se trata de chapas e ferros perfilados usam-se as barretas de secção rectangular; para quaesquer outras peças empregam-se as barretas de secção circular.

As extremidades das barretas são munidas de appendices como se vê na figura de modo a facilitar a sua collocação na balança.

O comprimento util da barreta, representado na figura por *AB*, e sobre o qual se medem os alongamentos, é em geral de 200 millimetros e os pontos *A* e *B* são marcados bem visivelmente, por meio de um ponção.

Para os metaes não malleaveis, como é o ferro coado, não se faz em geral a prova de tracção e limita-se ao ensaio de ruptura por flexão. Para isso emprega-se uma barra de secção quadrangular tendo 50 millimetros de lado e 60 centimetros de comprimento, *fig. 116*, apoiada sobre dois supportes distantes entre si de 50 centime-

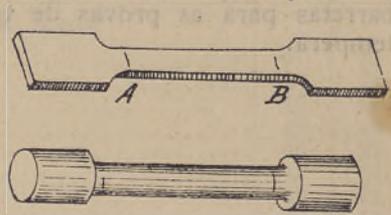


Fig. 115

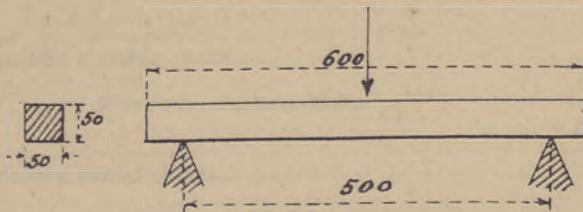


Fig. 116

tros. Mede-se em seguida a carga que é preciso applicar ao meio d'esta barra para lhe produzir a sua ruptura, assim como a flecha que elle acusa no momento da ruptura. Por cada lote de chapas (cada lote tem em geral 50 chapas) talham-se seis barretas, sendo tres no sentido do comprimento e tres no sentido da largura.

Estas barretas tem por secção um rectangulo, em que o lado menor é igual á espessura das chapas e o maior tem 30 millimetros.

Para chapas de 20 millimetros de espessura, a barreta tem por secção um quadrado de lado igual á espessura da chapa.

Além das provas de tracção, que são feitas *a frio*, tambem se executam provas *a quente*, a fim de verificar se o material é capaz de soffrer o trabalho necessario para lhe dar determinadas formas, sem apresentar signaes de ruptura ou se fender, e tratando-se do aço, fazem-se provas de *tempera*, para verificar se o metal não é susceptivel de se *temperar*, qualidade inadmissivel nos aços destinados á construcção naval.

Emfim, por cada lote de ferros perfilados, talham-se tambem 4 barretas para as provas de tracção e 10 barretas para a prova de tempera.

Tabella das cargas de ruptura e dos alongamentos para chapas e ferros perfilados segundo as normas da Marinha Real Italiana

Designação do material	A Carga por $\frac{m^2}{quad.}^o$	B Alongamento por %
<b>Ferro homogeneo ou Aço</b>		
Chapas — Espessura de 1 <sup>mm</sup> a 2 <sup>mm</sup> .....	47	10
» » de 2 a 3 .....	46	13
» » de 3 a 4 .....	45	16
» » de 4 a 6 .....	45	18
» » de 6 a 8 .....	43	21
» » de 8 a 20 .....	42	22
» » de 20 a 30 .....	42	24
Contra-fortes — Espessura de 1 <sup>mm</sup> a 4 <sup>mm</sup> } No sentido do comprimento	47	13
» » de 4 a 6 } » largura .....	45	12
» » de 6 a 8 } » comprimento	46	19
» » de 8 a 20 } » largura .....	44	17
» » de 20 a 30 } » comprimento	44	22
» » de 20 a 30 } » largura .....	42	20
» » de 20 a 30 } » comprimento	43	23
» » de 20 a 30 } » largura .....	41	21
» » de 20 a 30 } » comprimento	43	25
» » de 20 a 30 } » largura .....	41	23
Ferros em L, em T e com nervura — Espessura de 2 <sup>mm</sup> a 4 <sup>mm</sup> .....	46	18
» » » » de 4 a 8 .....	44	22
» » » Superior a 8 .....	42	24
Ferros em Z, em duplo T e duplo T com nervura:		
Espessura 2 <sup>mm</sup> a 4 <sup>mm</sup> .....	46	16
» 4 a 8 .....	44	20
Superior a 8 .....	42	22
Varão, vergalhão e barra chata .....	46	20
<b>Ferro extra-fino</b>		
Chapas .....	35	10
Cantoneiras .....	35	12
Varão, vergalhão e barras chatas .....	34	12
<b>Ferro fino</b>		
Chapas .....	31	5
Contra-fortes } No sentido do comprimento .....	34	9
} » largura .....	28	3,5
Ferros em L, em T e em duplo T .....	34	9
Varão, vergalhão e barra chata .....	33	9
<b>Ferro ordinario</b>		
Chapas .....	28	3
Contra-fortes } No sentido do comprimento .....	32	6
} » largura .....	26	2,5
Ferros em T e duplo T .....	32	6
Varão, vergalhão e barra chata .....	31	6

## § 5.º

## Provas a quente

*Para chapas* — 1.º Fabricar uma calote espherica com os bordos chatos como se vê na *fig. 117*. A corda *AB*, medida interiormente, deve ser igual a 40 vezes a espessura da chapa e os bordos *BC* e *DA* devem ser eguaes a 10 vezes a dita espessura. A flecha *f* varia segundo a qualidade do metal.

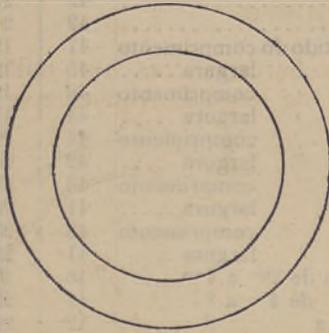
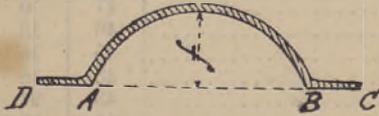
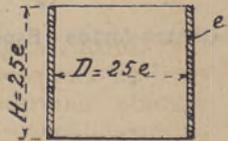


Fig. 117

2.º Enrolar a chapa em fôrma de cylindro, *fig. 118*, cuja altura e diametro interior são eguaes a 25 vezes a espessura da chapa.



*Para cantoneiras em L* — 1.º fabricar uma especie de *annel*, *fig. 119*, de modo que uma das abas da



Fig. 118

cantoneira fique n'um plano perpendicular ao eixo do cylindro formado pela outra aba. O diametro d'este cylindro medido internamente é tres vezes e meia a largura da aba que se conservou plana.

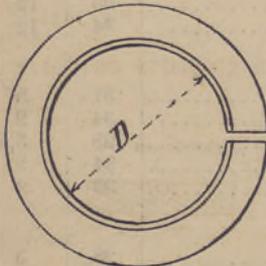
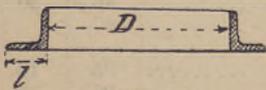


Fig. 119

2.º Abrir as duas abas da cantoneira de modo a ter um angulo de 140º, *fig. 120*, nos aços ordinarios, e 180º nos aços superiores e fechala até a um angulo de 40º, *fig. 121*, no primeiro caso e oº no segundo.

*Para ferros em T*. Executa-se um meio *annel*; *fig. 122*, de modo que a lamina central ficando no seu plano a outra forme um meio cylindro de diametro interior igual a 4 vezes a altura do *T*.

*Para ferros em I*. Talha-se a frio por meio de corta-frio a alma da cantoneira, no sentido longitudinal e n'uma extensão igual a 3 vezes a altura tota do ferro, *fig. 123*; pratica-se em seguida um furo na extremidade

da fenda, e verga-se depois a quente uma das metades assim separadas até que o angulo formado pelos dois ramos seja igual a 45°.

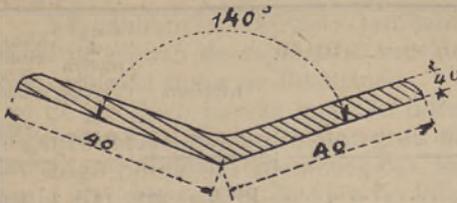


Fig. 120

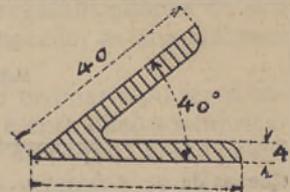


Fig. 121

§ 6.º

Provas de tempera

Cortar-se-ha das chapas fornecidas barretas com 260 millimetros de comprimento e 40 millimetros de largura. Aquecem-se em seguida uniformemente até ao rubro cereja e depois são mettidas n'agua a 28º centigrados.

Assim preparadas, dá-se-lhes a fórma indicada na *fig. 124* por meio de

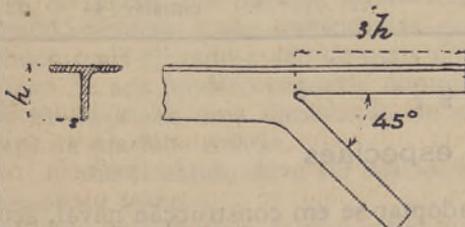


Fig. 123

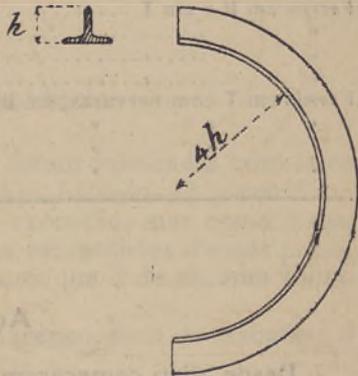


Fig. 122

prensa até que o raio de curvatura seja igual á grossura da barreta,

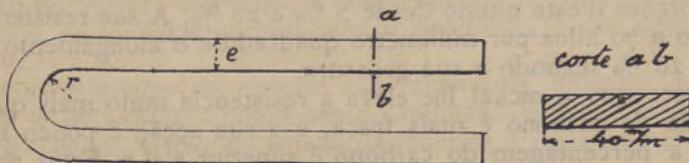


Fig. 124

se ella fôr tirada d'uma chapa, ou igual a uma vez e meia da sua grossura, se fôr tirada de um ferro perfilado.

Tabella das cargas de ruptura e alongamentos para chapas e ferros perfilados em aço, em uso na Marinha de Guerra Portugueza

Material	Espessura	Carga de ruptura em kilos por mm <sup>2</sup> de secção	Alongamento médio minimo por cento
Chapas de.....	1 <sup>mm</sup> ,5 a 2 <sup>mm</sup>	47 <sup>k</sup>	10
» » .....	2 a 3	46	13
» » .....	3 a 4	45	16
» » .....	4 a 6	45	18
» » .....	6 a 8	43	21
» » .....	8 a 20	42	22
» » .....	20 a 30	42	24
Contrafortes de .....	1 <sup>mm</sup> ,5 a 4 <sup>mm</sup>	47	13
» » .....	4 a 6	46	19
» » .....	6 a 8	44	22
» » .....	8 a 20	43	23
» » .....	20 a 30	43	25
Ferros em U e em T.....	2 <sup>mm</sup> e 4 <sup>mm</sup>	46	18
» .....	4 e 6	44	22
» .....	6 e 8	44	22
» .....	8 e mais	42	24
Ferros em T com nervuras, em U, em I ou Z.....	2 <sup>mm</sup> a 4	46	16
» » » » .....	4 a 6	44	20
» » » » .....	6 a 8	44	20
» » » » .....	8 e mais	44	22

## § 7.º

## Aços especiaes

Desde 1896 começaram a adoptar-se em construcção naval, aços especiaes, caracterisados pela sua elevada resistencia como são o *aço*, *nickel* e o *aço duro*.

O *aço nickel* não é mais que uma liga de *ferro* e *nickel*, variando as proporções d'este ultimo desde 5 % a 25 %. A sua resistencia varia de 60 a 70 kilos por millimetro quadrado e o alongamento vae de 12 % a 20 % segundo a sua grossura.

Parece que o *nickel* lhe eleva a resistencia tanto mais quanto a proporção de carbono é mais fraca, e a sua acção é pouco sensivel quando a percentagem do carbono é superior a 0,5. Estes aços forjam-se bem e deixam-se forjar pelas ferramentas. São empregados na construcção de pavimentos protegidos e blindagens dos contra-torpedeiros. A sua resistencia á corrosão cresce com a percentagem de *nickel*, mas depende bastante do estado da sua superficie.

Esta qualidade de aço foi empregada no revestimento da quereña da canhoneira torpedeira «Tejo» em chapas de 0<sup>m</sup>,006 de espessura.

Na canhoneira «Patria» também se empregaram chapas de *aço nickel* de 0<sup>m</sup>,015 de espessura, servindo de protecção, as quaes foram collocadas na linha de fluctuação.

O *aço duro* parece que não differe do aço ordinario ou ferro homogeneo senão por um maior grau de pureza, e com effeito a fabricação exige operações metallurgicas muito mais aturadas. A sua resistencia á ruptura varia de 55 a 60 kilos e chega mesmo a 70 kilos por millimetro quadrado com um alongamento que vae de 15 0/0 a 20 0/0. Estes aços são também muito empregados nos contra-torpedeiros e nos pavimentos protegidos dos couraçados.

Entre nós foi empregado o *aço duro* na coberta couraçada do Cruzador *Rainha D. Amelia*, constituindo um segundo plano de chapas, cujas espessuras variam de 0<sup>m</sup>,013 a 0<sup>m</sup>,018. A mesma qualidade d'aço foi empregada na torre de commando e tubo de protecção do transmissor d'ordens.

### § 8.º

## Aço fundido ou moldado

As peças que durante muito tempo foram fabricadas com ferro coado, tendem a ser substituidas pelo aço fundido. O preço é um pouco mais elevado e são de mais difficil execução, mas como o emprego de aço fundido permite diminuir os escantilhões d'essas peças, obtem-se assim uma diminuição de peso, o que é de enorme vantagem na marinha militar.

O metal obtido deve ser macio, homogeneo, facil de trabalhar á lima e ao torno.

As experiencias a que estão sujeitas as peças de aço moldado são *experiencias de tracção*, de *choque* e de *dobramento*. Nas experiencias de tracção empregam-se *barretas* de secção circular, com um diametro de 0<sup>m</sup>,0138 e 0<sup>m</sup>,100 de comprimento, devendo accusar uma resistencia de 42 kilos por millimetro quadrado, e um alongamento de 18 0/0.

As experiencias de choque são feitas com *barretas* de 0<sup>m</sup>,020 de lado e 0<sup>m</sup>,200 de comprimento, apoiadas sobre dois cutellos á distancia um do outro de 0<sup>m</sup>,160. A *barreta* é sujeita ao choque de um *martello pilão*, de 18 kilos de peso e cahindo de uma altura de dois metros, devendo apresentar então uma flecha de 0,040, sem dar indicio de *ruptura* ou *fenda*.

Depois da experiencia do choque, as mesmas *barretas* serão dobradas ao alto, por meio de uma prensa, até formarem um angulo de

20º sem que se manifeste nenhum signal de ruptura. As barretas são obtidas nas proprias peças, sobre os *gitos*, ou fundidas ao mesmo tempo que as peças e ligadas a estas por um jacto de fundição; não podem ser desligadas das peças antes d'estas serem recosidas e temperadas.

### § 9.º

## Cobre

Depois do ferro, o *cobre* é um dos metaes mais importantes nos usos industriaes. Póde ser empregado no estado puro, e é então muito malleavel tendo uma tenacidade intermedia entre o ferro e os açoes ordinarios. N'estas condições só é utilisado em marinha, na construção dos tubos de vapor e agua, de fios para conductores electricos, folhas ou terços para forrar as querenas dos navios de madeira, e para cavilhas e pregos.

Sobre o tratamento do minerio de cobre e a sua afinação deve o leitor consultar o volume d'esta bibliotheca, *Metallurgia*, (pag. 51),

O grau de pureza nos terços e chapas de cobre deve ser constatado por uma analyse chimica, não se admittindo mais que tres millesimos de materias estranhas. Devem ser bem laminados, de igual espessura, sem fendas ou outros defeitos indicando a existencia de impurezas exteriores ou cavidades interiores.

Para apreciar a qualidade do metal, procede-se do modo seguinte: aquece-se ao *rubro sombrio* a extremidade d'uma chapa, molha-se em seguida com agua fria e dobra-se então o seu bordo para fóra de modo a formar um angulo de 90º, não se devendo notar nem ruptura nem fendas.

Tambem se costumam construir calotes esphericas e tubos rectos cujos diametros interiores variam conforme a espessura dos terços ou chapas. Assim, para terços de um millimetro de espessura, o diametro interior do tubo é de 10 millimetros; para terços de 2 millimetros de espessura usa-se um diametro de 60 millimetros, etc.

O cobre é o ponto de partida de um grande numero de ligas, dotadas de propriedades diversas, e d'entre ellas sómente nos occupamos das que teem applicação em construção naval e que são os *bronzes e latões*.

O *bronze* é uma liga de cobre e estanho. Os bronzes empregados na marinha contêm ainda uma certa quantidade de *zinco*, cuja proporção não deve ser superior a 2 0/0.

Tem uma côr amarella, são mais resistentes que o cobre, mas são muito pouco malleaveis prestando-se muito bem ás operações de moldagem e deixam-se trabalhar facilmente pelas ferramentas.

As proporções do cobre e do estanho variam segundo o empre-

go do bronze que se quer obter. O nosso Arsenal emprega cinco typos de bronze, a saber:

Para chumaceiras de tirantes motores sem anti-fricção 84 % de cobre e 16 % de estanho.

Para corrediças, chumaceiras de veios, plainas sem anti-fricção, 86 % de cobre e 14 % de estanho.

Caixas de bucins, quadros para compensadores, collares de excentricos, chumaceiras com anti-fricção, bucins, torneiras, valvulas e guarnições de embolos, 88 % de cobre e 12 % de estanho.

Helices, caixas para encanamentos, séde de valvulas, corpo de bombas alimentares e de porão, volantes, guarnições de niveis d'agua, caixa de alimentação e hastes de embolos, 90 % de cobre e 10 % de estanho.

Manilhas para encanamentos, recipientes e encanamentos, 94 % de cobre e 6 % de estanho.

### § 10.º

## Latão

E' uma liga de cobre e zinco, geralmente na proporção de  $\frac{2}{3}$  de cobre e  $\frac{1}{3}$  de zinco. Funde-se a uma temperatura mais elevada que o bronze, não se prestando como elle á moldação, mas em compensação é muito mais malleavel.

O latão laminado é empregado na construcção de tubos de caldeiras; contém, 68 a 70 % de cobre e 30 a 32 % de zinco.

O latão em barra destinado a ser trabalhado pela ferramenta, conhecido pelo nome de *latão de torneiro*, contém 2 % de chumbo e alguns millesimos de estanho, e é mais quebradiço que o latão ordinario.

O latão em chapas ou barras é tambem submettido a provas semelhantes ás empregadas para o cobre. No caso de ser em barras, talha-se um pedaço cujo comprimento seja 20 vezes a espessura e enrola-se a frio em fórma de anel: sendo em chapa fabrica-se uma calote espherica ou um tubo recto do mesmo modo que nas provas do cobre.

### § 11.º

## Metal Müntz

E' uma especie de latão contendo geralmente 53 % de cobre, 42 % de zinco e 3 % de chumbo. E' muito empregado em Inglaterra e Italia em laminas ou terços para forrar as querenas dos navios de madeira, em substituição dos terços de cobre.

O seu emprego tende a generalizar-se devido a ser mais barato que o cobre e dar quasi os mesmos resultados.

## § 12.º

## Bronzes especiaes

Temos em primeiro logar o *bronze d'aluminio*, que é uma liga de aluminio com 3 0/0 a 6 0/0 de cobre, que se tem tentado empregar na construcção dos cascos dos navios em substituição do aço ordinario. Esta liga tem uma densidade 2,9 cerca, uma resistencia á ruptura de de 20<sup>kg</sup> e 16 0/0 de alongamento, resultados comparados dos bons ferros. O seu emprego não tem sido generalizado em razão de se alterar muito rapidamente sob a acção da agua salgada, mas tem dado bons resultados na construcção de pequenos rebocadores e escaleres a vapor, destinados a navegar em agua doce.

Na cathogoria de bronzes especiaes temos os *bronzes de alta resistencia*, cujo processo de fabricaçção não é bem conhecido, pois constitue segredo das diversas fabricas.

Encontram-se no commercio varios typos d'estes bronzes como são o *bronze Roma*, o *metal diamante*, o *metal Delta*, o *bronzium*, etc. São empregados na construcção de helices, tubos lança-torpedos dos submarinos, cadastes, rodas de prôa, lemes, supportes interiores dos veios dos helices, etc.

Pódem ser laminados sob a fórma de chapas e barras perfiladas e sob essa fórma tem sido empregados na construcção de cascos de pequenas embarcações e de barcos submarinos. A sua densidade é de 8,3 e 8,6 e fundem a 1000º.

A preparaçção das ligas de que nos temos occupado, é bastante complicada; derrete-se em *cadinhos* ou em *fornos ordinarios de reverbero*, segundo a quantidade do metal que se deseja obter.

Funde-se primeiro o cobre misturado com *sucata de bronzes* de composição conhecida e quando o banho está bem fluido juntam-se os outros corpos, *zinco*, *estanho*, *aluminio*, etc. Obtem-se assim um bronze de *primeira fusão* que é vasado em moídes metallicos. As barras e placas assim obtidas são classificadas segundo o aspecto de fractura e os resultados das analyses chimicas.

Preparam-se os bronzes de 2.<sup>a</sup> fusão, fundindo geralmente 60 0/0 de bronzes da 1.<sup>a</sup> fusão e 40 0/0 de bronzes de composição conhecida. Além dos metaes que temos estudado ainda tem applicação na marinha o *zinco*, o *estanho* e o *chumbo*.

O *zinco* encontra-se no commercio em chapas de 1<sup>m</sup> × 2<sup>m</sup> ou 1<sup>m</sup> × 2<sup>m</sup>,25 tendo de espessura 0<sup>mm</sup>,8 a 1<sup>mm</sup>,6.

E' quasi sempre impuro, contendo principalmente ferro, arsenico, chumbo e estanho, e na nossa marinha é prescripto que o maximo de materias estranhas não deve ir além de 2 0/0.

As chapas ou *terços de zinco* devem ter uma espessura uniforme e regular sem rugas, gretas, sobre-espessuras e devem ser bastante

malleáveis, para que, ligeiramente aquecidas, se possam enrolar sem partir.

Emprega-se muito na preparação do latão e bronzes, como protector dos revestimentos de madeira dos cascos metallicos em substituição dos terços de cobre e na zincagem das peças de ferro ou aço.

O *estanho*, que se encontra no commercio em *barrinhas*, em folhas delgadas, em lingotes com  $0^m,35 \times 0,15$ , é utilizado nas soldas, na estanhagem das peças metallicas e principalmente na preparação dos bronzes.

Não deve conter mais 1,5 % de materias extranhas. E' muito malleavel e fuzivel, pouco tenaz, e quando se dobra faz ouvir um estalido conhecido com o nome de *grito do estanho* e que é tanto mais pronunciado quanto mais puro fôr o metal.

O *chumbo* encontra-se no commercio, ou em chapas de  $1^m$  a  $1^m,5$  de espessura ou em tubos cujo diametro interior vae  $0^m,009$  a  $0^m,120$ .

Não deve conter mais de 5 % de materias estranhas e muitas vezes impõe-se a condição de que a sua densidade não deve ser inferior a 11,25.

Emprega-se principalmente nas canalizações d'agua, na preparação das pinturas, como são o *alvaiade de chumbo*, o *zarcão*, e como torro de certas partes do navio.

### § 13.º

#### Forma dos materiaes metallicos

Os materiaes do ferro e aço empregados na construção dos cascos são *chapas* e *ferros perfilados*. Estes ultimos pódem ter varias

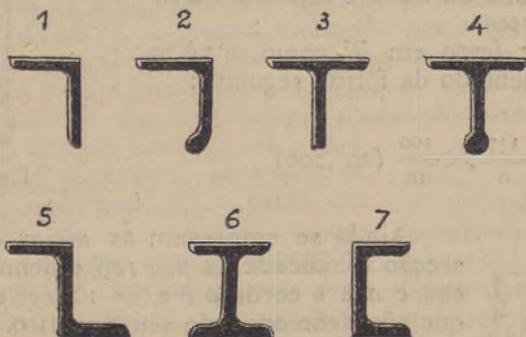


Fig. 125

formas de secção com o fim de se obter uma maior resistencia á flexão e ainda de facilitar as ligações. Na *fig. 125* damos as varias formas usadas e que tomam os seguintes nomes :

- 1 — Cantoneira em *L* ou simplesmente cantoneira.
- 2 — Cantoneira em *L* com nervura.
- 3 — Ferro em *T*
- 4 — » » » com nervura.
- 5 — » » *Z*
- 6 — » » duplo *T*.
- 7 — » » *U*

As cantoneiras em *L* servem principalmente para as ligações de angulo. As cantoneiras com nervura são empregadas principalmente nos navios mercantes e varias vezes nos navios de guerra. Os ferros em *Z* são muito empregados nas construcções inglezas.

Os ferros perfilados são definidos pelas dimensões lineares em millimetros, pela sua secção, e ainda se junta muitas vezes o peso por metro corrente.

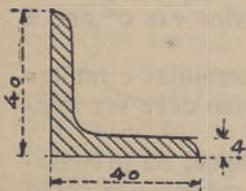


Fig. 126

Assim a cantoneira representada na *fig. 126* será definida do modo seguinte:  $40 \times 40 \times 4$ , que exprime que as duas abas têm  $40^{\text{mm}}$  de altura e  $4^{\text{mm}}$  de espessura media.

Querendo dar as condições do peso escreve-se então

$$40 \times 40 \times 4 (2^{\text{k}},500)$$

Nos ferros em *T*, em duplo *T* e em *U*, chama-se *alma* a parte vertical e *banzos* as partes horizontaes.

Estes ferros são definidos pela largura dos banzos, altura da alma e espessura d'essas mesmas partes.

Assim, um ferro em *T*, como se vê na *fig. 127*, será definido da fórmula seguinte:

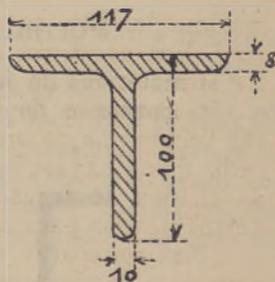


Fig. 127

$$\frac{117}{8} \times \frac{100}{10} (20^{\text{k}},500)$$

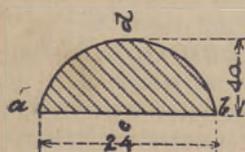


Fig. 128

Ainda se empregam as *meias cannas* cuja secção é indicada na *fig. 128* e definida pela flecha *cd* e a corda *ab* e os *varões para rebites*, que são definidos pelo seu diametro.

As chapas geralmente de secção rectangular, são definidas pela sua espessura em millimetros ou pelo seu peso por metro quadrado.

Chamam-se *contra-fortes* as chapas cuja largura não é inferior a  $0^{\text{m}},40$  que são destinadas ás ligações das peças.

Entre nós as chapas são definidas pela sua espessura e classificam-se em 4 classes:

- Chapas entrefinas. espessura até  $0^m,0015$  ( $1^m,5$ )
- Chapas delgadas.. » de  $0^m,0015$  a  $0^m,004$
- Chapas medias... » »  $0^m,004$  a  $0^m,008$
- Chapas grossas... » » superior a  $0^m,008$

A partir de  $0^m,003$  as espessuras vão variando de diametro em diametro até  $0^m,032$ ; acima d'este numero, já não tem o nome de chapas, mas sim de *chapa* ou *placa de couraça*.

O maximo comprimento que, com os meios actuaes, se póde obter em chapas grossas vae até 23 metros, e a maxima largura vae até  $2^m,5$ ; mas não se obtem chapas com o maximo comprimento e a

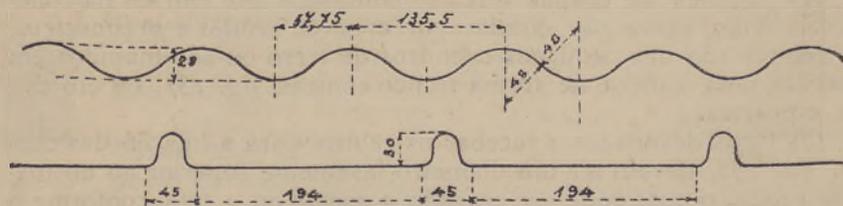


Fig. 129

maxima largura ao mesmo tempo, sendo a sua superficie limitada a  $20^m^2$ . Em geral não ha conveniencia em empregar chapas de superficie superior a  $10^m^2$  ou  $12^m^2$ .

Geralmente as chapas de ferro ou d'aço de pequena espessura são recobertas de uma camada protectora de zinco, com o fim de impedir a sua oxydação. A pratica aconselha que se devem zincar todas as chapas de espessura inferior a  $0^m,004$ . Adeante veremos os processos usados para a *zincagem*.

Nas anteparas dos camarotes e outras divisões internas empregam-se hoje chapas zincadas de 1 a 2 millimetros de espessura, ás quaes se dá o perfil ondulado, ou o perfil em nervura, *fig. 129*. As chapas onduladas devem ser empregadas quando a antepara que ellas constituem, concorre, com os pés de carneiro a sustentar o peso de um pavimento; as chapas com nervura tornam muito mais facil a intalção interior de um camarote, são mais leves que as onduladas, mas resistem menos á *compressão*.

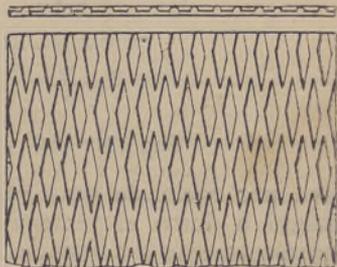


Fig. 130

Nos estrados das machinas e caldeiras empregam-se as chapas estriadas, *fig. 130*, apresentando sobre uma das suas faces nervuras salientes.

## CAPITULO VIII

### LIGAÇÃO DAS PEÇAS METALLICAS

#### § 1.º

#### Processos de ligação

As ligações de chapas e ferros laminados que entram na construcção d'um casco são obtidas por meio de *rebites* e *prisioneiros*. Os rebites são uns pequenos cylindros de ferro ou aço munidos em geral de uma cabeça de fôrma tronco-conicas, *fig. 131*, ou em calote espherica.

Os furos destinados a receber os rebites para a ligação das chapas, *fig. 132*, devem ter um diametro levemente superior ao do fuste do rebite, o qual pôde ser cravado *a quente* ou *a frio*, conforme o seu diametro. A cravação é feita introduzindo o rebite no furo feito nas peças que se querem ligar; aguenta-se o extremo do lado da ca-

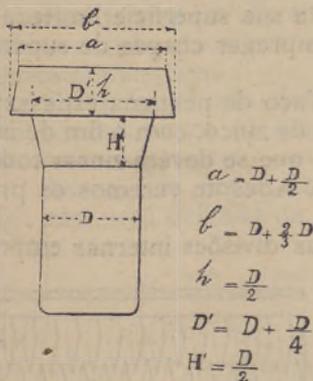


Fig. 131



Fig. 132

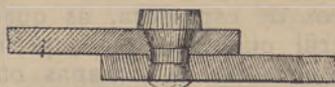


Fig. 133

beça por meio de uma peça de ferramenta chamada *maçacote*, em quanto o outro extremo é fortemente martellado de modo a encher completamente a cavidade.

A fim de augmentar o effeito da cravação faz-se muitas vezes o rebite e o furo destinado a recebê-lo com a tórma indicada na

fig. 133, e diz-se *contrapunçoada* esta especie de cravação. D'este modo, ainda que venha a desaparecer a cabeça do rebite devido á ferrugem ou a outra qualquer causa, a ligação das peças é mantida.

Em construcção naval denominam-se *prisioneiros* os rebites em cuja superficie cylindrica se abre rosca de modo a serem enroscados em uma das peças a ligar, fig. 134.

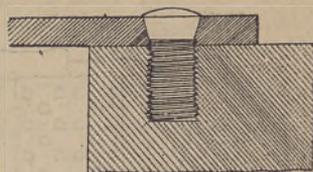


Fig. 134

Empregam-se, em geral, quando uma das peças a reunir é muito grossa, como por exemplo quando se liga uma cantoneira com uma chapa de couraça, ou então quando se trata de peças em regiões pouco accessiveis em que a falta de espaço não permite fazer a cravação por meio de rebites.

Para facilitar a collocação dos prisioneiros, a cabeça é munida de um appendice *a* de secção quadrada, fig. 135, que, recebendo uma chave de parafusos, permite o seu aparafusamento, e depois é cortado fóra.



Fig. 135

Quando se quer ligar o topo das peças metallicas macissas, pôde-se empregar a *escarva* como nas ligações das peças de madeira, dando-lhe um comprimento de *nove vezes a altura* e completando a ligação por meio de rebites ou prisioneiros, cuja distribuição adeante veremos.

Quando as peças a reunir teem pouca espessura, como succede nas chapas e ferros laminados, não se pôde usar a *escarva* e empregam-se então os *contra-fortes*, ou se sobrepõem as chapas.

No primeiro caso, pôde-se empregar *um contra-forte*, fig. 136

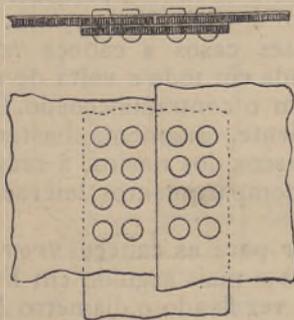


Fig. 136

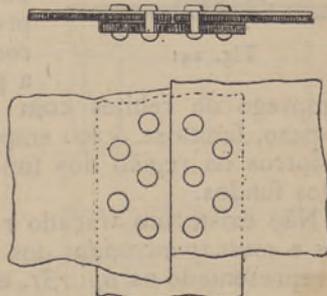


Fig. 137

e 137, ou *dois contra-fortes*, fig. 138 um de cada lado, com uma, duas ou tres filas de rebites. No segundo caso, que se diz *trinçado*, pode-se tambem empregar uma ou duas filas de rebites,

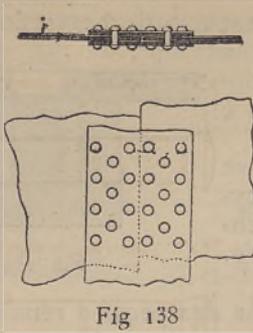


Fig. 138

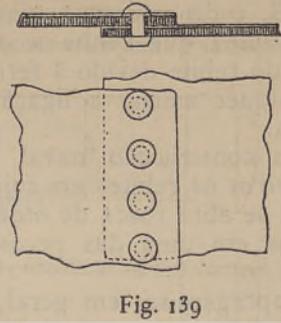


Fig. 139

figs 139 e 140. Este processo de *sobreposição* ou *trincado*, é de mais facil execução, mas tem o inconveniente de estabelecer descontinuidade na superfície das chapas a reunir, o que se remedeia com o emprego das juntas *rebaixadas*, fig. 141.

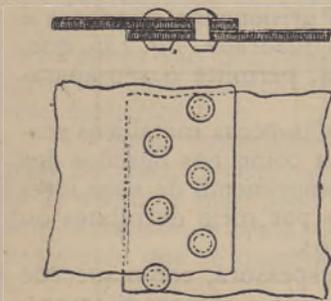


Fig. 140



Fig. 141

§ 2.º

Proporções dos rebites e prisoneiros

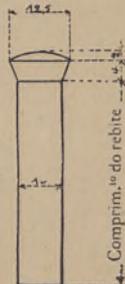
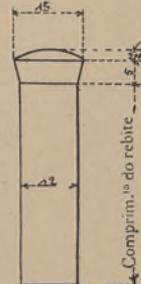
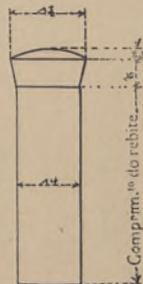
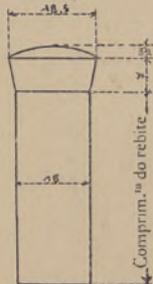
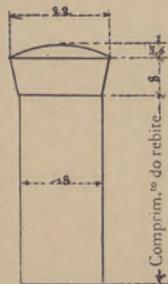
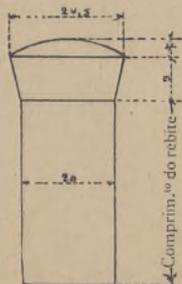
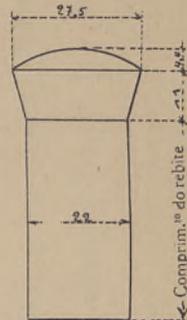
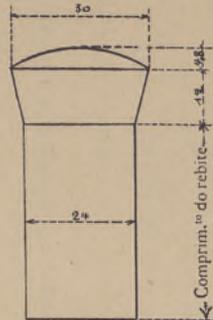
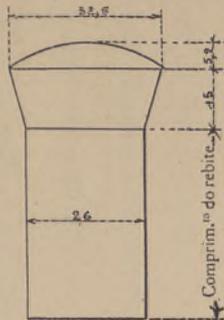
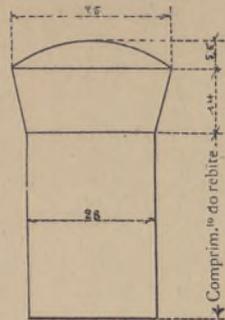
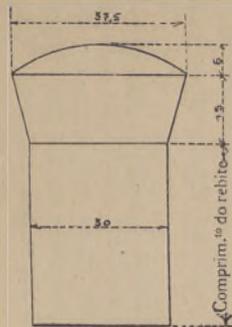
Como dissemos no paragrapho anterior, a cabeça do rebite pôde ser suprimida, empregando o *contrapunçoado*, mas muitas vezes conserva-se-lhe, como precaução, nos pontos onde a corrosão devido á *oxydação* é mais para temer. Emprega-se n'esses casos a cabeça *tronco-conica* encaçada em toda a volta de modo a proteger bem o *contrapunçoado*. Como

o emprego de rebites com cabeça saliente, augmenta bastante o seu peso, limita-se o seu emprego nos cascos dos navios, á cravação dos forros na região dos fundos e aos compartimentos lateraes dos duplos fundos.

Não existe um traçado regulamentar para as cabeças *tronco-conicas* e *contrapunçoadas* dos rebites, mas o mais seguido em França é o representado na *fig. 131*, em que uma vez fixado o diametro *D* dos furos que devem receber o rebite, se acham todas as outras dimensões do seguinte modo:

Para chapas d'aço:

Altura da cabeça.....  $h = \frac{D}{2}$



REBITES



Diametro da cabeça na base.....	$b = D + \frac{2}{3} D$
» » » » parte superior.....	$a = D + \frac{D}{2}$
Altura do contrapuncçoádo .....	$H = \frac{D}{2}$
Maximo diametro do contrapuncçoádo.....	$D' = D + \frac{D}{4}$
Inclinação do escariado.....	$\frac{D' - D}{2 \times H} = \frac{1}{4}$

*Para chapas de ferro:*

Altura da cabeça.....	$h = \frac{D}{2}$
Diametro da cabeça na base.....	$b = D + \frac{2}{3} D$
» » » » parte superior.....	$a = D \times \frac{D}{2}$
Altura do contrapuncçoádo .....	$H = \frac{2}{3} D$
Maximo diametro do contrapuncçoádo.....	$D' = D + \frac{D}{4}$
Inclinação do escariado.....	$\frac{3}{16}$

Alguns estaleiros italianos empregam estas mesmas dimensões augmentando um pouco a altura da cabeça, fazendo  $h = 0,66 D$ .

Em todas as regiões do casco onde o emprego da cabeça tronco-conica não é justificado, adopta-se o rebite de cabeça em fórmula de callote espherica, *fig. 142*, com as mesmas proporções que o anterior, á excepção da altura da cabeça ou *flecha* que é em geral  $f = \frac{D}{5}$

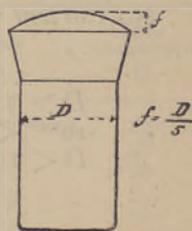


Fig. 142

E' o typo do rebite mais geralmente empregado e usa-se na cravação de todas as ligações interiores, como sobrequilhas, carlingas ou longrinhas, anteparas, forros de duplo fundo e ainda nas superstrucuras.

A cabeça saliente é suprimida em certas regiões onde é necessario ter uma superficie perfeitamente lisa como por exemplo, na cravação das chapas que tem de receber uma placa da couraça. N'este caso, empregam-se os rebites com contrapuncçoádo, que não differem dos typos anteriores senão na suppressão da cabeça, como mostra a estampa junta «*Rebites*».

Quando se tem de cravar chapas de pequena espessura, póde

acontecer que se seja obrigado a modificar levemente o traçado do contraPONÇUADO, pois que a sua altura não pôde ser nunca superior á espessura da chapa.

Como veremos adeante, para chapas de 10<sup>mm</sup> e inferiores, o diametro do rebite é, em geral, o dobro da espessura da chapa, e então, com o fim de conservar ao contraPONÇUADO a mesma inclinação que no typo anteriormente descripto, empregam-se as seguintes proporções nos rebites de diametro igual ou inferior a 20<sup>mm</sup>.

$$H = \frac{D}{2} - 1^{\text{mm}}, D' = D + \frac{D}{4} - 0,5^{\text{mm}}$$

Para chapas inferiores a 4<sup>mm</sup> não se emprega contraPONÇUADO, e a cravação é feita com rebites cylindricos de cabeça geralmente tronco-conico do typo já descripto.

Empregando rebites de 8<sup>mm</sup> ou superiores, é necessario aquecel-os a uma temperatura elevada, para se poder fazer a rebarba, e por isso os furos que os hão de receber devem ter um diametro levemente superior ao do rebite e proporcional á sua dilatação. Todas as proporções estabelecidas se referem ao diametro  $D$  do furo e não ao diametro  $D_1$  do rebite a frio.

A differença entre estes dois diametros  $D - D_1$  não deve exceder 0<sup>mm</sup>,5 para as chapas delgada.

As regras adoptadas a este respeito variam um pouco de Arsenal para Arsenal.

No Arsenal de Lisboa é uso empregarem-se *brocas* pares e rebites impares, de modo que é sempre:  $D - D_1 = 1^{\text{mm}}$ .

No *Lorient* adopta-se a seguinte regra

$$\begin{array}{ll} D > 24^{\text{mm}} & D_1 = D - 1^{\text{mm}} \\ 10^{\text{mm}} < D < 24^{\text{mm}} & D_1 = D - 0^{\text{mm}},5 \\ D < 10^{\text{mm}} & D_1 = D \end{array}$$

Nos arsenaes italianos faz-se em geral  $D_1 = D - 0^{\text{mm}},5$ , e quando se empregam rebites de grande diametro faz se  $D_1 = D - 1^{\text{mm}}$ . Do lado do encalque as proporções do contraPONÇUADO são as mesmas que do lado da cabeça. A fórmula da contra-cabeça mais usada é a d'uma callote espherica de altura igual a  $\frac{D}{5}$ . O encalque para a contra-cabeza é regularizado por meio da *embutideira*, que é uma peça apresentando uma cavidade com a fórmula que se deseja dar á contra-cabeça e sobre a qual se bate com um *malho*.

Os prisioneiros, que já descrevemos no paragrapho anterior

tem sempre filete triangular e o seu passo  $h$ , *fig. 143*, que varia com o diametro, deve ser bastante pequeno de modo a dar uma presa sufficiente, que assegure uma boa resistencia.

As proporções mais usadas são as seguintes :

$$H = \frac{D}{2}, D' = D + \frac{D}{4}, f = \frac{D}{5}, l = \frac{3}{2} D \quad H' = D.$$

Tambem se empregam prisioneiros sem contrapuncçãoado, rosca- dos em toda a espessura das chapas que tem de ligar, *fig. 144*.

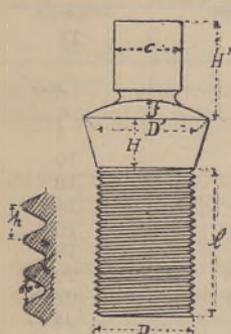


Fig. 143

$$\begin{aligned} H &= \frac{D}{2} \\ D' &= D + \frac{D}{4} \\ f &= \frac{D}{5} \\ l &= \frac{3D}{2} \\ H' &= D \end{aligned}$$

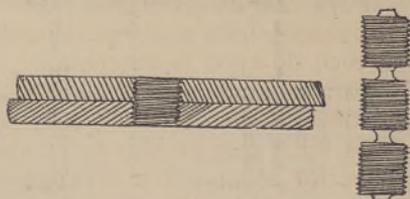


Fig. 144

A tabella seguinte dá a serie regulamentar dos prisioneiros e o passo relativo a cada diametro.

Diametro D	Passo h	Lado do quadrado C	Diametro D	Passo h	Lado do quadrado C
8 <sup>mm</sup>	1 <sup>mm</sup>	5 <sup>mm</sup>	32 <sup>mm</sup>	2 <sup>mm</sup>	22 <sup>mm</sup>
10	1	7	34	2,5	23
12	1	8	36	2,5	25
14	1,5	9	38	2,5	26
16	1,5	11	40	2,5	28
18	1,5	12	44	2,5	30
20	1,5	14	48	3	32
22	1,5	15	52	3	36
24	2	16	56	3	39
26	2	18	60	3	42
28	2	19	70	3,5	49
30	2	21	80	4,5	56

A possibilidade de execução da rebitagem impõe um maximo ao valor do diametro do rebite  $D$ .

Assim, na cravação executada á mão não se póde ultrapassar o

valor de  $D = 32^{\text{mm}}$  para rebites em aço macio e o valor de  $D = 26^{\text{mm}}$  para rebites em aço *semi-duro*; na cravação mecânica pode-se ir até ao valor de  $D = 40^{\text{mm}}$ .

O *diametro do rebite* depende da grossura das chapas que se tem de cravar, e a seguinte tabella, usada nos arsenaes francezes, indica-nos esses diametros:

Chapas de ferro com rebites de ferro		Chapas d'aço com rebites de ferro ou aço extra macio	
Espessura da chapa <i>e</i>	Diametro <i>D</i>	Espessura da chapa <i>e</i>	Diametro <i>D</i>
1 <sup>mm</sup>	4 <sup>mm</sup>	1 <sup>mm</sup>	4 <sup>mm</sup>
2	6	2	6
3	8	3	8
4	10	4	10
5 e 6	12	5	12
7 e 8	14	6	14
9 e 10	16	7	16
11 e 12	18	8 e 9	18
13 e 14 <sup>mm</sup>	20 <sup>mm</sup>	10 e 11	20
15, 16 e 17	22	12 e 13	22 <sup>mm</sup>
18, 19 e 20	24	14 e 15	24
21, 22 e 23	26	16 e 17	26
24, 25 e 26	28	18, 19 e 20	28
27, 28 e 29	30	21 e 22	30
30, 31 e 32	32	23 e 24	32
—	—	25 e 26	34
—	—	27, 28 e 29	36
—	—	30	38

Por ella se vê que os diametros dos rebites variam de 2<sup>mm</sup> em 2<sup>mm</sup> com o fim de não augmentar extraordinariamente os aprovisionamentos.

Os valores do diametro  $D$  e da espessura da chapa  $e$  são ligados pela seguinte relação  $D = 5,5 \sqrt{e}$  para a primeira parte da tabella, e pela relação  $D = 5,5 \sqrt{\frac{4}{3} e}$  para a segunda parte.

As regras dadas pelas tabellas, não devem ser consideradas como absolutas, pois estes numeros são diametros medios, e admittese que para cada espessura  $e$  se pôde adoptar o diametro immediatamente superior ou inferior.

No caso das peças a cravar terem espessura differente, a regra adoptada no nosso Arsenal, é proporcionar o diametro do rebite á mais fina das duas peças. O Lloyd inglez dá a regra contraria, que é proporcionar o diametro do rebite á mais grossa das duas peças, o que é mais logico, pois que, sob o ponto de vista de resistencia, ha todo o interesse em augmentar o diametro dos rebites.

Os Estaleiros Italianos seguem as regras do *Registro Italiano*, que se resumem no seguinte quadro:

Espessura da chapa <i>e</i>	Diametro do rebite <i>D</i>	Espessura da chapa <i>e'</i>	Diametro do rebite <i>D</i>
5 a 7 <sup>mm</sup>	13 <sup>mm</sup>	12 a 16	22 <sup>mm</sup>
7 a 9	16	16 a 20	25
9 a 12	19	20 a 24	28

N'um grande numero de navios da marinha de guerra italiana, os diametros dos rebites em relação á espessura das chapas, são dados pelo seguinte graphico, *fig. 145*.

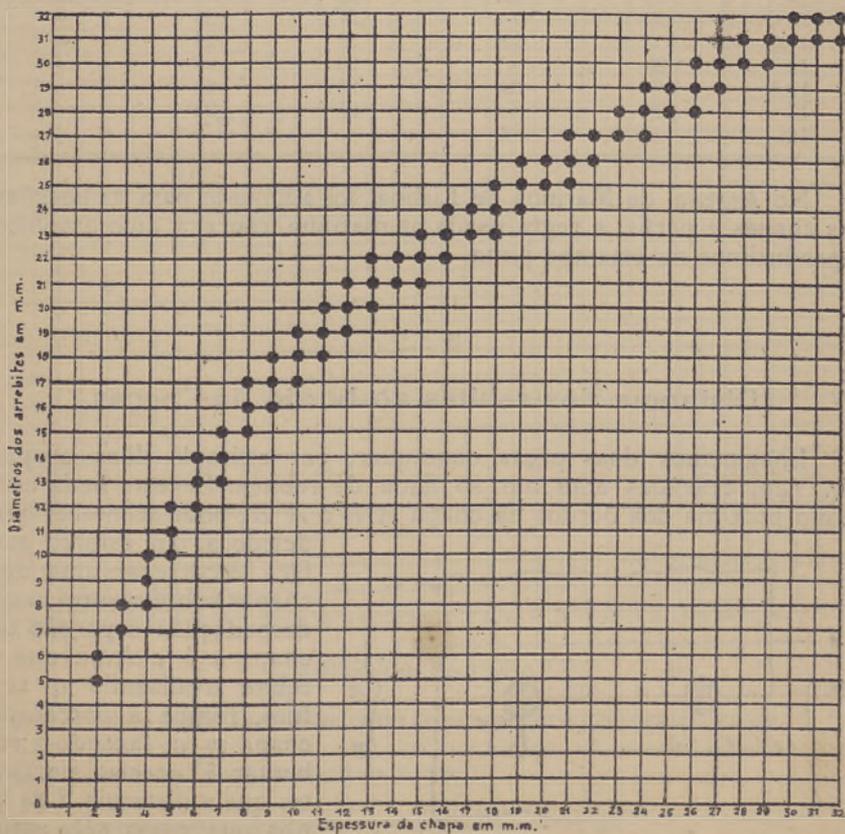


Fig. 145

Para a marinha de Commercio as regras adoptadas são um pouco diversas. Apresentamos a tabella seguida pelo *Bureau Veritas* e pelo *Lloyd's Register*:

Espessura das chapas <i>e</i>	Diametro dos arrebites D		Espessura das chapas <i>e</i>	Diametro dos arrebites D	
	Veritas	Register		Veritas	Register
5 <sup>mm</sup>	12 <sup>mm</sup>	-	15 <sup>mm</sup>	22 <sup>mm</sup>	22 <sup>mm</sup>
6	14	-	16	22	-
6,5	-	16 <sup>mm</sup>	16,5	-	22
7	16	-	17	24	-
7,5	-	16	17,5	-	25
8	16	-	18	24	-
9	18	19	19	24	25
10	18	19	20	26	25
11	20	-	21	26	-
11,5	-	19	22	26	-
12	20	-	23	28	-
12,5	-	22	24	28	-
13	20	-	25	28	-
14	22	22	-	-	-

No Arsenal da Marinha de Lisboa, foi adoptada para as ligações das chapas e perfis, a regra usada na marinha franceza, cujo graphico reproduzimos na estampa junta.

### § 3.º

#### Distancia dos rebites ao bordo das peças

Imaginemos duas peças quaesquer, por exemplo duas chapas *fig. 146*, cravadas com um só fiada de rebites. Se esta fiada está muito proxima dos bordos da chapa *A B* e *A' B'*, pôde acontecer que

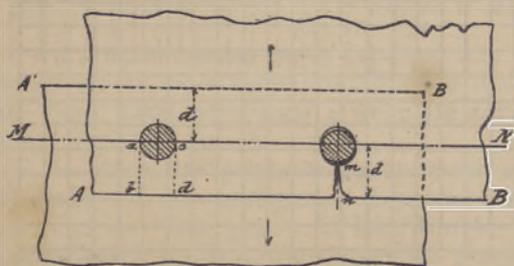
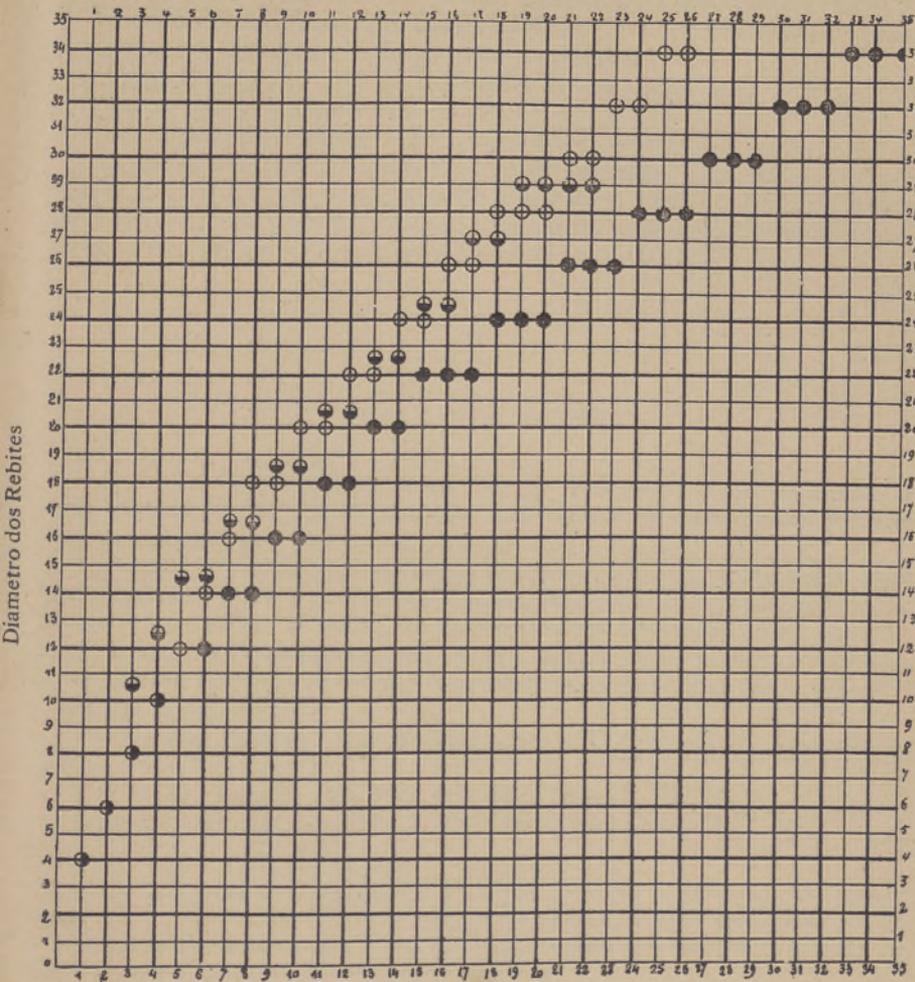


Fig. 146

devido a um esforço que faça escorregar uma das chapas sobre a outra, seja despedaçada a porção da chapa *a b c d*, ou que o rebite ovalizando o seu furo, rompa a porção da chapa *m n*, fazendo-a reventar. E' preciso, portanto, que a distancia *d* da linha que passa pelo meio dos rebites ao bordo das

## DETERMINAÇÃO DO DIAMETRO DOS REBITES



### ESPESSURA DAS CHAPAS

- Cravação de chapas de ferro com rebites de ferro e de chapas d'aço com rebites d'aço.
- Cravação de chapas d'aço com rebites de ferro.
- ◐ Cravação das juntas do revestimento (chapas e contra-fortes d'aço)



chapas  $A B$ , seja sufficiente para evitar que isso se dê. A pratica estabeleceu que, fazendo  $d \geq 1,5 \times D$ , representando por  $D$  o diametro do rebite, se evitam os inconvenientes adoptados.

O  $Lloj$   $d$ 's estabelece um valor differente, fazendo  $d = 1,75 \times D$ .

Nos arsenaes francezes proporciona-se  $d$  á espessura das chapas e adoptam-se em geral as seguintes proporções.

Para chapas até  $4^{\text{mm}}$  de espessura faz-se  $d = 1,5 D + 3^{\text{mm}}$ .

De  $4^{\text{mm}}$  a  $8^{\text{mm}}$ ,  $d = 1,5 D + 2^{\text{mm}}$ .

De espessura inferior a  $8^{\text{mm}}$ ,  $d = 1,5 D + 1^{\text{mm}}$ .

A determinação do valor de  $d$  é importante, pois que é elle que regula a largura da sobreposição das peças que, no caso da figura seria  $2 \times d$ . Ha pois o interesse em reduzi-lo ao strictamente necessario, a fim de evitar um augmento de peso inutil.

#### § 4.º

### Passo dos rebites

A distancia de centro a centro de dois rebites consecutivos de uma mesma fiada, chama-se *passo* e é da sua determinação que nos vamos occupar.

Quando a união de varias peças não tem que satisfazer a uma grande resistencia, e se trata sómente de estabelecer uma boa adherencia entre ellas, o valor do passo deve ser relativamente grande, afim de não as enfraquecer inutilmente. N'este caso, podem-se adoptar as seguintes regras, nas quaes representamos por  $M$  o passo e por  $D$  o diametro do rebite:

1.º — Na ligação das balizas com as chapas de forro exterior —  $M = 8 D$  a  $10 D$ .

2.º — Na ligação das peças longitudinaes (sobrequilha-carlingas, cantoneiras de sobrequilha, etc.), com as chapas do forro exterior  $M = 6,5 \times D$  a  $8,5 \times D$ .

3.º — Na ligação das balizas e peças longitudinaes com as chapas do forro interior que limitam o duplo fundo. . . .  $M = 5 \times D$  a  $6 \times D$ .

4.º — Na ligação dos vaus com as chapas que formam o piso de qualquer pavimento:  $M = 6,5 D$  a  $7,5 D$ .

Se se trata de obter uma junta estanque, os rebites devem ser bastante approximados, afim de que os bordos das chapas se não levantem entre os dois rebites quando se faz o encaixe. N'este caso, o passo dependerá do grau de estanqueidade que se quer obter e da espessura das chapas, e a pratica aconselha a fazer  $M = 2,5 \times D$  a  $5,5 D$ .

Estabelecendo que, para o mesmo grau de estanqueidade, o passo deve ser tanto mais pequeno quanto mais delgada fôr a chapa, podemos estabelecer as seguintes regras praticas:

1.<sup>o</sup> — Nas juntas estanques do forno interior dos duplos fundos  $M = 5 D$  a  $5,5 D$ .

2.<sup>o</sup> — Nas anteparas estanques —  $M = 4,5 D$  a  $5 D$ .

3.<sup>o</sup> — Nas fiadas longitudinaes dos forros exteriores —  $M = 4 D$  a  $5 D$  e chega-se a fazer  $M = 3,5 D$  em certos pontos onde o *encalque* é difficil.

4.<sup>o</sup> — Nas juntas que devem ser estanques não sómente á agua mas tambem ao petroleo —  $M = 2,5 D$  a  $3 D$ .

De um modo geral, podemos estabelecer que nunca se deve descer a baixo de  $3,5 \times D$ , afim de não enfraquecer muito as chapas, sempre que se trate de uma junta estanque á agua.

### § 5.<sup>o</sup>

#### Espaçamento das fiadas de rebites

Quando uma junta é formada por varias fiadas de rebites, suppondo a passo constante, os rebites podem ser dispostos em *zig-zag*,

*fig. 147*, ou em *cadeia*,

*fig. 148*. Em qualquer dos casos, uma vez estabelecido o diametro  $D$ , o passo  $M$  e a distancia  $d$ , resta estabelecer a distancia  $f$  entre as varias fiadas de rebites. Na pratica faz-se geralmente:

$$f = 2 \times D$$

quando os rebites são em *zig-zag*, *fig. 147*, e

$$f = 2,5 \times D$$

quando os rebites estão em *cadeia*, *fig. 148*. A sobreposição das chapas será n'estes dois casos

$$s = f + 2 \times d.$$

A cravação em *cadeia* obriga a uma sobreposição maior, e, portanto, a um augmento de peso, mas permite mais facilidade na distribuição dos rebites.

Nos arsenaes francezes adopta-se em geral a distribuição em *cadeia*.

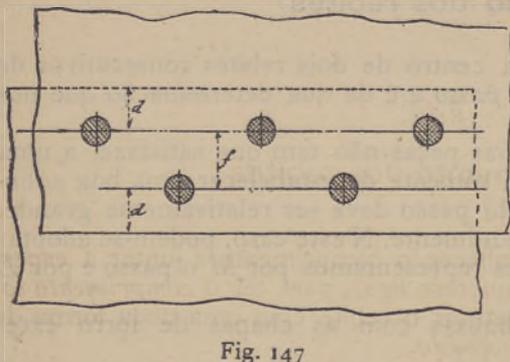


Fig. 147

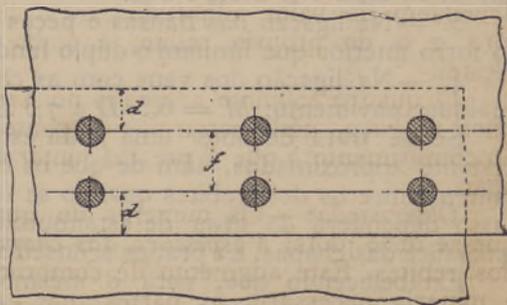


Fig. 148

Em Italia adopta-se independentemente uma ou outra.

Resta-nos estabelecer as regras a seguir na determinação do numero de fiadas de rebites e na escolha de contra-fortes, o que não pôde fazer parte de uma obra tão elementar como esta, pois que teriamos de lançar mão de theorias e formulas de resistencia de materiaes. De resto, é ao engenheiro que compete fazer esse estudo sempre que se trate de construir um casco de um navio.

Diremos apenas que a pratica aconselha a adoptar *uma só fiada de rebites* nas ligações das chapas delgadas, isto é, de espessura não superior a 5<sup>mm</sup> tanto a ligação seja por *sobreposição*, como a *topo* com um *contraforte*. Empregam-se em geral *duas fiadas de rebites* nas ligações das chapas de espessura comprehendida entre 5<sup>mm</sup> a 26<sup>mm</sup>, sendo as chapas *sobrepostas* ou ligadas a *topo* com um *só contraforte*.

A adopção de 2 contrafortes só convem nas partes estanques.

A espessura dos contrafortes é em geral  $\frac{1}{5}$  a  $\frac{1}{6}$  superior á das chapas que se ligam quando se emprega um só; no caso de se empregarem 2 contrafortes, a sua espessura é um pouco superior a metade da espessura das chapas.

## § 6.º

### Comprimento dos rebites

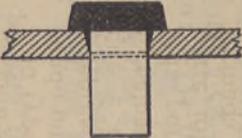
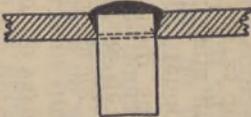
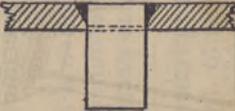
E' muito importante conhecer o comprimento a juntar á espessura total das peças que se querem ligar, para ter o *comprimento total* do varão que deve constituir o rebite com uma dada fórma de *cabeça*, *encalque* e *contrapuncçãoado*.

Os varios arsenaes empregam na determinação d'esse comprimento, regras empiricas deduzidas de ensaios directos.

Essas regras variam um pouco de arsenal para arsenal, pois que dependem do valor admittido para a differença entre o diametro do furo e o do proprio rebite, e ainda do modo de aquecimento d'este.

O quadro seguinte adoptado no Arsenal de *Brest* relativo a rebites em aço, pôde servir-nos de ponto de partida na determinação do comprimento a que é preciso juntar á espessura total das peças a ligar.

*Observação*: — Os numeros do quadro indicam o comprimento que se deve juntar á *espessura das chapas* para o comprimento total dos rebites. Este augmento de comprimento é destinado a fornecer a materia necessaria ás partes que estão a prêto nas figuras de tabella, (pag. 58) *figs. 149*.

		DIAMETRO DOS REBITES										FIGURAS 149	
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	26		26
CABEÇA	Tronco-conica e contrapuncçoado	16	18	21	24,1	27	28,8	31	35,5	40	43	48	
	Callote espherico com contrapuncçoado	2,5	3	3,5	5	5,5	6	7	8	9	10	13,5	
CONTRA-CABEÇA	Callote espherico e contrapuncçoado	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	Chata (á face) e contrapuncçoado	2,6	2,8	3,6	4	4,6	5	6	7,5	8,5	9,5	11	

Deve-se sempre evitar o emprego dos rebites muito curtos; os que são compridos de mais não offerecem tão grande inconveniente, pois que o seu excedente pode ser cortado a *buril*. Em todo o caso esta operação deve sempre ser feita com o rebite ainda bem quente afim de não comprometter a ligação das peças que elle é destinado a manter.

## § 7.º

## Collocação dos rebites

Feita a furação nas peças que se querem ligar por meio dos rebites, vejamos o processo a seguir na sua collocação. A primeira cousa a fazer é verificar se os furos que devem receber os rebites estão em coincidência bem exacta. Se isso se não dá e os materiaes são em ferro, emprega-se a *broca*, que é uma peça de fôrma conica em aço que se introduz nos furos, á força, batendo-a com o martello de modo que a materia em excesso vae sendo recalçada até se obter a coincidência exacta dos furos. Este processo é *rigorosamente* prohibido quando se trata de materiaes em aço, e em alguns arsenaes é *tolerado* quando é muito pequena a differença de coincidência dos furos. No caso dos materiaes serem em aço, recorre-se então ao *mandril*, *fig. 150*, e os furos são mandrilados até se obter a sua exacta correspondencia. Até ao diametro de 0<sup>m</sup>,010 inclusivè, os rebites são cravados *a frio*.

Tratando-se de rebites com diametro superior a 0<sup>m</sup>,010 é necessario aquecel os, e para esse fim empregam-se fornos portateis cujo typo é muito variavel, sendo um dos mais simples o representado na *fig. 151*, que é composto de uma fornalha em tijolo sustentada por 4 pés tendo na parte inferior uma grelha formada por barras de ferro, e na parte superior o orificio destinado á sahida dos productos de combus-

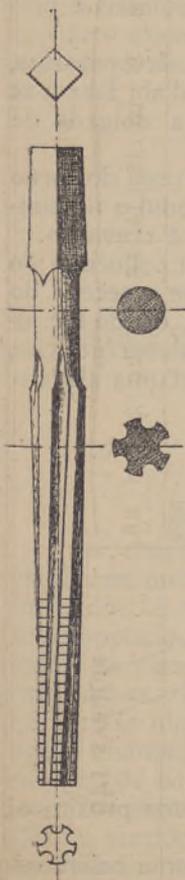


Fig. 150

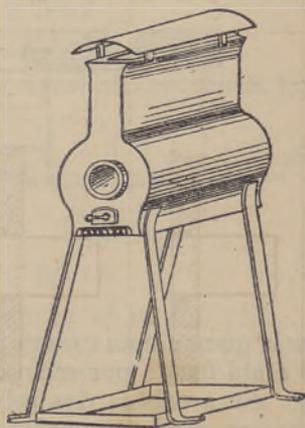


Fig. 151

tão. As suas paredes anterior e posterior são atravessadas por um tubo em chapa aberto nos dois extremos, no qual são collocados os rebites que se querem aquecer, e d'este modo não ficam em contacto directo com a chamma. Muitas vezes empregam-se forjas portateis ordinarias.

Quando se empregam rebites muito compridos, como os destinados á ligação das chapas de resbordo com a quilha massiça, ou a ligação das chapas de couraça nos extremos do casco, etc., é preciso que sómente sejam aquecidos do lado do encalque. N'este caso adoptam-se fornos com disposições especiaes, para que a parte do rebite que não deve ser aquecida, fique defendida da acção do calor.

Os rebites devem ser transportados do forno ao lugar do furo que os tem de receber, o mais rapidamente possivel a fim de evitar que esfriem, e é por isso que o emprego dos fornos portateis é preferivel ao dos fornos fixos, usados em alguns arsenaes.

Para que um só forno possa servir varios grupos de operarios, colloca-se n'uma coberta ou sobre uma pranchada e d'ahi fazem-se partir varios conductos formados de tubos, em chapa delgada de ferro ou zinco.

A um signal convencionado, o operario que está á testa do forno toma o rebite com um *alicate* ou tenaz especial e introduz-o no conducto que o leva ao *terno de operarios*, que procedem á cravação.

Dos tres operarios que compõem o terno, um está collocado do lado onde devem ficar a cabeça do rebite e é elle que o recebe do conducto por meio de um alicate e o introduz no furo, dando-lhe algumas martelladas. Em seguida aguenta-lhe a cabeça n'essa posição, por meio do *maçacote*, *fig. 152*, fixada á extremidade d'uma alavan-

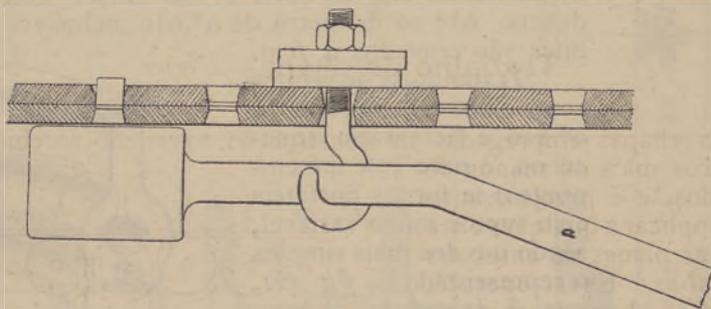


Fig. 152

ca *a* que se apoia n'um gancho que passa n'um dos furos proximos, e é ahi fixado por meio d'uma porca.

Se a cabeça dos rebites é um tronco de cone ou uma calote espherica, o maçacote tem uma cavidade com a fórma correspondente. Os outros dois operarios estão collocados do lado opposto ao da ca-

beça e são encarregados de fazer o encalque, martellando o extremo do rebite alternadamente e o mais rapidamente possível.

Durante os primeiros instantes fazem uso de martellos mais pesados tendo em media  $2^k,500$ , de modo a encher se completamente a cavidade do contrapuncçãoado, e quando o rebite já está esfriado ao *rubro sombrio*, substituem-se esses martellos por outros mais leves, pesando em media  $1^k,250$  e assim se completa o encalque. Quando o rebite não é cravado á face, emprega-se a *embutideira*, que tem uma cavidade que corresponde á contra-cabeça que se deseja dar ao rebite e sobre o qual se bate com um malho.

Nos rebites de pequeno diametro, que são cravados a frio, empregam-se sómente 2 operarios, um com o maçacote e outro com o martello pequeno.

Antes de collocar o rebite, é preciso levar as peças a cravar ao contacto mais intimamente possível, o que se obtem por meio dos parafusos de montagem, que se apertam muito bem nos furos vizinhos.

## CAPITULO IX

### Trabalhos preliminares a que são submettidos os materiaes metallicos

#### § 1.º

#### Trabalho de chapas a frio

As chapas empregadas na construção naval são recebidas nos estaleiros mais ou menos deformados, e é preciso, antes de as applicar a qualquer obra, tornal as planas ou antes *des-empenal-as*. Esta operação executa-se n'uma machina especial chamada *calandra*, que se compõe de 5 ou 7 cylindros dispostos como se vê na *fig. 153*.

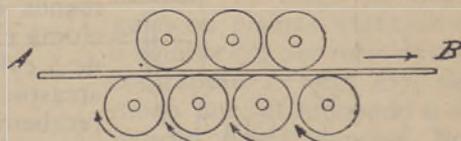


Fig. 153

Os cylindros inferiores recebem um movimento continuo de rotação no sentido da setta, e obrigam a chapa a avançar de A para B; os cylindros superiores, que se pôdem fazer approximar mais ou menos dos inferiores segundo a espessura da chapa, são arrastados por attricto.

A *fig. 154* que representa uma calandra para desempenar chapas, dá uma idéa da machina acima descripta.

Para chapas de espessura inferior a 4<sup>mm</sup> não convém empregar este processo, por causa da flexibilidade da chapa que a faz curvar sobre si propria, depois, de haver cedido á pressão dos cylindros. Recorre-se então ao processo manual, martellando a chapa sobre um estrado ou plano de ferro fundido.

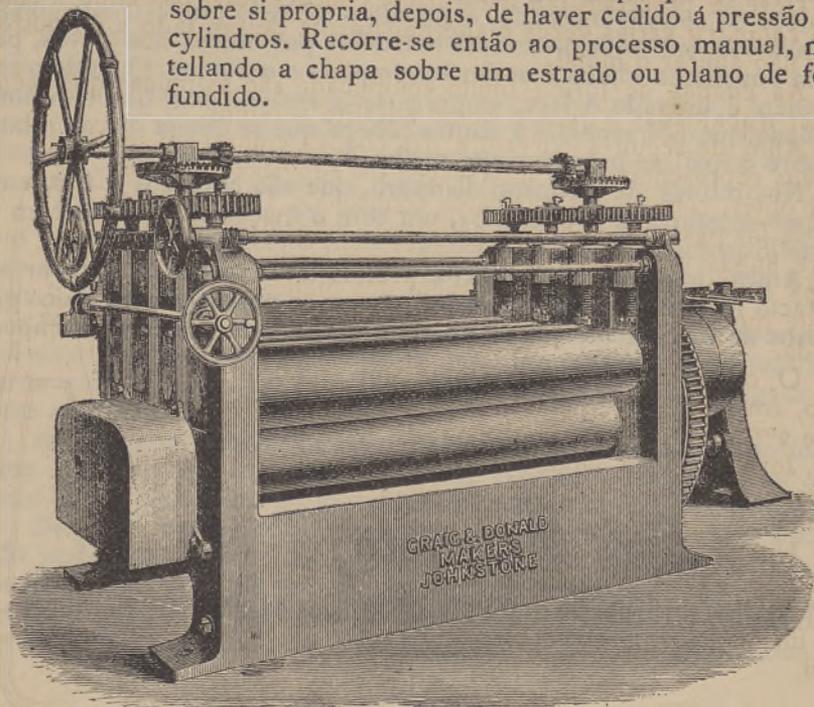


Fig. 154

As chapas que tem de ser applicadas com uma fôrma mais ou menos curva, tambem são trabalhadas n'uma *calandra*, mas composta sómente de 3 cylindros, *fig. 155*. A chapa é ainda arrastada pelos 2 cylindros inferiores, que recebem movimento de rotação por meio um motor a vapor ou electrico.

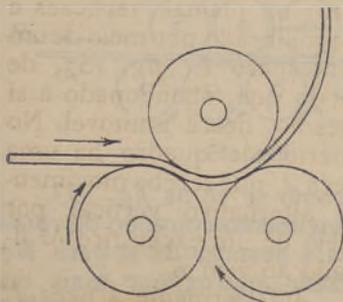


Fig. 155

O cylindro superior pôde ser abaixado todo por equal e então a chapa ficará curvada segundo uma superficie cylindrica; ou pôde abaixar-se mais de um extremo que do outro e então a chapa ficará curvada segundo uma superficie conica.

Combinando o desigual abaixamento das extremidades do cylindro superior com a maior ou menor obliquidade, com a qual a chapa é introduzida na calandra, pode-se obter qualquer fôrma de superficie curva, contanto que não seja muito pronunciada.

Deve-se proceder por deformações successivas, passando a chapa á *calandra* varias vezes e alternadamente de um lado e do outro, para não alterar o metal.

As chapas de fôrma muito complicada são as unicas que teem de ser trabalhadas *a quente*, como adiante veremos.

Afim de seguir a curvatura das chapas empregam-se *cerceas* representando a intersecção da superficie que se quer obter, com planos auxiliares conhecidos. De cada vez que se faz passar a chapa na *calandra*, colloca-se a cercea sobre linhas de referencia, traçadas na face concava da chapa e que representam os traços dos planos auxiliares. D'este modo verifica-se que a chapa tem a curvatura desejada.

O córte das chapas, segundo um contorno dado, é feito, em geral, por meio de *tesouras*. Se a chapa não excede 2<sup>mm</sup> de espessura, emprega-se a *tesoura de mão*, *fig. 156*, formada de 2 laminas cortantes, articuladas uma na outra. Em chapas mais grossas emprega-se a *tesoura mecanica*.

Um dos typos mais usados de tesoura mecanica, *figs. 157 e 158*, é a tesoura de movimento rectilineo que consta de uma lamina horizontal fixa *A*, e uma lamina movel inclinada *B*, que recebe o movimento alternativo vertical.

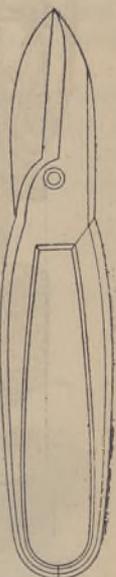


Fig. 156

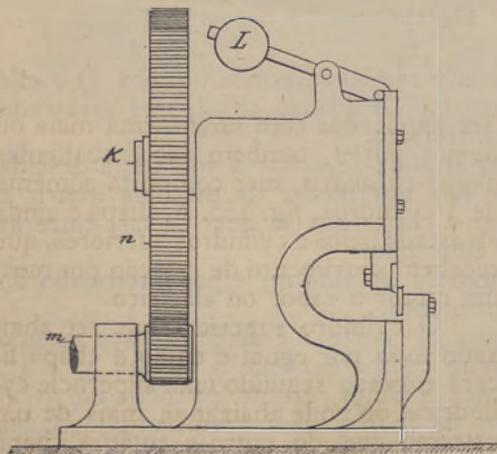


Fig. 157

A lamina movel está fixada á parte inferior de um quadro rectangular *abcd*, o qual se póde deslocar ao longo de duas guias ou plainas verticaes e é equilibrado por meio de um contrapeso *L*, *fig. 157*, de modo que, abandonado a si mesmo, ficará immovel. No interior do quadro ha uma peça *J*, que recebe movimento alternativo vertical por meio de um excentrico *M* ligado ao veio *K*.

Inferiormente á peça *J*, ha ainda um bloco *Q* de sec-

ção rectangular, que se póde deslocar em torno de um eixo paralelo ao lado  $ad$ , por meio de uma alavanca  $R$ .

Supponhamos o bloco na posição  $Q$ ; então o quadro  $ab\ cd$ , ficará quasi immovel quando a peça  $J$  se desloca no seu interior, devido

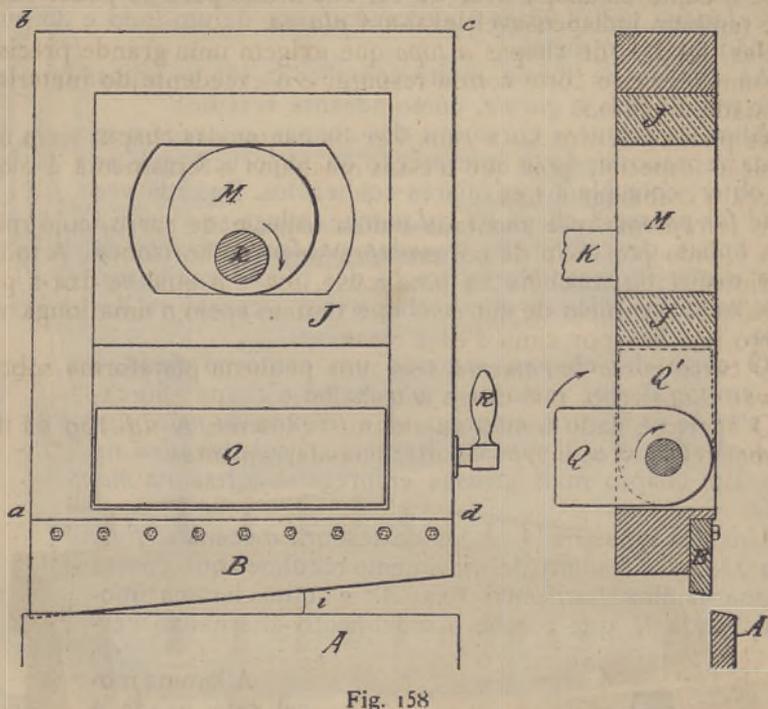


Fig. 158

ao movimento do excentrico, mas se levantarmos o bloco  $Q$  e elle fôr occupar a posição  $Q'$ , então já o quadro  $ab\ cd$ , será arrastado pela peça  $J$  durante todo o seu trajecto.

Com esta disposição especial pode-se sustar á vontade a descida da lamina cortante, sem ser por intermedio da machina motriz e assim ter-se tempo de collocar a chapa que se quer cortar, entre as laminas, na posição que mais convenha.

A força motriz é transmittida ao veio  $m$ , e por intermedio do volante  $n$  põe o veio  $k$  em movimento.

O valor normal do angulo de corte  $i$  é de  $6^\circ$  e desce mesmo a  $1^\circ$ ; o comprimento da lamina cortante chega a attingir  $3^m$  e  $4^m$ .

O trabalho da tesoura nunca é muito perfeito e produz em geral uma leve deformação no canto da chapa; além d'isso, as qualidades do metal podem ser alteradas n'uma zona de  $1$  a  $2^m$  de largura ao longo do corte da tesoura.

Nas ligações das chapas por sobreposição, o corte dado só pela tesoura, é perfeitamente sufficiente, mas em todo o caso, se forem para receber os efeitos de alteração do material — *encruamento* —, é indispensavel eliminar a zona alterada, aplainando-a.

Se o canto da chapa tiver de ser chanfrado para se poder *encalcar*, é tambem indispensavel levar-a á *plaina*.

Nas ligações de chapas *a topo* que exigem uma grande precisão, faz-se um primeiro corte com a tesoura, e o excedente do material é desbastado á *plaina*.

As plainas destinadas a *chanfrar* os cantos das chapas teem uma disposição especial, pois que n'estas machinas a ferramenta é movel e a peça a trabalhar é fixa.

A ferramenta vae montada n'uma especie de carro, cujo movimento é dado por meio de um *parafuso sem fim* horisontal. A todo o comprimento da machina ha uma mesa, sobre a qual se fixa a peça a trabalhar, por meio de *macacos* que tomam apoio n'uma longa viga de ferro que fica por cima d'essa mesa.

O carro *porta-ferramenta* tem uma pequena plataforma sobre a qual vae o operario, que dirige o trabalho.

O aperto é dado á mão ou automaticamente. A *fig. 159* dá uma idéa mais clara d'este typo de machinas-ferramentas.

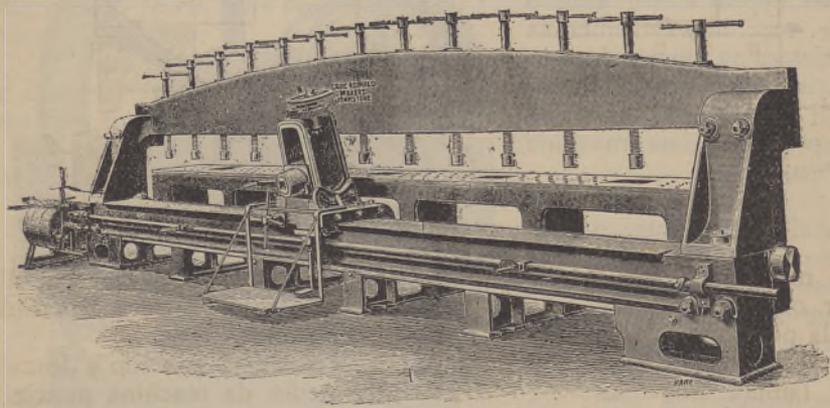


Fig. 159

Quando se trata de pequenas peças, em lugar da *plaina* emprega-se muitas vezes a *pedra d'esmeril*, que é um rebole animado de movimento de rotação, com grande velocidade, e ao qual se submete o canto da chapa que tem de ser desbastado.

Cortada a chapa e desbastados os seus cantos, procede-se á sua furação, o que se faz *a punção* ou *á broca*.

O *punção* é um ponteiro cylindrico, de aço muito duro que vae encastrado n'um bloco, susceptivel de receber movimento alternativo

vertical. A peça que tem de ser furada é apoiada sobre um *anillo* ou *alfêça* cujo diametro é um pouco superior ao do punção e pelo qual se escapa o material proveniente do furo.

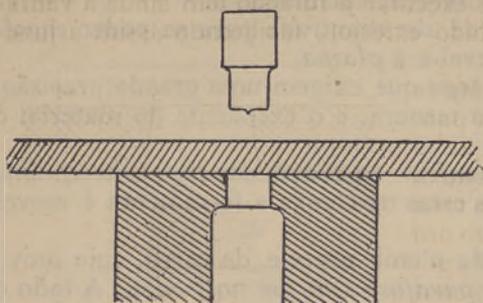


Fig. 160

encavadouro que recebe o *punção*. Muitas vezes, as duas especies de ferramentas, *saca-bocados* e *tesoura mecanica* — estão associados na mesma machina e são accionados por um só veio motor. Varios typos d'este genero de machinas-ferramentas existem na officina de construcções navaes do Arsenal da Marinha. A *fig. 161* representa uma machina d'este typo.

Devido á differença de diametro entre o punção e o anillo, differença que é indispensavel para que o punção se não quebre e que varia de  $\frac{1}{2}$  milimetro para furos de 5<sup>mm</sup> de diametro a 4<sup>mm</sup> para furos de 30<sup>mm</sup>, o furo obtido pelo punção não é cylindro, mas sim com a fôrma tronco-conica um pouco irregular, tendo para base menor, o diametro do punção e para maior o do anillo, *fig. 162*.

O punção tem, em geral, um pequeno *bico*, *fig. 160*, que permite determinar com grande exactidão a posição do furo, cujo centro foi préviamente marcado. A machina-ferramenta onde vae encastado o punção, tem o nome de *saca-bocados* e é perfectamente semelhante á tesoura que acima descrevemos, onde a lamina fixa é substituida pelo *anillo* e a lamina movel pelo

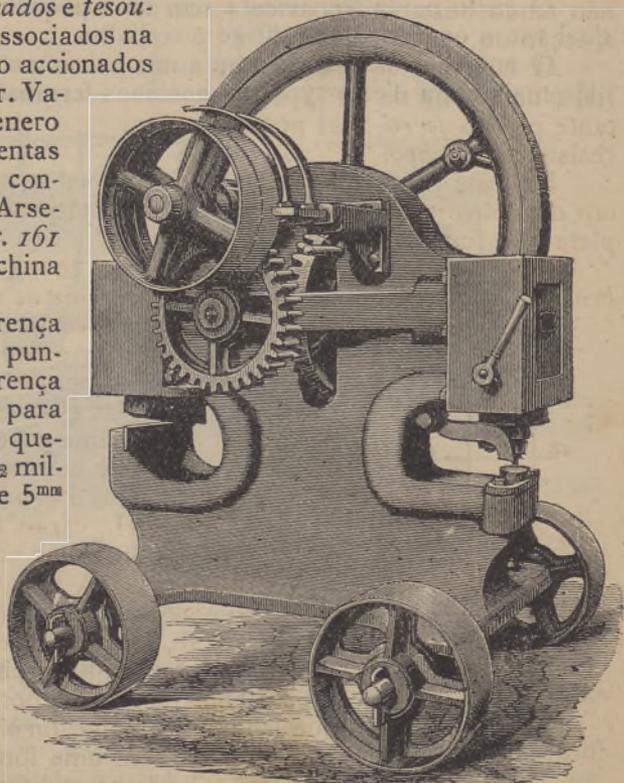


Fig. 161

E' por este motivo que se devem sempre abrir os furos a punção pela superfície da chapa que *encosta*, de modo que elle receba quasi a forma definitiva que deve ter depois de aperfeiçoado pelo contrapunçoado. Este processo de executar a furação tem ainda a vantagem de deixar a *rebarba* do lado exterior, facilitando assim a junção das chapas.

Regulando convenientemente a differença entre o diametro do punção e do anelho, pôde chegar-se a executar a furação já com o contrapunçoado que se pretende. Para uma chapa de 10<sup>mm</sup>, por exemplo, com um punção de 19<sup>mm</sup> e anelho de 25<sup>mm</sup>, pode-se obter um contrapunçoado com a inclinação de  $\frac{1}{4}$ .

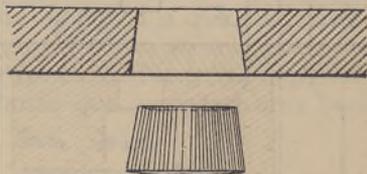


Fig. 162

Este processo sómente é applicavel a chapas com uma espessura pelo menos igual a 8<sup>mm</sup>, porque se a espessura é menor, a chapa não tendo bastante apoio de parte do anelho, flecte e curva-se sobre a acção do punção.

O trabalho do punção altera um pouco as qualidades do material n'uma zona de 1<sup>mm</sup>,5 de espessura; esta alteração é pouco importante para o *ferro*, mas pôde modificar sensivelmente as condições de resistencia no *aço*.

Por este motivo, na marinha militar, dá-se geralmente ao punção um diametro inferior a 2<sup>mm</sup> ao do furo definitivo, e em seguida completa-se a furação por meio da *broca*.

Na maioria dos casos, a furação em chapas d'aço é feito toda á *broca*, o que representa uma certa economia de trabalho relativamente ao processo de empregar primeiro o punção e depois terminar a furação á *broca*.

Nas chapas de ferro emprega-se geralmente o punção, e, quando tem de fazer contrapunçoado, é este então feito á *broca*.

Ha varios typos de *broca*, e por isso limitamo-nos a descrever as mais usadas. A *fig. 163* representa a *broca de ponta à franceza* ou *broca de dente*, formada por uma lamina de secção rectangular, cuja extremidade tem duas arestas cortantes, separadas por uma especie de dente que facilita *centrar o furo*. A *broca à portugueza*, *fig. 164*, com uma fórmula mais simples que a anterior, onde as arestas cortantes fazem entre si angulos de 110° e 120°.

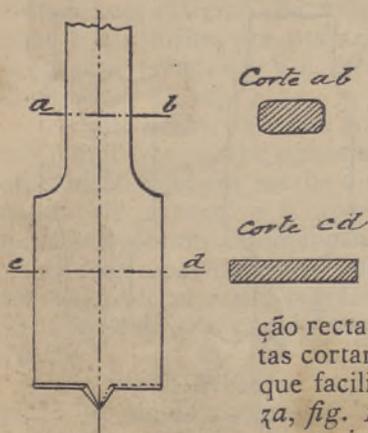


Fig. 163

Estes dois tipos de brocas são geralmente substituídas pela *broca americana* ou *helicoidal*, *fig. 165*, formada por um cylindro com duas caneluras helicoidaes e terminando por um cone cuja intersecção com as caneluras determina duas arestas cortantes.

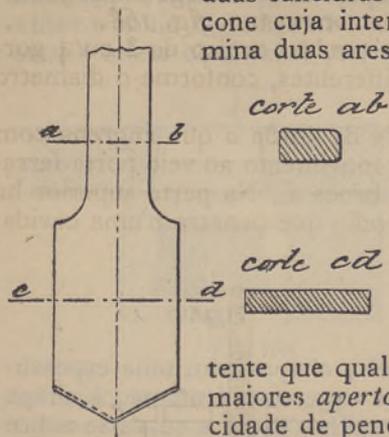


Fig. 164

Esta broca, um pouco mais cara que qualquer das anteriores, tem muitas vantagens sobre ellas, como facilitar a saída das aparas do material que se está a furar; permittir fazer furos d'uma profundidade igual a 5 ou 6 vezes o seu diametro sem ter de tirar a ferramenta; e por ultimo, sendo mais resistente que qualquer das outras permite dar-lhe maiores *apertos* chegando-se a obter uma velocidade de penetração de 30<sup>mm</sup> por minuto.

Na pratica, o aperto é feito de modo que em cada volta, a broca penetra de 0<sup>mm</sup>,10 a 0<sup>mm</sup>,12. Quando o furo tem de ser contrapunçoado empregam-se as brocas de *contrapunçoar* que podem ser á *portuguesa*, *fig. 166*, ou á *francesa*, *fig. 167*.

A segunda tem a vantagem de não permitir que o diametro do furo possa ir além do rebaixo da broca, e portanto, não exige uma continua vigilancia da parte do operario.

As brocas são adoptadas em machinas ferramentas especiais chamadas *engenhos de furar*. Estes engenhos constam de um veio

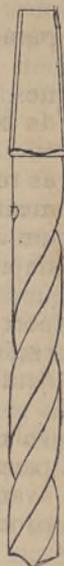


Fig. 165

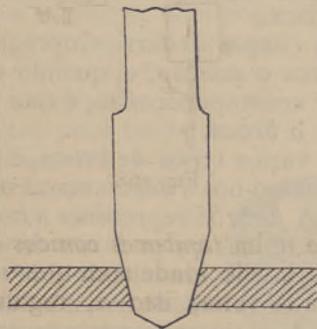


Fig. 166

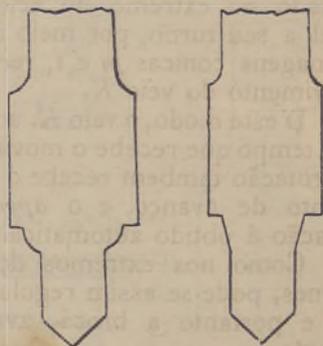


Fig. 167

vertical ou horizontal, que recebe movimento de rotação, no extremo do qual vae a broca, podendo-se ainda deslocar paralelamente ao

seu eixo, de modo a obter-se o avanço gradual da broca, isto é, o seu *aperto*.

Damos em seguida um desenho schematico do *engenho de furar* para melhor comprehensão do seu funcionamento, *fig. 168*.

O veio motor *A* está ligado a um tambor conico de 3 ou 4 gornes permitindo obter velocidades diferentes, conforme o diametro da broca que se quer empregar.

Este veio *A* termina por uma roda de corôa *a* que engrena com as rodas *b* e *b'*, transmittindo assim o movimento ao veio porta-ferramenta *k*, em cuja extremidade vae a broca *L*. Na parte superior ha um parafuso *V* terminando por um botão que penetra n'uma cavidade existente no extremo do veio *K*.

Este parafuso *V* atravessa uma porca fixa, cujo movimento de rotação é obtido pelo veio *B* e a roda dentada *r* e *s*.

D'este modo, manobrando o volante *M* faz-se subir ou descer o parafuso *V*, e portanto o veio *K* avançando ou recuando a broca, produz assim o seu *aperto*.

Este mesmo movimento pôde ser obtido automaticamente por intermedio da roda dentada *R* que engrena com um parafuso sem fim que existe no extremo do veio, *n'*. Este veio termina por um tambor conico de 3 gornes *p* que recebe o movimento do tambor conico *q* situado no extremo do veio *n*, o qual a seu turno, por meio de engrenagens conicas *m* e *i*, recebe o movimento do veio *K*.

D'este modo, o veio *K*, ao mesmo tempo que recebe o movimento de rotação tambem recebe o movimento de avanço, e o *aperto* da furacão é obtido automaticamente.

Como nos extremos dos veios *n* e *n'* ha *tambores conicos* de 3 gornes, pode-se assim regular á vontade a velocidade com que o veio *K*, e portanto a broca, avança em cada volta, isto é, regular o *aperto*.

Os varios typos de *engenhos de furar*, não differem em summa senão no modo como está montado o mecanismo; que acabamos de descrever.

Nos *engenhos fixos verticaes*, o veio porta-ferramenta é vertical,

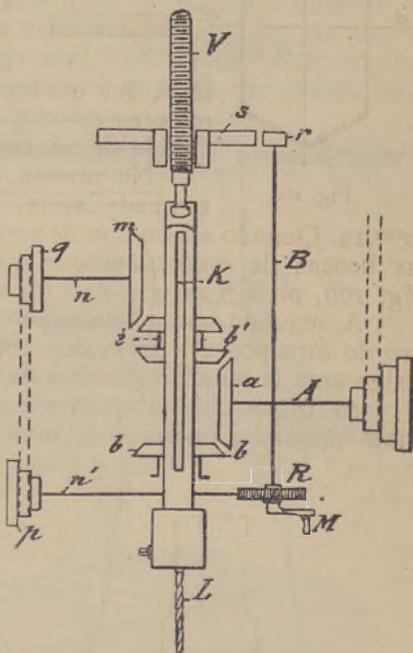


Fig. 168

e a peça que se quer furar deve ser collocada de modo que o eixo do furo coincida com o eixo d'esse veio.

O suporte da machina tem em geral uma meza com ranhuras, que lhe permite poder-se deslocar em varios sentidos, afim de facilitar a fixação e orientação da peça a furar. Tambem se usam muito os *engenhos fixos horizontaes*, que sómente differem do que descrevemos em terem o veio *porta-ferramenta*, horizontal.

Quando se tem de fazer uma serie de furos na mesma peça é muitas vezes vantajoso empregar o *engenho de furar radial*, que permite executar a furação sem ter de deslocar a peça, *fig. 169*.

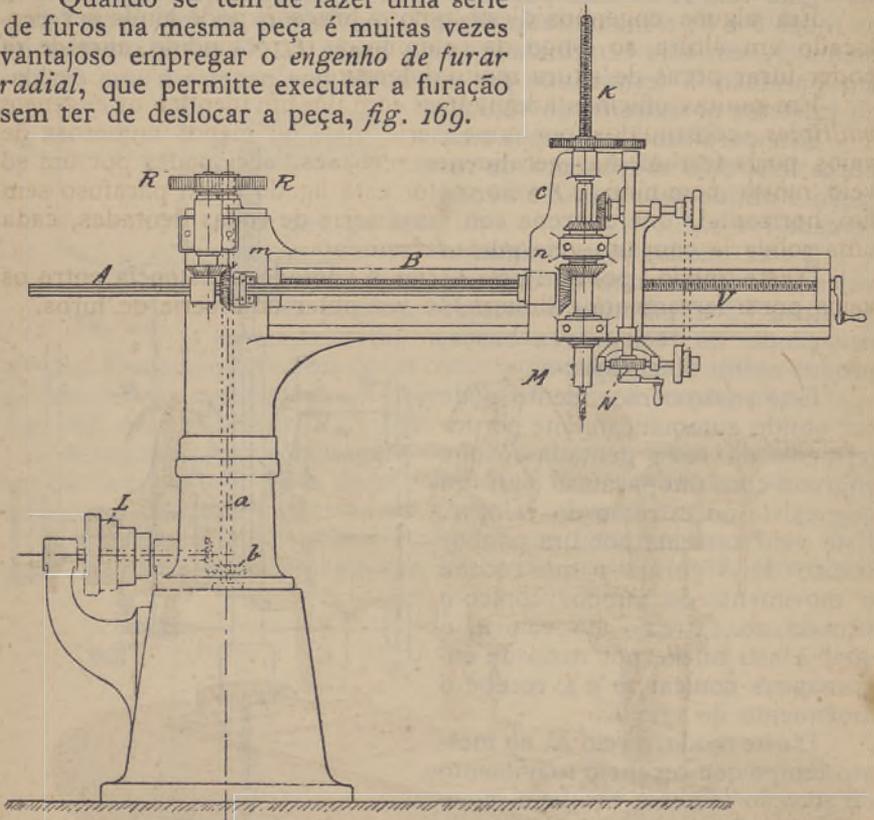


Fig. 169

O *engenho radial* compõe-se de um braço *B*, supportando por uma columna em ferro fundido, no eixo da qual passa um veio vertical *a* que recebe o movimento transmittido ao tambor conico *L* por intermedio da engrenagem conica *b*.

Este veio *a* termina por uma roda dentada *R* que, engrenando com a roda *R'*, põe em movimento o veio porta-ferramenta *M* por intermedio das rodas de corôa *m* e *n* e do veio horizontal *A*.

A peça *c*, a que estão ligadas as chumaceiras do veio porta-ferramenta e os supportes do mecanismo *N* destinado a fazer o aperto da broca, pode-se deslocar ao longo do braço *B* por meio de um parafuso *V* arrastando consigo o veio horizontal *A*.

D'este modo, a broca é sempre accionada pelo motor, qualquer que seja a orientação do braço *B* e a posição da peça *C*, e assim se pôde fazer a furação em varios pontos de uma mesma peça sem ter de a deslocar.

Em alguns engenhos d'este typo o braço *B* pôde ainda ser deslocado em altura ao longo da columna de ferro fundido, afim de se poder furar peças de altura muito differente.

Em muitas officinas adoptam-se com um fim identico os *engenhos multiplos*, constituídos por uma serie mais ou menos numerosa de veios porta-ferramenta, geralmente verticaes, accionadas por um só veio motor commum. O veio motor está ligado a um parafuso sem fim horizontal, que engrena com uma serie de rodas dentadas, cada uma solidaria com um veio porta-ferramenta.

D'este modo, pode-se pois variar á vontade a distancia entre os veios porta-ferramenta e de uma só vez obter uma serie de furos.

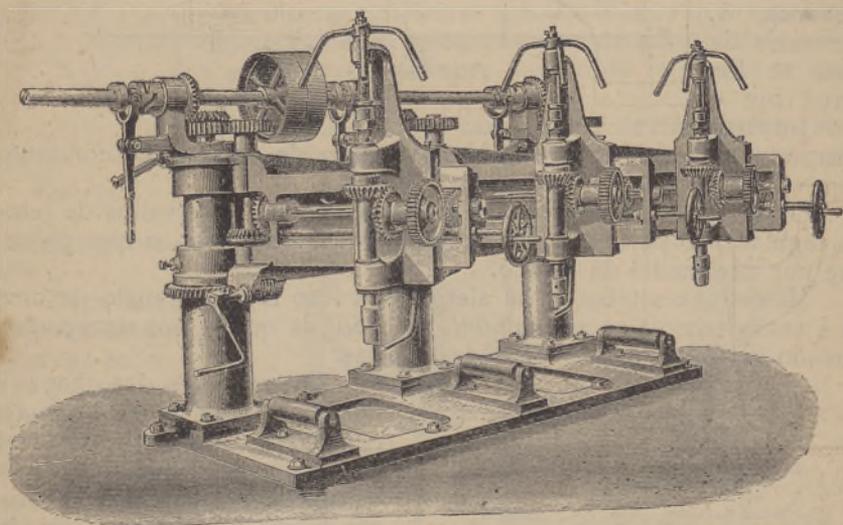


Fig 170

A *fig. 170* representa um *engenho de furar multiplo*, onde a transmissão do movimento do veio motor aos veios porta-ferramenta é feita por meio de engrenagem conica.

Existem engenhos d'este typo trabalhando com 24, 30 e até 35 brocas ao mesmo tempo.

Tambem se empregam *engenhos manuaes de furar*, de que ha varios typos, sendo o mais usado o *roquette*, *fig. 171*.

O *roquette* consta de um tambor cylindrico *a*, que serv<sup>z</sup> de porca a um parafuso *b* terminado em ponta *d*, por meio da qual se apoia n'um suporte de fórma qualquer, que póde ser como se vê na figura um ferro em Z, fixado á peça a furar por meio de um parafuso.

A parte inferior d'este tambor tem uma serie de dentes sobre os quaes assenta a peça *g*, mantida n'essa posição por intermedio de uma móla. Esta peça *g* é munida de uma alavanca *h*, por meio da qual se lhe imprime o movimento

alternativo e assim se obtem o movimento de rotação descontínuo, para o tambor *a* e portanto para a broca *e*.

O operario dá o aperto preciso obrigando a intervallos de tempo regulares, o parafuso *b* a dar uma fracção de volta, o que consegue por intermedio da peça *c*.

Muitas vezes teem de se alargar um furo feito por meio de broca e então recorre-se ao *mandril*, *fig. 150*, de que já nos occupamos quando se tratou da cravação das chapas.

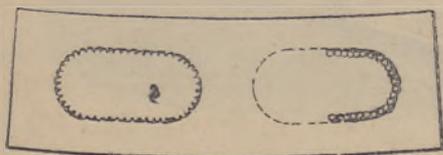


Fig. 172

Tambem se pódem empregar machinas especiaes dispostas para *vasarem* nas peças aberturas ellypticas, mas o processo anterior é muito mais simples. Na ligação das chapas com *bainha rebaixada*, é preciso dar á chapa o *rebaixo*, o que se consegue por meio de uma

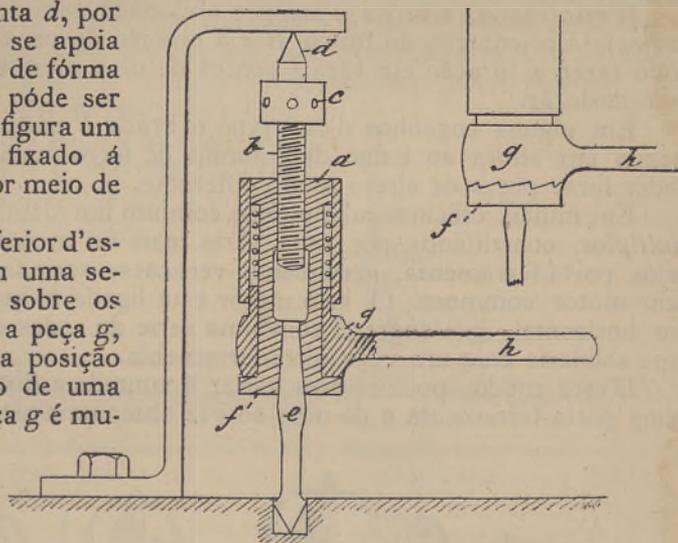


Fig. 171

O *vasamento* das chapas é feito por meio de *saca-bocados* praticando uma serie de furos a punção, em contacto uns com os outros, regulando pelo escopro e lima o contorno assim obtido, *fig. 172*. Outras peças ha que este contorno póde ser feito na pedra d'esmeril.

machina especial, *fig. 173*, formada de 2 cylindros com a fôrma adequada.

O cylindro superior pôde ser abaixado progressivamente de maneira a obter-se gradualmente a fôrma desejada.

§ 2.º

Trabalhos dos perfis a frio

Os perfis são cortados ou com a *tesoura-mecanica* ou com a *serra*. Para as cantoneiras em *L* empregam-se tesouras de movimento retilineo, perfeitamente identicas ás que descrevemos para as chapas, mas tendo as laminas cortantes com a fôrma da *fig. 174*.

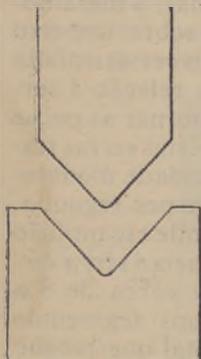


Fig. 174

trabalho por meio da *serra*.

Para ferros de pequeno escantilhão emprega-se a *serra sem fim* ou *serra de fita*, *fig. 175*, formada por uma lamina d'aço *S*, cujos extremos são soldados um ao outro e armada de dentes inclinados sobre um dos seus bordos. Esta fita *S* enrola-se em dois tambores *R* e *R'*, de diametro que variam de 0<sup>m</sup>,60 a 1<sup>m</sup>,00, geral-

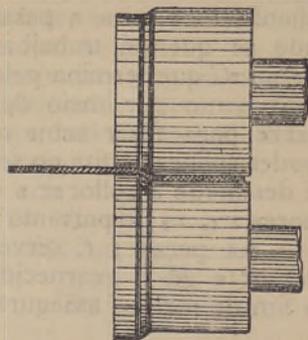


Fig. 173

Muitos arsenaes empregam *tesouras manuaes*, manobradas por meio de alavancas multiplicadoras para o corte dos ferros em *U* e *T*, nas quaes as laminas cortantes se podem facilmente substituir de modo a apresentarem sempre o perfil do ferro que se quer trabalhar.

Na maioria dos casos, a fim de não alterar o metal ao longo do corte da tesoura, executa-se este

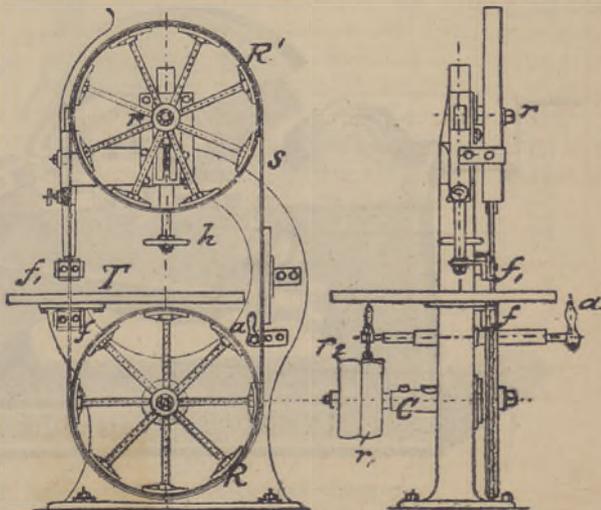


Fig. 175

mente collocados um por cima do outro no mesmo plano vertical.

Entre os dois tambores ha uma mesa horizontal  $T$ , com uma chanfradura para a passagem da fita e destinada a receber as peças que se querem trabalhar. O tambor inferior  $R$ , está ligado ao veio motor  $C$  que termina pelos tambores  $r_1$  e  $r_2$  destinados a receber o movimento por meio de uma correia de transmissão. O volante  $h$  serve para fazer subir ou descer o eixo  $r$  do tambor  $R'$  a fim de se poder collocar a fita no seu logar e regular a sua tensão, e a alavanca  $a$  é destinada a collocar a correia de transmissão em qualquer dos tambores  $r_1$ ,  $r_2$ , e portanto a pôr a serra em movimento ou a paral-a.

As peças  $f f$ , servem de guia á fita  $S$ . A superficie dos tambores  $R$  e  $R'$  é guarnecida de umas fitas de couro ou de caoutchouc a fim de melhor assegurar o arrastamento da fita  $S$ .

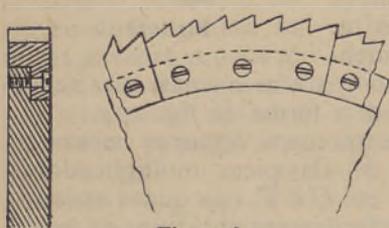


Fig. 176

Em certas machinas, a mesa horizontal vae montada sobre um eixo horizontal e pôde assim ser orientada de qualquer modo em relação á serra, o que permite contornar as peças pequenas manejeveis. Estas serras trabalham com uma velocidade moderada de cerca de 1 metro por segundo.

Para ferros de grande escantilhão emprega-se de preferencia a *serra circular*. Esta serra é composta de um *disco* em aço de cerca de 8 a 10<sup>mm</sup> de espessura em cuja peripheria estão fixados uns segmentos armados de dentes *fig. 176*, montado n'um veio horizontal que recebe

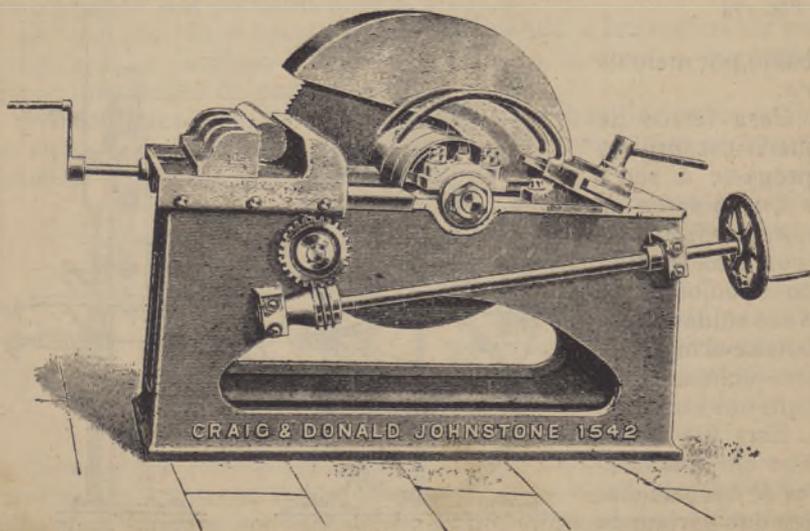


Fig. 177

movimento de rotação por qualquer processo de transmissão ; na parte superior do suporte em ferro fundido ha uma mesa horizontal com ranhura sobre a qual é fixado o ferro que se quer trabalhar, sendo a serra que recebe o movimento de avanço ou aperto.

Na *fig. 177* apresentamos um modelo de serra circular para metaes, em que o aperto póde ser feito á mão. O trabalho de curvar os perfis não póde ser executado a frio senão para curvaturas pequenas, pois que a resistencia á flexão nos ferros em cantoneira é sempre grande. Os ferros para *vauis* ainda que geralmente encommendados ás fabricas com a curvatura do pavimento a que são destinados, é sempre necessario retocal-os para corrigir qualquer deformação causada pelo transporte. Esse trabalho é feito por meio de prensas horisontaes formados por dois apoios fixos e uma parte movel, *fig. 178-179*, que

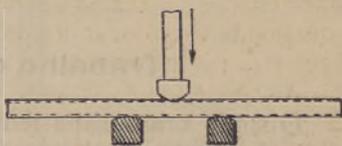


Fig. 178

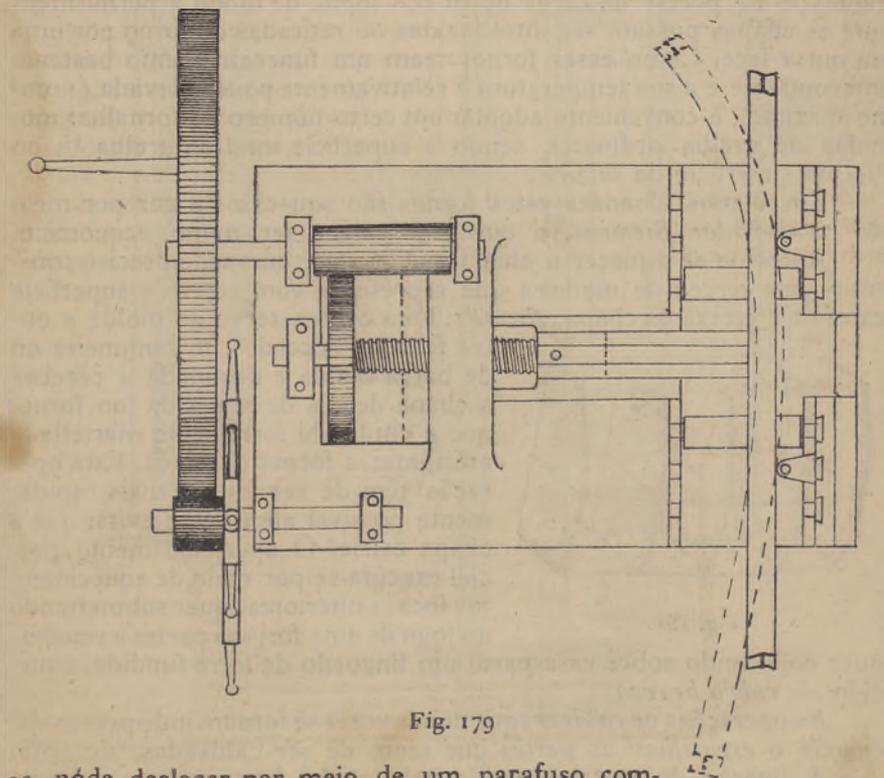


Fig. 179

se póde deslocar por meio de um parafuso com-mandado por um volante ou por meio de um embolo hydraulico.

A cantoneira a que se quer corrigir a curvatura é apoiada so-

bre os dois supportes da prensa e regulando o passo do embolo vae-se gradualmente fazendo a deformação.

Para que a pressão actue sobre todos os pontos do seu comprimento a cantoneira vae-se deslocando no sentido longitudinal.

Desde que a curvatura tem de ser um pouco pronunciada, é necessario aquecer a cantoneira antes de a deformar.

### § 3.º

## Trabalho das chapas a quente

Quando uma chapa tem de receber uma curvatura muito accentuada, é indispensavel aquecer o metal para lhe dar a malleabilidade sufficiente. Esta operação é feita em forno ordinario de soleira horizontal, *fig. 180* (Estampa junta).

Geralmente, cada forno tem duas soleiras de dimensões diferentes e as portas de carga ficam nos topos de modo a permittirem que as chapas possam ser introduzidas ou retiradas do forno por uma ou outra face. Como esses fornos tem um funcionamento bastante intermittente e a sua temperatura é relativamente pouco elevada (1100º no maximo), é conveniente adoptar um certo numero de fornalhas mudadas de grelha ordinaria. sendo a superficie total da grelha  $\frac{1}{8}$  ou  $\frac{1}{10}$  da superficie da *soleira*.

Em alguns arsenaes estes fornos são aquecidos a gaz por meio do *recuperador Siemens*, o que não parece ser muito economico.

Antes de se aquecer a chapa que se quer curvar, é preciso construir uma *cercea* de madeira que representa com relevo a superficie exterior convexa da chapa, *fig. 181*. Esta cercea serve de molde a outra feita de boccados de cantoneira ou de barra batida e destinada a receber a chapa depois de aquecida no forno, que é então ahi fortemente martellada até tomar a forma desejada. Esta operação tem de ser feita o mais rapidamente possivel afim de se evitar que a chapa esfrie. O aperfeiçoamento parcial executa-se por meio de aquecimentos locais ulteriores, quer submettendo ao fogo de uma forja as partes a retocar,

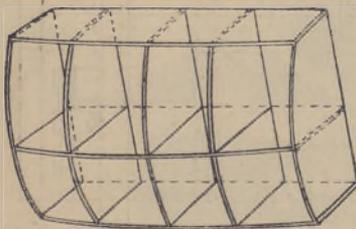


Fig. 181

quer collocando sobre essa parte um lingoado de ferro fundido, aquecido ao *rubro branco*.

As operações de *caldear*, que tantas vezes se tornam indispensaveis, exigem o *espatilhar* as partes que tem de ser caldeadas, *fig. 182*.

A ligação do metal é obtida pela acção do martello e a forma das espatilhas permite que essa acção se exerça quasi normalmente ás superficies a reunir.

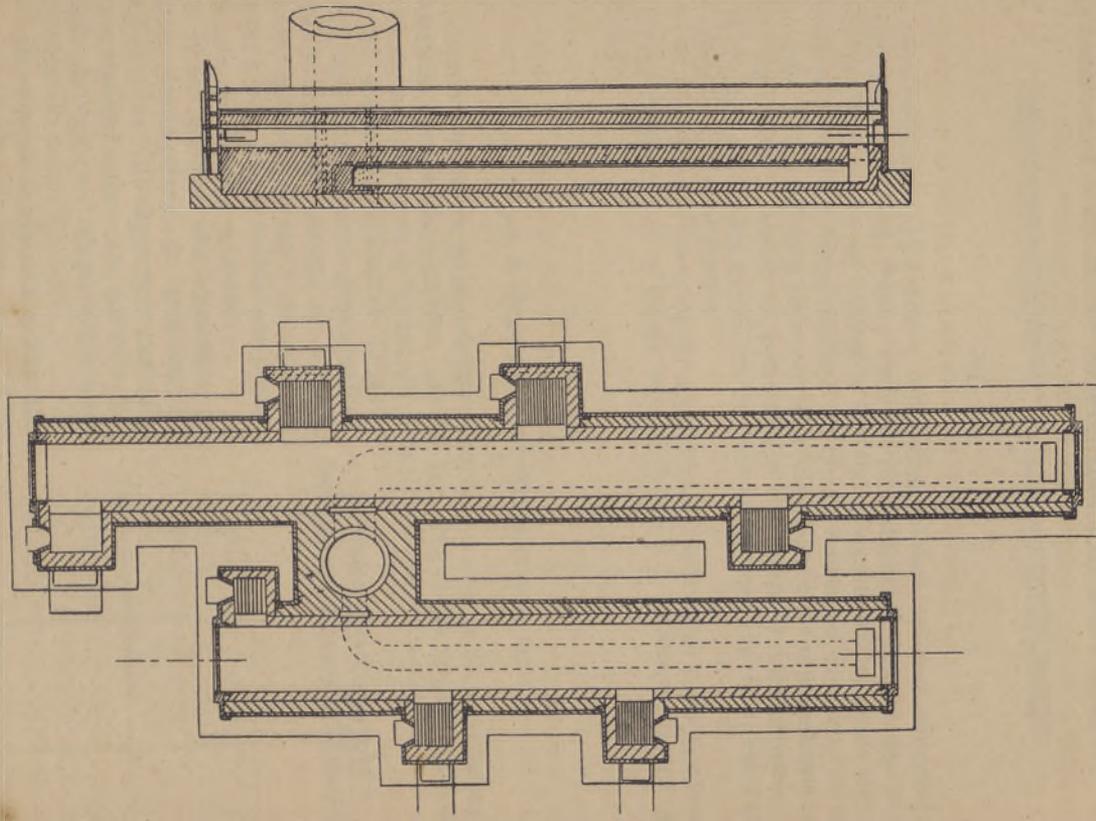


Fig. 180—Forno de soleira horizontal



Tanto para se fazerem os *espatilhados* como para a *caldeação*, a peça é submetida apenas ao fogo da forja. Como já dissémos anteriormente, o ferro caldeia-se facilmente, mas não acontece o mesmo com o aço, que é tanto mais difficil de caldear quanto mais duro é, e a *caldeação* só é praticamente possível com aços muito macios.



Fig. 182

Para caldear o aço macio é indispensavel que as duas superficies de contacto dos espatilhados estejam perfeitamente limpas de escamas e oxydos, o que se consegue interpondo entre ellas, antes de as submeter ao malho, uma mistura de borax e limalha de ferro. A interposição d'essa mistura póde ser feita espalhando-a simplesmente sobre a superficie a reunir ou preparando de antemão uma especie de pasta comprimida entre as malhas de uma rede metallica de modo a ter um millimetro de espessura.

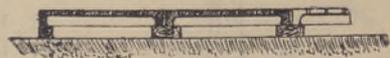
Os espatilhados teem de ser aquecidos *ao rubro claro*, porque abaixo d'esta temperatura o borax não se funde e a *caldeação* ficará imperfeita.

## § 4.º

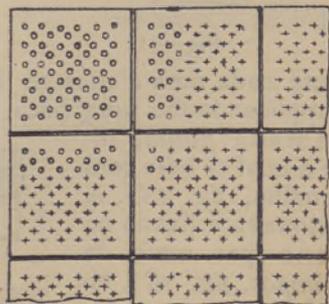
## Trabalho a quente dos ferros em perfil

Como vimos na primeira parte, os ferros em perfil destinados a formar a ossada dos navios, devem ter uma dada curvatura e um certo escantilhão, que é fornecido pela *tabua dos escantilhões*.

E' sobre plantaformas horisontaes chamadas *planos* e dispostos nas proximidades dos fornos de aquecimento, que se executa a operação de curvar e *dar o escantilhão* aos perfis, que hão de formar a ossada.



Estes planos são formados de blocos rectangulares de ferro fundido de 10<sup>cm</sup> a 12<sup>cm</sup> de espessura justapostos e fixados sobre um estrado formado de vigas de madeira meio enterradas do solo, *fig. 183*.



Devem ter dimensões sufficientes para permittirem curvar as maiores peças empregadas na construcção do navio, — 25<sup>m</sup> a 30<sup>m</sup> de comprimento por 10<sup>m</sup> a 15<sup>m</sup> de largo é sufficiente.

Fig. 183

Sobre a sua face superior são praticados muitos furos cuja fôrma e disposição variam segundo o systema de trabalho usado. No systema *escoceç*, que é o empregado no nosso arsenal, esses furos são circulares de 0<sup>m</sup>,03 de diametro e dispostos em *Zig Zag*.

Proximo ao *plano* ha um estrado de madeira destinado ao traçado completo da *vertical* do navio, que se executa por meio das ordenadas inscriptas na *minuta do traçado* ou por meio de *cerceas* de madeira que foram fornecidas pela *Sala do Risco*, que é o processo mais pratico. As linhas do *vertical* são primeiro traçadas a giz e depois de bem desempenadas são gravadas na madeira do estrado por meio de um ferro em ponta chamado *riscador*.

Como dissémos, o *vertical* é traçado completo, isto é, cada balisa com os seus dois ramos symetricos, o que exige o traçado de dois *verticaes*, um para as balisas de vante e outro para as de ré.

Feito este traçado pregam-se sobre elle umas *defezas* de ferro em meia canna, a fim de evitar que a madeira do estrado não seja queimada, quando as peças, ainda quentes, são verificadas sobre elle.

Por ultimo, fazem-se *cerceas*, em ferro de pequenissimas espessuras, do contorno de cada balisa, que juntamente com a taboa dos escantilhões vão servir para o trabalho a realisar.

Supponhamos primeiro que se trata de uma cantoneira. Se ella tem de ser escantilhada em angulo obtuso (*escantilhão chiu-ra*) faz-se assentar sobre o plano depois de ter sido aquecido no forno que descrevemos no paragrapho anterior na posição indicada na *fig. 184* e força-se a abrir as abas malhando sobre a sua aresta.

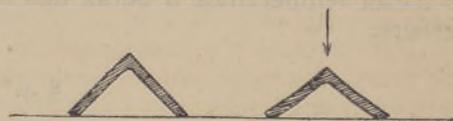


Fig. 184

De tempos a tempos volta-se a cantoneira e por meio da *suta* vae-se regulando o trabalho.

Durante esta primeira phase da operação, as abas da cantoneira deformam-se um pouco e rectificam-se collocando successiva-

mente cada uma d'ellas ao baixo, sobre o plano e applicando-lhe uma peça de fôrma especial,

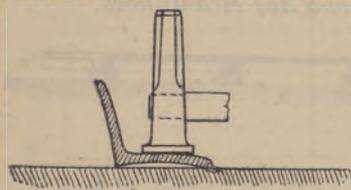


Fig. 185

chamada *flauta*, sobre a qual se bate com o malho, *fig. 185*. A cantoneira é fixada no plano por meio de *grampos*, *fig. 186*, introduzidos nos seus furos.



Fig. 186

Se a cantoneira é escantilhada em angulo agudo (*escantilhão so-linhado*) fixa-se uma das abas ao plano do mesmo modo que acabamos de indicar e malha-se sobre a outra aba de maneira a fechar a até ao angulo preciso, tendo o cuidado de manter a aba horizontal por meio da *flauta* sobre a qual se malha de tempos a tempos para que não se deforme, *fig. 187*.

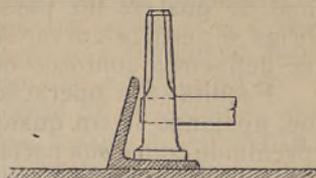


Fig. 187

Se se trata d'um ferro em I, faz-se assentar a alma sobre *calços* um pouco mais altos que as suas abas, *fig. 188*, collocados de distancia em distancia, e malha se sobre estes pontos de apoio, ao mesmo tempo que se vae dando o escantilhão ás abas.



Fig. 188

Para os ferros em T ou em U procede-se do mesmo modo.

Terminada esta operação leva-se o perfil

novamente ao forno até ter uma temperatura sufficiente para que possa ser curvado.

Para proceder a essa operação é preciso traçar a giz no plano por meio de *cerceas* em ferro, de que atraz fallámos, o contorno do traço exterior da balisa e ao longo da parte concava da linha traçada, collocam-se umas cavilhas de ferro, introduzidas nos furos do plano.

Quando alguns dos furos do plano não são tangentes ao contorno sobre elle traçado, o que geralmente succede, augmenta-se o diametro das cavilhas até obter a tangencia por meio de rodellas de ferro fundido, *fig. 189*, que ha sempre nas officinas com varios diametros e em grande numero.

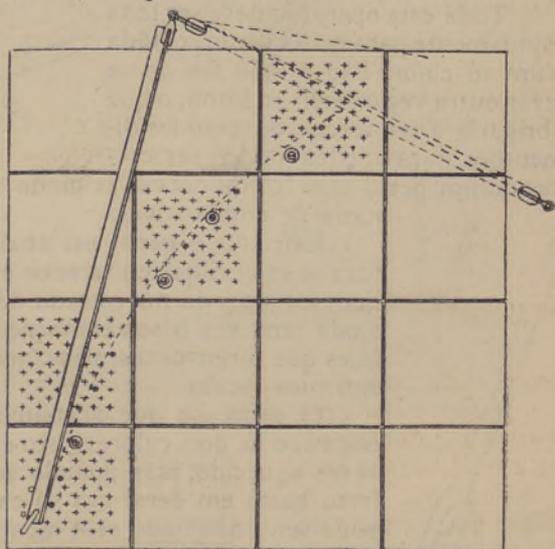


Fig. 189

Aquecido o perfil á temperatura conveniente é transportado outra vez ao plano e fixa-se uma das suas extremidades de encontro á

1.<sup>a</sup> cavilha. Em seguida colloca-se um *cão* na outra extremidade, no olhal do qual se faz passar uma *talha* que, por meio d'um guincho, obriga o perfil a curvar se, apoiando-se sobre as cavilhas e rodellas que definem o contorno que se deseja obter.

Facilita-se a operação por meio das *alavancas do sector*, fig. 190, que, apoiando-se em qualquer furo do plano e premindo com a sua parte curva o perfil que se quer curvar, exerce assim uma acção potente e gradual. A' medida que se vae curvando o perfil, vae-se batendo com o malho sobre o lado plano, afim de facilitar o alongamento das fibras do material.

Curvado o perfil, mantem-se no seu logar por meio de *cavilhas* e *discos*, collocados ao longo do seu contorno convexo, e de distancia em distancia collocam-se ainda *grampos* afim de fixar a face plana á plataforma.

Verifica-se então por meio das *cerceas* de ferro ou de madeira, se a curvatura é a que se pretende, e por meio de uma *suta* verifica-se se os angulos não soffreram alteração, fazendo-se á *marreta* quaesquer pequenos retoques.

Toda esta operação deve ser feita rapidamente para poder ser executada n'um só *calor*, isto é, não ter de se levar outra vez o perfil ao forno, o que obrigaria a ter fornos de grandes dimensões para n'elles poder ser collocado um perfil com fôrma curva, exigindo tambem um grande consumo de combustivel.

Esfriado o perfil até abaixo do *rubro sombrio*, tiram-se as cavilhas e grampos e transporta-se ao *vertical* que foi traçado no estrado de madeira, verificando se ainda uma vez o seu contorno e marcando a giz os retoques que forem necessarios, que se executam com aquecimentos locais.

O processo que acabámos de descrever exige o emprego de dois calores, isto é, o perfil tem de ser duas vezes aquecido, mas quando se trabalha com perfis em ferro basta em geral um só calor, pois que este metal pôde ser trabalhado sem inconveniente a temperaturas mais baixas que o aço.

Empregando *um só calor* dá se primeiro a curvatura ao perfil pelo mesmo processo que indicámos, e em seguida dão-

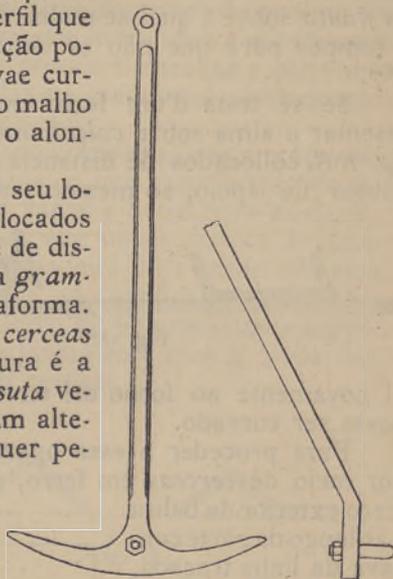


Fig. 190

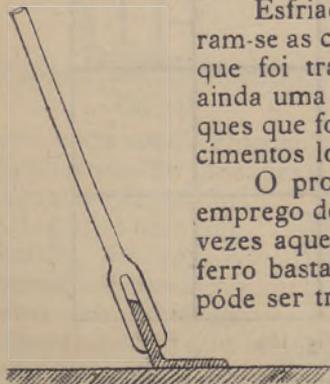


Fig. 191

se-lhe os escantilhões nos diversos pontos por meio de alavancas especiaes chamadas *cães*, *fig. 191*, com os quaes se abre ou fecha a aba do perfil, segundo o angulo tem de ser *obtuso* ou *agudo*, e ao mesmo tempo vão-se dando pancadas com o malho na aba horisontal para a manter em contacto com o plano e conservar-lhe a sua fôrma plana.

O emprego dos *cães* tem o inconveniente de deformar as abas das cantoneiras na proximidade das arestas, e com a cantoneira já curvada é muito difficil retocar uma aba nos pontos deformados, pois que se não pôde applical-a de novo sobre o *plano*. E' esta uma das razões porque, em certos estaleiros, mesmo com o ferro se procede primeiro ao trabalho de *dar o escantilhão* á cantoneira e só depois d'elle executado é que se passa a dar-lhe a curvatura.

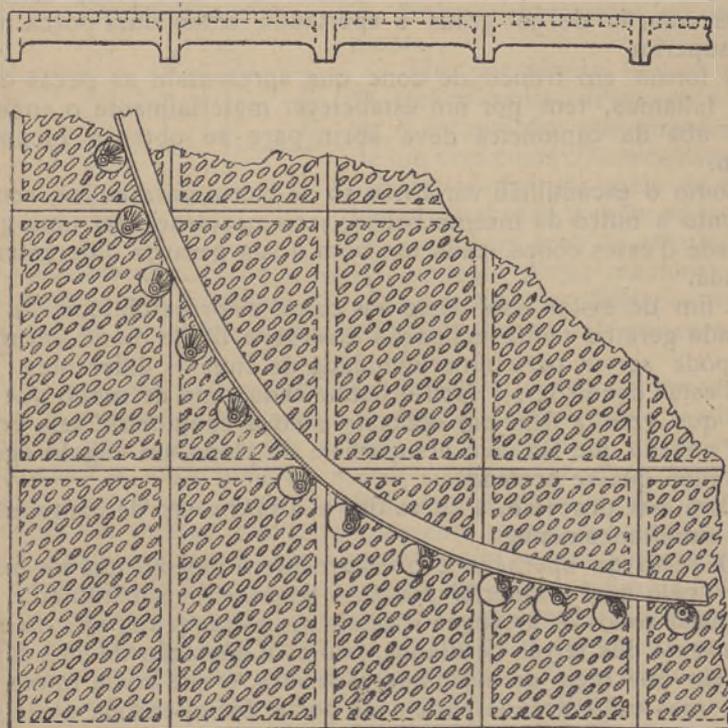


Fig. 192

Ha um methodo muito empregado na Italia conhecido com o nome de *methodo inglez* para curvar e *dar o escantilhão* necessario aos ferros *perfilados*. N'esse methodo o *plano* em lugar de ter os furos cylindricos tem-n'os oblongos e uniformemente distribuidos segundo a sua diagonal, *fig. 192*.

Esses furos são destinados a receber as cavilhas que seguram umas peças de ferro fundido em fôrma de tronco de pyramide ou tronco de cone, *fig. 193*.

Traçado sobre o plano o contorno da balisa que se quer curvar por meio da *cercea*, pelo mesmo processo que anteriormente descrevemos, fixam-se ao longo d'essa linha uma serie de cones de modo que a sua base lhes fique tangente.



Fig. 193

Os cones são fixados na sua posição por meio de cavilhas com fôrma especial, tendo uma cabeça em fôrma de martello, de modo a poder-se enfiar pelos furos do plano, dando uma boa presa com uma

simples rotação de  $90^\circ$  graus e apertando então uma porca na sua parte superior.

A fôrma em tronco de cone que apresentam as peças de que acima fallamos, tem por fim estabelecer materialmente o angulo de que a aba da cantoneira deve abrir para se obter o escantilhão preciso.

Como o escantilhão varia não só de balisa para balisa, como de um ponto a outro da mesma balisa, seria necessario ter uma grande variedade d'esses cones, cada um com a sua geratriz differentemente inclinada.

A fim de evitar isso, dá-se aos cones a fôrma obliqua, de modo que cada geratriz tenha inclinação diversa, e d'este modo um mesmo cone pôde servir para uma infinidade de angulos differentes.

N'estas condições, é facil orientar cada cone de modo que a geratriz que vem a ficar em contacto com a cantoneira, seja precisamente aquella que faz com a superficie do plano um angulo igual ao escantilhão que se pretende.

Com este processo, a curvatura e o *sutamento* da cantoneira são dados simultaneamente.

O resto da operação é precisamente o mesmo que no *methodo escocez*, pelo qual o anterior processo tende a ser substituido.

Quasi todos os arsenaes e estaleiros estrangeiros executam hoje o *sutamento* dos ferros perfilados, isto é, a operação de lhes dar o escantilhão por meio de machinas especiaes, o que alivia muito o trabalho, mas exige grande pericia da parte dos operarios d'elle encarregados.

Apontamos o esboço de um dos typos de machinas empregadas para esse fim, *fig. 194*, por onde se pôde ver o seu funcionamento.

A machina compõe-se de um certo numero de tambores, entre os quaes se faz passar o ferro perfilado convenientemente aquecido no forno.

Supponhamos que queremos dar um angulo obtuso a uma

cantoneira. O tambor cylindrico *A* é encastrado n'um veio motor horizontal, cujas chumaceiras se podem delocar verticalmente, de

modo a permittirem regular a posição em altura do dito tambor segundo a espessura da aba da cantoneira.

Dos dois tambores tronco-conicos *B* e *C*, accionados pelo mesmo motor que o tambor *A*, um *C* é fixo e outro *B* pôde-

se deslocar horizontal ou verticalmente.

Ha, por ultimo, um 4.º tambor *D*, tronco-conico, destinado a produzir o escantilhão, que gira em torno de um eixo cujas chumaceiras podem ser deslocadas por meio de um volante manobrado á mão, ao longo de um sector em arco de circulo.

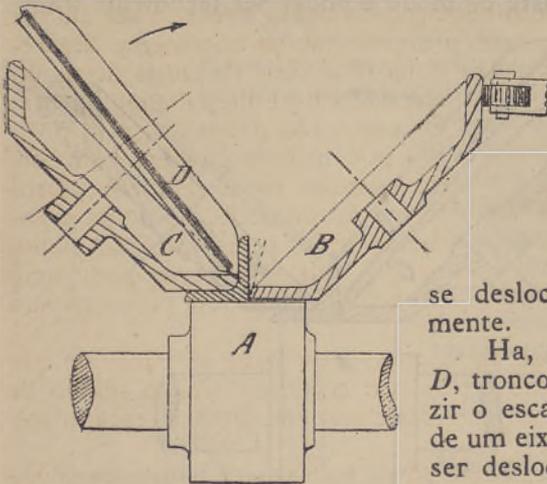


Fig. 194

Facilmente se percebe o funcionamento d'esta machina.

A posição dos tambores *A* e *B* é primeiro regulada por meio de um pedaço de cantoneira do mesmo perfil que aquelle que se vae trabalhar.

Feito isto, põe-se a machina em movimento e os tambores *A* e *B* obrigam a cantoneira a avançar ao mesmo tempo que o tambor *D*, manobrado por meio de um volante, vae obrigando a aba vertical da cantoneira a abrir mais ou menos conforme se quer. O veio do tambor *A*, acciona um ponteiro sobre um quadrante graduado em metros, a fim de indicar em cada momento quanto a cantoneira tem avançado, ao passo que o sector sobre o qual se deslocam as chumaceiras do tambor *D* leva uma gradação em graus, a fim de indicar o angulo de escantilhão realisado n'um dado momento. Conhecendo então o escantilhão que tem de se dar á cantoneira de metro em metro, basta manobrar o volante que acciona o tambor *D*, de modo que este marque sobre o seu sector o numero de graus relativos a 1<sup>m</sup>, 2<sup>m</sup>, 3<sup>m</sup>, etc., no mesmo momento em que o ponteiro, que é accionado pelo veio do tambor *A* marque no seu quadrante 1<sup>m</sup>, 2<sup>m</sup>, 3<sup>m</sup>, etc.

Para se obter escantilhão em angulo agudo basta collocar as cantoneiras em sentido contrario, *fig. 195*, sendo então a aba horizontal fixada pelo tambor *B* e contra apoiada pelo tambor *C*.

De resto, o modo do seu funcionamento é perfeitamente o mesmo.

Para trabalhar ferro em *Z* emprega-se a mesma machina, mas para o ferro em *U* é preciso substituir o tambor *C* por outro de fôrma

especial, *fig. 196*, de modo a permitir a passagem da aba que não é trabalhada.

Esta machina é disposta de modo a poder ser facilmente transportada para se poder collocar á bocca do forno de aquecimento entre elle e o plano.

A cantoneira uma vez aquecida é immediatamente introduzida entre os tambores da machina, soffrendo assim uma primeira deformação; em seguida invertendo o sentido do movimento á machina, a cantoneira soffre uma segunda deformação, entrando novamente no forno. D'este modo a cantoneira soffre um certo

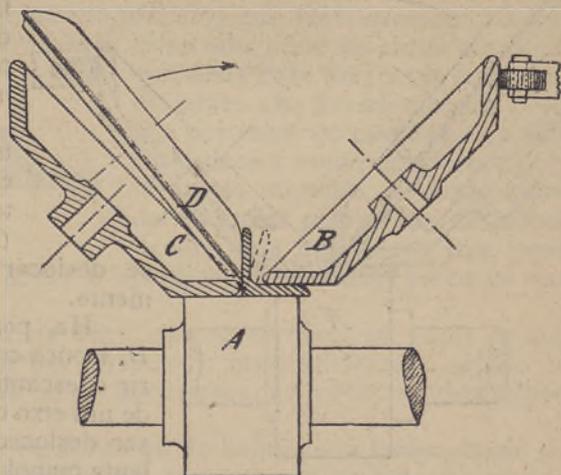


Fig. 195

numero de passagens pela machina, até se obter o escantilhão final. Em media bastam tres passagens para os escantilhões commumente usados.

Para regular a posição dos tambores é necessario ter na officina uma serie de pedaços de cantoneira com 1<sup>m</sup>,50 de comprimento, relativos aos diferentes perfis que geralmente se trabalham.

Estas machinas não se prestam a trabalhar as cantoneiras em I, que tem de ser trabalhadas á mão, pelo processo descripto anteriormente.

Além da curvatura e sutamento das peças da ossada, ha muitas vezes necessidade de executar trabalhos de forja com os perfis.

As forjas geralmente empregadas nos trabalhos de construção naval, de que damos um esboço na *fig. 197*, em nada differem das forjas ordinarias.

Constam de uma especie de bacia rectangular em alvenaria, do fundo da qual parte um tubo horisontal por onde chega o ar sob pressão que tem de alimentar a forja.

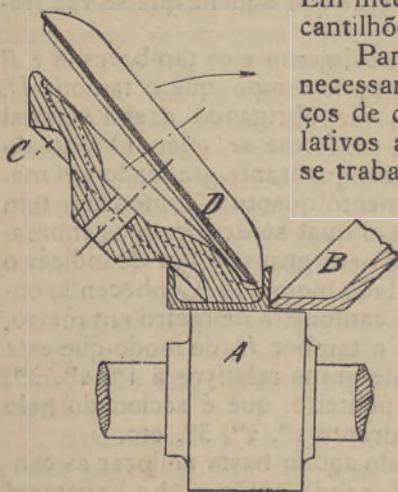


Fig. 196

Este tubo communica com um collector geral que recebe o ar por meio de uma ventoinha, e é além d'isso munido de um registo para regular a entrada do ar.

Na bacia colloca-se o combustivel (hulha gorda) disposto de modo a formar uma especie de abobada de paredes incandescentes, no interior da qual se colloca a peça que se quer aquecer. A fim de impedir que a combustão se propague á superficie interior d'essa abobada de carvão, esfria-se de tempo a tempo essa superficie com agua fria.

Tomamos para exemplo uma cantoneira que se quer curvar em angulo recto, de modo a fazer um cotovello para fóra. Se a cantoneira não é de grandes dimensões, bastaria trabalhá-la á *marreta*, *fig. 198*.

O metal distende-se de *a* para *b* diminuindo um pouco de espessura; batem-se as duas abas com a marreta e obtem-se a agudeza do angulo martellando sobre o bordo de uma *bigorna*.

Se a cantoneira é de grandes dimensões ou se não quer ter diminuição na espessura da aba, faz-se primeiro um entalhe na aba interior, curva-se em seguida do mesmo modo que anteriormente até se obter o angulo preciso e depois de ter espatilhado os dois lados do entalhe, caldeia-se-lhe um bocado de chapa da espessura que se quer, de modo a completar a cantoneira, *fig. 199*. Se quizermos que o cotovello seja para dentro, *fig. 200*, e se a espessura da aba é pequena, curva-se a cantoneira

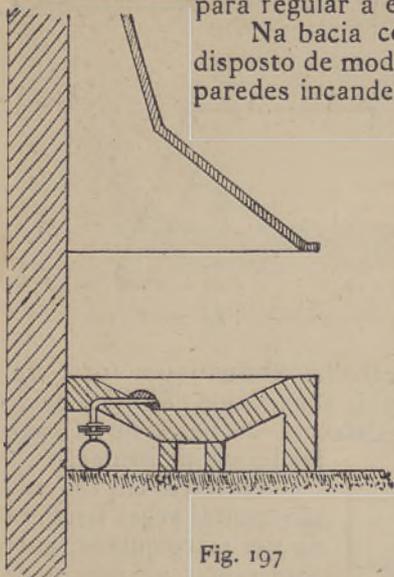


Fig. 197

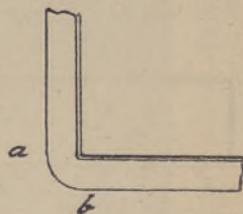


Fig. 198

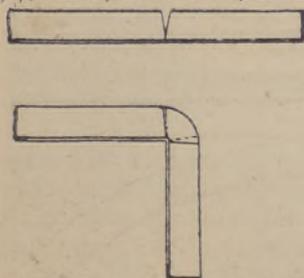


Fig. 199

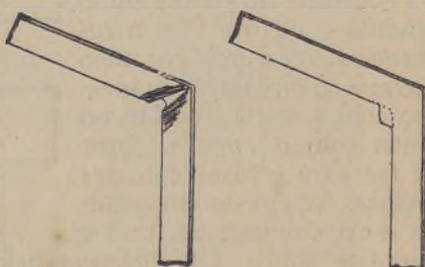


Fig. 200

como no primeiro caso, martellando o engrossamento que se fórma no cotovello, e tira-se depois por meio do *corta-frio* o material excedente.

Se a espessura é muito grande, então, para facilitar a curvatura, faz-se um entalhe com o angulo que se pretende por meio do *corta-frio* e espatilham-se e caldeiam-se as duas partes do entalhe, depois de ter curvado a cantoneira, *flg. 201*.

No caso de ter de se dar sutamento á cantoneira, faz-se essa operação a macho, depois de ter feito o cotovello.

Com ferros em T procede-se de modo analogo ao que acabámos de indicar.

Com ferros em *U* e *I* não se póde empregar a caldeação, sendo-se obrigado a comprimir o metal a martello,

mas facilita-se o trabalho abrindo um furo, *fig. 202*, na parte media da alma, o que não diminuindo sensivelmente a resistencia da peça, torna mais facil a sua deformação.

Os ferros em *U* e em *I* são muitas vezes fendidos na sua extremidade, quer para seguir o contorno de uma chapa de caverna, quer para formar talão. Executa-se este trabalho fazendo primeiro um furo de 15 a 20 millimetros de diametro, *fig. 203*, no ponto que limita a fenda que

se quer fazer, com o fim de impedir que elle se propague mais além na occasião de curvar a peça.

A alma do ferro é então fendida a quente com a *talhadeira*, ou a frio, por meio da *tesoura-mecanica*, ou mesmo com a *serra-circular*, ou ainda com o *punção*, como se faz para o vasamento das chapas. Aquece-se em seguida a extremidade do ferro e curva-se sobre a *plataforma* pelos processos ordinarios.

As arestas resultantes do corte são regularizadas ao *rebolo*.

Quando se tem de regularisar grande numero de vezes a mesma

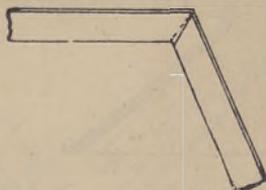
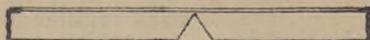


Fig. 201

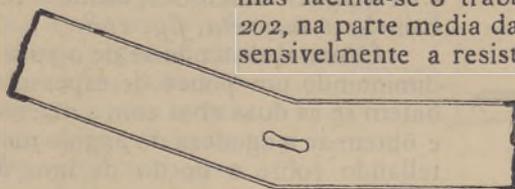


Fig. 202

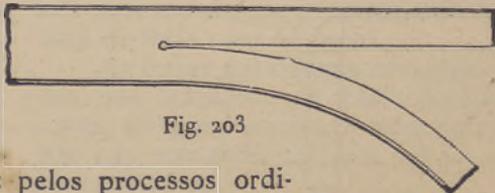
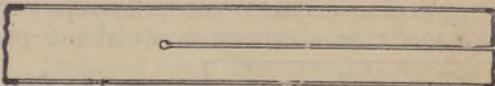
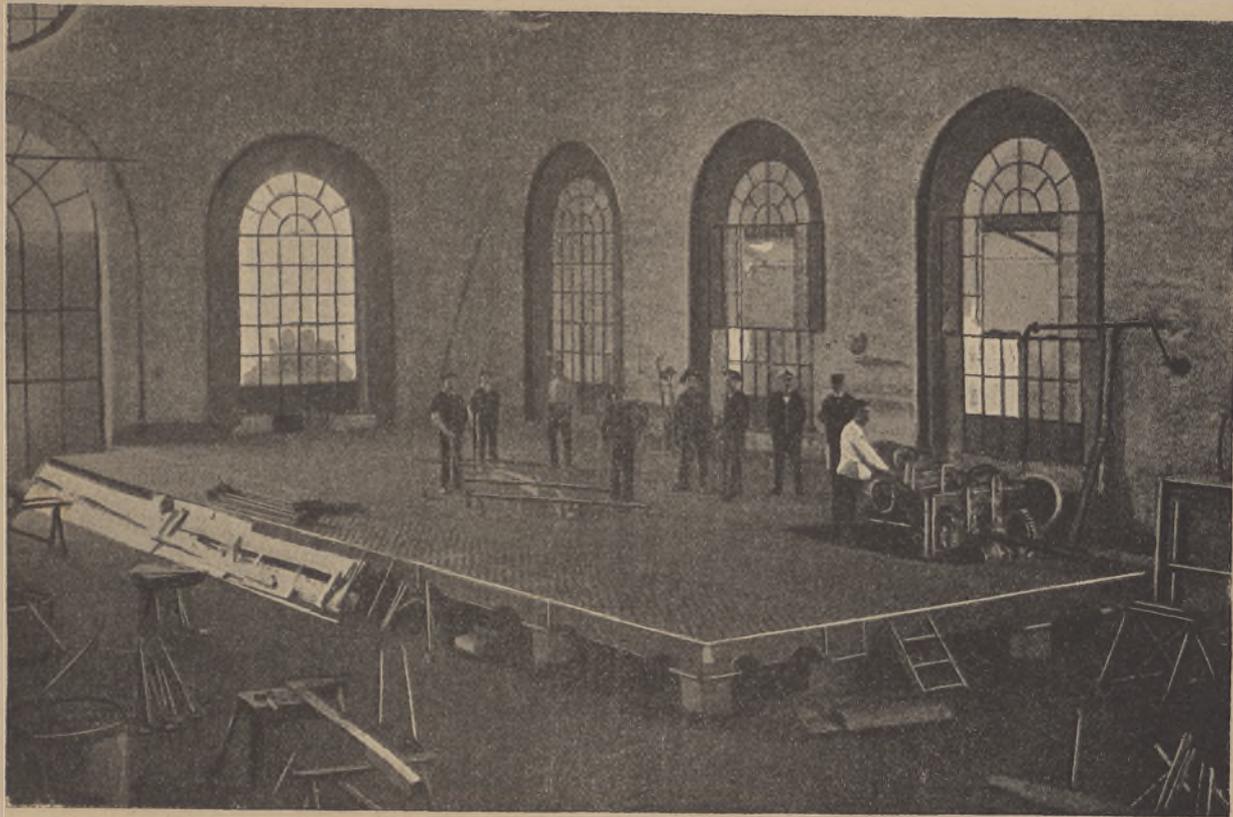


Fig. 203



Plano para a curvatura dos ferros perfilados  
(Arsenal de Spezia)



deformação, como por exemplo, nas curvas dos vaus, ha toda a vantagem em fabricar um molde em ferro fundido, do contorno que se quer obter, e fixal-o no plano em substituição das cavilhas que definem os pontos d'esse contorno. O trabalho é assim mais rapido e mais exacto.

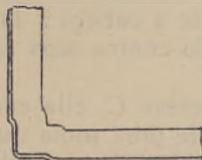
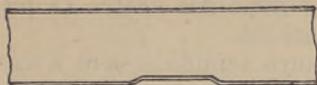


FIG. 204

Os *rebaixos*, fig. 204, executam-se por meio de aquecimentos locais, como qualquer trabalho ordinario de forja.

Se ha grande numero de *rebaixos* semelhantes, ha então muita vantagem em fazer um molde e executar o trabalho ao *martello pilão* ou á *prensa*.

Supponhamos, por exemplo, que se trata da cantoneira interior de uma balisa.

Começa-se por marcar sobre a cantoneira ainda não deformada, o logar de to-

dos os *rebaixos*; em seguida leva-se ao *martello pilão* e por meio de um *molde* executam-se os *rebaixos*, e só então se lhes dá o sutamento e curvatura que elle deve ter, em cima do plano, por qualquer dos processos anteriormente expostos. A conclusão dos *rebaixos* tem de ser feita á mão, com o calor de forja.

Os *rebaixos* exigem sempre um trabalho muito delicado e longo e por isso deve haver o maximo cuidado em reduzir o seu numero o mais possivel.

A fabricação dos rebites destinados á cravação de peças metallicas, comprehende o corte do *varão* em ferro ou aço que deve constituir o *fuste* do rebite, em pedaços do comprimento conveniente, e a confecção da sua cabeça. A primeira d'estas duas operações executa-se por meio de *tesouras* e a segunda por meio de machinas espezias, semelhantes ás prensas de estampar metal. A fig. 205 representa um dos typos d'essas machinas, mais empregado nos arsenaes.

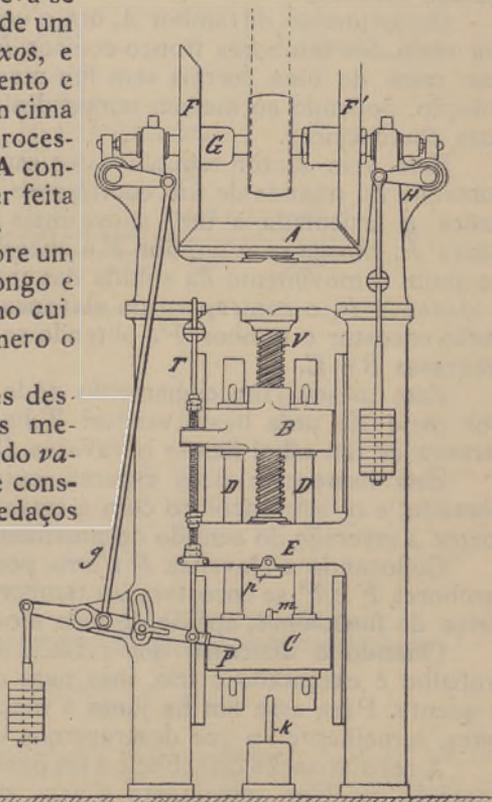


Fig. 205

Consta de um parafuso vertical  $V$  de passo muito alongado, solidario com um tambor tronco-conico  $A$ , que pôde receber movimento de rotação n'um ou n'outro sentido. A esse parafuso serve de porca a travessa  $B$ , solidaria com uma outra  $C$  por meio das hastes  $D$  que atravessam a peça  $E$  fixa ao suporte da machina.

Conforme o tambor  $A$  gira n'um ou n'outro sentido, assim a travessa  $B$  sobe ou desce ao longo do parafuso  $V$  arrastando a travessa  $C$ .

Esta travessa tem aparafusada uma matriz ou *dado* onde se colloca o pedaço do varão  $m$ , a que se quer fazer a cabeça; fazendo subir essa travessa, o topo do varão é esmagado contra uma *embutideira*  $p$  existente na peça  $E$ .

Fazendo em seguida descer a mesma travessa  $C$ , ella encontra no fim do seu percurso uma haste  $k$ , munida de uma mola que, batendo no fundo da matriz, obriga o rebite a saltar fóra. Colloca-se novamente outro pedaço de varão e procede-se successivamente do mesmo modo.

O movimento do tambor  $A$ , ora n'um ora n'outro sentido, é obtido por meio dos tambores tronco-conicos  $F$  e  $F'$  ligados ao veio  $G$ , que por meio de uma correia sem fim recebe o movimento continuo de rotação, podendo ao mesmo tempo deslocar-se longitudinalmente nas suas chumaceiras.

Este veio motor tem n'um dos seus extremos uma alavanca em cotovello  $H$ , munida de um contra peso, e no outro extremo uma alavanca  $g$  articulada e uma outra mais pequena  $P$ . Abaixando a alavanca  $P$ , obriga-se o tambor  $F$  a encostar-se ao tambor  $A$ , e obtem-se assim o movimento da subida das travessas  $B$  e  $C$ ; fazendo subir a alavanca  $P$ , o contrapeso da alavanca  $H$  impelle o tambor  $F$  e faz então encostar o tambor  $F'$ , obtendo-se o movimento de descida das travessas  $B$  e  $C$ .

Este mesmo funcionamento pôde ser obtido automaticamente, por meio de uma haste vertical  $T$  ligada á alavanca  $P$  e passando atravez de um olhal fixado á travessa  $B$ .

Esta haste tem duas esperas, cuja posição se pôde regular á vontade, e o seu encontro com a travessa  $B$  determina automaticamente a inversão do sentido do movimento.

Collocando a alavanca  $P$  n'uma posição intermedia, nenhum dos tambores  $F$  e  $F'$  se encostará ao tambor  $A$ , e d'este modo a machina deixa de funcionar, apesar do veio motor estar em movimento.

Quando o diametro dos rebites não excede 6 millimetros, este trabalho é executado a frio, mas para diametros maiores é este feito a quente. Para esse fim ha junto á machina um forno de aquecer rebites, semelhante ao que descrevemos quando tratámos da cravação.

A regularisação do rebite e a limpeza das *rebarbas* são feitas n'uma segunda machina semelhante a esta, mas onde a *embutideira* é munida d'arestas cortantes.

Na *fig. 206* apresentamos um esboço da *machina de rebarbar rebites*, adoptada no nosso Arsenal de Marinha.

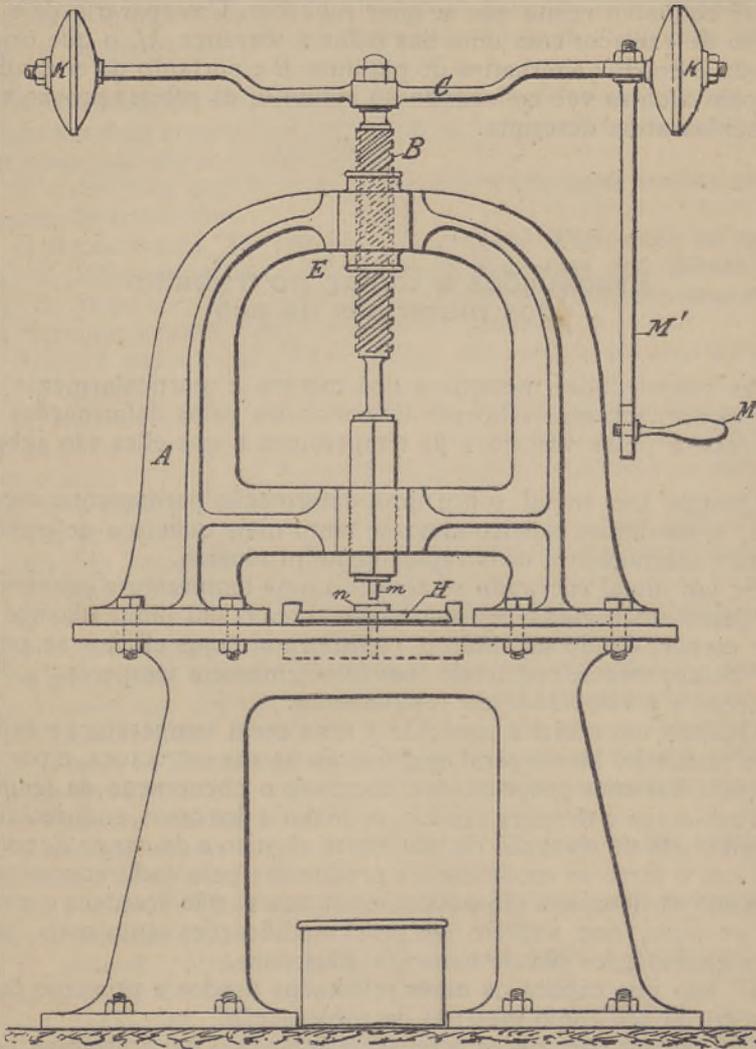


Fig. 206

Compõe-se de um suporte em ferro fundido *A*, tendo na sua parte superior uma porca *E*, através do qual passa um parafuso *B*, accionado pelo balancero *C*.

Este balancero tem nos seus extremos duas massas *K*, e é mano-

brado por intermedio do manipulo  $M' M$ , que lhe transmite um movimento de *vae-vem*. No extremo do parafuso  $B$  é collocada uma embutideira  $m$  de arestas cortantes, e sobre a mesa  $H$  ha um anillo  $n$  onde se colloca o rebite que se quer rebarbar. Um operario dá o movimento de *vae-vem* com uma das mãos á alavanca  $M$ , o que origina a subida e descida alternativa do parafuso  $B$  e portanto da embutideira  $m$ , e com a outra *vae* collocando no anillo  $n$ , os rebites provenientes da machina atraz descripta.

### § 5.º

## Precauções a tomar no trabalho dos materiaes de aço

As propriedades mecanicas dos metaes e particularmente dos aços, podem ser sensivelmente influenciadas pelas deformações permanentes e pelas variações de temperatura a que elles são submettidos.

Quando um metal soffre uma deformação permanente, *encrua*, isto é, o seu limite elastico eleva-se tanto mais quanto a deformação fôr mais accentuada e mais rapidamente produzida.

Se um metal *encruado* se aquece a uma temperatura conveniente e se deixa em seguida resfriar lentamente, o seu limite elastico torna se menor, dando-se então o *recosimento*, cujos effeitos se podem fazer desaparecer, regulando convenientemente a temperatura do recosimento e a velocidade do resfriamento.

Quando um metal é aquecido a uma certa temperatura e rapidamente resfriado, ha em geral modificação na sua estrutura, e por consequencia das suas propriedades, dando-se o phenomeno da *tempera*.

Para o aço a tempera produz, na maioria dos casos, endurecimento do metal, isto é, elevação do seu limite elastico e da *carga de rotura*.

Com o ferro as modificações produzidas pelo endurecimento, recosimento ou tempera são pouco importantes; não acontece o mesmo com os aços, que soffrem em geral modificações tanto mais importantes quanto elles são de natureza mais dura.

E' isto que explica os maus resultados tirados a principio com o emprego do aço como material de construcção.

Era vulgar vêr peças apenas terminadas, quebrarem-se por si proprias, sem haver uma causa apparente que explicasse esse facto.

O conhecimento mais profundo das propriedades dos *metaes ferrosos*, permittiu determinar as precauções necessarias no seu emprego, como materiaes de construcção, e estabelecer processos de trabalho capazes de garantir toda a segurança.

Já vimos a utilidade de fazer as furações por *mandrilagem* e de

aplinar os bordos das chapas que foram cortadas á tesoura, com o fim de fazer desaparecer a região alterada.

Qualquer deformação permanente *a frio* só deve ser dada muito lentamente e muito progressivamente para que o metal não *encrue*, sendo o emprego da prensa hydraulica de muita utilidade n'estes casos.

A *martellagem* de peças d'aço *a frio*, só deve ser executada em caso de absoluta necessidade, sendo então indispensavel recosel-as para fazer desaparecer o encruamento.

O trabalho a quente só deve ser executado entre limites de temperatura determinados.

O aquecimento das chapas e cantoneiras d'aço deve ser quanto possivel uniforme sobre toda a extensão das peças, que devem ser tiradas do forno ao *rubro cerejo claro*, devendo o trabalho da *martellagem* terminar apenas a peça chegue ao *rubro escuro*.

Sempre que a temperatura baixa a este limite sem se ter terminado o trabalho, é preciso tornar a aquecer a peça.

E' necessario evitar todo o resfriamento brusco e desigual, depois da peça ter recebido um calor, devendo para isso ser collocada sobre o solo, coberta em caso de necessidade com areia ou cinzas, ao abrigo das intempéries e correntes de ar.

Não se deve hesitar em *recoser* qualquer peça que tenha soffrido deformações importantes, quando se receie alterações sensiveis nas suas propriedades mecanicas.

O *recosimento* faz-se em geral em fornos volantes, formados por paredes rectangulares de tijolo, ligadas por cantoneiras.

A peça para *recoser* é collocada no solo da officina e em volta d'ella veda-se um espaço, por meio de tijolos, de volume tão pequeno quanto possivel, que se põe em communicação com a chaminé da officina. Todas as juntas dos tijolos que limitam esse espaço são barradas com terra, e no extremo opposto á chaminé accende-se com aparas de madeira um fogo.

Tapam-se depois todas as aberturas e deixa-se a peça *esfriar* por si, lentamente, antes de demolir o forno.

As peças de fôrma complicada, deformam-se mais ou menos durante o *recosimento*.

E' preciso portanto retocal-as em seguida, o que se faz com a prensa e muito devagar, para não alterar o metal.

As operações de *recosimento* são longas e dão um grande augmento de mão de obra, e por isso, com o aço macio ou ferro homogeneo commmente empregado em construção naval, dispensa-se geralmente essa operação, excepto para peças muito trabalhadas.

O aço *semi-duro* está mais sujeito á *tempera* e o seu emprego exige todas as precauções indicadas.

## § 6.º

## Zincagem — Estanhagem — Nickelagem

Um dos processos mais efficazes de preservar os metaes ferrosos contra a oxydação, consiste em cobril-os de uma fina camada de um outro metal não oxydavel. Os metaes protectores que se empregam para esse fim são o *zinco*, o *estanho* e o *nickel*, mas de preferencia o primeiro, comquanto os dois ultimos deem um aspecto mais brilhante e bonito.

A *zincagem* é applicada nos arsenaes a todos os materiaes de construcção (chapas e cantoneiras) de espessura inferior a 4 millimetros e a todas as ferragens (olhaes, braçadeiras, balaustres, etc.) cujas dimensões não sejam tão grandes que tornem a operação muito despendiosa.

A operação de *zincagem* póde ser feita por dois modos differentes: — ou *por immersão* ou *electricamente*. No processo de *immersão* a peça a zincar é mergulhada durante uns instantes n'um banho de *zinco em fução*, mas para que a camada de zinco fique bem adherente é indispensavel que a peça vá bem limpa — *decapada* — de qualquer traço de oxydo ou deposito de gordura.

Deve, além d'isso, ter a superficie bem secca, afim de evitar que o *zinco em fução*, em contacto com alguma humidade que possa haver se vaporise bruscamente, dando logar a pequenas projecções.

A *decapagem* da peça a zincar faz se, mergulhando-a durante 3 ou 4 horas n'uma tina de madeira forrada de chumbo contendo *acido chlorydrico* diluido em agua e a uma temperatura de 40º a 50º.

De tempo a tempo tira-se a peça do banho e esfrega-se com uma escova, afim de lhe tirar qualquer porção de oxido que possa ter adherido. A' medida que o banho se neutralisa regenera-se pela addição de mais acido chlorydrico, de modo a tel-o sempre bem concentrado.

Quando se tem de zincar peças velhas já cheias de ferrugem, ou cobertas de pintura, ou de zinco proveniente de uma zincagem anterior, a *decapagem* tem de ser precedida de uma limpeza feita com *raspadeiras*. Muitas vezes completa-se a raspagem com a *immersão* da peça n'um banho que já tenha servido a uma *decapagem* anterior. Terminada esta operação vae a peça a uma *estufa*, onde a temperatura é de 60º a 70º, afim de ficar bem secca, passando d'ahi immediatamente para o banho de zinco, afim de se não tornar a oxidar.

A duração da *immersão* no banho de zinco varia de 5 a 6o segundos, conforme a espessura e a natureza do metal que se quer proteger; assim o *ferro fundido* e o *aço duro* exigem uma *immersão* mais prolongada do que o *aço macio* ou o *ferro homogeneo*.

E' conveniente não ter a peça immovel durante a immersão, fazendo a deslocar lentamente no sentido vertical.

A quantidade de zinco que fica adherente, varia entre  $0^k,700$  a  $1^k,400$  por metro quadrado.

O banho de zinco é deitado n'uma tina de chapa de aço de 20 a 24 millimetros de espessura, de secção rectangular com  $1^m,50$  a  $1^m,90$  de altura e com uma largura e um comprimento variaveis, segundo as dimensões das peças que em geral se querem zincar.

Um jogo de tres tinas com dimensões variaveis de  $3^m$  a  $7^m,50$  de comprimento por  $0^m,45$  a  $1^m$  de largura basta em geral, ás necessidades correntes. O modo de construcção mais simples d'esta tina é o indicado na fig. 207.

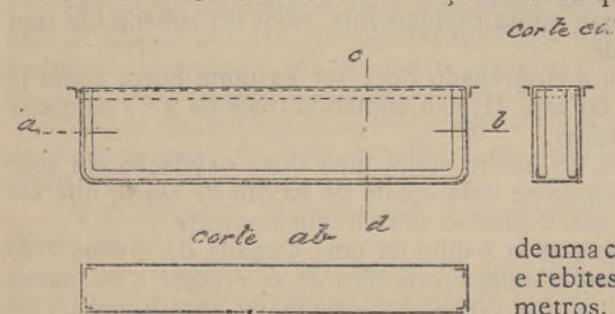


Fig. 207

não estando em contacto directo com o combustivel. Os gazes provenientes da combustão depois de terem circulado em volta da tina são geralmente aproveitados para o aquecimento da estufa de seccagem, de que atraz falámos.

A temperatura do banho é de cerca de  $500^\circ$  e convém ter nas fornalhas uma combustão tão moderada quanto possível, afim de não deteriorar muito rapidamente as chapas da tina, que podem durar de 1 a 2 annos. Estes fornos queimam em geral 50 a 55 kilos de carvão por hora e por metro quadrado de grelha.

O zinco em contacto com a chapa d'aço da tina a uma temperatura tão elevada, ataca-a unido-se ao aço, o que lhe produz uma deterioração. Com o

indicado na fig. 207. E' formada por tres chapas, de que uma constitue o fundo e os lados menores, a ligacão das duas outras chapas com esta é feita por meio de uma cantoneira de  $150 \times 150$  e rebites espaçados de 2,5 diâmetros.

A tina é collocada n'um forno, fig. 208, de alvenaria,

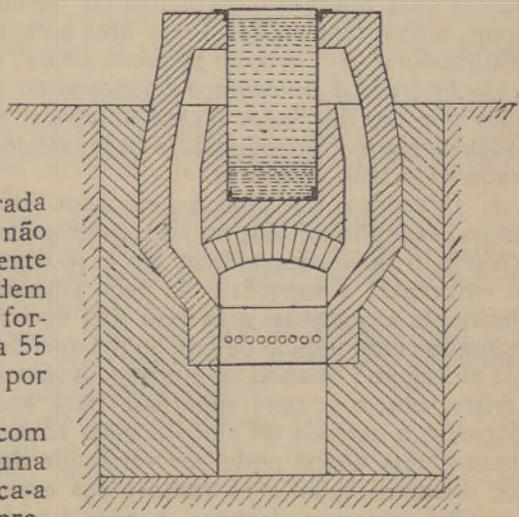


Fig. 208

fim de diminuir esta deteriorção das chapas toma-se a precaução de cobrir o fundo interior da tina com uma certa quantidade de chumbo, disposta de modo que fique, na parte inferior da tina, completamente enterrada na alvenaria do forno.

Em alguns arsenaes francezes adopta-se uma disposição especial para a tina, ainda com o fim de reduzir o gasto das suas chapas.

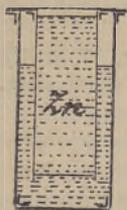


Fig. 209

Consiste em collocar o *banho de zinco* no interior de uma camisa de chapa, suspensa nos bordos superiores da tina, *fig. 209*.

D'este modo as chapas da tina sómente ficam em contacto com o chumbo, e a camisa, de espessura menor, ainda que se gaste muito rapidamente, póde ser substituída sem difficuldade.

O *zinco* empregado deve ser bastante puro, como já dissémos no cap. II, não contendo mais de 2 0/0 de materias estranhas.

A superficie livre do banho soffre uma certa oxydação em contacto com o ar, formando-se uma crosta de *oxydo de zinco*, que sobrenada no banho e que é preciso tirar frequentemente.

Muitas vezes cobre-se o banho de uma camada de alguns centímetros de *chlorydrato d'ammoniaco* afim de se reduzir a pequenas quantidades, o *oxydo* que se póde ter formado na peça a zincar, no seu trajecto da estufa para a tina, sob a influencia da irradiação do banho. N'este caso, a peça quando sahe do banho traz ainda uma pequena camada de *chlorhydrato d'ammoniaco*, que é preciso tirar por meio de uma lavagem em agua quente. Para evitar essa operação supplementar de lavagem, a tina tem muitas vezes uma antepara longitudinal, *fig. 210*, de pequena altura, e o *chlorhydrato d'ammoniaco* é lançado no banho por um dos lados d'essa antepara, por onde tambem é introduzida a peça, sendo tirada pelo lado contrario.

O aspecto dos objectos zincados differe muito segundo se tem ou não empregado o *chlorhydrato d'ammoniaco*. No caso de não o empregar, a superficie da peça zincada é brilhante e ondeada, mas isso não deve ser tomado como indicio de boa ou má qualidade da zincagem; quando se emprega o *chlorhydrato*, obtem-se uma superficie baça e uniforme e a camada de zinco é mais adherente. A qualidade da zincagem n'uma chapa póde ser verificada dobrando-a sobre um cylindro de diametro igual a 15 vezes a sua espessura, não devendo estalar.

Na *zincagem electrica*, a peça é immersa n'um banho de *sulfato de zinco*, no qual são suspensas placas de zinco constituindo os *ano-*

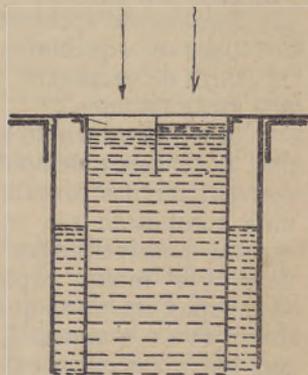


Fig. 210

dos. A corrente precisa, é calculada á razão de 2 *ampères* por decimetro quadrado do *catodo* e a *voltagem* é mantida entre 4 a 5 *volts*.

O banho electrolitico é geralmente obtido, saturando com zinco uma solução de *acido sulphurico* na proporção de 1:10.

A *decapagem* é feita, n'este caso, por meio de um jacto de areia, a ar comprimido, sob uma pressão de 2 kilos.

Este processo dá uma superficie muito limpa e polida distinguindo-se perfeitamente o grão do metal, mas tem o inconveniente de dar logar a fortes projecções d'areia exigindo o emprego d'um local bem fechado e de uma mascara para o operario encarregado do trabalho.

Depois da *decapagem*, devem as peças ser mergulhadas n'um banho de agua e potassa, para evitar qualquer oxydação, antes de irem ao banho electrolitico. Ha um outro processo (methodo Wagner) electrolitico de zincagem, que consiste em fixar a peça no *polo negativo* da corrente electrica, e percorrer a superficie a zincar com uma placa de zinco coberta de uma flanela e em comunicação com o *polo positivo*.

A *estanhagem* é geralmente feita por immersão sendo a temperatura de 233°.

Na fabricação da *lata*, que não é mais que chapa delgada de ferro estanhado, a chapa é primeiro *decapada* por meio de *acido sulphurico* ou *chlorhydrico*; em seguida recosida para fazer desaparecer o encruamento proveniente da *decapagem*; por ultimo, soffre uma *laminação a frio* e vae á estufa.

Da estufa vae á tina que contém o *estanho em fução*.

A tina é dividida em duas partes por meio de uma antepara longitudinal; na parte por onde se effectua a sahida da chapa, o banho é coberto de uma camada de *sébo*, o que produz uma maior adherencia da camada d'estanho.

Nos arsenaes pratica-se a *estanhagem*, ou por immersão, ou vertendo sobre a superficie da peça uma certa quantidade de *estanho fundido*, e estendendo e regularizando a camada por meio de uma *boneca de estopa*.

A *nicklagem* só póde ser obtida electricamente, devido á alta temperatura a que funde o nickel (1600°). A peça a nickelar, principalmente se é de ferro, tem de ser muito bem limpa porque sem esta precaução o nickel não adhere bem.

Essa limpeza é geralmente feita por meio de um disco de madeira forrado de couro ou feltro, empregnado de *esmeril em pó*, e animado de um movimento de rotação muito rapido.

A peça a limpar é levada ao contacto d'esse disco.

Terminada essa operação, a peça é ainda outra vez limpa com *benzina*, enxugada e immersa durante algum tempo n'uma solução muito quente de *potassa*.

Em seguida colloca-se sobre um estrado por cima da tina de la-

vagem, esfrega-se em todos os sentidos com uma escova molhada, e por ultimo, faz-se uma abundante lavagem em agua pura.

Durante estas ultimas operações, é preciso não tocar com os dedos na peça afim de não a manchar, e até ao momento de entrar no *banho electrico*, convém conserval-a dentro d'uma tina com agua.

O *banho de nicklagem* é constituído por uma solução a 1:10 de *sulphato duplo de nickel e ammoniaco*, preparado a quente e filtrado depois de ter arrefecido. Deve-se-lhe addicionar um *sal organico*, que representa o papel de excitador, empregando-se geralmente com esse fim o *cittrato de ammoniaco*.

O banho não deve ser *alcalino* nem conter senão uma pequena quantidade de acido livre, de módo a dar uma leve coloração violacea ao *papel azul de tournesol*.

Se é muito alcalino ou neutro, o deposito de nickel é pouco adherente. No primeiro caso, addiciona-se-lhe *acido citrico*, no segundo *ammoniaco liquido*.

Regenera-se o banho de tempo a tempo, decantando-o depois de 12 horas de repouso e addicionando-lhe *sulphato duplo de nickel e ammoniaco* e o *sal excitador*. N'este banho, estão immersas *placas de nickel*, de 7<sup>mm</sup> de espessura, suspensas por fios de nickel a hastes de latão, que repousam nos bordos da tina.

Essas hastes de latão, que constituem os conductores da corrente electrica, são geralmente dispostas no sentido do comprimento da tina e em numero de tres; a central supporta os objectos a nicklar e as duas outras supportam as placas de nickel, cuja superficie deve ser sempre um pouco superior á das peças que se se pretendem nicklar.

A diferença de *potencial* entre as hastes latão que supportam as placas de nickel, deve ser comprehendida entre 3 volts e 3,5 volts no principio, e 2 volts no fim da operação, que geralmente dura duas horas.

## § 7.º

### Deposito de materiaes

Todos os arsenaes e estaleiros possuem um *deposito de materiaes*, disposto de modo a tornar tão rapida quanto possivel a sua classificação e arrumação, logo que são recebidos das fabricas, e permittirem a sua facil sahida á medida que vão sendo precisos para as diferentes officinas e carreiras de construcção.

Esse deposito deve ser servido por uma *via ferrea*, que permita o transporte rapido do material por meio de *wagonetes*.

A disposição mais simples para a arrumação das chapas, consiste em collocar meio enterradas no solo, uma serie de longrinas de madeira parallelas, supportando de distancia em distancia *montantes* formados por hastes verticaes ou cantoneiras em fórma de A, *fig. 211*. As chapas são collocadas *de cutello* transversalmente ás longrinas e encostadas aos montantes.

D'este modo, não ficam em contacto com a humidade do solo, e as aguas da chuva, escorregando ao longo da sua superficie, não empogam.

Além d'isso, esta disposição permite distribuir as chapas nos differentes compartimentos, segundo o fim a que são destinadas,

podendo-se tirar uma qualquer sem desarrumar as outras. Parallela-mente ás fiadas das longrinas estão dispostos os carris para a circulação dos *wagonetes de transporte*.

Em muitos arsenaes esta installação é completada com *pontes rolantes* ou *guindastes moveis*, que facilitam o transporte de chapas do compartimento ao *wagonete*.

Os ferros em perfil são armazenados de um modo semelhante mas parallelamente á direcção das *vias ferreas*.

A *via ferrea* deve pôr em communicação o deposito de material com a officina de construcções navaes e a carreira de construcção, sendo o typo *Decauville* o mais geralmente usado, pela facilidade com que pôde ser deslocada qualquer linha.

No percurso da *via ferrea* deve ser installada uma balança para pesar todo o material, antes de ser empregado no navio em construcção.

O systema de tracção d'estes *wagonetes* é ainda hoje em muitos arsenaes feito a braço, mas modernamente ha a tendencia de a fazer a vapor ou electricamente, e no nosso Arsenal está-se procedendo já aos estudos necessarios para esse fim.

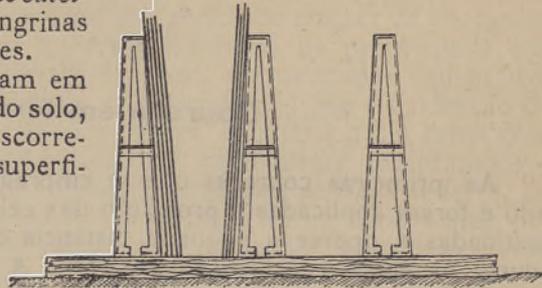


Fig. 211

## CAPITULO X

## FABRICO DAS COURAÇAS

## § 1.º

## Couraça em ferro

As primeiras couraças que se empregaram eram de ferro forjado e foram applicadas á protecção das celebres *baterias fluctuantes*, destinadas a operar a pequena distancia dos fortes russos de Kinbourn, na guerra da Criméa em 1854. A primeira d'essas baterias que foi lançada ao mar em Cherbourg, foi a *Devastation*, feita sob os planos do engenheiro de marinha franceza Guyesse, seguindo-se a *Lave* e a *Tonnante*, *fig. 212*. As dimensões principaes d'essas baterias eram: comprimento 51 metros, bocca maxima 13 metros, im-

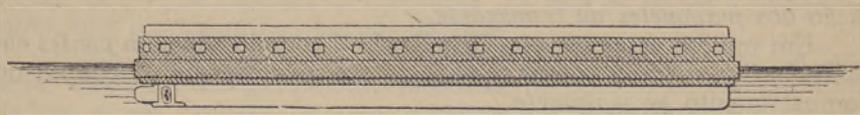


Fig. 212

mersão media 2<sup>m</sup>,60 e deslocamento 1625 ton., e não davam mais de 2 milhas de velocidade <sup>1</sup>.

Os processos de fabrico adoptados n'este typo de chapas de

<sup>1</sup> O primeiro navio propriamente dito, que foi couraçado foi a fragata *Gloire*, *fig. 213* construido em Toulon em 1859 sob os planos do engenheiro Dupuy de Lôme. Tinha o casco de madeira, completamente couraçado com chapas de

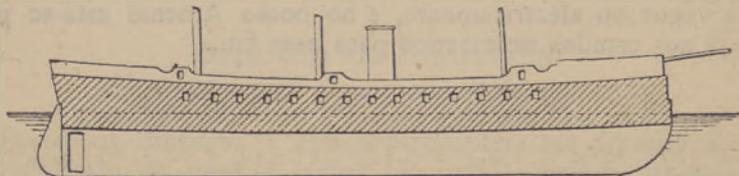


Fig. 213

12<sup>cm</sup> de espessura á fluctuação e 11<sup>cm</sup> nas obras mortas, e os seus principaes caracteristicos eram: comprimento á fluctuação 78 metros, bocca maximo 17 metros, immersão media 4<sup>m</sup>,75 e deslocamento 5618 ton. e uma velocidade de 12 milhas a hora.

couraça foram os de forjagem ao martello pilão e de laminação. O primeiro processo era preferido, principalmente para chapas muito grossas, devido á maior tenacidade e dureza que o metal adquire sob a acção do martello pilão; o segundo processo, empregado principalmente em Inglaterra e na America, devido á sua maior rapidez, deu resultados bastante regulares no fabrico de chapas de espessura não muito grande. Ambos elles são fundados na propriedade que tem o ferro de se poder caldear, mas para que as chapas fiquem bem compactas em toda a sua massa, é indispensavel que a caldeação de todos os elementos que a hão de formar, seja feita a um certo grau de temperatura e que elles sejam bem intimamente comprimidos e batidos. Consegue-se isso, partindo de pequenos pedaços de ferro, de uns 300<sup>k</sup> de peso, que se caldeiam de modo a formar blocos mais pesados, os quaes a seu turno são tambem caldeados, indo-se successivamente obtendo peças cada vez maiores, até se chegar ás dimensões que deve ter a chapa de couraça.

Para que a chapa tenha toda a sua efficacia contra a perfuração, é condição essencial que seja perfeitamente compacta e contínua. Ora uma descontinuidade que exista em qualquer dos pedaços que se empregarão para a formar, ou que se dê devido a um trabalho menos perfeito nas successivas caldeações que se vão fazendo, é o bastante para que a peça final fique defeituosa, e d'aqui se vê a enorme difficuldade de sua fabricação.

Terminado o trabalho da caldeação, a chapa é submettida ao martello pilão ou á prensa hydraulica, que lhe dão a forma e curvatura precisas, sendo por ultimo cortadas com as dimensões que se pretende.

As primeiras couraças empregadas tinham uma espessura de 11<sup>cm</sup> a 12<sup>cm</sup> indo successivamente augmentando até se chegar a 35<sup>cm</sup> de espessura nos navios inglezes *Thunderer* e *Dreadnough*.

Durante o tempo em que foram empregadas as couraças de ferro forjado, tambem tiveram voga as couraças typo *Sandwich*, formadas por chapas de couraça relativamente finas, alternadas com almofadas de madeira.

## § 2.º

### Couraças d'aço ordinario e compound

Em 1876, epocha em que o aço começou a substituir o ferro na construcção naval, tambem a couraça de ferro forjado é substituida pela couraça de aço ordinario e pela couraça *compound*.

As primeiras couraças em aço ordinario foram fabricadas pela casa Schneider e C. do Creusot, tendo 55<sup>cm</sup> de espessura e foram experimentadas nas celebres experiencias de Spezia em 1876, em concorrência com couraças de ferro forjado da mesma espessura,

fabricadas pela casa Bronn, e com couraças do typo Sandwich de 30<sup>cm</sup> + 25<sup>cm</sup> de espessura, fabricadas pela casa Cammell e Marrel.

As conclusões a que se chegou foram:

1.<sup>o</sup> — Superioridade da couraça de uma só grossura sobre as do typo Sandwich;

2.<sup>o</sup> — Superioridade da couraça em aço sobre a couraça de ferro forjado.

O seu processo de fabrico consistia em fundir um bloco d'aço, em forma de parallelepipedo com uma grossura duas vezes e meia a que deveria ter a couraça e com o dobro do seu peso. Retirado este bloco da fôrma, era aquecido n'um forno a gaz, e em seguida martellado de modo a diminuir-lhe a espessura, augmentando-lhe assim as outras dimensões até se obter uma superficie com o comprimento e largura desejadas.

A chapa era então temperada n'um banho d'agua ou oleo e em seguida recosida, isto é, aquecida novamente e deixada esfriar lentamente.

Quando se tratava de couraça 10<sup>cm</sup> a 15<sup>cm</sup> de espessura, depois do bloco fundido ser submettido ao martello pilão, a redução definitiva da sua espessura era feita ao laminador o que abreviava muitissimo o trabalho.

Nas conclusões apresentadas pela commissão que assistiu ás experiencias de Spezia, apontava-se o facto de que a couraça d'aço sendo dotada de maior resistencia á penetração, em confronto com a de ferro forjado, tinha maior facilidade em se fender em toda a sua espessura, quebrando-se em pedaços e deixando a descoberto os flancos do navio.

D'aqui veiu a idéa do fabrico da couraça *compound*, formada de uma camada interior de ferro, e de uma camada exterior de aço mais ou menos duro, de modo que sendo a parte em aço a primeira encontrada pelo projectil, devido á sua maior resistencia oppõe-se á perfuração, provocando a fractura ou recochete do projectil e a parte em ferro, mais flexivel, oppõe-se á abertura de fendas ou rombos no casco dos navios.

Na fabricação da couraça *compound*, ha dois systemas diferentes que são o systema Wilson adoptado pela casa Cammell de Sheffield, e o systema Ellis, adoptado pela casa Brown tambem de Sheffield.

No systema Wilson, é primeiro fabricada a parte da couraça de ferro, em seguida aquecida ao rubro branco e collocada verticalmente dentro de uma fôrma metallica, deixando entre a sua face exterior e a face da fôrma, o espaço sufficiente para receber a parte de aço que tem de se lhe juntar. Em seguida é vasado o aço fundido sobre a superficie da chapa de ferro, que adhere e faz corpo com ella quando solidifica, indo por ultimo ao laminador afim de ser comprimida até se obter a espessura desejada.

No systema Ellis, os dois extractos de ferro e aço, são fabrica-

dos independentemente um do outro, e para os unir vasa-se uma pequena quantidade d' aço fundido sobre a superficie da parte de ferro, depois de ter aquecido os dois extractos ao rubro branco.

Durante o periodo que vae de 1876 a 1890 estes dois typos de couraça tiveram grande voga, sendo a *compound* empregada de preferencia em Inglaterra, mas não se notando superioridade de uma sobre a outra nas varias experiencias realisadas.

### § 3.º

#### Couraça d' aço nickel e couraça de superficie endurecida (Harvey, Krupp, Terni)

Em 1890 tanto as couraças d' aço ordinario como as *compounds* tinham chegado ao maximo grau de resistencia compativel com a sua natureza e processo de fabrico, mas essa resistencia não era sufficiente para se oppôr aos novos projectis d' aço excepcionalmente duros e resistentes.

Apparecem então as novas couraças d' aço nickel, que não são mais que as couraças d' aço ordinario tendo uma pequena percentagem de nickel (3 0/0 em media), o que lhes augmenta muitissimo a sua resistencia á rotura, sem que haja uma diminuição proporcional no seu alongamento e coefficiente de contracção na acção da rotura. A casa Schneider foi a primeira a fabricar estas novas couraças que foram adoptadas em muitos navios francezes, como o *Carnot*, (couraçado de 12146 ton) o *Charles Martel* do mesmo typo (11881 ton.) o *Massena* ainda do mesmo typo (11924 ton.) etc.

Contemporaneamente á couraça d' aço nickel, apparece em Inglaterra um novo processo de endurecer a superficie externa da couraça d' aço, por meio de tempera, devido a Tresidder. Este processo de tempera consiste em esfriar bruscamente a face exterior da couraça d' aço por meio de pequenos jactos d' agua, mas em grande numero. A chapa é collocada ao alto e os jactos d' agua são distribuidos uniformemente por toda a sua superficie. D' este modo evita-se a imersão total da chapa, como na tempera ordinaria, que daria logar ao endurecimento de toda a sua massa e, além disso, o vapor que se desenvolve ao contacto d' agua com a chapa, tem immediatamente sahida atravez dos proprios jactos, o que se não dá na tempera ordinaria, em que o vapor que se forma, constitue um involucro de chapa, impedindo o continuo contacto do liquido e portanto a rapida subtracção do calor, condição essencial para obter uma grande dureza.

Um outro processo de endurecimento da superficie exterior da couraça é devido ao americano Harvey, que adquiriu tal renome que as couraças assim fabricadas são conhecidas com o nome de *couraças harveysadas*.

A chapa d' aço ordinario é collocada n'um forno de cementação e completamente envolvida de material refractario, á excepção da superficie que se quer endurecer, que se cobre de uma camada de carvão em pó e outras materias carburantes.

O forno é aquecido a uma alta temperatura, que é mantida durante um periodo de tempo de 120 horas em media, e então a chapa vae absorvendo carbone e a sua dureza augmentando. Se analisarmos uma chapa depois de ter sido submettida a esta operação encontraremos a maxima percentagem de carbone, á sua superficie externa e essa percentagem vae successivamente diminuindo nas camadas interiores, até que a uma certa profundidade é perfeitamente a mesma que tinha antes da cementação.

Vê-se pois que n'este processo se conseguiu o mesmo desideratum que na couraça *compound*, isto é, dar á superficie exterior uma grande dureza, capaz de resistir ao choque d'um projectil, e conservar nas camadas interiores um material menos sujeito a estalar e com mais ductibilidade.

Terminada a cementação, a chapa é tirada para fóra do forno, conservando-se ainda a sua superficie coberta com as materias carburantes e deixando resfriar lentamente até á temperatura rubro cereja. N'esse momento, tiram-se rapidamente as materias carburantes e submete-se á tempera pelo methodo *Tresidder*, adquirindo assim uma grande dureza á superficie e conservando bastante tenacidade e ductibilidade nas camadas interiores. Essa dureza é tão grande que sendo necessario praticar qualquer furo á superficie, é necessario fazer primeiro um recozimento local, ordinariamente por meio de corrente electrica.

Os primeiros navio couraçados com couraças Harvey, foram o *Brooklyn* e o *Indiana*, construidos em 1896.

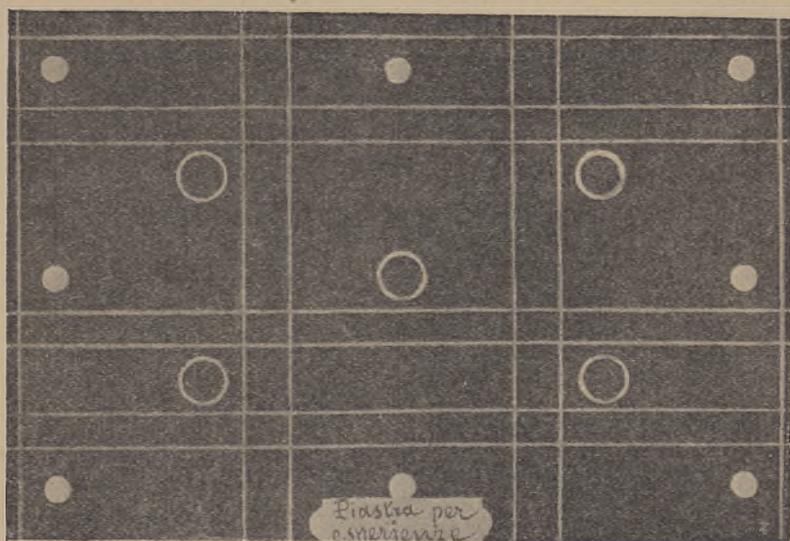
Estabelecidos estes differentes processos para augmentar a resistencia á rotura das couraças, estava naturalmente indicado um systema mixto, que consiste em applicar ás chapas d' aço nickel a cementação do systema Harvey, que deu logar ás melhores couraças que hoje se adoptam.

A casa escocesa Beardmore, tambem fabricou um outro typo de couraça no genero *compound*, que competiu com vantagem com a couraça Harvey. Em vez de empregar o ferro e o aço, adoptou o aço-nickel e o aço-cromo, sendo estas duas ligas fundidas separadamente e depois vasadas a seguir em fôrma especial, sendo por fim a chapa laminada como em qualquer dos processos anteriores.

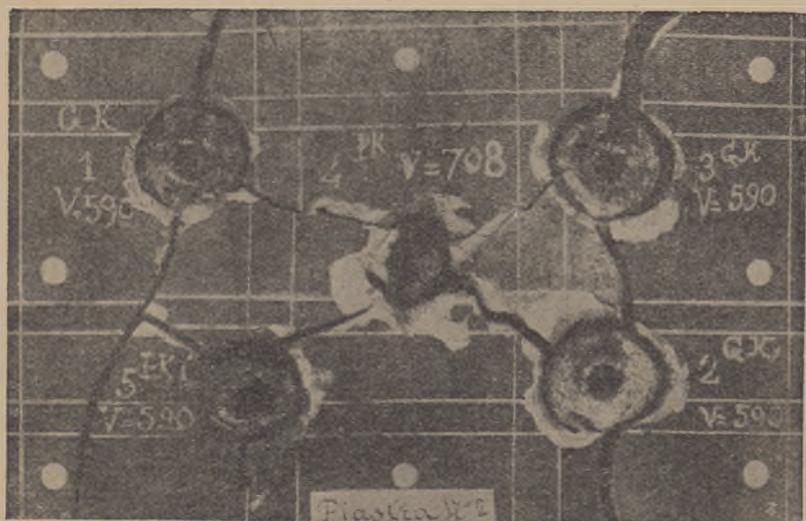
N'este typo de couraça, o aço-nickel é que constitue a camada posterior, servindo assim de almofada á camada de aço-cromo, extremamente dura.

Em 1895 a casa Krupp lançou no mercado um novo typo de couraça que bateu todas as empregadas até então, e que foi adoptada por todas as marinhas á excepção da franceza e da italiana.

O processo Krupp é secreto, parecendo que a differença que ha



Chapa de couraça Terni, pronta a ser experimentada<sup>r</sup>



Chapa de couraça Terni, depois da experiencia



entre elle e o processo Harvey d'aço-nickel, está em adoptar materias carborantes no estado gazoso e não no estado solido, o que facilita e torna mais uniforme a carboração da superficie da chapa a cementar.

Além d'isso, ha qualquer coisa de especial na serie de temperas e recozimentos que a chapa soffre, o que a torna extremamente compacta, sendo a sua resistencia á perfuração e á rotura extraordinariamente grande.

A fabrica Terni de Italia, tem tambem construido couraças cementadas, baseadas no processo Harvey, em nada inferiores á Krupp e que na ultima exposição de Paris, bateram essa couraça.

A couraça Terni apresentada na ultima exposição de Paris, tinha uma espessura de 0<sup>m</sup>,11 e resistiu á perfuração de um projectil de 120<sup>mm</sup> de calibre, 15<sup>k</sup> de peso e uma velocidade de 725<sup>m</sup> por segundo, capaz de perfurar uma couraça de ferro forjado de 307<sup>mm</sup> de espessura.

Foi em 1884 que a fabrica de Terni (*Societá degli Alti Forni, Fonderie ed Acciaierie*), auxiliada pelo então ministro da marinha italiana B. Brin, começou a fabricar as suas novas couraças d'aço ordinario e aço-nickel, com superficie endurecida por cementação, e assim a marinha italiana se emancipou do material estrangeiro, adoptando em todos os seus navios as suas novas couraças.

O primeiro navio italiano que as adoptou foi o *Ruggeria di Lauria*, seguindo se-lhe o *Andrea Doria*, *Francesco Buorosini*, *Sardegna*, *Sicilia*, *Carlo Allesto*, etc., e os ultimos couraçados construidos pela marinha italiana *R. Margherita*, *B. Brim*, *V. Emanuele* e *R. Elena*, são todos protegidos com couraça d'aço-nickel com superficie endurecida por cementação pelo processo Terni.

O fabrico das couraças exige o emprego de machinas extraordinariamente potentes como é o martello pilão de 108 toneladas empregado na fabrica Terni e que é o maior da Europa, e cuja queda dada á altura de 5 metros, representa um trabalho de 540.000 kilogrametros, e a grande prensa hydraulica de 6.000 toneladas tambem empregada pela mema casa.

A couraça é muitas vezes submettida a experiencias afim de se obter a sua resistencia á rotura, em comparação com a de ferro forjado.

As normas seguidas n'essas experiencias, são as seguintes:

A chapa da couraça é collocada verticalmente e applicada sobre uma almofada de carvalho de 150<sup>mm</sup> de espessura, a qual a seu turno assenta sobre chapa d'aço ordinario de 18<sup>mm</sup> de espessura reforçada por cantoneiras. Se a face interior da couraça é curva, a almofada de madeira é trabalhada de modo que fique em perfeito contacto com essa face, sendo a sua espessura minima 15<sup>mm</sup>.

Segundo a espessura da couraça, assim varia o calibre de peça com que se faz a experiencia, sendo a distancia do tiro 25<sup>m</sup>.

A tabella seguinte dá os calibres adoptados em Terni, conforme a espessura da couraça:

<i>Espessura da couraça</i>		<i>Calibre da peça</i>
Inferior a.....	110 <sup>mm</sup> .....	76 <sup>mm</sup>
De 110 <sup>mm</sup> a .....	135 <sup>mm</sup> .....	120 <sup>mm</sup>
» 139 <sup>mm</sup> a.....	177 <sup>mm</sup> .....	152 <sup>mm</sup>
» 178 <sup>mm</sup> a.....	230 <sup>mm</sup> .....	203 <sup>mm</sup>
» 231 <sup>mm</sup> a.....	275 <sup>mm</sup> .....	254 <sup>mm</sup>
Superior a.....	275 <sup>mm</sup> .....	305 <sup>mm</sup>

O tiro deve ser normal á superficie da couraça, não se admitindo um angulo superior a 5°.

O ponto de incidencia do projectil não deve distar das arestas da chapa de couraça ou dos pontos d'incidencia dos projecteis anteriores, menos de 3 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> calibres.

A estampa junta representa uma chapa de couraça Terni, prompta a ser experimentada e depois de prova de tiro.

A perfuração de uma chapa de couraça é calculada por varias formulas de que aqui nos não podemos occupar, limitando-nos a dizer que praticamente se adopta a regra seguinte:

Por cada 300<sup>m</sup> de velocidade do projectil no momento do choque, a perfuração n'uma couraça de ferro forjado é de tantos centimetros quantos são os do calibre da peça empregada. A resistencia das couraças é assim representada:

Ferro, 1 ; Harvey, 2 ; Krupp, 2,35.

O preço medio das chapas da couraças é de 2600 por 2900 fr. por tonelada de couraça Krupp e de 2100 fr. por tonelada de couraça Harvey.

FIM DO II VOLUME DA CONSTRUÇÃO NAVAL

# INDICE

---

	PAG
<b>CAPITULO VI—Madeiras.....</b>	<b>1</b>
1.º—Constituição geral das madeiras.....	1
2.º—Corte das arvores.....	2
3.º—Causas das ruinas das madeiras.....	3
4.º—Escolha das madeiras.....	5
5.º—Conservação das madeiras.....	6
6.º—Madeira não inflammavel.....	9
7.º—Madeiras empregadas na construcção naval.....	9
8.º—Nomenclatura das madeiras para obras.....	12
9.º—Processo de ligação das peças de madeira.....	16
10.º—Trabalho das peças em madeira.....	22
<b>CAPITULO VII—Metaes.....</b>	<b>26</b>
1.º—Ferro e aço.....	26
2.º—Ferro propriamente dito ou ferro macio.....	27
3.º—Aço.....	29
4.º—Provas dos materiaes.....	30
5.º—Provas a quente.....	36
6.º—Provas de tempera.....	37
7.º—Aços especiaes.....	38
8.º—Aço fundido ou moldado.....	39
9.º—Cobre.....	40
10.º—Latão.....	41
11.º—Metal Müntz.....	41
12.º—Bronzes especiaes.....	42
13.º—Forma dos materiaes metallicos.....	43
<b>CAPITULO VIII—Ligação das peças metallicas.....</b>	<b>46</b>
1.º—Processo de ligação.....	46
2.º—Proporções dos rebites e prisioneiros.....	48
3.º—Distancia dos rebites ao bordo das peças.....	54
4.º—Passo dos rebites.....	55
5.º—Espaçamento das fiadas de rebites.....	56
6.º—Comprimento dos rebites.....	57
7.º—Collocação dos rebites.....	59

	PAG.
CAPITULO IX—Trabalhos preliminares a que são submettidos os materiaes metallicos .....	61
1.º—Trabalho de chapas a frio.....	61
2.º—Trabalhos dos perfis a frio.....	73
3.º—Trabalho das chapas a quente.....	76
4.º—Trabalho a quente dos ferros em perfil.....	77
5.º—Precauções a tomar nos trabalhos dos materiaes d'aço ...	90
6.º—Zincagem—Estanhagem.—Nickelagem .....	92
7.º—Deposito de materiaes.....	96
 CAPITULO X—Fabrico das couraças .....	 98
1.º—Couraça em ferro.....	98
2.º—Couraça d'aço ordinario e compound.....	99
3.º—Couraça d'aço nickel e couraça de superficie endurecida (Harvey, Krupp, Terni).....	 101

---

## COLLOCAÇÃO DAS ESTAMPAS

Rebites.....	49
Determinação do diametro dos rebites.....	54
Forno de soleira horisontal .....	76
Plano para a curvatura dos ferros perfilados.....	86
Experiencia da chapa de couraça Terni.....	102

---

## ERRATAS

PAG.	LIN.	ONDE SE LÊ	LEIA-SE
22	27	$m, m', m''$	$m_1, m'_1, m''_1$
23	6	traço	braço
»	23	$a'' a', a' a'$	$a'' a''_1, a' a'_1$
»	26	$a, a', a''$	$a_1, a'_1, a''_1$
27	1	CAPITULO II	CAPITULO VII
30	10	barico	dasica
»	33	onde	ou de
38	11	forjar	trabalhar
45	7	de diametro em diametro	de millimetro em millimetro
74	18	contornar	tornar
78	10	desempenadas	desempoladas

ERRATA

Page	Page	Page	Page
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100



RÓ  
MU  
LO



CENTRO CIÊNCIA VIVA  
UNIVERSIDADE COIMBRA

\*1329702965\*

