

AS ARTES

FERRO, BRONZE E OUTRAS
LIGAS METALLICAS APPLICADAS Á
CONSTRUÇÃO CIVIL

(SERRALHERIA ARTISTICA, CINZELAGEM E FUNDIÇÃO)

REVISTA QUINZENAL ILLUSTRADA

PUBLICANDO-SE NOS DIAS 1 E 16 DE CADA MEZ

Editor, Proprietario e Director: MARIO COLLARES

DO METAL

Redacção e Administração: — Rua Paschoal de Mello, 13

LISBOA



COMPOSTO E IMPRESSO NA TYP. MENDONÇA

R. DO CORPO SANTO, 46 e 48

Aos nossos assignantes e annunciantes

Conforme declaramos no nosso ultimo numero, a nossa revista vae passar por uma radical transformação, fundindo-se com a nossa outra publicação *A Construção Moderna*, que tambem será por completo modificada, de forma a collocal-a a par das melhores do estrangeiro.

A *Construção Moderna* e *As Artes de Metal* terão, além da secção de architectura nacional, com projectos de todos os architectos portuguezes, secção de architectura estrangeira de diversas nações, taes como Hespanha, França,

Mineraes e metaes

CAPITULO VIII

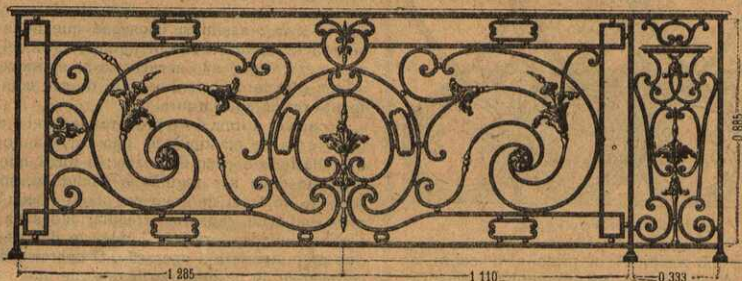
Do trabalho da officina

1 Tornear e alisar — 2 Soldar — 3 Limar — 4 Polir — 5 Temperar e endurecer o ferro e o aço.

II

Soldar

(Conclusão do n.º 23)



Varanda de ferro forjado

Inglaterra, Italia, Austria, Suecia, Noruega, Al. lemanha, Dinamarca, Belgica, Hollanda, Estados-Unidos e outras republicas americanas, etc.

A secção de serralheria será muito superior á actual, com bellos modelos de arte nacional e estrangeira de todos os paizes.

Tambem terá secções de cantaria e esculptura, assim como de marcenaria e carpintaria artistica, tanto nacionaes como estrangeiras.

Como se vê por este programma, a *Construção Moderna e Artes do Metal*, será profusamente illustrada com magnificas gravuras e respectivos artigos elucidativos.

Os nossos assignantes actuaes terão, pois, tudo a ganhar com a remodelação por que vae passar a nossa revista, esperando, por isso, continuar a merecer-lhe o auxilio que nos tem dispensado n'este primeiro anno de publicação.

A Redacção.

As soldaduras mais empregadas são as tres chamadas de cobre, de prata e de estanho.

A primeira faz-se em cobre vermelho ou rosado e zinco, é de difficil emprego e portanto, exige que o operario tenha muita pratica. As misturas mais usuaes são as seguintes:

Soldadura forte

Cobre.....	83,34
Zinco.....	16,66

que vem a ser de 5 partes de cobre 1 de zinco.

Soldadura ordinaria

Cobre amarello.....	75
Zinco.....	25

ou seja 3 partes de cobre por 1 de zinco.

Soldadura aspera

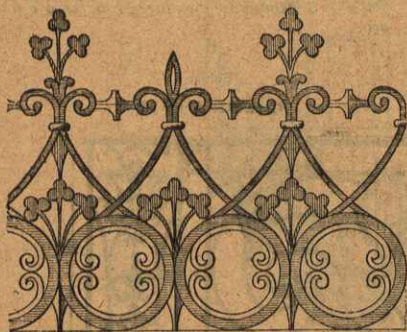
Cobre.....	66,66
Zinco.....	33,33

ou seja duas partes de cobre por 1 de zinco.

Quanto maior for a proporção de zinco, mais fusível é a soldadura, mas fica mais aspera.

Para preparar estas soldaduras começa-se por fundir o cobre em um novo recipiente e uma vez fundido junta-se-lhe o zinco. Quando a mistura se acha bem líquida, deita-se n'uma lingoteira e deixa-se esfriar e depois reduz-se a lamina delgada por meio de martello ou de um laminador.

A soldadura de prata forma-se com prata e cobre amarello e diz-se que é de $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{6}$, segundo a quantidade de cobre, seja a terça, quarta ou sexta parte da prata. Nos objectos delicados de cutelaria ou quinquilharia, emprega-se geralmente a soldadura de $\frac{1}{4}$, que se prepara de maneira seguinte: fundem-se juntas



Grilhagem de ferro forjado

n'um mesmo recipiente a prata e o cobre, e quando a mistura se acha completamente líquida, deita-se n'uma lingoteira, deixa-se esfriar e depois bate-se a martello suavemente até reduzir-a a uma folha da grossura de um cartão. E' preciso não forjar esta liga em quente, porque se gretaria; deve deixar-se esfriar de vez em quando durante o batido e ainda mettel-a em agua fria, para activar o seu esfriamento e não continuar o forjamento até que se ache completamente fria.

Tambem se fazem soldaduras misturando ouro, prata e cobre vermelho, sendo a proporção mais usada a seguinte:

Ouro.....	25
Prata.....	50
Cobre.....	25

ou seja 1 parte de ouro, 2 de prata e 1 de cobre.

Augmentando-se a dose de ouro dá-se mais cor á mistura, mas diminue a sua fusibilidade.

A preparação d'esta soldadura de ouro faz-se

como a de prata e com as mesmas precauções que temos djto.

III

Limar

A operação de limar serve para adelgaçar, diminuir, polir ou cortar os metaes e demais corpos duros. Pode limar-se ao comprido ou de travez; ao comprido quando se executa o limado em sentido do comprimento da peça de obra, e de travez quando se opera no sentido da sua largura. Para limar pode sujeitar-se a peça com o torno do banco ou com o de mão.

Lima-se ao comprido sempre que o permita a forma da peça, já tratando-se de adelgaçal-a ou de rectificál-a. Para isto, colhe-se a lima com as duas mãos quando a peça está sujeita no torno do banco; a palma da mão direita, que é a que empuxa a lima, apoia-se fortemente no cabo e a mão esquerda cumpri-me a ferjamenta contra o objecto que ha de limar-se. Para que no limado ao comprimento fiquem marcados o menos possivel os sulcos que produzem os dentes da lima, deve collocar-se esta do modo que forme com a peça de obra um angulo approximado a 45 graus e verificar-se-ha o movimento de modo que ao mesmo tempo que se percorre o comprimento de objecto se vá applicando sobre a sua superficie, a da lima desde a ponta até ao cabo; assim se consegue que fique na superficie limada o menor numero possivel de asperezas, o que não succederia se se movesse a lima directamente em sentido do seu comprimento ou da sua largura.

Ao mover a lima deve procurar-se fazel-o com certo grau de elasticidade, não carregando sobre ella todo o peso do corpo; a força que se imprime deve ser regular e moderada, sobre tudo se se trata de limar em plano, pois a menor oscillação causaria irregularidades na superficie limada, formaria lombos e depressões que prejudicariam a operação. O operario deve collocar-se de pé junto ao banco, de modo que a sua perna esquerda fique debaixo do torno e a direita um pouco recuada e bem disposta, para fazer fíncapé e augmentar a força quanto seja necessario. Ao dar o golpe de lima o operario firma a perna esquerda e estende os braços; a força imprimem-na os hombros e o corpo só executa pequenos movimentos.

Para limar de travez, colloca-se a lima for mando angulo recto com a peça de obra, e n'esta disposição se move a ferramenta seguindo os mesmos principios de elasticidade que temos indicado para limar ao comprido.

Quando se trata de limar uma peça que é demasiado pequena para sujeital-a com o torno de banco executa-se o limado á mão, para o que se sujeita a peça com um torno de mão, que se agarra com a esquerda, e apoiando-a em um sócco de madeira sujeito entre as queixadas do torno do banco, lima-se ao comprido ou de travez, conforme convenha.

Depois de debastada uma peça com uma lima grossa, repassa-se com uma bastarda para

diminuir os sulcos produzidos pela primeira e depois afina-se com as limas finas e macias.

As limas medianas não bastam para deixar os objectos bem preparados para receber polimento; é necessario empregar tambem as finas, e muitas vezes são muito convenientes para isto as limas muito usadas, que deixam signaes muito pouco perceptíveis. A operação da limagem é de muita importancia e ainda que parece simples, exige, no entanto larga pratica e o conhecimento de certos principios que só se adquirem maneando as ferramentas sob a direcção de bons mestres.

IV

Polir

Polir o ferro ou o aço é fazer desaparecer por meio da fricção as asperezas que cobrem a sua superficie; estas asperezas procedem das pancadadas do martello, do trabalho da lima, do da pedra de afiar, ou das demais materias que se empregam para trabalhar. Não ha polimento perfeito e absoluto, pois com um bom microscopio descobrem-se sempre nas peças polidas pequenas estrias ou raiados produzidos pelas materias com que se opera a fricção. O melhor polimento é aquelle em que, á simples vista, não se percebe signal algum.

Quanto maiores forem as asperezas da superficie que ha de ser polida, mais grossa e dura deve ser a substancia que se empregue para fazel-as desaparecer, e, ao contrario, quanto mais pequenas ou menos perceptíveis sejam aquellas, mais fina ha de ser a materia destinada a produzir o polimento. Resulta, pois, que deve começar-se por desbastar as peças com materias em grãos grossos e empregar depois successivamente outras de grãos cada vez mais pequenos, até chegar a um pó extremamente fino, que não deixe na superficie de polimento signal algum. Quando se branqueia uma peça, ou quando se limpa a sua superficie repassando-a com uma lima macia, emprega-se para polil-a, esmeril e oxydo de ferro.

V.

Temperar e endurecer o ferro e o aço

A operação da *tempera* tem por fim dar dureza ao aço. Aquecendo este até uma temperatura muito elevada e deixando-o esfriar lentamente, põe-se tão brando como o ferro ductil e deixa-se lavrar com a mesma facilidade que elle, ao torno ou com a lima. Mas se se aquece até ao vermelho e se esfria repentinamente, submergindo-o n'um liquido frio, adquire grande dureza e torna-se quebradico. Isto é o que se chama temperar o aço. Aquecendo-o de novo até ao rubro e deixando-o esfriar lentamente, recobra a sua maleabilidade primitiva; esta operação é a que se conhece com o nome de *recosido*.

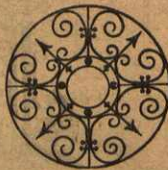
Com a operação da tempera, adquire o aço dureza, brilho e torna-se susceptível de receber polimento. Póde dar-se ao aço, com a operação

da tempera, o grau de dureza que se queira. Para dar-lhe dureza maior, é preciso esfriar-o mais bruscamente, fazendo-o passar em pouco tempo por um grande numero de graus de temperatura, ou seja aquecer-o até temperatura muito elevada e submergil-o de repente n'um liquido frio. As temperaturas das caldas para darem ao aço distinctos graus de dureza, reconhecem-se pelo calor que toma a peça que se trata de temperar; as côres principaes e as temperaturas correspondentes expressam-se na tabella seguinte:

	Pyrometro	Reaumur
1.º Vermelho escuro...	0	408
2.º » cereja...	36 a 45	2300 a 2875
3.º » branco...	72 a 80	4600 a 5110
4.º Branco sudante...	90 a 95	5750 a 6070

Pode temperar-se a outros graus de dureza com as côres vermelho vivo e vermelho roza, comprehendidos entre o cereja e o branco.

Muitos tem tentado duplicar o phenomeno da tempera do aço; porém, até agora nada tem conseguido de uma maneira satisfatoria e se alguns tem julgado logral-o valendo-se de hypotheses mais ou menos engenhosas, nada tem podido explicar a razão de que os mais



Ventilador

metaes não cheguem a adquirir tambem dureza e fragilidade com a operação da tempera.

Existe n'alguns paizes a preocupação de que certas aguas, tem o privilegio de dar uma tempera superior ao aço; isto é um erro, pois a unica circumstancia das aguas que influem na qualidade da tempera é a temperatura.

Devemos, no entanto, notar, que os acidos produzem uma tempera mais dura que a agua; o acido nitrico ou agua forte dá ao aço maior dureza que a agua. Uma mistura de acido nitrico e agua produz uma tempera tanto mais dura quanto maior seja a quantidade de acido e o aço temperado d'este modo sae do banho muito limpo. O vinagre não endurece mais que a agua.

Os oleos e a essencia de therebentina temperam brando, assim como o cebo, a cera e a resina. Pode fazer-se uso d'estas substancias n'alguns casos para dar-lhe uma tempera branda depois de uma calda muito elevada.

Tambem se tempera bem o aço submergindo-o, ao vermelho, n'um banho de chumbo, de bismutho, de antimonio ou de mercurio. O mercurio, sobre tudo tempera mais que a agua.

Fizeram-se ha tempos experiencias para determinar os diversos graus de fusão de algumas

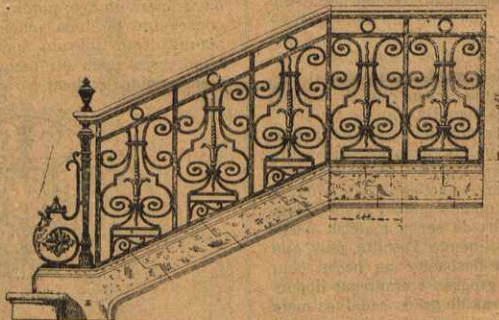
ligas metallicas. Conhecidos estes graus de temperatura, podem avermelhar-se em banhos das ditas ligas as peças que se hão de temperar, conseguindo assim dar o grau de calor que seja necessario, e tambem caldear as peças de uma maneira mais uniforme que na forja, onde a superficie das peças adquire uma temperatura muito elevada quando o centro apenas está aquecido. As ligas devem liquefazer-se em vasos de fundição de tamanho conveniente, segundo as peças que hão de temperar-se. Quando entra em fusão a superficie da liga, retira-se d'ella a peça de aço e submerge-se rapidamente em agua fria.

A tempera é uma das operações mais difficéis. O ponto conveniente da calda, a maneira de apresentar as peças e de submergil-as para evitar que se deformem, são difficuldades que só podem vencer-se á força de pratica.

Quando se faça uso de corpos gordos para temperar com uma calda elevada, devem tomar

faz-se, segundo se diz, ao ar, aproveitando as occasiões em que sopra o vento norte. Constructoem-se paredes muito altas, de maneira que convirjam a um dado ponto, formando angulo agudo. A linha media da separação está proximalmente na direcção norte-sul, e a maior separação completamente aberta, acha-se exposta ao norte. O ar introduz-se naturalmente n'esta especie de funil e sae com rapidez por uma abertura preparada no ponto de união das paredes, ou seja no vertice do angulo agudo que formam. A dita abertura é provida de uma valvula ou bascula que se separa o bastante no momento de pôr deante d'ella a peça ao rubro, e então a corrente de ar que se origina produz a tempera.

Por muito cuidado que o operario ponha em execucao na tempera valendo-se da forja, a textura do aço alltera-se, produzem-se gretas, e, finalmente, se ha superficies limadas desaceram-se facilmente pela combustão do carboncoo



Grade de escada, em ferro forjado

se certas precauções, porque o aço avermelhado pode chegar a inflamar o liquido se as peças que n'elle se submergem são de grandes dimensões. Geralmente só se empregam as ditas substancias para temperar peças pequenas de relojoaria ou machinas.

Para produzir uma tempera macia ou branda podem utilisar-se tambem as areias, as terras, as cinzas, que esfriam lentamente o metal.

Emfim, pode temperar-se tambem com o ar, produzindo uma tempera suave ou dura, conforme se deseje, o que depende da rapidez da corrente de ar e da sua temperatura, pois tem o calorico a propriedade de radiar nos fluidos elasticos, como o ar, e a porção de calor que os corpos perdem pela radiação é tanto maior quanto mais baixa seja a temperatura do fluido. Além d'isso, como a superficie do metal está constantemente rodeada por uma camada de ar, que se renova, compreende-se que o calor roubado pelo movimento do ar será tanto maior quanto mais rapida seja a sua renovação, isto é, quanto mais forte seja a corrente de ar.

A tempera de Damasco, que tanta fama tem,

que fica a descoberto e o aço torna-se mais brando na superficie que no centro das peças.

Para evitar este inconveniente tem-se tratado de preserval-as do contacto do fogo, envolvendo-as no que se chama *cimento*, que não é outra coisa senão pó de carvão. A operação da tempera, feita por este processo, é o que se chama *tempera em pacote*. Collocam-se os objectos por fiadas alternadas com camadas de cimento em caixas de folhas de ferro e sujeitam-se a um calor forte em outras caixas rodeadas de carvão que se vae renovando continuamente até que a operação, chamada *cementação*, esteja sufficientemente adeantada, o que se conhece por meio de uns arames de ferro dispostos nas mesmas caixas e que podem tirar-se facilmente. Quando as peças adquirem o calor necessario, tiram-se e submergem-se em agua fria. Muitas vezes se applica a tempera em pacotes a certos objectos de aço, cuja superficie foi preciso *dulcificar* para mais facilmente os lavar com ferramentas cortantes.

Para dulcificar a superficie de um objecto de aço, aquece-se por mais ou menos tempo em tr

limaduras de ferro bem comprimidas e depois deixam se esfriar lentamente.

O calor reparte-se mais lenta e uniformemente com o cimento que na forja e o carbonéo que envolve as superficies, combina se com ellas, impede que se dacerem e até lhe dá maior grau de dureza.

Tem se proposto uma multidão de cimentos para augmentar a bondade da tempera, mas nenhum d'elles tem dado melhores resultados que o carvão de madeira.

Tempera do aço

Alem dos processos já conhecidos, apresenta-se agora outro, vindo da Rússia, que tem por base a glicerina. A densidade da glicerina para tempera do aço pode variar na temperatura de 15° C. de 1,08 a 1,26 pela addição de uma quantidade de agua maior ou menor, segundo a composição do aço e o fim a que elle se destina.

Torna-se necessario um peso de glicerina seis vezes pelo menos superior ao das peças que devem ser immergidas.

A temperatura do banho pode ser elevada de 15 a 200 C, segundo a natureza da operação que ha a realisar.

Podem-se tambem juntar á glicerina diversos saes para augmentar o effeito desejado. Por exemplo, para as temperas rijas pode-se accrescentar de 1 a 34 por 100 de sulfato de manganesio ou 0,25 a 4 por 100 de sulfato de potassa. Para as temperas macias, junta-se á glicerina 1 a 10 por 100 de chloreto de manganesio ou 1 a 4 por 100 de chloreto de potassio.

Dissolvente da ferrugem

Mergulhem-se os objectos de ferro ou aço oxydado em uma solução quasi saturada de chloreto de estanho durante 12 a 24 horas, segundo a espessura da camada de ferrugem. Em seguida lavem-se em agua, depois em ammonia e enxuguem se bem.

Acção dos oleos nos metaes

É nos Estados Unidos da America que se tem feito mais experiencias com relação a este assumpto. Essas experiencias, que se prolongaram por um anno, deram resultados de um grande valor pratico. Os metaes que a ellas se submetteram, foram em primeiro logar lavados com ether, depois postos a secar. Tomava-se-lhes o peso e mettiam-se em tubos fechados cheios de oleo, cuja temperatura média durante doze horas era de 27° approximadamente no verão e de 10° a 13° no inverno.

Os resultados obtidos foram os seguintes:

Com relação ao ferro, é o oleo de phoca o que actua menos e o sebo o que actua mais.

O bronze não é susceptivel de ser atacado pelo oleo de colza; é o muito pouco pelo azeite, e muito pelos oleos de linhaça e de algodão.

Chumbo — minimo de acção o azeite; maximo, o oleo ou azeite de baleia. O oleo de baleia, toucinho e espermaceti tem approximadamente a mesma força.

O zinco parece estar menos sujeito á acção dos oleos mineraes usados nas unturas. — Minimo da acção, toucinho; maximo, espermaceti.

O cobre não está sujeito á acção dos oleos mi-



Porta de ferro forjado

neraes usados nas unturas. — Minimo da acção, espermaceti; maximo, sebo.

O quadro que segue resume estas experiencias:

	Não atacados	Pouco atacados	Muito atacados
Oleos mineraes . . .	Zinco e cobre.	Bronze.	Chumbo.
Azeite		Estanho.	Cobre.
Oleo de colza . . .	Bronze e est.º	Ferro.	Cobre.
Sebo		Estanho.	Cobre.
Toucinho		Zinco.	Cobre.
Oleos de linhaça e algodão . . .		Chumbo.	Est.º
Espermaceti . . .		Bronze.	Zinco.
Oleo de baleia . Estanho.		Bronze.	Chumbo.
Oleo de phoca . .		Bronze.	Cobre.

Recapitulando, é o óleo mineral o que tem menos acção nos metais submettidos ás experiencias e o expermaceti o que tem mais.

Para untar os espigões das machinas pesadas deverá misturar-se o óleo de colza ou de espermaceti com o óleo mineral, porque estes oleos tem pouca acção no bronze e no ferro fundido de que são geralmente feitas as chumaceiras. O uso do sebo deve evitar-se quanto possível, porque tem muita acção no ferro.

O AÇO

O aço é uma substancia composta de ferro e carbonio (este ultimo em proporções que variam de $\frac{1}{2}$ a 15 millesimos e mais), contendo accidentalmente outras materias, como manganez, phosphoro, etc. As suas propriedades physicas variam segundo a composição chimica e o modo de fabrico.

Debaixo d'este ultimo ponto de vista, os aços dividem-se em duas series perfeitamente distinctas, caracterizadas pelo efeito produzido pela temperatura: a primeira (aços naturaes, cementados, fundidos) adquire, mercê d'aquella



Ventilador

operação, qualidades caracteristicas de dureza e de fragilidade, a segunda (aços de Bessemer, Martin-Siemens, metal coado), não se tempera e funde-se em barras como o ferro.

Os aços da primeira serie, conhecidos apenas ha alguns annos, proveem de dois modos de fabricação diferentes: a afinação pelo processo catalão ou pelo processo inglez e a cementação.

O aço chamado natural, da Allemanha, ou de forja, obtem-se preparando ferro coado muito puro mercê da afinação com carvão vegetal ou mineral. Como quer, porém, que este ultimo possa transmitir ao metal maior ou menor porção de enxofre e torna-o de má qualidade, adopta-se mais frequentemente o processo inglez (*Cort's pudding process*), que consiste em praticar a afinação em fornos de reverbero, onde o metal só está em contacto com a chamma do combustivel, submettendo-o em seguida a uma refinação e trochagem que o tornam mais homogeneo. Este aço tem no commercio os nomes de aço inglez (*puddled*), aço refinado, aço trochado.

O aço de cementação obtem-se mediante um aquecimento prolongado de ferro em barras com carvão vegetal em pó, em camadas duras (cemento). As empolas que apresentam as barras cemen-

tadas fizeram com que os francezes dessem a este aço o nome *acier poule*. Refina-se como o aço de forja.

A cementação tambem se pratica em objectos fabricados, como são, por exemplo, os carris das vias ferreas, a fim de tornar mais dura e resistente a sua superficie.

Estes dois processos dão aços com maior ou menor porção de carbonio: aos que tem menos (3 a 4 millesimos) dá-se o nome de ferro aceroso; logo depois veem os aços macios (5 millesimos), e, por fim, os rijos (até 14 millesimos), que se approximam gradualmente do ferro fundido e não admittem tempera. O ferro aceroso pode obter-se directamente pelo methodo catalão.

A homogeneidade perfeita só se obtem pela fusão em cadinhos ou caixas de barro refractario, em fornos aquecidos com carvão de coke, ou em fornos a gaz de Siemens, que dão uma grande economia de combustivel. Obtem-se d'este modo um producto de excellent qualidade chamado aço fundido em cadinho. Este aço tem muitas applicações em razão da sua tenacidade e elasticidade. Serve principalmente para aparelhos de cruzamento e de mudança de linha nas vias ferreas, para eixos e aros de rodas de locomotivas, para veios de machinas de navios, para peças de artilheria, e para fabricar sinos. As principaes fundições d'este genero são as de Krupp, em Essen (Westphalia), e de Sheffield em Inglaterra.

Os aços d'esta primeira serie assemelham-se pelas suas propriedades ao ferro maleavel, e são tanto mais dificeis de caldear quanto maior é a porção do carbonio que contêm. Mas o phenomeno da tempera faz com que se distingam perfeitamente. Aquecidos a uma alta temperatura, e arrefecidos depois subitamente mediante a imersão em um liquido frio (agua ou azeite), tornam-se muito rijos e quebradiços, propriedade que perdem com o novo aquecimento e um resfriamento demorado (recozedura). Estas duas operações cuidam-se successivamente e com particular cuidado na fabricação de instrumentos cortantes; o grau da recozedura avalia-se pela coloração que toma o aço, a qual varia da côr de canna (220°) á purpurea (265°), e á azul ferrete (315°).

O aço adamacado reconhece-se humedecendo o objecto com um acido fraco que põe em evidencia a estrutura heterogenea do metal.

Fabricam-se enfim certos instrumentos forjando barras de ferro com barras de aço. É o que nós chamamos aço lamino e os francezes *étouffe d'acier*.

A difficuldade de encontrar ferro bem puro e a complicação e as delongas dos processos restringiram o fabrico dos aços d'esta primeira serie a um pequeno numero de acerarias, e o seu uso a algumas applicações excepcionaes, como as que acima mencionamos. O descobrimento recente dos aços coados, que constituem a 2.ª serie, causou portanto uma verdadeira revolução na industria; pelo facto de crear productos facéis de obter em grande quantidade com economia.

Os productos da segunda serie, que se obtem por uma forma analogã á do ferro commum, a fundição em barras, designam se não raro por *metal fundido* ou coado, nome muito vago mas mais exacto que o de *aço* que implica qualidades completamente diferentes.

A definição actual do aço tem sido objecto de acaloradas discussões por parte dos metallurgistas. Uns apegam se á propriedade característica adquirida pela tempera e dão um nome diferente aos productos coados em barras; outros só attendem ao systema da fabricação e chamam *aço* a toda e qualquer liga de ferro coado em barra, e *ferro* a todas as variedades de metal que não provenham da fusão. Gruner propoz a denominação, aliás mui racional, de *ferro fundido* para os productos do fabrico de Bessemer e de Siemens, em contraposição ao *aço fundido* susceptível da tempera.

Estes aços proveem da redução do ferro coado mediante dois processos: o do *conversor* , devido a Bessemer, e o dos *fornos* de Siemens e Martin.

O processo Bessemer é como segue:

Deita-se n'um aparelho em forma de cornuta ou retorta, chamado *conversor* , uma grande porção de metal em fusão (proveniente quer de fornos de segunda fusão quer directamente de altos fornos, se o metal é de boa qualidade) e submettem-se por espaço de 6 a 30 minutos a uma insufflação de ar que penetre a massa em fusão; a temperatura augmenta com a oxydção rapida das substancias misturadas com o ferro, silicio, carboneo, manganeseo, e o metal afina-se progressivamente. Em seguida, assim que começa a oxydção do ferro, junta-se ao banho (segundo a pratica das acerarias francesas e inglesas) um mineral productivo, geralmente *spiegeleisen* , com 3 a 4% de carboneo e 8 a 20% de manganeseo, e vaza-se directamente em formas dispostas verticalmente. O aparelho em que se pratica esta operação e os annexos são movidos por um motor hydraulico. O andamento da operação é indicado pela cor da chamma, que é muito brilhante durante a combustão do carboneo e escurece assim que começa o aquecimento do ferro. Em geral basta a pratica para que o operador saiba quando ha de suspender a ventilação; mas muitas vezes os phenomenos não se distinguem bem e é então necessario recorrer ás observações espectroscopicas e ás indicações ministradas pelas escorias. Na Suecia e na Alemanha a qualidade do metal dispensa as mais das vezes a addição do recarbonetante.

Este processo, annunciado em 1856 em Inglaterra, propagou-se immediatamente em toda a Europa, e nos Estados Unidos da America. Ao cabo de aturadas experimentações, as acerarias obtiveram productos de uma composição e propriedades physicas determinadas, dispondo convenientemente dos elementos que entram na operação, natureza dos metaes, cargas, pressão do ar, duração da ventilação, composição do recarbonetante etc. E muniram-se ao mesmo tempo dos petrechos necessarios para uma avultada produção exigida aliás pelas enormes encom-

mendas de carris feitas pelas companhia dos caminhos de ferro. Como limite extraordinario d'esta produção pode citar-se uma fabrica dos Estados Unidos que chegava a fazer 50 operações em 24 horas, com dois conversores que dão 267 toneladas de barra.

Não obstante, o processo Bessemer acha-se já supplantado por outro mais recente (1861), cuja primeira idéa pertence a Réaumur, e que tem por base o forno a gaz de calor regenerado de Siemens, modificado por Martin e irmãos.

O processo Martin-Siemens é muito simples. Põe-se o metal em fusão em um forno apropriado e reduz-se pela addição successiva quer de pedaços de aço ou de ferro (*scrap process*), quer de minerio (*ore-process*); e junta-se ao banho um *spiegel* abundante em magnesio, em ordem a sustar a oxydção. Este processo tem sobre o precedente a vantagem de dispensar a fusão previa do metal, de não exigir um estabelecimento tão dispendioso, e de permitir a utilização das escorias phosphorosas, devidas a uma



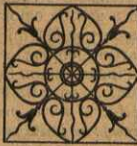
Aglha de remate

refinação previa pelo processo inglez e pela preparação do ferro refinado no forno Martin. Uma modificação importante, que ainda está em via de estudo, é o forno Pernot, de soleira girante em volta de eixo obliquo para as operações do *scrap process* .

Estudando a influencia sobre as propriedades dos productos coados de certas materias extranhas, principalmente do carbonio, do magnesio, do silicio e do phosphoro, chegaram-se a obter qualidades muito diferentes umas das outras; basta deitar no banho, na parte inferior do forno Martin-Siemens, uma mistura artificial em proporções determinadas de elementos escolhidos. Citaremos entre outras o *ferro-magnesio* , com 4 a 5 por cento de carbonio e quando menos 25% de manganeseo, cuja addição dá aços macios, flexiveis e mui tenazes; outra qualidade, preparada na aceraria de Terrenoire, chamada *ferro-silicio* , contém 8% de silicio, 14,5 de manganeseo e 1,5 de carbonio, e dá um aço muito macio, sem empolas, susceptível de tempera, que serve para projecteis da artilharia e

que ha de vir a substituir o ferro fundido em muitas outras applicações.

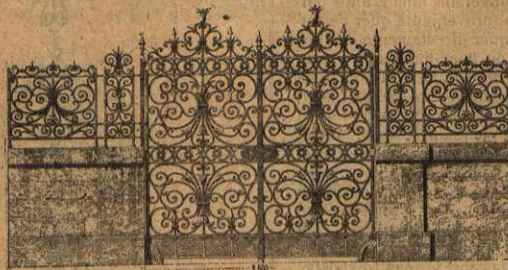
Dissemos que o processo Bessemer se prestava tambem a dar uma grande variedade de productos. Os dados precedentes explicam o grande consumo que tem actualmente os aços coados. O carril de Bessemer vai pouco a pouco substituindo quasi completamente o antigo carril de



Ventilador

ferro fundido, com grande vantagem da duração da via e com diminuto augmento de despesa.

Por outro lado entrevê-se a possibilidade de substituir em muitos casos o aço fundido em cadinho pelo metal coado, que fica mais barato. A marinha franceza e a ingleza usam d'esta substancia em tubos e em laminas para cons-



Portão e vedação em ferro forjado

trução e blindagem de navios de guerra, em vez dos ferros de qualidade superior. Igual trafeção se vae operando nas locomotivas e nos travejamentos dos edificios.

As applicações do aço coado surgem todos os dias, á medida que se lhe vão conhecendo as propriedades e que vão baixando os preços por effeito da concorrência e aperfeçoamento dos processos de fabricação. É assim que o numero dos fornos do systema Martin em Franca é de mais de 40, e que a produção passou de 80.000 toneladas em 1887.

Os paizes que tem as acerarias mais notaveis são: a Allemanha (Essen), a Austria, a Belgica, (Seraing), a Inglaterra, (Landore, Sheffield, Manchester, New-castle, etc.), a Suecia, a Russia e os Estados Unidos (New-York, Chicago, Pittsburgo, etc.).

Dissemos dos usos mais importantes dos diferentes aços na engenharia, na construção dos navios, na artilharia, etc. Ajuntaremos que o aço de cementação é principalmente utilizado em artigos de quinquilharia; o aço natural em molas de carnuagens, em cutellaria grossa, em instrumentos aratorios, baionetas, espadas, ferra-

mentas de carpinteiro e de serralheiro (em concorrência com os ferros acerosos); ao passo que o aço fundido é reservado á cutellaria fina, aos instrumentos cirurgicos, á bijutaria, molas de relógio, etc.

O ferro e o frio

Na revista de Mitthelungen publicou o professor Rudeloff os resultados de experiencias praticadas no arsenal de marinha imperial de Wilhelmshafen para averiguar a resistencia do ferro e do aço a baixas temperaturas.

Fizeram-se as provas com rebites de ferro, provetas de ferro laminado e batido, aço basico, aço Bessemer e chapas e molas de ferro fundido. Cada amostra foi ensaiada por tracção, por compressão e a tres temperaturas diferentes de cada uma. As amostras submetidas á tracção mediam uniformemente 170 millimetros de extensão e 12 millimetros de diametro; as dilatações mediram-se em 88 millimetros de comprimento. As amostras submetidas á flexão mediram 150 millimetros de extensão por 31 millimetros de largo; fizeram-se além d'isso al-

guas experiencias com barras cylindricas de 16 millimetros de diametro. A distancia entre ambos os supportes foi de 132 millimetros. As amostras ensaiadas por compressão tinham igual altura que diametro, variando este ultimo em 95 millimetros e 22 millimetros.

As tres temperaturas de prova 17,20 e 73° abaixo de zero, obtendo-se esta ultima com acido carbonico liquido. Nas provas por tracção os resultados provaram que a descida da temperatura augmentava o limite de elasticidade e resistencia á ruptura, porém, diminuindo a dilatação.

As provas por compressão demonstraram que o metal adquire tenacidade á medida que a temperatura desce; porém, se a descida chega a —20°, não parece influir grande cousa na flexão.

N'esta ultima classe de ensaios e a —20°, todas as amostras, menos o aço de molas e o ferro batido, supportam a dobra sobre si mesmas. Porém, á temperatura de —73°, todas as amostras menos os rebites e o ferro laminado, soffrem alteração nas suas qualidades e não aguentam a dobra em angulo tão agudo como á temperatura ordinaria.