

# AS ARTES

FERRO, BRONZE E OUTRAS  
LIGAS METALLICAS APPLICADAS A  
CONSTRUÇÃO CIVIL

(SERRALHERIA ARTISTICA, CINZELAGEM E FUNDIÇÃO)

REVISTA QUINZENAL ILLUSTRADA  
PUBLICANDO-SE NOS DIAS 1.º E 16 DE CADA MEZ  
Proprietario e Director: MARIO COLLARES

# DO METAL

Redacção e Administração: — Rua Paschoal de Mello, 3  
LISBOA



COMPOSTO E IMPRESSO NA TYP. MENDONÇA  
R. DO CORPO SERTO, 46 e 48

## ÀOS SRS assignantes e annunciantes

Por motivo de força maior, é publicado mais tarde este numero, do que pedimos desculpa aos nossos amáveis assignantes e annunciantes, procurando evitar que tal facto se repita.

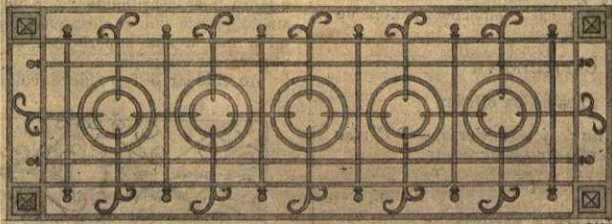
A administração

## Mineraes e metaes

### CAPITULO VI

#### Ferramentas especiaes do banco

- 1 Macho e tarracha — 2 A lima — 3 Varias ferramentas — 4 Processo para temperar as ferramentas de aço — 5 Processo para aproveitar



Modelo de grades da Escola Marquez de Pombal  
Desenho do architecto, sr. Francisco C. Parente

as limas velhas — 6 Papel para tirar a ferrugem dos metaes.

(Continuado do n.º 19)

#### IV

Processo para temperar as ferramentas de aço

Tomam-se 500 grammas de breu ou mera, 250 grammas de azeite de peixe, de boa qualidade, e 125 grammas de sebo bem branco. Misturam-se em frio n'um vaso de ferro a resina e o azeite, depois deixa-se operar a combi-

nação a uma côr suave sobre um fogo de carvão, tendo muito cuidado em que se não incendie nem queime. A ferramenta que se trata de temperar aquece-se até ao rubro escuro e submerge-se na mistura, depois põe-se de novo ao vermelho escuro e tempera-se em agua como ordinariamente.

O aço fundido completamente queimado, tratado por este meio, volta a tomar as suas primitivas qualidades e as ferramentas temperadas por este processo offerecem tres ou quatro vezes mais duração que as tratadas pelas vias ordinarias.

#### V

#### Meio de restaurar as limas velhas

Começa-se por limpar as limas com um pouco de agua quente e potassa, com a ajuda de uma escova um pouco rija; submerge-se seguidamente, depois de tel-as enxugado em agua forte e seccam-se, esfregando-se os dentes com um trapo estendido sobre um pedaço de

madeira; o acido que fica nas fendas afundando o aço até certa profundidade; ao fim de duas horas lavam-se as limas em agua com uma escova e, se os dentes não estão bastante profundos começa-se de novo a operação. Estas limas podem depois fazer grandes serviços que facilmente compensarão o trabalho e as despesas que tenham occasionado.

#### VI

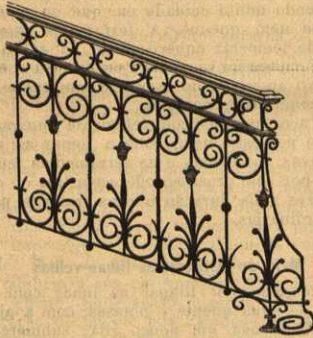
#### Papel para tirar a ferrugem dos metaes

Depois de ter feito seccar bem certa quantidade de pedra pomes entre carvões bem ac-

cesos, produz-se a pó, pisa-se e dilue-se com o verniz de oleo de linhaça, até que a massa esteja bem limpa para ser deitada sobre um papel por meio de um pincel.

Para dar a esta camada um amarello negro ou vermelho escuro, mistura-se a massa antes de estendel-a sobre o papel com um pouco de ocre, de vermelho inglez ou negro de fumo. E' necessario ter cuidado em estender a camada sobre o papel com muita igualdade e fazel-a secchar ao livre.

Este papel coberto da primeira camada, estando já secco, dá-se-lhe uma segunda procedendo como da primeira. Os que fazem d'isto



Varanda de escada

um objecto de commercio passam este papel por um cylindro para o igualar.

E' preciso ter presente que a massa deve ser liquida e que é preciso remechel-a antes de estendel-a sobre o papel.

## CAPITULO VII

### Do trabalho da officina

- 1 Caldeamento na forja — 2 Forjar — 3 Cortar  
4 Perfumar e atarrachar

#### I

### Caldeados na forja

O ferro desde a sua dureza em frio até á sua fusão a uma temperatura elevada vae abrandecendo gradualmente. O operario deve conhecer o momento opportuno de retiral o do fogo, para dar-lhe por meio de martello a forma que deseje.

Este conhecimento só se adquire á força de pratica. Para que o ferro ceda á pancada do martello sem partir é necessario que o calor tenha penetrado até ao centro da massa, mas sem queimar-a, perigo que se corre ao queimar de uma só vez um troço de ferro muito comprido, pois tem-se observado que o vento do tubo da forja de maior calibre, isto é, de 3 centimetros de diametro, não abraça senão 11 centimetros de extensão sobre a peça que se

caldeia, de modo que querendo sequer caldeiar uma extensão maior, é preciso passeiar a peça por diante do olho da forja e então correm-se dois riscos: queimar a obra ou não a caldear uniformemente.

O calor deve penetrar, como dissemos, até ao centro da massa, o que não pode conseguir-se facilmente quando a peça passa de certas dimensões; portanto, nem todos os ferros se podem caldear do mesmo modo.

Um troço de ferro de pequenas dimensões pode ser exposto a fogo intenso, por que o calor o penetra em seguida, e não chega a queimar-se se se tem o cuidado de retiral-o opportunamente; porém, se a peça que tem de caldear-se é de grande tamanho e se submete repentinamente a um calor muito forte, a sua superficie se queimaria e estragaria antes que o calor chegasse ao centro da massa, e não poderia forjar se bem. Um troço de ferro de grandes dimensões deve, pois, caldear-se com lentidão no principio e não se activará o caldeamento até se estar seguro de que o calor tem alcançado as particulas mais distantes das superficies.

Pode julgar-se do estado do caldeamento pela côr da chamma e das chispas.

Chama-se caldeamento o grau de temperatura que adquire o ferro na forja. Os caldeamentos principaes são quatro e designam-se com os nomes de vermelho escuro, vermelho cereja, vermelho branco e vermelho suor, ou caldeado suado.

O vermelho escuro ou cereja conhecem-se á simples vista pela côr mais ou menos viva que toma o ferro que se caldeia; quando se chega ao vermelho branco é branca a chamma e lança faiscas brilhantes; por fim no caldeado suado parece que se desprendem gotas do metal e que a sua superficie está coberta por uma camada liquida.

Ao caldear o ferro deve collocar-se sobre



Grade de ferro forjado

a corrente de ar que sae do tubo da forja e não muito separado d'elle, para evitar que a força do vento lance sobre o ferro particulas de carvão, que dariam o resultado que se queimasse o ferro n'alguns pontos quando o resto não estivesse bastante caldeado. Aperfeicoa-se o caldeamento humedecendo o carvão de modo que se aglutine e possa formar uma abobada sobre o ferro, o que faz com que o calor seja radiante como succede n'um forno. Esta operação exige habilidade no operario, que deve tambem ter a necessaria para graduar a quantidade de combustivel e a força do vento, segundo as dimensões da peça que se ha-de cal-

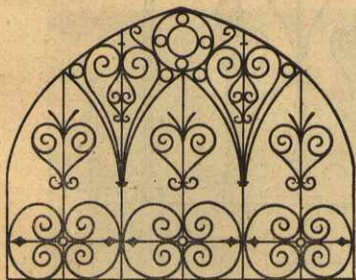
dear, o que torna preciso que o diametro do tuoo da forja guarde certa relação com a quantidade de fogo que se deseja.

Uma peça de pequenas dimensões exige o emprego de um tubo delgado e por isso n'uma officina bem montada devem existir duas forjas com tubos de diferentes tamanhos.

Quando se caldeia o ferro aspero e falte para chegar ao caldeamento, deve ter-se o cuidado de descobri-lo com precaução e arrojado sobre elle areia secca; em seguida aviva-se de novo o fogo até acabar o caldeamento, que é necessario interromper o menos possivel.

Ao retirar o ferro da forja, deve cuidar-se que não toque no cisco e escorias que n'ella ha, para o que ha de retirar-se com rapidez; porém, como é raro que não se lhe adira algum carvão ou escoria, deve-se batel-o contra o tronco da bigorna antes de, submettel-o ao martello, para que desprendendo-se os corpos estranhos, não se corra o risco de encorporal-os no ferro.

Se ha que caldear aço, deve ter-se presente que este é tanto mais difficil de forjar quanto maior seja a sua dureza e proporção de carbo-



Bandeira de porta em ferro forjado

neo e que, por conseguinte, os diferentes aços, exigem tambem diferentes caldeamentos.

O aço brando deve caldeiar-se ao vermelho branco; o medianamente duro, ao vermelho rosa; o intermedio entre branco e cereja; o mais duro ao vermelho cereja e o de maior grau de dureza ao vermelho escuro.

(Continúa)

## Exploração das minas nas grandes altitudes

(Conclusão do n.º 19)

Eis aqui agora alguns curiosos exemplos de estabelecimentos de minerios situados a grandes altitudes. Geralmente estes exemplos são procurados nos planaltos dos Andes.

**Minas de Collahuasi.** — Estão a 4.480 metros de altitude ao norte do Chile. São da *Companhia Mineira de Collahuasi*. O mineral de obre exportado tem a media de 32 por cento

*Cu*, 600 grammas de *Ag* e 2,3 grammas de *Au* por tonelada. A 60 libras e 26 penny a prata, os metaes contidos em tonelada de mineral valem 540 francos ou seja ao par, 97\$200 réis. Anticamente transportava-se até Carcote por meio de lhamas, agora porém, utiliza-se o caminho de ferro de Ollargüe-Collahuasi.

**Minas de Capellitas.** — Está ao Noroeste de Argentina, districto de Andalgalá, a 2.400 metros de altura, e distantes do caminho de ferro 165 kilometros. Não conseguiu a empreza explorar com vantagem filões de 0,50 a 2 metros de potencia, com mineral de 8,50 por cento *Cu*, 250 grammas *Ag* e 26 grammas *Au*, cujo valor é de 200 francos (36\$000 réis) a tonelada.

**Minas de Cerro de Pasco.** — As extraordinarias e formosas minas de prata e cobre da *Cerro Pasco Mining Co*, estão situadas nas immediações de Cerro de Pasco (Peru). A exploração foi emprendida ha quatro seculos pelos hespanhoes. Calcula-se que tem produzido até fins do seculo XIX, uns 14 milhões de kilogrammas de prata, procedentes da extração de 40 milhões de toneladas de mineral com a media de 350 grammas.

O mineral era tratado a 10 kilometros das minas e as barras de prata transportavam-se por meio de lhamas até Lima, que dista 300 kilometros. A partir de 1870 utiliza-se o caminho de ferro de Oroyo, permitindo exportar os minerios mais ricos contendo de 25 a 40 por cento de cobre e com um valor de 67\$500 a 108\$000 réis por tonelada.

Em 1902 formou-se a *Cerro de Pasco Mining Co, Lim.*, com o capital de 9.000 contos de réis, sobrescripto por grandes capitalistas de Nova York entre elles Pierpont Morgan.

Situadas as minas n'uma altitude de 4.350 metros, estão ligadas por um ramal de 15 kilometros á fundição de Tinahuarca, por outro de 25 ás minas de carvão da Sociedade, por outro de 20 a uma pedreira de calcareo e por uma linha de 135 a Oroyo, estação do Central Peruviano.

De Oroyo a Callao ha 210 kilometros de caminho de ferro, que custaram ao governo de Peru a enorme somma de 215 milhões de francos (38.700 contos de réis), ou seja mais de um milhão por kilometro.

E' um dos caminhos de ferro mais notaveis que existe, porque ganha a altura de 4.500 metros com pendente media de 2,5 por cento e 57 tunneis.

As linhas da Companhia mineira custaram 50 milhões de francos (9.000 contos de réis) ascendendo o total das installações da empreza a 115 milhões (20.700 contos de réis).

A mina é bem conhecida pelas immensas lavras antigas, em grande parte accessiveis.

A riqueza do districto é fabulosa. A zona de oxydación dá de uma a duas onças de ouro por tonelada. A riqueza de prata chega a 30 metros de profundidade, com alguns milhares de onças por tonelada. Trabalhos recentes tem cortado pelo menos 2.000.000 toneladas de mineral com 10 por cento de cobre e um kilo-

gramma de prata (referencias exageradas tem mencionado 75.000.000 toneladas). A produçãõ de cobre foi de 20.000 toneladas em 1909 e alcança-se ha seguramente uma produçãõ de 45 a 50.000 toneladas.

Ainda com esta ultima cifra, as installações representaram 2.300 francos (414\$000 réis) por tonelada-anno de cobre, o que para minas ricas é extraordinario.

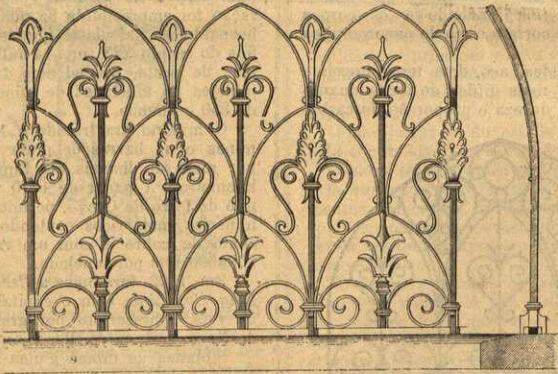
Anaconda, com um mineral de menos de 3 por cento *Cu* immobilizou 3.000 francos (réis 540\$000) por tonelada-anno e Calumet e Hecla, com mineral de 1 a 2 por cento, 600 francos (108\$000 réis).

*Minas de Famatina.*—As minas de *Sierra Famatina Development Corporation Ltd.*, estão situadas a uma altitude de 4.850 metros. A

tivel. O inverno dura doze mezes; ha nevoeiro e granzo quasi todos os dias.

Dispõe este estabelecimento de um ramal de caminho de ferro de Antofagasta á Bolivia. As minas tem sido exploradas durante alguns seculos sob a dominaçãõ hespanhola e antes pelos indios.

A Sociedade actual foi constituida em 1905 com o capital de 1.080 contos de réis. Produz mineral concentrado de 40 por cento *Cu* e 500 grammas *Ag*. Os diferentes filões de 0,25 a 10 metros de potencia, dão safras com 15 por cento, 19 por cento e ainda 69 por cento. O desenvolvimento da produçãõ é muito lento; em 1906 não se produziram senão 250 toneladas de cobre; em 1907, obtiveram-se 800. Promette chegar a 5.000 toneladas.



Grade de parque, em ferro forjado

fundação está em Chilecito (Argentina). Mina e fabrica estão ligados por um tremvia aéreo Bleichert de 35 kilometros, que ganha 3.500 metros e tem capacidade de transporte de 40 toneladas por hora na descida e 20 na subida, com reduçãõ do custo de 50 a 5 shillings por tonelada. Foi construido a expensas do governo argentino.

Os mineraes tratados teem dado 3 por cento *Cu*, 200 grammas *Ag* e 15 *Au*, o e valor excede pouco de 100 francos (18\$000 réis) por tonelada.

A Sociedade gastou o seu capital de 10 milhões de francos (1.800 contos de réis) e tem 1 milhão (180 contos de réis) em obrigações, além de um credito até 1 milhão e 500 mil francos (270 contos de réis) aberto pela *Internacional Copper Co. Ltd.*

Todavia não chegou ainda a epoca dos dividendos.

*Minas Poderosa de Collahuasi.*—As minas da *Companhia Mineira Poderosa de Collahuasi*, estão no Chile, no planalto boliviano, a 4.700 metros de altitude. A região é esteril; não vegeta mais que uma herva que serve de combus-

## Bronze de vanadio para caminhos de ferro

A addicção de vanadio ao ferro e ao aço, permite aos metallurgistas e fundidores fabricar caixilhos de locomotoras, cylindros, molas e rodas de uma resistencia, elasticidade e duracão duplas das que podiam obter-se anteriormente.

As mesmas propriedades distinctivas se tem encontrado n'uma composicão, cuja formula é no entanto desconhecida, o bronze de vanadio *Victor*, o qual sob o ponto de vista da ligeireza e resistencia é superior a todos os bronzes e latões actuaes e que tem uma resistencia ao desgaste superior 50 por cento aos metaes de chumaceira geralmente empregados nos caminhos de ferro. Apresenta tambem a vantagem de ser um bronze susceptivel de ser forjado de uma maneira satisfatoria, além de que, por causa das propriedades especificas do vanadio apresenta uma estrutura perfeitamente uniforme e compacta.

Este bronze substitue com exito o ferro

o aço na construção de submarinos para a marinha americana, por causa da sua ligeireza e de suas propriedades anti-corrosivas.

A liga de 80 por cento de cobre, 10 por cento de estanho e 10 por cento de chumbo, geralmente empregada na construção de chumaceiras para os caminhos de ferro, não é perfeita, pois que não impede o reaquecimento dos supportes, a fusão das chumaceiras, etc., sendo de esperar que se o bronze do vanadio Victor reúne as condições mencionadas, não tardará em abrir um novo campo a esta construção. Também apresenta interesse esta liga para a construção de injectores e valvulas que devem reunir uma sufficiente resistencia á pressão e uma estrutura compacta.

### Novo processo de metalisação

M. Schopp, de Zurich, descobriu um novo processo de metalisação de grande utilidade para o revestimento de madeiras, télas ou invo-

aproveitando o esfriamento produzido pelo jorro gazoso.

As experiencias tem-se feito com alluminio, mas, pode tambem empregar-se o cobre, o chumbo ou o zinco.

## Oxydação do ferro

Mr. Irvine, fallando da corrosão do ferro diz o seguinte: As operações metallurgicas a que se submettem os materiaes de ferro tem por fim a eliminação de oxygenio e demais substancias que na natureza acompanham este metal. Porém, estas operações introduzem tambem no producto final algumas impurezas que diminuem a resistencia do ferro. E' um facto curioso e comprovado que o ferro forjado é puro; deve-se, em parte, a maior resistencia que tem o ferro fundido á accão corrosiva dos agentes exteriores, á costra de silica que cobre



Portão e grades de vedação da Quinta das Frazas, em Macteira de Cambra  
propriedade do sr. Manoel d'Oliveira Campos  
Desenho e execução das officinas do sr. Joaquim Tavares d'Almeida, de Macteira de Cambra

lucros dos globos, fabricação rapida de clichés de imprensa, etc.

Este novo processo, dado a conhecer á Academia de Sciencias de Paris por M. d'Artoval consiste em projectar metal fundido sobre os objectos que com elle tenham de cobrir-se valendo-se para isso de um tubo alimentado com um gaz inerte.

Pulverisadas assim as moleculas metallicas, depositam-se na superficie do objecto, formando uma camada de cohesão superior á dos depositos galvanicos. Uma camada de meio millimetro de espessura obtem-se n'um espaço de tempo muito curto.

Para poder metalisar objectos muito delicados rebaixa-se sufficientemente a temperatura

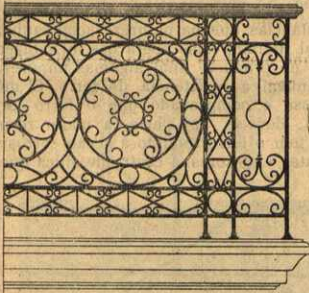
a superficie dos objectos que foram moldados na areia. Segundo Mallot, se se representa a oxydabilidade da fundição por 100, a de ferro forjado seria 129 e a do aço 133. Diz Gmelin, que o ferro muito puro oxyda-se facilmente; a presença do enxofre é favoravel á oxydação e a do phosphoro parece que a retarda.

Calvet observou que o ferro só se oxyda quando se tenha exposto á accão combinada da humidade e do anhydro carbonico do ar; crê que n'estas condições ha uma accão galvanica. Tornar-se-ha primeiro protoxydo de ferro, depois carbonato d'este protoxydo e, por ultimo, sesoxydo de ferro; estas reacções, iriam acompanhadas de desprendimento de ammoniaco, formado pela união de hydrogenio em estado nascente,

que resulta da decomposição da agua sobre o azote atmosferico.

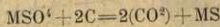
Outra das causas da corrosão de ferro é a presença na atmosphera, sobre tudo na das cidades, de acido sulphuroso e de um excesso de anhydro carbonico. Estes acidos formam com o ferro saes soluveis, que as chuvas arrastam pouco a pouco.

A agua do mar corroe energicamente o ferro forjado e fundido; o chloreto de magnésio e o acido carbonico são os principaes factores d'esta acção. As materias organicas em via de putrefacção exercem indirectamente uma acção não



Varanda de janella saccada, em ferro forjado

menos notavel; o machinismo d'esta acção é o seguinte: o carbone o que contem estas materias obra como reductor sobre os sulphatos alcalinos e alcalino terrosos e converte-os em sulphuretos,



Estes sulphuretos por seu turno são atacados pelo o acido carbonico em presença da agua, produzindo-se acido sulphurico,



corpo que provoca a corrosão do ferro. Isto é o que ocorre nos lodos dos portos estuarios nos quaes sempre se encontra sulphureto de ferro proveniente da combinação do ferro que contem as argillas com enxofre do acido sulphydrico.

Sempre que n'uma construção se usam duas classes de ferro, pôde notar-se que um dos metaes se corroe; é evidente que tal corrosão é devida a uma acção galvanica.

Cita o caso de uns vasos de ferro fundido nos quaes effectuava a dissolução do salitre em bruto; estes vasos providos de agitadores mechanicos e de tubos de vapor feitos de ferro forjado não foram atacados pela dissolução mencionada, mas não succedeu assim com todas as demais peças que eram de fundição, as quaes tiveram de ser substituidas por outras forjadas,

a tal ponto estavam corroidas. Depois da mudança cessou toda a acção.

Notou-se tambem que as caldeiras de ferro forjado se corroem com muita rapidez nos pontos em que estão em contacto com fundição, como por exemplo, nos logares de união dos tubos de vapor.

Quando se collocam barras de ferro maleavel sobre dormentes de ferro, como acontece nos caminhos de ferro inglezes, a corrosão do metal mais oxydavel é muito notavel. *The Engineering* (dezembro de 1890, pag. 589), chama a attenção sobre o facto de que nos tunneis a destruição das barras é muito mais rapida que n'aquelles que estão collocados ao ar livre.

Provou-se facilmente que fórma um verdadeiro pilar quando se junta a fundição com o aço; submergidos ambos na agua e conexados com um galvanmetro vê-se desviar-se a agulha d'este instrumento quando um só d'estes metaes é o submergido na agua.

Se n'um edificio metalico se deseja afastar todo o perigo que possa resultar da corrosão de alguma de suas partes, será preciso não fazer entrar n'elle mais que uma qualidade de ferro. Os engenheiros constructores da ponte de Forth comprehendem muito bem o perigo que resulta do emprego de duas classes de ferro n'uma construção d'esta natureza e só empregaram o aço macio. Deixando no esquecimento esta necessaria precaução, commetter-se-ia a falta em que incorreram os constructores da ponte do Tay, na qual se empregou fundição junta com ferro maleavel, unidos por outro lado, de qualidade inferior.

Como se sabe esta ponte abateu e o relatório da comissão nomeada para averiguar as cousas do accidente diz que os rebites que eram de ferro maleavel estavam soltos. Formava a totalidade d'esta ponte um grande circuito galvanico no qual o ferro maleavel se corroia de tal fórma, que ao fim de certo tempo a resistencia d'este metal chegou a ser incompativel com a estabilidade da ponte.

Evita-se quanto possivel este ataque do ferro cobrindo-o com uma camada de pintura; porém, se esta camada protectora se desprende n'algum ponto a tendencia a corroer-se augmenta.

Segundo o auctor, o oleo de linhaça fervido seria o corpo que deveria empregar-se para pintar as construções de ferro, pois que este liquido exposto ao ar se oxyda e fica sobre os objectos com elle pintados em fórma de uma camada elastica, resistente e protectora.

Dott diz que se principia a considerar a essencia de terebentina como a substancia mais conveniente para a primeira demão ao ferro e oleo secante para a segunda.



## OS BRONZES DE CHUMBO

Além das ligas anti-fricção, empregam-se frequentemente na construção de peças de machinas submetidas a fricção e sobre tudo, nas

chumaceiras, diferentes typos de bronzes especiaes, entre os quaes os bronzes de chumbo, com 10 por cento de estanho e até 20 por cento de chumbo parece haverem dado os melhores resultados.

Como exemplo de boas ligas que tem dado resultados praticos para chumaceiras, citaremos as de Dudley:

	Primeiro	Segundo	Terceiro
Cobre.....	79,70	82,20	77,00
Estanho.....	10,00	10,00	8,00
Chumbo.....	9,60	7,00	15,00
Fosforo.....	0,80	—	—
Arsenico.....	—	0,80	—

Para chumaceiras que tenham um eixo que gire a grande velocidade, mas com uma carga não muito forte, emprega-se com vantagem um bronze que contem 84 por cento de cobre, 8 por cento de estanho e 8 por cento de chumbo.

Do estudo do systema ternario, cobre, estanho e chumbo, resulta que, como metaes para chumaceiras, é preciso limitar-se ás ligas que contenham menos de 20 por cento de chumbo e menos de 25 por cento de estanho, pois com proporções mais elevadas não se prestam as ligas ao dito emprego.

N'uma serie de experiencias, Charpy observou que a introdução do chumbo no bronze não faz mais que augmentar a plasticidade e notou phenomenos de liquefacção na solidificação de bronzes com mais de 15 por cento de



Bandeira de porta em ferro forjado

chumbo. Tambem observou que a constituição dos bronzes para chumaceiras é inversa das ligas brancas, porque em vez de grãos duros englobados n'uma liga plastica eutetica, encontram-se pequenos cristaes de cobre plastico englobados n'um eutetico duro.

Guillet, no seu estudo industrial das ligas metallicas, refere o resultado de experiencias effectuadas com um bronze de 90 por cento de cobre, 10 por cento de estanho e traços de zinco, no qual se substitue gradualmente o cobre por chumbo, desde 0,61 a 6,18 por cento.

Tem se estudado cuidadosamente as curvas de esfriamento de 26 ligas ternarias, cujas composições foram escolhidas de maneira a permitir fixar com bastante segurança a marcha das superficies criticas na porção estudada dos diagrammas de equilibrio.

Variando a proporção de chumbo, montando constantemente a de estanho, verificou-se que

se não modifica notavelmente a dureza das ligas com menos de 14 por cento de estanho e não diminue a dureza sensivelmente mais quando a proporção de chumbo passa de 10 por cento.

Para ligas com mais de 14 por cento de estanho, diminue rapidamente a dureza ao augmentar o chumbo, passando a sua proporção de 5 a 6 por cento.



## Coberturas metallicas de grandes vãos

A primeira cobertura de ferro de grande vão, construida em Inglaterra foi-o em 1849 e é a que existe na estação de Lime Street do caminho de ferro de Londres e N. O. em Liverpool: a dita cobertura tem 153 pés e 6 pollegadas e a altura desde o plano dos rails á face inferior da viga, 56 pés.

A armação compõe-se de uma viga de ferro curva com contornos redondos e uma travessa de laço. As partes principaes são sujeitas por um lado á columna de ferro forjado, collocadas 21 pés e 6 pollegadas entre eixos,

Desde então para cá estes vãos tem ido augmentando, especialmente os que sustentam a fórma das vigas arqueadas; as dimensões da enorme estructura que cobria o edificio das artes liberaes e industriaes da Exposição de Chicago eram portentosas, pois que o dito vão era de 368 pés, e de 206 de altura e apoiava-se em columnas fixadas 50 pés entre eixos. Estas dimensões tem sido sómente approximadas pela nave das machinas da Exposição de Paris de 1889, cujo vão era de 362 pés e 10 pollegadas e a altura liquida 142 pés e 8 pollegadas, emquanto que em Inglaterra o tecto da estação de S. Pancras é de 240 pés de vão e 96 de elevação.

Estas coberturas de grandes vãos utilisam-se principalmente para estações de caminho de ferro, exposições industriaes e salões publicos. As muito grandes de typos de vigas arqueadas, são mais caras que as que são mais pequenas; digamos, menores de 150 pés: para exposições e salões publicos são mais reduzidas, sustidas por columnas de ferro. A ausencia de columnas proporciona tão grandes facilidades para o cruzamento dos comboios de uma linha de rails a outra e para o arranjo de plataformas em caso necessario, que a importancia da cobertura sem obstaculos justifica o augmento de despeza.

Outras coberturas dignas de despertar a attenção são as principaes as que se compõem de uma serie de fórmas que cobrem um espaço rectangular ou angular e as que tem a figura de cupolas cobrindo um espaço circular, oval ou polygonal. A primeira divisão está sub-dividida em tres classes: 1.ª vigas arqueadas com travessas enlaçadas, fixadas em diversas fórmas: a 2.ª as mesmas vigas sem travessas ou arcos sustidos por uma travessa enlaçada de baixo do solo: 3.ª vigas rectas. A segunda di-

visão comprehende coberturas em forma de cúpula, que estão classificadas em truncadas, asphéricas e elyptoidaes.

Uma das construções comprehendidas nas precitadas classes e divisões é o «Olimpia» em Kensington, cuja cobertura é um arco semi-circular, no qual o empuxe horizontal e pressão de vento estão neutralizados.

Este arco acha-se dividido em duas partes de cada lado: uma corresponde com o ponto de encontro com o tecto obliquo da galeria lateral, vindo verticalmente até baixo; a outra segue a linha da cobertura da galeria lateral e desenvolve-se n'uma especie de marco abraçadeira: d'este modo a galeria actua como uma extremidade do arco.

Uma cobertura construída com um arco de largo vão é sem duvida alguma mais vantajosa para estações de caminhos de ferro apesar do seu maior custo, que varios pequenos arcos sustidos por columnas, mas, as ditas coberturas não são estheticas e não podem comparar-se em belleza com as reclinadas das estações de Broad Street, Londres, e de S. Lazaro, Paris.

A exposição de Chicago offereceu largo campo e oportunidade para estudar coberturas de todas as classes, e observou-se que a grande maioria d'ellas eram construídas d'aço. A galeria de Bellas Artes e o edificio da Administração eram cobertos por cupulas formadas com vigas arqueadas, enquanto que o edificio de Minas o era com arcos do systema Cantilever, unidos por parafusos para facilitar a sua construção.

Assegura-se que esta cobertura foi a primeira feita em tão grande escala pelo systema Cantilever.

Os grandes arcos do tecto do edificio das Artes Liberaes eram encaçados na parte superior e tambem nos apoios.

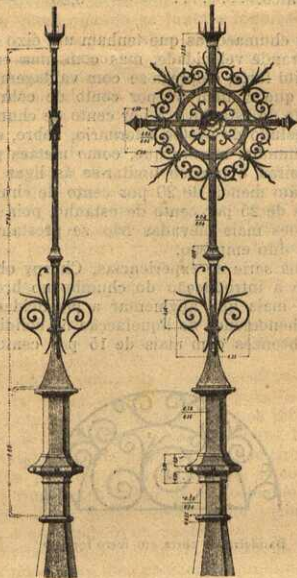
## Aplicações praticas do ferro e do formiçãõ

(Conclusão da n.º 18)

A consideração do enorme gasto da complicada combinação do corte das pedras contiguas, a difficuldade de conduzir e lavar taes massas e a pequena espessura relativa que sujeitam os gatos de ferro, faz pensar que se se construisse com formiçãõ e ferro, estaria sujeito por qualquer numero de barras torcidas, estendendo-se até á propriedade desejada dentro da rocha e sujeitas com cimento, mantendo o extremo inferior a semelhante profundidade e estendendo-as como as raizes de uma arvore enquanto no outro extremo as barras alcançariam a parte mais elevada, sujeitando com um só gato de ferro o coroamento á parte mais profunda. Além d'isso, por menos de um terço do custo da pedra, lavrada como o foi nos pharoes de Eddys-

ton, Belrack e outros de aquellãs condições, se teria podido preparar um formiçãõ de cimento Portland, pedra densa e fragmentos de ferro, que seria de 30 a 50 por 100 mais pesado que o granito, e resistiria melhor á acção da agua, ao mesmo tempo que o encoimmodo e o gasto de collocar de um modo temporario os reforços do ferro, não seriam tão grandes: como os do manejo das pedras lavradas.

Demonstrou-se que as fundações de bom formiçãõ, para grandes machinas, são muito melhores que as construídas com ladrilho ou pedra. Occorre que os pernos que sujeitam as machinas aos seus apoios, fossem retorcidos,



Cruz de campanario, em ferro torçado.

ficando assim fortemente sujeitos em todos os pontos da sua extensão, e não simplesmente nos extremos inferiores. Para assegurar os esforços, pernos e outras sujeições no formiçãõ, é sómente necessario torcer barras quadradas ou planas de ferro e encravá-las onde seja necessario.

O ferro encravado no formiçãõ do cimento Portland, com sufficiente espessura de cimento em volta d'elle, está perfectamente protegido da oxydación, assim como do fogo, e não pode derrijar-se com o tempo. É de crêr que esta descoberta seja de grande valor para as classes constructoras e que a sua applicação se estenda como seus meritos fazem apreciar, e em poucos annos o seu uso seja geral.