

# EXPERIÊNCIAS DE DISTILAÇÃO DE LIGAS ZINCO-PRATA DE BAIXO TEOR EM CHUMBO EM RETORTAS DE FERRO FUNDIDO SOB VÁCUO (1-5)

Eng. Tharcisio D. de Souza Santos (2)

Eng. Dr. Luiz C. Corrêa da Silva (3)

Engdo. José Martini (4)

## RESUMO

*Em virtude dos inconvenientes decorrentes da utilização dos fornos do tipo «Faber du Faur» na distilação do zinco de croças Parkes, estudaram os autores a distilação do zinco contido em ligas zinco-prata de baixo teor em chumbo em retorta metálica a vácuo, processo recentemente estudado por Schlechten e Doelling. Depois de resumirem o trabalho desses pesquisadores e de estudarem os fundamentos teóricos da distilação de ligas, os autores descrevem o aparelhamento utilizado, e que consta essencialmente de uma retorta de ferro fundido evacuada por meio de uma bomba mecânica de pequena capacidade volumétrica. O condensador é fechado parcialmente na extremidade voltada para a região aquecida da retorta. A carga é colocada em botes de ferro fundido comum, os quais são cobertos por uma tampa, também de ferro fundido, a qual se prolonga para dentro do condensador.*

*Relatam os autores os resultados de vinte experiências por eles feitas em temperaturas entre 810 e 900°C. Mostram os resultados que tais ligas podem ser distiladas eficientemente em tal retorta em temperaturas entre 850 e 900°C com ciclos de 6 a 8 horas, sendo quasi total a recuperação do zinco da carga.*

- (1) Trabalho a ser apresentado ao 8.º Congresso Anual da Associação Brasileira de Metais, C.T. n.º 200, São Paulo, SP., Julho de 1952.
- (2) Membro ABM; Professor interino de Metalurgia dos Metais Não-Ferrosos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e Engenheiro-Chefe da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo.
- (3) Membro ABM; Engenheiro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista, Doutor em Ciências (Carnegie Institute of Technology); Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.
- (4) Aluno do 6.º ano de Minas e Metalurgistas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP.
- (5) A Secretaria da Associação Brasileira de Metais deseja receber discussões sobre este trabalho. Preferivelmente, a discussão poderá ser apresentada pessoalmente durante o 8.º Congresso Anual, São Paulo, 21 a 26 de julho de 1952. A discussão poderá também ser enviada por escrito (duas vias) à Secretaria da A.B.M. O prazo para apresentação das discussões escritas é 15 de agosto de 1952.

## 1. INTRODUÇÃO

O único processo de que se dispunha até agora para o tratamento das crostas de prata, obtidas pelo processo Parkes, consistia em, numa primeira operação, eliminar o zinco por destilação à pressão atmosférica e, depois, tratar o resíduo dessa destilação por copelação, oxidando o chumbo contido e assim obtendo prata bruta, a qual é ulteriormente refinada por eletrólise.

Realizada à pressão atmosférica (ou mesmo sob pressão ligeiramente superior à atmosférica), essa operação exige a utilização de uma retorta de grafita (contendo usualmente também carboneto de silício); o forno utilizado é conhecido pelo nome de «forno Faber du Faur». A retorta utilizada tem a forma aproximada a de uma garrafa: corpo cilíndrico inferior terminado por uma parte tronco-cônica co-axial, montada no forno, quando em funcionamento, a cerca de 45° com a horizontal. Externamente à extremidade da retorta é colocada um condensador, de ferro fundido geralmente, no qual condensa, em estado líquido, o zinco destilado. Realizada a operação à pressão atmosférica, torna-se necessário elevar a temperatura do banho líquido na retorta a cerca de 1300°C no fim do processo. É quasi evidente que a grafita (com carboneto de silício) constitui o único material para tal retorta; não se poderia pensar em utilizar uma retorta metálica em temperaturas tão elevadas, e o uso de refratários cerâmicos fica barrado pela acentuada corrosão que, sobre esses materiais, resultaria de litargírio sempre presente nas crostas.

Tais retortas não são produzidas no país e, além de seu elevado preço de importação, são bastante frágeis e frequentemente chegam já trincadas. Além disso, nos fornos Faber du Faur o consumo de combustível (óleo diesel) é bastante elevado para a manutenção da temperatura entre 1150 (início) e 1300°C (fim), o tempo necessário varia de 20 a 36 horas, as perdas de zinco são consideráveis, entre 10 e 40 %, e a duração das retortas raramente chega a 30 cargas.

Pelos inconvenientes apontados, alguns dos quais adquirem ainda maior importância no caso de uma usina no Brasil, resultaria muito conveniente realizar o processo sob vácuo.

Seriam então muito mais baixas as temperaturas necessárias, podendo-se ainda, simultaneamente, substituir a retorta de grafita por retorta metálica e o combustível por lenha ou carvão; além disso, não somente os tempos necessários poderiam vir a ser grandemente diminuídos como também deveria ser grandemente aumentada a recuperação do zinco — metal também dependente de importação.

Recentemente, Schlechten e Shih (1) e Schlechten e Doelling (2) publicaram o resultado de seus trabalhos experimentais sobre a destilação do zinco contido em tais crostas em retortas de aço cromo-níquel sob elevados vácuos, assegurados por bomba de difusão de óleo apoiada por bomba mecânica. Esses trabalhos constituem a primeira referência de tratamento dessas crostas sob vácuo.

Os inconvenientes da utilização do forno «Faber du Faur», já mencionados, e os animadores resultados a que chegaram Schlechten e seus colaboradores, recomendavam que, ao se reiniciar o tratamento de crostas de prata obtidas no refino do chumbo da Usina Experimental de Apiaí (agora novamente pertencente ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo), fossem estudadas as possibilidades de utilização desse processo.

A obtenção corrente de ligas de elevados teores de zinco e de prata, e de baixos teores de chumbo (ao contrário da prática corrente, em que as crostas obtidas têm sempre mais de 60 % de chumbo) e resultante de diversos aperfeiçoamentos incorporados aos processos em uso pelo IPT (4), tornava ainda mais indicada a utilização do vácuo para a destilação do zinco.

Os autores construíram uma retorta experimental e com ela puderam realizar longa série de experiências. Diversas modificações foram introduzidas, as quais correspondem a grande simplificação do processo, se comparado ao utilizado por Schlechten e Doelling.

Neste trabalho, após resumirem a contribuição de Schlechten e Doelling, e estudarem os fundamentos teóricos dos processos, os autores descrevem o aparelhamento usado, as modificações introduzidas, e as experiências realizadas, já em escala industrial.

Os excelentes resultados obtidos mostram que o problema pode ser considerado como resolvido, com grandes vantagens sobre o uso do forno «Faber du Faur». Atualmente está sendo construído um forno, projetado por um dos autores, dotado de 6 retortas, e que deverá ter a capacidade de cerca de 150 kg de prata por dia.

## 2. APANHADO SOBRE OS TRABALHOS DE SCHLECHTEN E COLABORADORES

Os trabalhos experimentais devidos a Schlechten e a seus colaboradores, e que constituem a primeira referência de destilação de crostas Parkes sob vácuo, foram relatados em 1949 por Schlechten e Shih (1) e depois, em 1951, por Schlechten e Doelling (2).

Mostraram essencialmente êsses autores que o zinco contido nas crostas Parkes pode ser rapidamente destilado sob vácuo, a temperaturas entre 800 e 900°C e que, conforme seria de se esperar, são mínimas as perdas de zinco por oxidação e inexistentes as perdas em fumos.

Posteriormente à publicação dos trabalhos mencionados não puderam os autores desta contribuição encontrar qualquer referência quanto a outros trabalhos análogos, nem quanto à utilização do processo na prática.

O primeiro trabalho mencionado, de Schlechten e Shih (1) não entra em detalhes, descrevendo apenas linhas gerais a destilação sob vácuo e indicando os resultados obtidos. Em comunicação a um dos autores deste trabalho, Schlechten (3) juntou alguns novos elementos

e referiu-se a trabalho escrito em colaboração com Doelling e já em vias de publicação (2).

O aparelho utilizado por Schlechten e Doelling (2) está reproduzido na fig. n.º 1. Consistia, essencialmente, em uma retorta fechada, na qual se fazia o vácuo e se mantinha um gradiente de temperatura; a crosta era colocada no interior, na zona aquecida, e os vapores metálicos desprendidos eram condensados, em grande parte no estado sólido, na parte fria da retorta. Esta era de liga ferro-cromo-níquel de composição idêntica à das retortas usadas no processo Pidgeon de produção de magnésio.

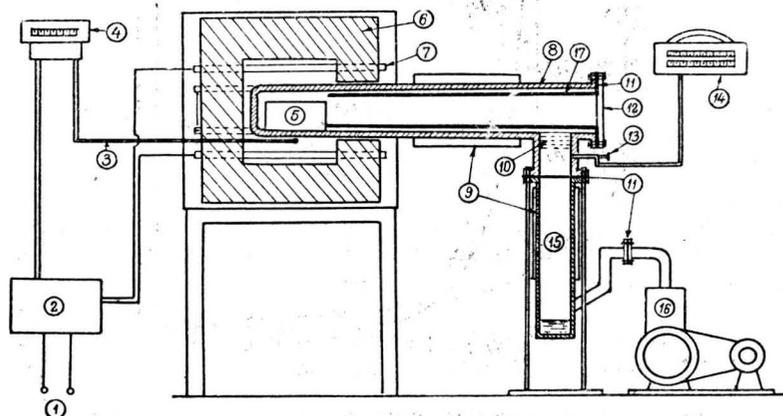


Fig. 1 — Aparelho usado para Schlechten e Doelling para a destilação das crostas Parkes: 1 — força elétrica; 2 — chave magnética; 3 — par termoeletrônico; 4 — controle de temperatura; 5 — bote; 6 — refratários do forno; 7 — elementos Globar; 8 — retorta; 9 — camisa d'água; 10 — defletores; 11 — gacheta; 12 — tampa de retorta; 13 — válvula para quebrar o vácuo; 14 — manômetro McLeod; 15 — bomba de difusão; 16 — bomba mecânica; 17 — câmara do condensador.

A crosta (contendo zinco, prata e chumbo) era colocada em um bote de chapa de ferro. Um condensador, também feito de chapa de ferro, recebia os vapores metálicos, constituídos principalmente por zinco. Devido à marcada diferença de pressão de vapor existente entre zinco, chumbo e prata, a destilação é grandemente preferencial; assim, a maior parte do zinco é evaporada antes que qualquer quantidade apreciável de um chumbo ou prata o seja.

A progressão da destilação a 950°C, conforme o trabalho de Schlechten e Doelling, está representada na fig. n.º 2.

A tabela n.º 1, reproduzida do mesmo trabalho, resume os resultados obtidos na destilação a 950°C, durante 7 horas, de uma crosta contendo inicialmente 63,70 % Zn, 26,85 % Ag e 8,60 % Pb.

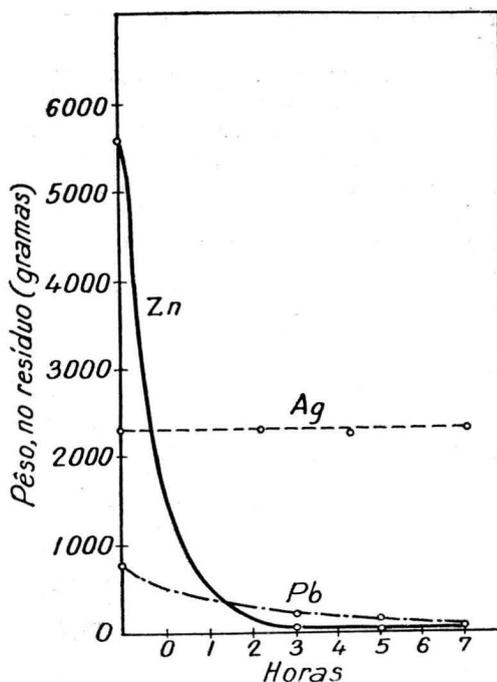


Fig. 2 — Progressão da distilação de uma crosta Parkes contendo 63,70% Zn, 26,85% Ag e 8,6% Pb a 950°C sob vácuo compreendido entre 17 e 32 microns de mercúrio, em função do tempo (Schlechten e Doelling, ref (1)).

TABELA N.º 1

DISTILAÇÃO DE UMA CROSTA DE 63,70 % Zn, 26,85 % Ag e 8,60 % Pb, A 950°C, DURANTE 7 HORAS (SCHLECHTEN E DOELLING).

	Peso g	Composição			Extração (*)		
		Pb %	Zn %	Ag %	Pb %	Zn %	Ag %
Carga	8.854	8,60	63,70	26,85			
Resíduo	2.407	1,74	0,23	95,65	94,5	99,9	3,1

(\*) A «extração» sendo medida pelo quociente: (quantidade de metal evaporada) / (quantidade do mesmo metal inicialmente presente). Em porcentagem.

A fig. n.º 3 mostra um corte esquemático ao longo da retorta, mostrando as zonas de deposição do zinco, bem como as regiões nas quais foram observados depósitos restritos contendo chumbo e prata.

Nas experiências citadas, Schlechten e Doelling (2) utilizaram uma bomba de difusão de óleo tipo 104 de 15,2 mm (6") apoiada (ligada em série) por uma bomba mecânica Kinney do modelo VSD 778 Kinney. Dessa forma conseguiram vácuos compreendidos entre 17 e 40 microns de mercúrio.

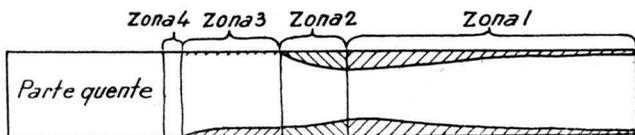


Fig. 3 — Distribuição dos metais obtidos no condensador por Schlechten e Doelling. Zona 1: Camada de alto teor em Zn (cêrca de 95 a 100%) facilmente destacável do condensador. Depósito mais brilhante do que na zona 2. Zona 2: condensado de Zn e Pb (cêrca de 20% Pb e 80% Zn), também facilmente destacável. Zona 3: material condensado no estado líquido e que escorreu para o fundo do condensador (cêrca de 90% Pb). Zona 4: fina camada do material brilhante (cêrca de 80% Ag).

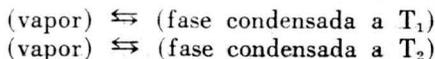
### 3. FUNDAMENTOS DO PROCESSO DE DISTILAÇÃO DE UMA LIGA A VÁCUO

O aparelho usado e as condições vigentes no processo de distilação da crosta Parkes a vácuo correspondem a um sistema fechado, de paredes rígidas e condutoras de calor, no qual uma certa região é mantida a uma temperatura  $T_1$  e outra a uma temperatura  $T_2$ , mais baixa. Nesse sistema existe uma fase gasosa condensável, em presença de frações condensadas tanto à temperatura  $T_1$  como à temperatura  $T_2$ .

Tal sistema não poderá nunca atingir o equilíbrio enquanto fôr mantida a diferença de temperatura mencionada. Haverá assim, continuamente, transporte de calor da região quente à região fria, implicando tal transporte de calor, nas condições mencionadas, em evaporação da fração condensada existente a  $T_1$  e em condensação do vapor metálico resultante sobre a fração condensada existente a  $T_2$ .

O processo de distilação só terminará quando tôda a fração condensada existentes a  $T_1$  tiver sido transferida para a parte do recipiente mantida a  $T_2$ . Quando isso se verificar estará terminada a distilação, muito embora não haja o sistema atingido o equilíbrio.

No que diz respeito à velocidade do processo, o fator determinante é a diferença de pressões de vapor,  $p_1$  e  $p_2$ , correspondentes aos equilíbrios:



Nessas condições, o processo é tanto mais rápido quanto maior a diferença entre  $p_1$  e  $p_2$ .

No caso de uma mistura de substâncias A, B, C, etc., os mesmos princípios se aplicam, devendo-se considerar, entretanto, que as pressões parciais das substâncias A, B, C, etc.:

$$p_{1A} , p_{2A}$$

$$p_{1B} , p_{2B}$$

$$p_{1C} , p_{2C}$$

No caso das ligas de prata e zinco destiladas pelos autores, a composição média correspondia aproximadamente a: 70 % Zn, 25 % Ag e 5 % Pb.

Nas temperaturas mantidas na região aquecida da retorta (entre 810 e 900°C) essa mistura se apresenta no estado líquido e suas pressões parciais podem ser calculadas de forma aproximada admitindo que a solução é ideal para todas as concentrações. Essas hipóteses não é, evidentemente, correta; entretanto, de acordo com os poucos dados experimentais existentes, e obtidos por Schneider e Schmidt (5) é justificável como uma primeira aproximação.

As pressões de vapor dos metais puros presentes da crosta são dadas pelas seguintes expressões aproximadas (6):

$$\log p_{Zn} = - \frac{6163}{T} + 8.108$$

$$\log p_{Ag} = - \frac{13270}{T} + 8.225$$

$$\log p_{Pb} = - \frac{9190}{T} + 7.445$$

De acordo com a hipótese feita, as pressões parciais de zinco, prata e chumbo correspondentes à liga 70-25-5, à temperatura de 800°C, são as que constam da primeira coluna da tabela n.º 2.

Evidencia-se assim que a pressão parcial do zinco é muito maior que a dos outros componentes da liga inicial. Assim, no início do processo, praticamente só o zinco irá ser evaporado, uma vez que são extremamente pequenas as pressões parciais de prata e de chumbo. Nessas condições, deve baixar rapidamente o teor de zinco do destilando. Com o prosseguimento do processo, quando a quantidade de zinco corresponder a apenas 4,6 % da quantidade existente no início (ou quando 95,4 % do zinco já houver sido destilado) a liga residual, desprezando as pequenas porções de prata e de chumbo destiladas, terá a seguinte composição aproximada: 10 % Zn, 75 % Ag e 15 % Pb. As pressões parciais dos constituintes correspondentes a esta composição constam também da segunda coluna da tabela n.º 2. Vê-se que, mesmo nesse estágio bastante avançado do processo de destilação, a pressão parcial do zinco no destilando é cerca de 1.900 vezes maior que a do chumbo,

e cerca de 420.000 vezes maior que a da prata. Em consequência, ainda neste estágio, a distilação continua a ser grandemente seletiva em relação ao zinco.

TABELA N.º 2

PRESSÕES DE VAPOR A 800°C (CALCULADAS)

Metal	Pressão de vapor dos metais puros mm de Hg	Pressão parcial na liga: 70Zn-25Ag-5Pb (a) mm de Hg	Pressão parcial na liga: 10Zn-75Ag-15Pb (b) mm de Hg	Pressão parcial na liga: 1Zn-82,5Ag-16,5Pb. (c) mm de Hg
Zn	230	160	23	2,3
Ag	$7,3(10)^{-5}$	$1,8(10)^{-5}$	$5,5(10)^{-5}$	$6,0(10)^{-5}$
Pb	$7,7(10)^{-2}$	$3,9(10)^{-3}$	$1,2(10)^{-2}$	$1,3(10)^{-2}$

(a) Correspondente à composição média inicial.

(b) Correspondente à evaporação de 95,4% do Zn inicialmente presente

(c) Correspondente à evaporação de 99,6% do Zn inicialmente presente

Supondo que continue o processo, quando se houver evaporado 99,6% do zinco contido inicialmente, a composição da liga residual terá atingido composição próxima de: 1% Zn, 82,5% Ag e 16,5% Pb. As pressões parciais correspondentes constam da 3.<sup>a</sup> coluna da tabela n.º 2, contiando ainda predominante a pressão de vapor do zinco. Conquanto em menor grau que anteriormente, continua o processo a ser ainda grandemente seletivo, favorecendo a eliminação daquele elemento.

As considerações feitas mostram a razão da distilação preferencial e fácil do zinco. Dessa distilação, bem como de distilação simultânea, embora de muito menor intensidade, de chumbo, resulta o contínuo enriquecimento do distilando em prata.

Seria certamente interessante e elucidativo estudar a progressão do processo de distilação em um diagrama ternário zinco-prata-chumbo, mas os dados existentes são ainda por demais deficientes para tal tentativa. Nessa impossibilidade, é interessante considerar o diagrama binário prata-zinco (fig. n.º 4). Visto como as ligas zinco-prata que vêm sendo obtidas no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (4) contêm muito pequeno teor de chumbo, geralmente inferior a 5%, podem elas, como primeira aproximação, ser consideradas como ligas binárias zinco-prata, contendo 72% Zn e 28% Ag. A evolução da composição dessa liga com o progresso da distilação está indicada na fig. n.º 4.

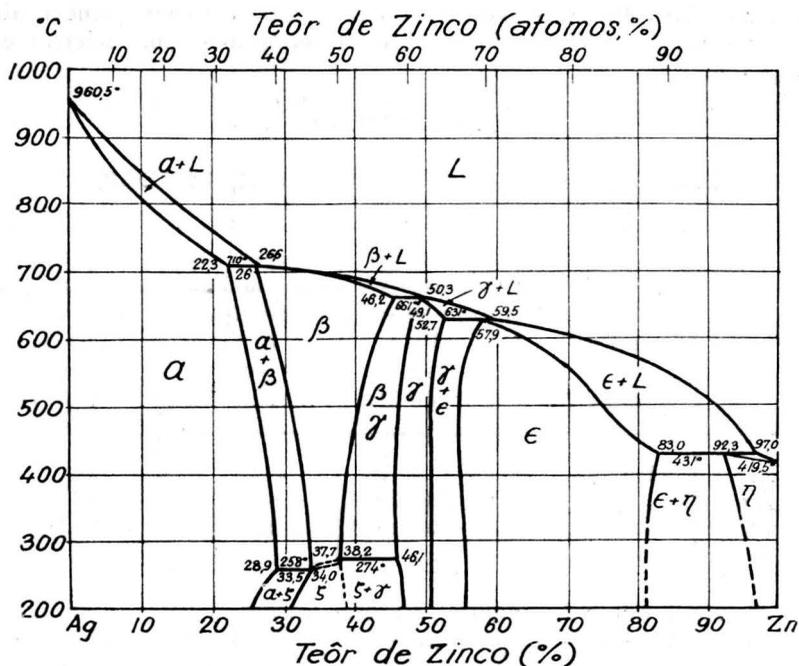


Fig. 4 — Diagrama de equilíbrio prata-zinco (segundo Metals Handbook, ed 1948, pg 1155).

Convém notar que, segundo o diagrama de equilíbrio binário, o resíduo final de destilação deveria ser sólido nas temperaturas mais baixas utilizadas pelos autores em suas experiências (810°C). Visto como foi comprovado que o resíduo é sempre líquido, mesmo a essa temperatura, a explicação somente pode resultar do abaixamento adicional do ponto de fusão causado pela presença de chumbo e de cobre,

#### 4. DESCRIÇÃO DO APARELHAMENTO UTILIZADO

##### a) Retorta

A retorta utilizada por Schlechten e Doelling era peça fundida semelhante à utilizada no processo Pidgeon para a produção de magnésio (em temperaturas entre 1150 e 1225°C, por redução de dolomita calcinada por ferro-silício).

Muito embora a produção de retortas fundidas dessa liga não ofereça dificuldades especiais — já tem a Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas por diversas vezes produzido diversas peças dessa liga — em virtude do elevado preço que resultaria para

essas peças, pareceu inconveniente recorrer a essa solução. Já dispõe o I.P.T. de considerável experiência na produção de peças de ferro fundido resistentes ao calor, bem como de não menor experiência na utilização de painéis de refino de chumbo, nas quais, em determinadas operações, cargas de 26 t são submetidas a temperaturas de 750 a 780°C.

Por essas razões preferiram os autores construir uma retorta de ferro fundido cromo-níquel, com a seguinte composição nominal: 3,3 % C, 0,8 % Mn, 3,5 % Si, 0,2 % max P, 2,0 % Cr.

Embora a experiência acumulada até agora não seja ainda suficiente para uma conclusão definitiva sobre a vida dessas retortas em serviço, as indicações obtidas levam a prevêr que, dado o seu custo relativamente baixo, pelo menos nas atuais circunstâncias de escassez de níquel e de cromo venham a se mostrar mais vantajosas que as retortas da composição antes citada. A retorta utilizada no I.P.T., até recentemente não apresenta qualquer indício de colapso, muito embora já tenha sido submetida a 25 ciclos com a duração total de cerca de 240 horas, em temperaturas entre 810 e 900°C.

Em consequência da solução dada ao bote e ao condensador, bem como ao dispositivo de resfriamento utilizado, a usinagem das retortas foi reduzida ao mínimo, limitada apenas ao flange para receber a tampa.

Nas experiências realizadas, mais adiante descritas, a retorta era suportada externamente ao forno. Apesar desse arranjo, evidentemente desfavorável, depois de 25 ciclos apenas se podia perceber ligeira flexão de retorta, suscetível de correção gradativa por meio de rotação da retorta de 180°.

#### b) Botes

Dada a elevada concentração de zinco na liga a ser submetida à destilação, é evidentemente necessário evitar o contacto dessa liga com a retorta aquecida à temperatura utilizada no processo, entre 810 e 900 °C. Nessas condições é imperioso o uso de um recipiente que contenha a carga.

Após as experiências preliminares e destinadas a verificar a marcha do processo, nas quais se dispôs de pequenos botes de grafita, utilizaram os autores botes semi-cilíndricos de ferro fundido. Esses botes, em número de dois, eram colocados no fundo da retorta com os fragmentos sólidos da crosta. Muito embora houvessem permitido bom funcionamento da retorta, grandes eram os inconvenientes que resultavam da dificuldade de sua colocação na retorta quente, e da sua capacidade relativamente limitada.

Tais botes foram substituídos por botes de outro projeto, os quais vêm sendo utilizados até hoje com resultados inteiramente satisfatórios.

Visto como é de evidente interesse utilizar da melhor maneira possível o espaço interno da retorta, os novos botes foram projetados de forma a terem o máximo volume sem prejuízo da saída do resíduo,

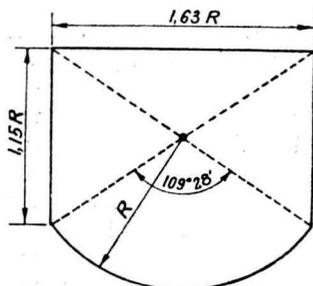


Fig. 5 — Proporção da secção transversal de um bote para que tenha volume máximo, ao mesmo tempo permitindo a saída do resíduo quando sólido.

quando sólido. É fácil mostrar analiticamente que as proporções devem ser as indicadas na fig. n.º 5. Os botes são colocados na retorta em número de dois. Afim de permitir a obtenção do resíduo subdividido em pequenos lingotes para ulterior tratamento (evitando qualquer operação de corte que cause perdas mecânicas) os botes tinham duas divisões situadas a  $1/3$  das extremidades (fig. n.º 6).

Afim de evitar que o metal da liga inicial, ou do resíduo final, pudesse aderir aos botes, foram eles pintados por suspensão de farinha de osso, calcinada e moída a  $-150$  mesh. Essa proteção deu excelentes resultados, não se tendo observado inter-ação entre os botes de ferro fundido e seus conteúdos, apesar das elevadas temperaturas e dos tempos relativamente longos de contacto entre a carga líquida e os botes. É realmente notável a resistência da película protetora de farinha de osso calcinada.

A forma dada aos botes, em sua secção transversal, permitiu também realizar mecânicamente as operações de carga e de descarga dos botes na retorta. O dispositivo adotado facilitou grandemente tais operações.

### c) Tampa

Afim de dirigir os vapores metálicos para o interior do condensador, foi adotada também uma tampa de ferro fundido, superposta aos dois botes contíguos e com comprimento tal que sua extremidade fica situada dentro do condensador.

Nas primeiras experiências realizadas, antes de se ter recorrido ao uso da tampa de ferro fundido, apreciável era a fração do condensador depositada na espaço entre o condensador e a retorta, dificultando sobremodo a retirada do primeiro. Naturalmente, isso pode ser obviado constituindo por usinagem uma saliência na retorta para receber a extremidade do condensador. Entretanto, são óbvias as suas desvantagens e por isso procuraram os autores contornar a dificuldade

através da tampa. Graças a esse dispositivo, é extremamente reduzida a massa de zinco depositada entre condensador e retorta, e em consequência, nenhuma dificuldade é encontrada na retirada do condensador.

#### d) *Condensador*

Nas primeiras experiências utilizaram os autores um condensador constituído essencialmente por uma camisa de aço, obtida por usinagem, interna e externa, de um tubo, dotada de diafragmas na extremidade, para evitar que pudesse o condensado obstruir a ligação à bomba de vácuo. Seguiram assim os detalhes indicados por Schlechten e Doelling (2) que, de certa forma, decorrem da prática adotada nas retortas do processo Pidgeon.

Esse condensador mostrou-se contudo inconveniente, uma vez que quasi todo o depósito vinha a se constituir sobre os diafragmas solidarizando-os com o condensador e tornando muito difícil a extração do distilado sólido.

O condensador foi então modificado para passar a constituir um simples tubo de aço completamente fechado na extremidade voltada para a tampa da retorta. Na extremidade oposta, voltada para os botes contendo o distilando, foi soldada uma meia lua de chapa, cobrindo apenas cerca de 1/5 do diâmetro do condensador, para garantir contra a possibilidade de fluir para dentro da retorta algum zinco líquido que possa se formar no condensador.

A prática tem demonstrado de grande eficácia a pintura do condensador com a suspensão de farinha de osso calcinada: o depósito pode ser então destacado com relativa facilidade. Não obstante, prevendo a possibilidade de resultarem às vezes depósitos mais estáveis, foi prevista a possibilidade de ser o próprio condensador utilizado como cadinho de fusão para o zinco nele contido, que pode ser, assim removido por vazamento.

O condensador modificado vem sendo utilizado com grande eficiência, nenhum inconveniente tendo sido até agora constatado.

#### e) *Vácuo*

Schlechten e Doelling utilizaram em suas experiências um vácuo elevado (12 a 40 microns de mercúrio).

Em face das considerações feitas no capítulo 4.º deste trabalho, pode ser visto que não é necessário se dispôr de tão elaborado circuito de vácuo quanto o usado por Schlechten e Doelling. Não há mesmo grande conveniência em se promover acentuada distilação do chumbo, como obtiveram aqueles autores.

Os autores do presente trabalho utilizaram uma bomba de vácuo mecânica, «Cenco Megavac», acionada por motor de 1/3 HP. Essa bomba, apesar de geralmente indicada para trabalhos de laboratório, mostrou-se inteiramente satisfatória no decorrer de todas as experiên-

cias realizadas, das quais, duas séries se prolongaram por seis dias de operação contínua.

A medida da pressão no interior da retorta era feita em geral por meio de um manômetro de tipo mecânico, com precisão limitada a alguns centímetros de mercúrio. No decorrer de algumas experiências foram feitas leituras de contrôlo mais precisas, por meio de manômetro de mercúrio; a pressão dessas leituras deve ter sido da ordem de 1 mm de mercúrio.

### *Montagem do conjunto*

Para a realização das experiências, utilizaram os autores um forno elétrico Hayes, modelo HG-80, aquecido por resistências «global» de carboneto de silício.

A retorta foi colocada nesse forno de forma a evitar que qualquer componente de seu pêso pudesse solicitar a sola do mesmo. Nessas condições, a retorta foi suportada externamente ao forno, por meio de uma pequena estrutura metálica.

O resfriamento foi assegurado por um chuveiro de água sôbre a parte superior externa da retorta. A tampa da retorta, com a ligação flexível por tubo de borracha à bomba de vácuo, era fixada à retorta por meio de parafusos, utilizando-se uma gacheta de chumbo laminado. O fechamento assim obtido era bastante perfeito, a pressão mantendo-se na retorta por espaços de tempo da ordem de 4 horas, sem variação perceptível mesmo após desligamento da bomba de vácuo.

A fig. n.º 6 mostra esquematicamente o corte longitudinal da retorta contendo os dois botes com a carga, a tampa e o condensador.

## 5. EXPERIÊNCIAS REALIZADAS

Com o aparelhamento precedente descrito, foram realizadas 20 experiências de destilação de liga zinco-prata de alto teor, contendo pequenas proporções de chumbo, cobre, ferro e antimônio.

Em todas as experiências, iniciais de cada série a retorta, ainda vazia, era aquecida até que a temperatura do forno se mantivesse constante. A carga era colocada na retorta assim aquecida e em seguida fechada a retorta, por meio de tampa aparafusada; logo após era ligada a bomba de vácuo. Os tempos de destilação, que constam da tabelas mais adiante reproduzidas, são os tempos totais em que a retorta esteve sob vácuo. Nas demais experiências da mesma série, logo após a retirada do condensador e dos botes contendo o resíduo era feita nova carga e fechada a retorta. Graças ao dispositivo de carregamento adotado, o tempo total para abrir a retorta, retirar condensador e botes, pintar com suspensão de farinha de osso calcinada, carregar novos botes, colocar o condensador e fechar a retorta, não passou de 25 minutos.

Em virtude da variação da composição da liga zinco-prata carregada, muitas vezes os resultados não são comparáveis entre si: os

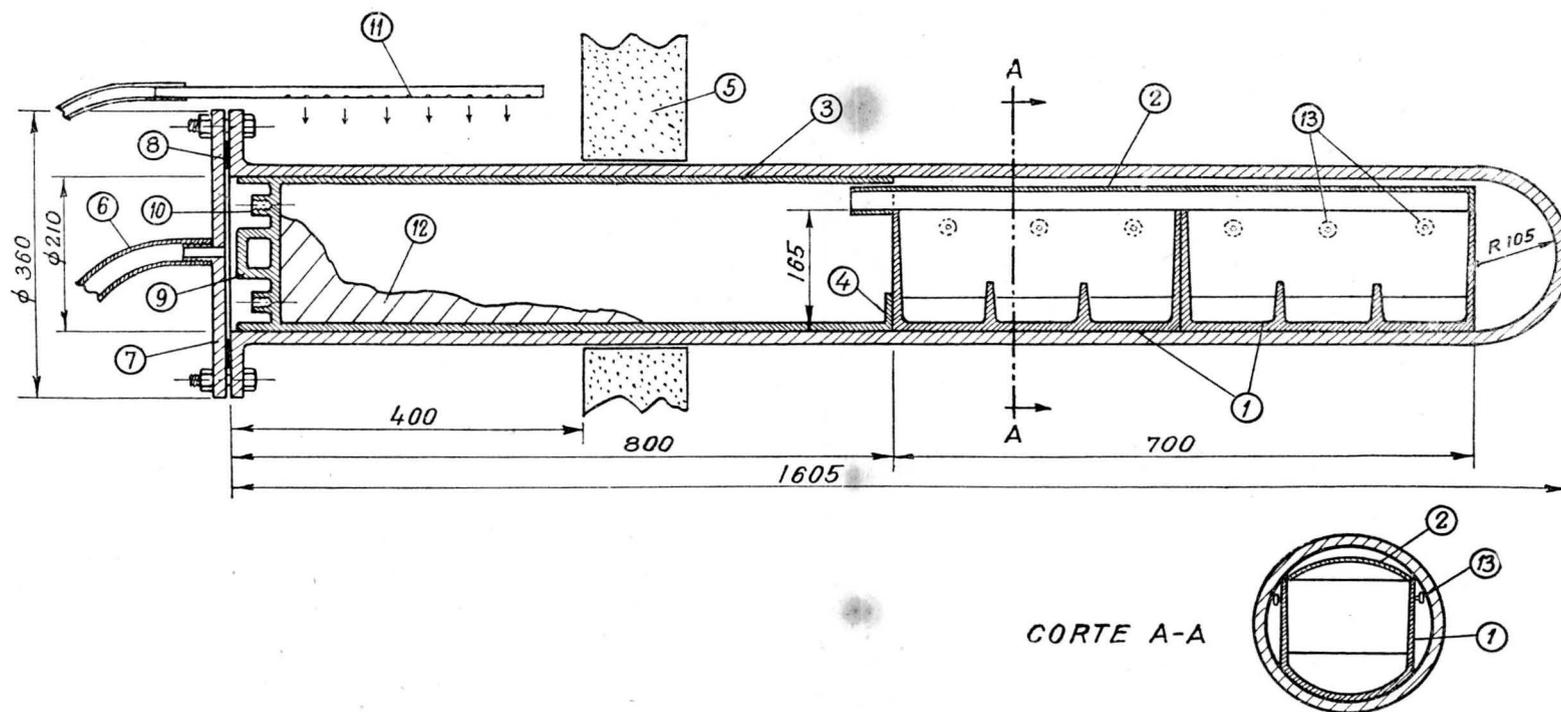


Fig. 6 — Corte longitudinal do aparelho utilizado no I.P.T., mostrando: 1 — botes para o distilando; 2 — tampa dos botes; 3 — condensador; 4 — rebordo para evitar que zinco líquido corra para o espaço entre a retorta e o condensador; 5 — refratário (parede do forno); 6 — tubo de borracha ligando a retorta à bomba de vácuo; 7 — tampa de retorta; 8 — gacheta de chumbo para vedação; 9 — alça para puxar o condensador; 10 — roscas para facilitar a extração do condensador caso haja aderência entre este e a retorta; 11 — tubo perfurado para a água de resfriamento; 12 — distribuição típica do condensador de zinco; 13 — pinos que permitem suportar e levantar os botes, facilitando a carga e a descarga da retorta.

pesos de destilado, por exemplo, variam com a concentração de zinco nas cargas, além de serem influenciados pelas variáveis principais e que são: 1) existência de gradientes de temperatura na zona ocupada pela carga; 2) temperatura média externa da retorta; 3) tempo de destilação.

Convém notar que as temperaturas eram medidas externamente à retorta. Não obstante o gradiente de temperaturas na própria retorta entre a parte interna e a parte externa, resfriada por água, é provável que a temperatura interna no fundo da retorta coincidisse, ou fosse muito próxima, da temperatura registrada na região exterior à retorta, dentro do forno elétrico, principalmente nas experiências de mais de 8 horas de destilação.

As ligas carregadas nas retortas, sob a forma de fragmentos de diâmetro máximo de cerca de 80 mm e diâmetro mínimo de cerca de 20 mm, segundo resultados de duas análises sobre fragmentos tinham composição variável entre os seguintes limites: Zn, de 65 a 71 %, Ag de 18 a 23 %, Pb de 3 a 5 %. É provável, entretanto, que alguns fragmentos tivessem proporções de zinco e de prata bastante afastados desses limites, a se julgar dos resultados obtidos na destilação.

A tabela n.º 3 reúne os dados principais de uma primeira série de experiências em que utilizaram os autores dois botes semi-cilíndricos de ferro fundido, conforme anteriormente já mencionaram.

TABELA N.º 3

EXPERIÊNCIAS DE DISTILAÇÃO DE LIGAS ZINCO-PRATA  
UTILIZANDO BOTES SEMI-CILÍNDRICOS

Experiên- cia	Tempo total h min	Tempera- tura °C	Carga g	Resultados	
				Pêso do resíduo g	Porcenta- gem de destilação %
1	24 05	900	20.020	6.650	66,1
2	6 15	900	22.300	7.800	65,0
3	5 15	900	22.700	8.800	61,4

Nessa série de experiências, todas realizadas a 900°C, os vácuos medidos por meio de manômetro de mercúrio variaram entre 1 e 2 mm de mercúrio. Essas experiências mostraram que, além da dificuldade de carregamento de tais botes na retorta, era grande a dificuldade encontrada para retirar o condensador em virtude do zinco solidificado entre este e a retorta. Para obviar êsses inconvenientes, foram feitas as modificações citadas quanto aos botes e quanto ao condensador.

A porcentagem em pêso do destilado, recolhido no condensador (e também nos escudos, bem como nas paredes da retorta) em relação ao pêso da carga, variou entre 61,4 %, para apenas 3 h 15 e 66,1 %, para 24 h 05. A essa temperatura não há assim necessidade de destilar a liga por mais de 6 ou 8 horas.

Com os novos botes de ferro fundido descritos, e com os novos condensadores, foram realizadas as experiências cujos resultados constam da tabela n.º 4.

**TABELA N.º 4**

EXPERIÊNCIAS DE DISTILAÇÃO DE LIGAS ZINCO-PRATA  
UTILIZANDO OS NOVOS BOTES DE PAREDES INCLINADAS

Experiência	Tempo total		Temperatura °C	Carga g	Resultados	
	h	min			Pêso do resíduo g	Porcentagem de destilação %
5	4	10	820	24.900	12.700	49,0
6	4	20	820	18.000	7.800	56,7
7	4	15	860	32.000	13.300	58,5

Três novas experiências foram realizadas com os novos botes, duas a 820 e uma a 860°C, com tempo total de destilação entre 4 h 10 e 4 h 20. Os resultados das experiências 5 e 6 mostram diferenças que somente podem ser atribuídas à diferença quanto aos teores de zinco das ligas carregadas. É bastante provável que a maior porcentagem de destilação da experiência n.º 7, realizada a 860°C, corresponda à influência da temperatura sobre a destilação do zinco.

Convém notar aqui que os novos botes permitiram carregar pêso bem maior de liga na retorta: na experiência n.º 7 a carga foi de 32 kg, quase 50 % a mais que a média dos valores da tabela n.º 3. Entretanto, o aumento de pêso dos botes corresponde a maior dificuldade para colocá-los dentro da retorta em elevada temperatura; além disso era difícil manter a tampa sobre os botes enquanto eram eles deslizados para dentro da retorta. Decidiu-se, por essas razões, construir um dispositivo para facilitar a carga e a ulterior retirada dos botes contendo os resíduos.

Logo que se dispôs do dispositivo citado para carregamento, foi realizada nova série de experiências, as quais duraram duas semanas (interrompidas entre a 13.<sup>a</sup> e 14.<sup>a</sup>).

TABELA N.º 5

## EXPERIÊNCIAS DE DISTILAÇÃO DE LIGAS ZINCO-PRATA UTILIZANDO OS NOVOS BOTES DE PAREDES INCLINADAS

Experiên- cia	Tempo total  h min	Tempera- tura  °C	Carga  g	Resultados		Observa- ções
				Pêso do resíduo  g	Porcenta- gem de distilação  %	
8	8 00	810	36.000	13.810	58,7	
9	16 00	810	33.000	10.165	66,3	
10	8 00	810	30.500	15.725	48,4	(1)
11	16 00	810	36.000	18.650	48,2	
12	8 00	810	36.000	18.740	47,9	
13	24 00	810	36.000	16.660	53,9	
14	16 00	810	36.000	9.600	—	(3)
15	8 00	810	36.000	15.000	58,4	
16	16 00	810	36.000	10.400	71,2	
17	8 00	810	36.000	17.000	52,8	
18	16 00	850	36.935	23.200	37,2	(2)
19	8 00	850	36.000	16.000	55,5	
20	24 00	850	36.000	15.060	58,3	

Observações: (2) a carga do bote situado na região mais quente era constituída pelos resíduos do último compartimento, na região mais fria, das experiências 8 a 13; a carga do segundo bote era constituída de liga normal.

(1) em dois compartimentos do bote situado na região mais quente foram carregados dois lingotes resultantes da solidificação do resíduo no último compartimento, na região mais fria, das experiências da tabela n.º 4.

(3) parte do resíduo não pôde ser pesada.

Os dados referentes à nova série de experiências, todas utilizando os botes de paredes inclinadas e dotados cada qual de três compartimentos, conforme descrito anteriormente, cobertos pela tampa, e o novo condensador. Todas as operações de carga e de descarga foram realizadas por meio do dispositivo de carregamento mencionado.

A tabela n.º 5 reúne os dados principais referentes a essa série de experiências.

A observação dos pesos dos resíduos obtidos na série de experiências da tabela n.º 4 havia mostrado que os resíduos dos dois últimos compartimentos, e principalmente do último, isto é dos compartimentos mais próximos do condensador, portanto da zona resfriada da retorta, eram mais pesados que os demais, e que, pela fratura, indicavam distilação apenas parcial do zinco. Por isso, em todas as experiências da tabela n.º 5, todos os compartimentos receberam cargas iguais (salvo nas experiências 10 e 18, conforme observado), e foram pesados isoladamente cada um dos pequenos lingotes resultantes da solidificação dos resíduos nesses compartimentos.

As experiências realizadas a 810°C mostram que as porcentagens em pêso do distilado sobre o pêso total da carga variam entre 47,9 e 71,2 %. Mesmo para tempos iguais notam-se diferenças acentuadas quanto à porcentagem de distilação, o que deve ser atribuído a diferenças de composição nas ligas carregadas.

Para as experiências realizadas a 850°C, as porcentagens de distilação variaram entre 55,5 % para 8 horas e 58,3 % para 24 horas; na experiência 18 a carga de um dos botes era constituída de resíduos do compartimento da região mais fria obtidos de experiência anteriores.

A tabela n.º 6, referente à mesma série de experiências da tabela n.º 5, apresenta as porcentagens em pêso dos resíduos em relação às cargas, considerados isoladamente os valores referentes a 4 compartimentos da região mais quente (ou a 3, conforme nota) e os valores referentes à média dos 6 compartimentos.

Êsses dados evidenciam que: 1) a distilação é muito menos pronunciada nos dois compartimentos situados na região menos aquecida, voltada para o condensador na temperatura de 810°C; 2) essa diferença de distilação é menor para a temperatura de 850°C.

## 6. CONCLUSÕES

1. O processo de distilação de crostas Parkes, estudado inicialmente por Schlechten e Doelling, é aplicável industrialmente, pelo menos para ligas de alto teor em zinco e em prata, como as que vêm sendo obtidas no Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

2. Em lugar de retortas de liga ferro-cromo-níquel, utilizadas por Schlechten e Doelling, podem ser utilizadas retortas de ferro fundido, da composição citada ou similar; tais retortas têm se comportado satisfatoriamente para as temperaturas empregadas nas experiências dos autores.

TABELA N.º 6

## REPARTIÇÃO DAS PORCENTAGENS EM PÊSO DOS RESÍDUOS

Expe- riência	Tempo total		Tempe- ratura °C	Carga g	Resíduos		Observa- ções
	h	min			% pêso dos resíduos em 4 com- partimen- tos	% pêso dos resíduos em 6 com- partimen- tos	
8	8	00	810	36.000	32,6	38,4	
9	16	00	810	33.000	29,3	30,8	
10	8	00	810	30.500	49,7	51,5	(1)
11	16	00	810	36.000	48,9	51,8	
12	8	00	810	36.000	49,9	52,0	
13	24	00	810	36.000	43,7	46,3	
14	16	00	810	36.000	—	—	(3) (4)
15	8	00	810	36.000	40,0	41,6	(3)
16	16	00	810	36.000	23,3	28,8	(3)
17	8	00	810	36.000	44,4	47,2	(3)
18	16	00	850	36.935	84,4	62,8	(2) (3)
19	8	00	850	36.000	38,8	44,4	(3)
20	24	00	850	36.000	41,6	41,6	

## Observações:

- (1) em dois compartimentos do bote situado na região mais quente foram carregados dois lingotes resultantes da solidificação do resíduo no último compartimento, na região mais fria, das experiências da tabela n.º 4.
- (2) a carga do bote situado na região quente era constituída pelos resíduos do último compartimento, na região mais fria, das experiências 8 a 13; a carga do segundo bote era constituída de liga normal.
- (3) os dados da coluna «% pêso dos resíduos em 4 compartimentos» se referem aos 3 compartimentos da região mais quente.
- (4) parte do resíduo não pôde ser pesada.

3. Com as alterações introduzidas pelos autores e descritas neste trabalho, todas as peças podem ser facilmente obtidas em São Paulo. As retortas e condensadores empregados são de grande simplicidade e não exigem onerosas operações de usinagem.

4. Confirmando as previsões teóricas, as experiências mostraram que a distilação do zinco não exige elevado vácuo. É assim dispensável o uso de bombas de difusão. As retortas podem ser evacuadas por meio de bombas mecânicas muito simples e de baixo custo.

5. A distilação do zinco pode ser considerada completa sob o ponto de vista prático em 8 horas em temperaturas entre 850 e 900°C.

6. Indicam as experiências que a mão de obra necessária ao funcionamento de uma bateria de retortas é muito pequena comparada à do processo Faber du Faur.

7. O consumo de combustível deverá corresponder a uma fração do consumo para o aquecimento de um forno Faber du Faur. Além disso, dadas as temperaturas relativamente baixas de trabalho (850 a 900°C, contra 1100 a 1300°C), combustíveis locais, como lenha e carvão, podem ser utilizados em lugar de óleo combustível ou óleo diesel.

8. Conforme experiências preliminares, o resíduo da destilação com composição variável entre: 60 e 65 % Ag, 10 e 12 % Pb, 6 e 8 % Cu e 2 e 4 % Zn, pode ser refinado por eletrólise pelo processo Thum-Balbach diretamente, sem prévia copelação.

9. O processo de destilação a vácuo descrito neste trabalho já foi aplicado a cerca de 600 kg da liga zinco-prata de alto teor, obtidas no Instituto de Pesquisas Tecnológicas com resultados satisfatórios.

10. A recuperação do zinco é praticamente completa (sendo o metal obtido isento de oxidação) ao contrário do que se verifica nos fornos Faber du Faur, onde é apreciável (10 a 40 %) a perda de zinco.

11. O processo com as modificações introduzidas pelos autores é indicado especialmente para as condições vigentes no Brasil em virtude das seguintes vantagens que lhe são inerentes: 1) utilizar uma retorta de ferro fundido em lugar de retorta de grafita importada, de elevado preço unitário; 2) assegurar quasi completa recuperação do zinco, isento de oxidação; 3) dispensar o uso de combustível importado; 4) produzir metal de alto teor em prata, o qual pode ser refinado eletroliticamente sem prévia copelação; 5) exigir mão-de-obra menos treinada que é necessária para a operação de destilação à pressão atmosférica.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) SCHLECHTEN, A.W. e SHIH, C.H. — **A Better Way to Treat Parkes' Crusts**, Engineering and Mining Journal, vol. 150, n° 12, pgs. 80-81, New York, 1949.
- (2) SCHLECHTEN, A.W. e DOELLING, R.F. — **Vacuum Treatment of Parkes' Process Crusts on a Pilot Plant Scale**. Journal of Metals, Abril, pgs. 327-330, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 1951.
- (3) SCHLECHTEN, A.W. — Comunicação pessoal a um dos autores (TDSS), 23 de março de 1950.
- (4) SOUZA SANTOS, T.D. — **Nota preliminar sôbre a liquação de crostas Parkes e a obtenção de ligas de altos teores em zinco e em prata**. ABM — Boletim da Associação Brasileira de Metais, vol. 8, n° 28 pgs. 312-337, São Paulo, 1952.
- (5) SCHNEIDER, A. e SCHMID, H. — Zeitschrift of. Elektrochemie, vol. 48, pg. 627, 1942.
- (6) BUTTS, A. — **Metallurgical Problems**, McGraw-Hill Book Co., New York, 1943.

## NOTICIÁRIO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METAIS

### OITAVO CONGRESSO ANUAL

*São Paulo, 21 a 26 de julho de 1952*

Instala-se no dia 21 de julho em São Paulo o Oitavo Congresso Anual da A.B.M.. O programa compreende oito sessões técnicas, duas Reuniões Especiais, duas Conferências e diversas visitas a indústrias e jazidas minerais do Estado de São Paulo, divididas em três itinerários distintos.

*Conferências:* Como de praxe, serão pronunciadas duas conferências. A 8.<sup>a</sup> Conferência Anual, a ser pronunciada por ocasião da Instalação Solene do Congresso, está a cargo do eng. José Ermírio de Moraes, diretor-presidente de diversas organizações industriais e comerciais, entre as quais a Companhia Brasileira de Alumínio, a Cia. Nitroquímica Brasileira e as Indústrias Reunidas Votorantim. Versará a conferência sobre «A metalurgia como fator de desenvolvimento de uma nação». A 8.<sup>a</sup> Conferência Científica será pronunciada pelo prof. Tharcisio D. de Souza Santos, professor de Metalurgia de Metais Não-Ferrosos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e engenheiro-chefe da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas e versará sobre «Alguns progressos recentes na metalurgia de refino do chumbo». O prof. Souza Santos é grande especialista no assunto, tendo se dedicado à metalurgia do chumbo desde 1939 quando orientou e dirigiu a montagem da Usina de Chumbo de Apiaí do I.P.T., a primeira do país.

*Visitas:* Pela primeira vez, serão êste ano as visitas grupadas em 3 itinerários, cobrindo cada um uma especialidade metalúrgica. Conta assim a A.B.M. melhor atender aos interesses diversificados de seus sócios, permitindo-lhes elegerem o ramo industrial metalúrgico que preferem conhecer de perto.

*Trabalhos técnicos:* Serão realizados oito sessões para apresentação de 20 trabalhos e duas Reuniões Especiais, uma sobre «Prática de cubilô» e outra sobre «Prática de forno elétrico básico».

*Programa de trabalhos:* É o seguinte o programa de trabalhos estabelecido pela Comissão Organizadora e aprovado pelo Conselho Diretor em sua reunião de 19 de junho p.p.:

## DIA 21 DE JULHO — SEGUNDA FEIRA

8,30 h — Abertura dos trabalhos. Reunião das Comissões Técnicas. sões Técnicas.

*Comissão A-1*

Presidentes: Prof. Luciano Jacques de Moraes e Prof. Werner Grundig.

Membros: Eng. Baldassare Mattana, Eng. Fabio D. Homem de Melo, Eng. Einar A. Kok, Eng. Raul Cohen, Eng. Orlando E. Mueller.

## Trabalhos:

8,30 h — «Moldagem de camisas de motor», dos Engs. Lino A. de Lacerda Santos e Manoel A. Moraes.

9,15 h — «Tintas de fundição», do Eng. Carlos Dias Brosch.

*Comissão B-1*

Presidentes: Gal. Sylvio Raulino de Oliveira e Eng. Eros Orosco.

Membros: Eng. Fernando A. de Toledo Piza, Eng. N. Macedo Filho, Eng. J. C. M. Alvim, Dr. Miguel de Carvalho Dias, Eng. Christiano H. Yahn.

## Trabalhos:

8,30 h — «Fabricação e utilização de eletrodos Soederberg pela usina de alumínio da Eletro-Química Brasileira S.A.», dos Engs. N. Macêdo Filho e J. C. M. Alvim.

9,15 h — «Os eletrodos Soederberg e sua influência sobre o projeto de fornos elétricos de redução», do Eng. Dr. M. O. Sem.

10,00 h — «Refino de cobre em forno elétrico a arco», do Eng. Fernando A. de Toledo Piza.

15,00 h — Reunião das Comissões Técnicas para discussão das seguintes contribuições:

*Comissão A-2*

Presidente: Prof. Luciano Jacques de Moraes e Gal. Edmundo de Macêdo Soares e Silva.

Membros: Dr. Eng. Heinrich Hellbruegge, Eng. Roberto Lanari, Eng. Joseph Hein, Eng. Renato Wood, Eng. Renato F. R. de Azevedo, Eng. Roberto A. Jaffet.

Trabalhos:

- 15.00 h — «Representação gráfica da operação no alto forno», do Eng. Janusz Wscieklica.  
15,45 h — «O uso do oxigênio em fornos elétricos», do Eng. Luiz Antonio de Araujo.  
16.30 h — «Bases de cálculo e escolha da carga nos fornos Siemens Martin básicos, para produção de aço comum (III)» do Eng. Piotr Krynicki.  
17.15 h — «Estimativa das reservas de minério de ferro do Brasil» do Prof. Dr. Luciano Jacques de raes.

*Comissão B-2*

Presidentes: Prof. Othon H. Leonardos e Gal. Bernardino C. de Mattos Netto.

Membros: Eng. Clovis Bradaschia, Prof. Djalma Guimarães, Eng. H. A. da Silveira Feijó, Eng. Venâncio Ferreira Alves Eng. Dr. Luiz C. Corrêa da Silva.

Trabalhos:

- 15,00 h — «Nota preliminar sobre a obtenção de liga de alto teor em zinco e prata por lixuação de crostas Parkes», do Eng. Tharcísio D. de Souza Santos.  
15.45 h — «Experiências de destilação de zinco, contido em ligas de zinco de alto teor, sob vácuo e em retortas de ferro fundido», dos Engs. Tharcísio D. de Souza Santos e Luiz C. Corrêa da Silva e Engdo. José Martini.  
16,30 h — «A Usina da Cia. Brasileira de Zinco em Utin-ga, S. Paulo», do Dr. Eng. F. Somló.  
20,30 h — Instalação Solene do 8.º Congresso Anual da A.B.M.. Oitava Conferência Anual: «Metalurgia como fator de desenvolvimento de uma nação», pelo Eng. José Ermirio de Moraes, Diretor-Presidente da Companhia Brasileira de Alumínio.
-

## DIA 22 DE JULHO — TERÇA-FEIRA

MANHÃ — Visitas a indústrias.

*Itinerário n.º 1 — Indústrias de Transformação de Metais Ferrosos*

8,00 h — Visita à Companhia Brasileira de Material Ferroviário  
«Cobrasma», Osasco, S.P.

*Itinerário n.º 2 — Indústrias de Transformação de Metais Não-Ferrosos*

7,00 h — Visita à Companhia Brasileira de Alumínio, Alumínio, S.P.  
Almoço em Alumínio.

*Itinerário n.º 3 — Mineração e Metalurgia de Chumbo no Distrito do Vale do Ribeira de Iguape.*

6,00 h — Partida para Apiaí.  
Visita à usina de Chumbo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Apiaí, S.P.  
Almoço e pernoite em Apiaí.

TARDE — Visitas a indústrias.

*Itinerário n.º 1*

14,00 h — Visita à Metalúrgica Matarazzo S.A., São Paulo, S.P.

*Itinerário n.º 2*

15,00 h — Visita à Metal Leve S.A., São Paulo, S.P.

NOITE — Livre.

## DIA 23 DE JULHO — QUARTA-FEIRA

MANHÃ — Visitas a indústrias.

*Itinerários nos. 1 e 2*

8,00 h — Visita à General Motors do Brasil S.A., São Caetano, S.P.  
Almoço em São Caetano.

*Itinerário n.º 3*

6,00 h — Visita à Plumbum S.A., Adrianópolis, Paraná.  
Almoço em Adrianópolis.

TARDE — Visitas a indústrias.

*Itinerário n.º 1*

14,00 h — Visita a Fundação de Aço e à Forjaria de Elevadores Atlas Atlas S.A., São Caetano, S.P.

*Itinerário n.º 2*

14,00 h — Visita à Fundação de Aço e à Forjaria de Elevadores Atlas S.A., São Caetano, S.P.

*Itinerário n.º 3*

14,00 h — Regresso a Apiaí. Visita à mina de Furnas, Iporanga, S.P.  
Pernoite em Apiaí.

NOITE — Livre.

---

DIA 24 DE JULHO — QUINTA-FEIRA

MANHÃ

*Itinerários nos. 1 e 2*

Manhã — livre.

*Itinerário n.º 3*

6,00 h — Regresso a São Paulo.

TARDE — Reuniões Especiais.

15,00 h — Reunião Especial sobre «Prática de cubilô».

Presidentes: Eng. Vicente Chiaverini e Eng. José Moreira dos Santos Penna.

Membros: Eng. Lino A. de Lacerda Santos, Eng. Maurício M. Siqueira, Eng. Fabio D. Homem de Melo, Eng. Baldassare Mattana, Eng. Henrique Anawate.

Reunião Especial sobre «Prática de forno elétrico básico».

Presidentes: Eng. Eduardo P. Lozano e Eng. João Gustavo Haenel.

Membros: Eng. Maurício Novinsky, Eng. Maurício Grinberg, Eng. Antonio Augusto da Silva, Eng. Fernando A. de Toledo Piza, Snr. Pedro Sant'Ana, Eng. Egon Schmiegelow.

20,30 h — Oitava Conferência Científica Anual: «Alguns progressos recentes na metalurgia de refino do chumbo», pelo Prof. Eng. Tharcisio D. de Souza Santos, Professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Engenheiro-Chefe da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, S.P.

---

#### DIA 25 DE JULHO — SEXTA-FEIRA

8,30 h — Reunião das Comissões Técnicas:

##### *Comissão A-3*

Presidente: Prof. Luciano Jacques de Moraes e Prof. Ernesto Lopes da Fonseca Costa.

Membros: Eng. Rubens Lima Pereira, Eng. Carlos Dias Brosch, Eng. Donald J. A. de Camargo, Eng. Albiño Ebling, Prof. Gil Motta.

##### Trabalhos:

8,30 h — «Eliminação de baixos teores de arsênico e antimônio, contidos em chumbo, por modificação do processo Harris», do Eng. Tharcisio D. de Souza Santos.

9,15 h — «Estudo preliminar sobre a cinética do processo Harris modificado no caso de eliminação de baixos teores de arsênico e de antimônio em chumbo dezincado», do Eng. Tharcisio D. de Souza Santos.

##### *Comissão B-3*

Presidentes: Eng. João Mendes França e Cmte. Francisco F. Pereira Pinto.

Membros: Eng. Alberto A. Arantes, Eng. Paulo G. de Paula Leite, Eng. Ennio G. de Andrade, Eng. Alberto Pereira de Castro, Eng. Paulo Miguel Bohomoletz.

**Trabalhos:**

8,30 h — «Efeito do tamanho de partículas em certas propriedades de peças de pós de ferro», Eng. Carlos R. Barros.

9,15 h — «Influência da grafita e da matriz sobre algumas propriedades mecânicas de ferros fundidos comuns», do Prof. Werner Grundig.

10,00 h — «Generalidades sobre o fenômeno da difusão», do Eng. Dr. Luiz C. Corrêa da Silva.

15,00 h — Reunião das Comissões Técnicas.

*Comissão A-4*

Presidentes: Prof. Eng. Tharcisio D. de Souza Santos e Eng. Maurício Grinberg.

Membros: Eng. Horace A. Hunnicut, Dr. Theodoro Niemeyer, Eng. Egon Schmiegelow, Eng. Jarbas O. Nascimento, Cap. Eng. Cyro Borges.

**Trabalhos:**

15,00 h — «Alguns problemas de forjamento de liga de níquel de alto teor em níquel», do Eng. Clovis Bradaschia.

15,45 h — «Exemplos do aproveitamento industrial das propriedades e características do níquel e de suas ligas», do Eng. Horace A. Hunnicutt.

*Comissão B-4*

Presidentes: Prof. Dr. F. J. Maffei e Prof. Amaro Lanari Jr.

Membros: Quím. Alberto Paulo Ribbe, Eng. Michel Loeb, Cap. Eng. George Soares de Moraes, Eng. Carlos de Revorêdo Barros, Eng. Moacir W. Smith de Vasconcellos.

**Trabalhos:**

15,00 h — «O tamboramento abrasivo — Um método novo de acabamento», do Quím. Alberto Paulo Ribbe.

15,45 h — «Prática de preparação das superfícies de chapas de aço para receber acabamento com esmalte sintético ou com esmalte a fogo, na manufatura de refrigeradores pela General Motors do Brasil S.A.», do Eng. Armando Eliezer.

20,00 h — Jantar de confraternização.

---

#### DIA 26 DE JULHO — SÁBADO

10,00 h — Assembléia Geral Ordinária.  
Encerramento do 8.º Congresso Anual.

---

O local da Instalação Solene do Congresso, das Conferências Anuais e da Assembléia Geral Ordinária, é o Instituto de Engenharia de São Paulo, à rua Líbero Badaró 39, 12.º andar; a Abertura dos Trabalhos, as reuniões das Comissões Técnicas e as Reuniões Especiais terão lugar no Instituto de Pesquisas Tecnológicas, à Praça Coronel Fernando Prestes 110.

**COMISSÃO ORGANIZADORA:** Fazem parte da Comissão Organizadora:

Presidente: Eng. Vicente Chiaverini, Presidente S. R. de São Paulo; Membros: Eng. João Gustavo Haenel, Secretário da ABM; Eng. Werner Grundig, Presidente S. R. Rio Grande do Sul; Eng. Ferruccio Fabriani, Presidente S. R. Rio de Janeiro; Eng. José M. dos Santos Penna, Presidente S. R. Minas Gerais; Eng. Amador P. Barbosa, Presidente S. R. Volta Redonda; Eng. Robert Nami Jafet, Mineração Geral do Brasil; Eng. Emilio Oria, Metalúrgica Matarazzo S.A.; Eng. Stefan J. Podgorski, Forjaço S.A.; Eng. José Ermirio de Moraes, Companhia Brasileira de Alumínio; Snr. Ludwig Cleich, Metal Leve S.A.; Eng. Ercole Cavazzini, indústria Sul Americana de Metais; Snr. Adriano Seabra, Plumburn S.A.; Prof. F. J. Maffei, Instituto de Pesquisas Tecnológicas; Snr. Luiz Pinto Thomaz, Indústria Metalúrgica N. S. Aparecida; Eng. Luiz Dumont Villares, Elevadores Atlas S.A..

