aos mais nobres são transformados em escórias, deixando os perfeitos completamente livres e puros.

A. O metal que, de há muito tempo, se costuma juntar para se obter o fim desejado é o chumbo; contudo, em vez dele, de acordo com as experiências dos celebrados M. *Dufay*, *Geoffroy* e *Sage* , pode ser aplicado o bismuto.

B. Os vasos que se usam para esta operação são feitos a partir de cinzas vegetais ou de ossos de animais, para que através dos seus poros possam passar as escórias dos minérios (*Art. III*).

§. 10.

A prática graças à qual os metais perfeitos se separam uns dos outros deve chamar-se *Separação* (em francês *Depart*).

A base desta operação está no facto de os metais não se separarem em todos os tipos de digestores, mas somente em digestores próprios e específicos.

Apresentam-se três espécies de *separação*:

1. Húmida
2. Seca
3. Mista

A. A *Separação húmida* pode ser feita de três formas:

1. Em ácido nítrico; este dissolve a prata, mas deixa o ouro intacto. Para que uma *separação* deste tipo se faça de forma muito cuidada é necessário:

1. Que se estabeleça a *quartação* do ouro e da prata; que a prata inteiramente misturada com o ouro seja retirada pelo mesmo ácido, pelo menos quando a porção de ouro está para a de prata na razão de um para três (1:3)

2. Que o ácido nítrico seja purificado.

2. Em ácido nitro-sulfúrico, que o ilustre *Keirus* descreveu recentemente, e que, pelo seu poder tão eficaz de dissolver a prata, propôs que fosse distinguido com o nome de *Água Régia*;[a)]

3. Em ácido nítrico-muriático; este ácido deixa a prata quase intacta e dissolve essencialmente o ouro. Para que neste tipo de *Separação* a operação cumpra claramente os propósitos, convém:

1. que a barra seja anteriormente submetida à granulação

2. que, qualquer que seja o modo como o digestor seja preparado, se evite, rigorosamente, a presença de amoníaco para que não se dê a fulminação do ouro.

B. Outra espécie de *Separação* é aquela que se chama *seca*, ou realizada por fusão. Esta completa-se por duas formas:

1. pela união do ouro e da prata com o enxofre fundido, visto que a prata ao aderir ao enxofre liberta o ouro

2. com o auxílio de uma dupla afinidade; para se conseguir isto, junta-se sulfureto de antimónio, em que há um outro componente, o enxofre, que se une

---

a) *Transact. Philosoph.*

Água régia é hoje a mistura dos ácidos nítrico e clorídrico, ou seja o nitro-muriático (NR).

à prata; esta nova combinação subsiste, ficando consolidados apenas o antimónio e o ouro. Os meios de empreender a purificação de qualquer destas misturas serão expostos noutro lugar apropriado.

C. A terceira espécie de *Separação*, a *mista*, realiza-se com o ácido muriático, por via da cementação (en francês *Depart concentré*).

Depois de preparada a mistura do sulfato de ferro com o muriato de soda (diz-se *cimento régio*), é-lhe cuidadosamente misturada uma massa composta de ouro e prata e sujeita-se a fogo forte.

Na prática, contudo, parece ser de rejeitar uma *Separação* deste tipo, por causa da oxigenação do ácido muriático; é que, com esta oxigenação, ao dissolver-se o ácido, dá-se também a oxigenação, não só do ouro como da prata.

ART. II.

Sobre os Fundentes

§. 1.

Chamam-se Fundentes, em Docimástica e em Metalurgia, aquelas substâncias que tornam mais fácil a fusão dos corpos refractários.

Por isso compreende-se a importância que nestas ciências é dada ao seu conhecimento, para que se usem aqueles que são apropriados, na forma e no tempo devidos. Na verdade, a fusão é sobretudo necessária para separar as componentes metálicas dos minérios; porém, estas componentes estão misturadas com pedras, com terras e com as matrizes, ou gangas (*Cap.I, Art. III, Def.*), as quais resistem muito à acção do fogo e não se fundem facilmente sem o auxílio de fundentes.

§. 2.

Os fundentes podem ser ou os *próprios* dos minérios ou ser-lhes extrínsecos, isto é ser *aplicados*. São próprios quando a parte metalífera aparece envolvida por substâncias que são capazes, por si próprias, de promover a sua fusão. São aplicados, quando a matriz dos minérios é refractária e a ela têm de ser adicionadas substâncias que facilitem a sua fusão .

Porém, para que isso aconteça, é necessário para o estudioso da Metalurgia um melhor conhecimento das matrizes. Assim, se a matriz contém substâncias fundentes, não se acrescentem fundentes supérfluos; no caso contrário, tenha-se em conta a sua escolha, pois, pela incrível variedade de substâncias minerais, devem também ser aplicadas várias substâncias fundentes; neste caso, é necessário ponderar quais as que devem ser aplicados a cada minério.

§. 3.

As substâncias fundentes agem por si próprias, *naturalmente*, ou com a intervenção de outras, *por combinação*. Estão no primeiro caso, aquelas que,

apenas por si próprias, sofrem a fusão pela acção do fogo. Considera-se o segundo, quando duas ou mais substâncias, consideradas separadamente, não estão aptas para a fusão, mas em conjunto se transformam em verdadeiros fundentes. São assim a areia e a argila que, separadamente, se opõem à fusão; contudo, se combinadas uma com a outra dispõem-se mais rapidamente a sofrer a fusão. São assim, também, as pedras de calcário e de gesso que nem mesmo em conjunto estão aptas para a fusão, mas que se fundem se se juntar uma terceira substância, por exemplo, a argila.

§. 4.

Um minério pode ser assunto da Metalurgia sob duas formas. Na verdade, ou o Metalurgista estuda as suas propriedades usando pequenas quantidades, ou então, em grandes quantidades, converte-o para uso e utilidade próprios, ou alheios. Porém, em qualquer dos dois casos, terá de seleccionar o fundente que vai usar: em primeiro lugar, por causa do seu volume; em segundo, por causa da carestia dos preços. Nesse sentido, indicaremos, primeiro, os que são próprios da Docimástica e em seguida, os fundentes da Metalurgia.

Na Docimástica aplicam-se essencialmente:

1. Os sais alcalinos
2. Os sais neutros
3. O pó do carvão
4. O natrão[72] ou fel de vidro
5. O fluxo, quer branco[73], quer negro[74].

Na Metalurgia aplicam-se:

1. As Pirites
2. As Pedras
3. As Terras
4. As Escórias obtidas a partir de fusões anteriores.

ART. III.

Sobre os Instrumentos

§. 1.

Sobre o Tubo Ferruminatório[75]

O Metalurgista encontra-se, por vezes, com dificuldades quando tem de fazer ensaios com minérios, e não dispõe dos instrumentos necessários, ou só tem pequeníssimas quantidades do material a estudar.

---

72 Carbonato de sódio (NR).

73 Partes iguais de tártaro e de nitro (NR).

74 Duas partes de tártaro e uma de nitro (NR).

75 Maçarico de fusão (NR); encáustica é a técnica de pintar sobre cera (NR).

Para dar alguma solução aos inconvenientes daí decorrentes e ao mesmo tempo para benefício dos Ourives, dos Pintores de encáustica e dos Escultores (lapidadores) de Pedras Preciosas, no ano de 1738, *André Svábio* inventou e divulgou um instrumento curvo (*Quadro I, Fig. 1*) chamado *Tubo Ferruminatório*, cujas extremidades A e B são abertas de modo a que o ar soprado pela boca e introduzido pela extremidade A do Tubo, a mais larga, saia pela extremidade B, a mais apertada, na direcção da chama de uma vela, para assim, inflectir a chama, (como mostra a *Fig. 2)* e a obrigar a dirigir toda a sua acção contra a amostra de minério (*Fig.3)* que é submetida à fusão ou ao ensaio; essa amostra de minério é colocada (*Fig.3, 4*) dentro da cavidade A, com os fundentes adequados.

Para uma experiência deste tipo, requere-se, como operação prévia, que a amostra de minério seja esmagada sobre uma placa de aço (*Fig. 5*): para que isso se faça com cuidado, em primeiro lugar o minério deve ser colocado no centro A da placa e ser envolvido por um anel (*Fig. 6*) para que não se disperse ou perca a mais pequena partícula; em seguida, acrescentam-se os fundentes próprios.

§. 2.

Ao dito tubo ou maçarico M. d'*Engestron* acrescentou um globo C (*Fig. 7*), no qual o ar que passa de A para B, depositará a humidade que acompanha sempre o sopro da boca. Para este fim divulgou *Bergman* o seu modelo de Tubo (*Fig. 8*).[a)]

§. 3.

Para que se empreendam experiências com a ajuda deste instrumento é necessário que a acção da chama se dirija, sem nenhuma intromissão, contra a porção de minério a ensaiar. Porém, esta operação tem dois inconvenientes: 1. cansa os pulmões, principalmente quando se trata da fusão de metais perfeitos; 2. o ar que é expulso pelo sopro, por ser impuro, dificulta a combustão e, além disso, torna o processo mais demorado.

Então, para evitar o primeiro inconveniente e diminuir o outro, foi inventado um Tubo munido de foles (*Fig. 9*). Este instrumento consta de um fole apoiado num tripé ao qual se junta um tubo de ferro A, que acaba em espiral, ao qual se pode adaptar um Tubo G, ou g conforme as necessidades.[b)]

§. 4.

Porém, embora o ar atmosférico seja mais puro do que o ar expirado, não deve considerar-se como totalmente purificado, pois que, pelo contrário, é constituído por dois fluidos aeriformes, um dos quais promove a combustão, enquanto o outro a dificulta (*Regra 8*). Note-se que o gás oxigénio é particularmente favorável à combustão e, enquanto não estiver esgotado totalmente, alimenta-a e favorece-a (*Regra 9*). Tendo notado isso perfeitamente, *Fourcroy*, *Achard*, *Gallischus*, *Lavoisier* e *Meusnier* empregaram, nas suas experiências, o próprio

---

a) Bergman, *Opusc. Phys. E Chim.*, Tomo 2.

b) M. Hassenfratz, *Observ. Phys.*, Ros., 1786, Tomo I.

gás oxigénio em vez do ar atmosférico. Para esse fim, usaram várias máquinas[c)], uma das quais adoptamos presentemente e que aqui se descreve (*Fig. 10*).

Consta de um vaso, ou pequena tina hidro-pneumática A, que pode encher-se de água até aos vértices *a a a a* . Nela é introduzida uma campânula de vidro C, própria para receber o gás oxigénio; no colo desta é adaptada a parte D feita de auricalco[76], com o seu epistómio[77] F; na extremidade desta insere-se um Tubo ferruminatório E E.

Quando a campânula de vidro C fica cheia de gás oxigénio, abre-se o epistómio F e o gás sai imediatamente pelo tubo E E; a chama ao incidir sobre o minério exposto provoca uma combustão muito viva e muito rápida (*Regra 11*).

§. 5.

Sobre a Balança

Da máxima precisão na construção da Balança e do seu uso correcto , depende o melhor resultado da experiência e a precisão dos valores obtidos e anotados. Por isso, é nossa intenção: 1. apresentar uma Balança que funcione com pouquíssimos erros e que apresente as maiores vantagens possíveis; 2. indicar um método por meio do qual se pese qualquer corpo com o máximo rigor que a técnica permite e sem perigo de erro.

§. 6.

A construção da Balança

Tenham-se duas lâminas triangulares A B C D unidas na base (*Fig. 11*) e em que os vértices estão unidas pela linha A C. Estas balanças são constituídas por uma régua que convém ser feita em aço duro e escavada nas extremidades *e e e e* para se tornar mais leve. Na parte superior das bases há dois buracos, f f f f, aos quais devem ser adaptadas duas lâminas, g g, em aço; em cada uma delas, porém, haverá de novo dois buracos aptos a receber dois parafusos h h , como se vê na *Fig. 12*.

A *Fig. 13* mostra a união destas partes. Como as duas lâminas referidas são perfeitamente paralelas à coluna da balança e os parafusos lhes são perpendiculares e, além disso, as suas pontas estão ao mesmo nível, é claro que o braço da balança estará suspenso e oscilará livremente se houver dois planos nos quais assentem as extremidades dos dois parafusos.

Tenhamos um estilóbato[78] I L M (*Fig. 14*) levantado na perpendicular e colocado dentro de uma cápsula sobre um plano exactamente horizontal. Para estarmos certos de que a base está exactamente na horizontal tal como o estilóbato na vertical, usa-se um tubo de comunicação N O P Q no qual se tenha introduzido o espírito do vinho[79].

---

c) Ver Hassenfratz, *Laudatam Memor.*, 1786. O A. assinala que a adopta.

76 Latão (NR).

77 Torneira (NR).

78 Coluna (NR).

79 Álcool vínico, ou vinagre (NR).

O estilóbato tem no topo uma espécie de forca bipartida de L até M, para assentar a balança e para que esta possa oscilar à vontade. Nos dois topos do estilóbato são incluídas duas lâminas de pedra r r muito polidas e planas (*Fig. 15*) nas quais se apoiam as pontas dos parafusos como se vê na mesma *Fig 15* que representa apenas de um lado o estilóbato que sustenta uma parte da Balança.

Vimos que o braço desta Balança se apoia no estilóbato, dentro de uma cápsula; todas estas coisas estão representas em conjunto na *Fig. 16*. Agora convém que apresentemos o que falta da construção.

Nas duas extremidades do braço são colocados dois corpos SS (*Fig. 16*) fabricados em aço, dos quais pendem dois fios de ferro que sustêm os pratos T T. Numa das extremidades da cápsula é colocado um corpo móvel U U que pode ser cravado à vontade e acaba na agulha X. Para determinar a coincidência desta agulha com o braço A, se for preciso, adapta-se uma lupa Y ao corpo U U.

Esta é a construção da Balança. As suas maiores vantagens serão expostas, em poucas palavras, já de seguida.

§. 7.

Nas balanças divulgadas, há essencialmente duas coisas que prejudicam o seu funcionamento, a saber:

1. A distância que há entre o centro do movimento e o centro de gravidade.

2. O atrito que o eixo da Balança sofre em cima das superfícies nas quais se move.

Assim, a Balança por nós apresentada será tanto melhor quanto mais se reduzirem estas duas desvantagens.

§. 8.

A suspensão da Balança nas extremidades dos parafusos, que são perpendiculares aos dois planos, faz-se sobre o seu eixo. O centro do movimento está sobre a linha que se imagina traçada a partir das próprias extremidades dos parafusos.

§. 9.

O centro de gravidade foi fixado na coluna da balança. Contudo, como os parafusos podem ser levantados e baixados, o ponto de suspensão poderá também ser levado para cima e para baixo. Por isso, o centro do movimento, que coincide com o próprio ponto de suspensão (§.8.), será móvel e poderá, à vontade, aproximar-se ou afastar-se do centro de gravidade; com um procedimento fácil, o centro de gravidade pode coincidir com o centro de movimento. Com isto elimina-se a primeira desvantagem das Balanças vulgares.

§. 10.

Além disso, na nossa Balança não existe um eixo transversal que se apoia em superfícies côncavas, mas apenas duas pontas de aço que se fixam sobre duas superfícies planas, duras e muito polidas. Por isso, nesta Balança o atrito será mínimo, ou quase nulo. Assim, se minimiza, tanto quanto possível, a outra desvantagem.

§. 11.

Expusemos, até aqui, a construção da Balança e da sua eficácia. Explica-se agora o seu uso.

Consideremos que é preciso pesar uma pequena porção de ouro, por exemplo. Em primeiro lugar coloque-se essa porção no prato T que corresponde à extremidade A da balança. Em seguida, no outro prato T, coloquem-se pequenos fragmentos ou partículas de cobre, de latão, de areia, etc., até que se obtenha um perfeito equilíbrio com a quantidade de ouro dada, de tal modo que a extremidade A corresponda exactamente à ponta X.

Em seguida, tire-se do prato T a referida quantidade de ouro a pesar e coloquem-se no seu lugar pesos conhecidos, até que se recupere, de novo, o equilíbrio perdido.[80]

A partir dos pesos conhecidos será fácil calcular o peso certo do ouro.

Entretanto, deve advertir-se que a Balança até agora descrita por nós resolve, também, uma outra desvantagem muito frequente nas balanças vulgares, que resulta da inflexão da coluna, o que faz com que, na maior parte das vezes, os eixos sejam desiguais; 1. na verdade, na nossa Balança a configuração do braço ou do eixo não dá lugar a uma inflexão desta natureza; 2. e se isso alguma vez acontecesse, não traria nenhuma desvantagem pois que, numa balança deste tipo, o equilíbrio não depende nada da igualdade dos braços.[a)]

§. 12.

Sobre os Pesos Fictícios que se juntam na experiência dos minérios

Aquele que analisa os minérios, para executar a sua tarefa com correcção, tem necessidade de usar tantos pesos fictícios quantos o Metalurgista necessita de empregar nos grandes trabalhos de pesar os minérios; por outro lado, muitas vezes será levado a errar e gastará tempo, inutilmente, com longuíssimas reduções.

Na verdade, os pesos fictícios ou docimásticos diferem dos vulgares e verdadeiros pesos, porque aqueles são muito menores que estes, pois que se utilizam para pesar quantidades mínimas das substâncias que são analisadas.

Logo, se o verdadeiro e real peso de 100 libras que os Metalurgistas usam é composto de libras, onças e oitavas partes da onça, do mesmo modo um peso fictício de 100 libras pode ser dividido em tantas partes de modo que seja composto, na verdade, por pesos menores mas que representem, proporcionalmente, libras, onças e oitavas.

§. 13.

Portanto, são vários os pesos fictícios necessários àqueles que submetem os minérios à experiência.

1. ..... 100 libras = um peso de 100 libras

---

80 Operação que hoja não se pratica (NR).

a) Ver de J. Jacinto de Magalhães, *Observ. Phys.*, Ros., 1781, Tomo I.
Ver de M. Ramsden, *Observ. Phys.*, Ros., 1788, pág. 144.

2. ..... 64 libras
3. ..... 32 libras
4. ..... 6 libras
5. ..... 8 libras
6. ..... 4 libras
7. ..... 2 libras
8. ..... 1 libra = 16 onças
9. ..... 1/2 libra = 8 onças
10. ..... 1/4 libra = 4 onças
11. ..... 1/8 libra = 2 onças
12. ..... 1/16 libra = 1 onça
13. ..... 1/32 libra = 1/2 onça
14. ..... 1/2 ou 4 onça = 1 oitava
15. ..... 1/4 ou 8 onça = 1/2 oitava

§. 14.

Estes pesos fictícios devem ser feitos de lamelas quadradas de prata que devem estar marcadas com sinais impressos, que os distingam umas das outras.

Para se marcarem estes pesos, tome-se um peso fictício de 64 libras que pode ter 64 grãos de peso; marque-se e em seguida servirá para determinar os restantes.

Coloque-se este mesmo peso fictício de 64 libras numa balança docimástica (*Fig.16*) e no lado oposto grãos de areia o mais fina que seja possível, seca e passada pelo crivo. Quando se conseguir o equilíbrio está encontrado o peso de 64 libras.

Dividam-se os grãos de areia em duas porções iguais, que se pesam com toda a exactidão nos dois pratos da Balança.

Então, tirada a areia de um dos pratos, ponha-se no seu lugar uma lâmina de prata um pouco maior do que metade da lâmina anterior. Desgaste-se esta lâmina com o auxílio de uma lima até que se observe um perfeito equilíbrio com os grãos de areia deixada no outro prato da Balança. Esta lâmina, visto que é igual a metade da anterior, será de 32 libras.[81]

Os restantes pesos (§.13.) indicados encontrar-se-ão facilmente, se tomando o último peso determinado, se dividir de novo a areia em duas partes iguais; metade dela dará o peso seguinte, e assim sucessivamente. Contudo, deve advertir-se que, com pesos muito pequenos, em vez das lâminas é melhor usar fios de prata muito direitos e cilíndricos.

Um peso de 100 libras encontrar-se-á facilmente se se puserem no outro prato da Balança pesos de 64+32+4 libras.

Quando a soma deles for igual a cem libras, certamente o peso de uma soma destas lâminas dará um peso de 100 libras.

---

[81] Peso fictício de 32 libras (NR).

§. 15.

Porém, como o ouro e a prata são considerados de maior valor que as restantes substâncias metálicas, para que se possa definir o seu grau de pureza ou de adulteração, foi encontrada uma outra divisão dos pesos:

A. Os pesos fictícios com os quais se determinam os vários graus de pureza na prata, costumam chamar-se *Denários* (*Dinheiros*)

B. Os que se usam para determinar a pureza do ouro denominam-se *Carates* (*Quilates*).

Considera-se que qualquer porção de prata pode ser dividida em 12 partes iguais:

A. Se a prata é totalmente pura, chama-se *prata de 12 denários*.

B. Se porém a barra contem 11 partes de prata, e uma parte de mistura, então chama-se *prata de 11 denários*, etc.

Cada denário divide-se em 24 grãos, que não são pesos reais, mas devem ser considerados fracções dos denários.

Também o ouro, qualquer que seja a porção que se tome, supõe-se dividido em 24 quilates.

A. Se a barra de ouro a pesar é de ouro puríssimo, chama-se *ouro de 24 quilates*.

B. Se contém 23 partes de ouro e uma de alguma mistura, será *ouro de 23 quilates*, e assim sucessivamente.

Cada *quilate* de ouro supõe-se dividido em 32 partes que são, certamente, outras tantas fracções de cada um dos quilates.

§. 16.

Sobre a Copela

A Copela é um vaso feito de uma pasta lodosa, e fabricado à semelhança de um copo mais baixo; nela são são vertidas as fusões de metais que são tratadas para a purificação dos mais nobres, por via seca (em Francês *affinage*)

Os procedimentos impoem que a Copela deva fabricar-se a partir duma matéria que satisfaça as seguintes condições:

1. A sua massa deve ser de tal modo compacta que possa reter os metais fundidos; ao mesmo tempo, convém que seja suficientemente porosa para permitir a passagem daqueles metais que, durante a fusão, venham a sofrer a vitrificação.

2. Deve resistir a um fogo muito forte sem que passe a vidro.

As substâncias mais apropriadas para formar vasos deste tipo são os ossos dos animais e as cinzas de plantas.

§. 17.

A preparação dos ossos

1. Cozam-se os ossos durante bastante tempo em água a ferver para que sejam limpos daquelas substâncias que podem diminuir a porosidade da massa formada pela sua calcinação, ou promover a sua vitrificação.

2. Reduzam-se a cal com fogo forte. Considera-se que a calcinação está completa quando o aspecto dos ossos, quer interior, quer exterior, não apresentar nenhuma mancha negra.

3. Introduzam-se em água quente que, depois de ter sido despumada, será *decantada*. Em seguida, voltem a introduzir-se em outra água quente e repita-se a operação.

4. Por fim triturem-se, sequem-se e passem-se pelo crivo.

Do pó extraído faz-se uma massa que é apropriada para fazer as copelas da Docimástica (*Fig. 17*).

§. 18.

A preparação das cinzas

Escolha-se uma porção muito pequena de cinzas de plantas. Mergulhe-se esta porção em água quente, muitas vezes, até que a própria água fique, por fim, completamente insípida.

Em seguida, deste resíduo misturado com a terra dos ossos formam-se grandes copelas que servem para as experiências Metalúrgicas (*Fig. 18*).

§. 19.

A técnica para fabricar as copelas consiste em, primeiramente, humedecer a referida massa com água de modo a formar uma pasta que é introduzida (*Fig.19*) num anel; a este aplica-se, em seguida, um cilindro (*Fig. 20*) cuja extremidade A aperte bem o segmento da esfera muito polido, do qual depende a configuração da cavidade da copela.

A cavidade deve ser formada de tal modo que, nela, a mínima porção de metal fundido se conserve isolada.

§. 20.

Sobre a Tégula Docimástica

A *Tégula Docimástica* (em francês *Moufle*) é um instrumento docimástico, de forma semicilíndrica ou esferoidal, dotado de grande dureza, resistente ao fogo ou a uma acção violenta, no qual se inserem as copelas e outros vasos e que serve para receber escorificatórios, para que por meio dela sejam afastados dos carvões e das cinzas que caem.

A. As tégulas docimásticas semicilíndricas, apropriadas para receber pequenas copelas ou vasos escorificatórios, dizem respeito propriamente à Docimástica (*Fig. 21, 22*).

B. As que tem a forma de domo são próprias para receber grandes vasos e usam-se nos grandes trabalhos de Metalurgia (*Fig. 23, 24*).

§. 21.

Observe-se uma tégula docimástica (*Fig. 21*). A placa de base ABC está adaptada para receber as copelas e outros vasos. O tecto semicilíndrico BDC protege os próprios vasos da queda de carvões e cinzas. Os buracos laterais EEEE permitem a entrada do fogo, para que possa atingir de imediato as substâncias metálicas contidas nos vasos e assim promover quer a sua fusão, quer a sua vitrificação; além disso, permitem a livre passagem do ar que é necessário

para que se realizem as operações. O lado BDC abre completamente, para que o andamento da operação não fique escondido ao Filósofo experimentador[82].

Se porém parecer que tantas aberturas são prejudiciais à operação, então fechem-se as portinhas BDC com carvões e os buracos EEEE, totalmente, com tampas quadrangulares (a que chamamos *Registros*) (*Fig. 25*).

§.22.

Sobre os Fornos

A operação de copelação, embora seja muito frequente nas experiências metalúrgicas, não pode ser inteira e totalmente executada, com toda a precisão, nos fornos vulgarmente usados; por isso utilizam-se outros fornos especiais, a que chamamos *revérberos*, dentro dos quais são colocadas as *tégulas docimásticas* que contêm as *copelas*.

§. 23.

Assim, são denominados *fornos* certos equipamentos que são apropriados não só para conservar o fogo, mas também para fornecer vários graus de calor, com os quais se podem realizar operações variadas. Porém, dado que é necessário um método que permita fornecer calor gradualmente, e isso depende muito da estrutura dos fornos, faremos a apresentação da teoria do seu fabrico.

§. 24.

A um forno exigem-se, essencialmente, três características:

1. Que possa produzir e conservar um alto grau de calor;
2. Que não tenha falta de entrada de ar;
3. Que o grau de calor possa ser aumentado, ou diminuído, à vontade.

A primeira e a segunda característica obtêm-se sempre que uma quantidade de ar corrente possa penetrar livremente no fogo; de facto, a acção do ar na chama estará na razão da massa e da velocidade da corrente de ar, se os outros requisitos forem iguais. Se a estrutura do forno for escolhida para que a quantidade de ar possa ser aumentada ou diminuída à vontade, também será possível aumentar ou diminuir o grau de calor: este é o terceiro requisito num forno.

§. 25.

Considere-se um espaço qualquer, fechado lateralmente de todos os lados, mas aberto em cima e em baixo. Se na parte do meio deste espaço se queimarem substâncias combustíveis, o calor do fogo, ao rarefazer o ar superior, formará um vácuo que imediatamente será preenchido pelo ar inferior, que sobe com a força de uma coluna inclinada. Então não há dúvida que quer a rarefacção do ar superior, quer a subida do inferior prosseguirão, enquanto perdurar a combustão; deste modo, poderá ser avaliada continuamente a quantidade do ar corrente e renovado que irá penetrar livremente no espaço dado.

As proporções entre a altura e o diâmetro do espaço da parte superior e a altura e o diâmetro da parte inferior condicionam e permitem controlar a maior ou menor intensidade do calor.

---

82 Técnico analista (NR).

Além disso, é ainda possível aumentar ou diminuir a quantidade de calor, fechando mais ou menos algumas aberturas existentes em diversos pontos desse espaço.

§. 26.

Considere-se um espaço (*Fig. 26*) constituído por três partes *aaaa*, *bbbb*, *cccc*. A parte *bbbb* constitui o corpo do forno e tem um diâmetro de um pé e a altura de 18 polegadas; as suas paredes têm 2 polegadas de espessura; por isso os diâmetros do forno são iguais a 8 polegadas (*Fig.27*).

Este corpo divide-se de novo em três partes, ou secções horizontais, B, C, D.

D é como uma oficina ou *laboratório* no qual se coloca a *tégula docimástica*. A sua porta nº 4 tem 4 polegadas de largura e 3 polegadas e meia de altura.

Além disso, existe uma outra porta munida de uma dupla abertura para uma mais correcta observação do andamento da operação (*Fig.28*).

C é o foco, cuja porta nº 3 tem 5 polegadas e meia de largura e 4 polegadas de altura.

B é o cinzeiro, cuja porta nº 2 tem 4 polegadas de altura e 8 polegadas de largura.

O fundo do cinzeiro B pode ser aberto ou fechado à vontade e ajusta-se perfeitamente à coluna A, que é oca por dentro e tem uma porta nº 1. Porém, é colocado, acima da terra, sobre 4 ladrilhos para que possa entrar livremente a maior quantidade de ar corrente; de tal modo que, com o fundo do cinzeiro aberto e fechada a porta nº 2, o próprio ar entre pela outra porta nº 1 e penetre em todo o espaço do forno.

A parte *cccc* é composta por uma pirâmide E e um duplo tubo G ou respiradouro da fornalha F. A pirâmide E tem 9 polegadas de altura e é truncada junto à parte superior, onde tem uma abertura de 3 polegadas, que é apropriada para adaptar os tubos. Os tubos têm 20 polegadas de altura e 4 de largura.

No outro lado da pirâmide E está a porta semicircular nº 5, que tem 6 polegadas e meia de largura e 4 polegadas de altura, a qual serve para introduzir carvão.

A *Fig. 29* mostra a estrutura interna deste forno.

§. 27.

Quando no fogareiro C ardem corpos combustíveis, o calor do fogo rarefaz o ar contido em D, E, F e G. Porém, todo aquele espaço enche-se imediatamente com novo ar que entra ou pela porta nº 2 ou, se esta estiver fechada e o fundo do cinzeiro estiver aberto, pela outra porta nº 1. No primeiro caso, teremos *copelas*, e no segundo um *forno de fusão*.

No que respeita à teoria dos fornos, ficam expostas as componentes e também as operações que podem ser facilmente aplicadas.

CAP. III.
Sobre algumas verdades próprias para ilustrar a teoria

Regra I

Chama-se corpo combustível aquele que, pela sua natureza, tem tendência a juntar-se com o oxigénio.

Regra II

Um corpo perde a sua própria combustibilidade quando a sua aptidão para se combinar com o oxigénio se consumiu completamente, devido ao seu estado de saturação com o próprio oxigénio.

Regra III

O mesmo corpo torna-se de novo combustível, sempre que o oxigénio se separa dele, seja de que modo for.

Regra IV

Todos os ácidos gozam de um princípio comum de acidificação.

Regra V

Este princípio acidificante, que é comum a todos os ácidos e necessário para a sua constituição, é o oxigénio.

Regra VI

Os princípios radicais e acidificáveis de cada um dos ácidos são diferentes, e é desta sua natureza diferente e variada que dependem as diferentes propriedades dos ácidos.

Regra VII

O ar vital provem da composição do oxigénio com o calórico.

Regra VIII

O ar atmosférico resulta da mistura do gás oxigénio e do gás azótico, ou antes, do oxigénio com os óxidos de azoto, no estado de gases.

Regra IX

Entre os fluidos, qualquer que seja a substância elástica vital, apenas o ar serve para a combustão das substâncias metálicas.

Regra X

As substâncias metalíferas combustíveis existem no contacto com o ar atmosférico, porque o oxigénio, com o qual todas se combinam, existe no próprio ar.

Regra XI

A combustão que tem lugar no ar vital é muito viva e rápida.

Regra XII

Embora o ar vital se aplique principalmente à combustão das substâncias metalíferas, ele próprio , quando contido nelas, não se apresenta completo, mas apenas a sua base, que é o oxigénio.

Regra XIII

A rápida combustão das substâncias metálicas está ligada à evolução do calor e da chama, e são consumidas pela substância do ar vital.

Regra XIV

As substâncias metálicas são corpos simples.

Regra XV

A oxidação das substâncias metalíferas faz-se por acção da água, ou do fogo, ou do ar, ou dos ácidos, sempre que haja o oxigénio na composição destas mesmas substâncias.

Regra XVI

Os óxidos metálicos representam um primeiro grau de oxigenação.

Regra XVII

Os óxidos metálicos são mais pesados que os metais nos quais tiveram origem.

Regra XVIII

O fluxo digestor mais eficaz para a dissolução do ouro é o ácido nitro-muriático ou muriático oxigenado.

Regra XIX

...para a dissolução da platina é o ácido nitro-muriático ou muriático oxigenado.

Regra XX

... da prata, o ácido nítrico.

Regra XXI

... do cobre, o ácido nítrico.

Regra XXII

... do ferro, o ácido sulfúrico ou o nítrico.

Regra XXIII

... do estanho, o ácido nítro-muriático ou o muriático oxigenado.

Regra XXIV

... do chumbo, o ácido nítrico.

Regra XXV

... do níquel, o ácido nítrico.

Regra XXVI

... do zinco, o ácido sulfúrico ou o nítrico.

Regra XXVII

... do arsénico, o ácido nitro-muriático.

Regra XXVIII

... do bismuto, o ácido nítrico.

Regra XXIX

... do cobalto, o ácido nítrico ou o muriático.

Regra XXX

... do magnésio, o ácido nítrico.

Regra XXXI

... do molibdénio, o ácido nítrico ou o arsenical.

Regra XXXII

... do antimónio, o ácido nitro-muriático.

Regra XXXIII

... do tungsténio, o ácido muriático ou o nítrico.

Regra XXXIV

... do mercúrio, o ácido nítrico ou o sulfúrico.

Regra XXXV

As substâncias metálicas que são dissolvidas pelos fluxos digestores apropriados podem ser precipitadas a partir das soluções obtidas.

Regra XXXVI

As substâncias que servem para as precipitações são as seguintes: os sais alcalinos, os licores ácidos, os sais compostos, a água, as terras e também os próprios metais.

Regra XXXVII

A partir de um dado peso de precipitação, pode calcular-se a quantidade de substância metálica dissolvida.

Regra XXXVIII

110 grãos de ouro precipitados pela soda, por meio de uma solução nitro-muriática, correspondem a 100 grãos de Régulo[83].

... pelo carbonato de sódio, 106 = 100 de Régulo

... pelo sulfato de ferro, 100 =100 de Régulo

Regra XXXIX

129 grãos de prata precipitada de uma solução nítrica pelo carbonato de sódio são iguais a 100 de Régulo

... precipitada pela soda, 112 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 145 = 100 de Régulo

... pelo muriato de sódio, 133 = 100 de Régulo

... pelo sulfato de sódio, 134 = 100 de Régulo

Regra XXXX

194 grãos de cobre precipitado de uma solução nítrica pelo carbonato de sódio = 100 de Régulo

... precipitado pela soda, 158 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 530 = 100 de Régulo

Regra XXXXI

225 grãos de ferro precipitado de uma solução muriática ou sulfúrica, pelo carbonato de sódio, correspondem a 100 grãos de Régulo.

... pela soda, 170 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 590 = 100 de Régulo

Regra XXXXII

131 grãos de estanho precipitado de uma solução nitro-muriática pelo carbonato de sódio = 100 de Régulo

... pela soda, 130 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 250 = 100 de Régulo

---

[83] Metal; 1 grão = 53,14 mg (NR).

Regra XXXXIII

132 grãos de chumbo precipitado de uma solução nítrica pelo carbonato de sódio = 100 de Régulo

... pela soda, 116 = 100 de Régulo

... pelo sulfato de sódio, 143 = 100 de Régulo

Regra XXXXIV

135 grãos de níquel precipitados de uma solução nítrica pelo carbonato de soda = 100 de Régulo

... pela soda, 128 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 250 = 100 de Régulo

Regra XXXXV

193 grãos de zinco precipitados de uma solução nítrica pelo carbonato de sódio = 100 de Régulo

... pela soda, 161 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 495 = 100 de Régulo

Regra XXXXVI

180 grãos de arsénico precipitado de uma solução nitro-muriática por meio do prussiato de potássio = 100 de Régulo

Regra XXXXVII

130 grãos de bismuto precipitados de uma solução nítrica por meio do carbonato de sódio = 100 de Régulo

... pela soda, 125 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 180 = 100 de Régulo

... pela água, 113 = 100 de Régulo

Regra XXXXVIII

160 grãos de cobalto precipitados de uma solução nítrica pelo carbonato de sódio = 100 de Régulo

... pela soda, 140 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 142 = 100 de Régulo

Regra XXXXIX

180 grãos de magnésio precipitados de uma solução nítrica por meio do carbonato de sódio = 100 de Régulo

... pela soda, 168 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 150 = 100 de Régulo

Regra L

140 grãos de antimónio precipitados de uma solução nitro-muriática por meio do carbonato de sódio = 100 de Régulo

... pela soda, 138 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 138 = 100 de Régulo

Regra LI

110 grãos de mercúrio precipitados de uma solução nítrica por meio de carbonato de sódio = 100 de Régulo

... pela soda, 104 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 119 = 100 de Régulo[a)]

Regra LII

138 grãos de óxido de antimónio oxidados pelo ácido nítrico, correspondem a 100 grãos de Régulo

Regra LIII

100 grãos de estanho, oxidados pelo mesmo ácido, fornecem 140 grãos de Régulo

Regra LIIII

O zinco, o ferro, o cobre e os restantes metais, com poucas excepções, saem dos seus fluxos digestores sob a forma regulina[84].

Regra LV

Sempre que uns metais são precipitados por outros sob a forma de régulo, a diminuição de peso, que foi perdido na precipitação, deve ser anotada e deve ser subtraída ao precipitado que se obtém da nova solução: esta quantidade subtraída será para nós =*a* ..

---

a) Sobre as precipitações da Platina, do Molibdénio e do Tungsténio há ainda poucas experiências.

84 Metálica (NR).

... pela soda, 116 = 100 de Régulo

... pelo sulfato de sódio, 142 = 100 de Régulo

135 grãos de níquel precipitados de uma solução nítrica pelo carbonato de soda = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 495 = 100 de Régulo

Regra XXXXVI

180 grãos de arsénico precipitado de uma solução nitro-muriática por meio do prussiato de potássio = 100 de Régulo

Regra XXXXVII

130 grãos de bismuto precipitados de uma solução nítrica por meio do carbonato de sódio = 100 de Régulo

... pela soda, 125 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 180 = 100 de Régulo

... pela água, 113 = 100 de Régulo

Regra XXXXVIII

160 grãos de cobalto precipitados de uma solução nítrica pelo carbonato de sódio = 100 de Régulo

... pela soda, 140 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 142 = 100 de Régulo

Regra XXXXIX

180 grãos de magnésio precipitados de uma solução nítrica por meio do carbonato de sódio = 100 de Régulo

... pela soda, 168 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 150 = 100 de Régulo

Regra L

140 grãos de antimónio precipitados de uma solução nitro-muriática por meio do carbonato de sódio = 100 de Régulo

... pela soda, 136 = 100 de Régulo

... pelo prussiato de potássio, 138 = 100 de Régulo

Regra LI

[illegible] carbonato de sódio = 100 de Régulo

... pela soda, 104 = 100 de Régulo

[illegible] Metálica (NR).

SEGUNDA PARTE DA METALURGIA

PRIMEIRA SECÇÃO

SOBRE A DOCIMÁSTICA

CAP.I.

Sobre os objectivos e tipos da docimástica

§. 1.

A Docimástica é a ciência que determina, por meio da experiência, a diversidade e a quantidade das substâncias que compõem qualquer minério, avaliando, assim, a partir do resultado do trabalho realizado em pequenas quantidades, quais os resultados e vantagens que podem obter-se com os grandes trabalhos, que são o objecto da Metalurgia.

§. 2.

Neste sentido, esta ciência engloba a análise química, na qual tem também lugar o uso do cálculo. O seu fim é, na verdade, o conhecimento exacto da substância ou substâncias metálicas que estão contidas nos minérios da espécie em estudo e da proporção delas entre si, de tal modo que, por seu intermédio, o Filósofo possa definir por que forma as substâncias podem ser separadas umas das outras e ser convertidas para terem utilidade.

§. 3.

Porém, como não vamos estudar a fundo esta ciência nos aspectos gerais (que são os da preferência de outros autores) referentes às experiências em todos os minerais, por essa razão apenas iremos considerar os minérios. (*Part. I. C. I. Art. III.§ 2*)

§. 4.

Antes de Agrícola[85], não havia nenhuma Docimástica, a não ser nos Laboratórios, e os príncipios e técnicas eram transmitidos de uns para os outros, por uma certa tradição, e apoiados apenas nas experiências. De facto, ele foi o primeiro que tirou quase do caos esta ciência tão útil que constitui a

[85] Autor clássico da obra "Re Metálica" (NR).

base da Metalurgia; a ele seguiram-se depois *Erker, Modestino, Facsio, Allonso Barba, Edward, Schindler, Kiesling, Geoffroy, Gellert, Schluter, Hellot, Screiber, Délio, Monnet, Cramer, Bucquet, Henckel*, dos quais se retiram muitas coisas úteis. Contudo, acrescentaram uma maior perfeição a esta ciência *Stabilius, Bergmann, Sage* e outros.

§. 5.

Tem-se como certo que a natureza raramente nos exibe as substâncias metálicas inteiramente puras: pelo contrário, esconde-as no mais profundo interior da terra, e na maior parte das vezes unidas a outras substâncias que lhes alteram as propriedades; por isso, cabe ao homem, com o seu esforço e trabalho, tirá-las dos esconderijos da terra, separá-las umas das outras e, de algum modo, restituir-lhes suas qualidades próprias; por outro lado, com um simples olhar para um minério, não podem determinar-se nem a qualidade e a natureza das substâncias metálicas, nem tão pouco as quantidades e as proporções, e esses são certamente os objectivos a definir na Docimástica (§1); por isso é que ela é a ciência que dá ao Metalurgista a certeza sobre os resultados a conseguir com os seus trabalhos; sem ela, certamente, nem a fusão dos metais pode ser útil, nem podem aparecer as oficinas de cunhar moeda. Daqui decorre a necessidade da Docimástica e a sua importância para a prosperidade e para o bem comum.

§. 6.

As substâncias metálicas ainda que se possam, no seu conjunto, apresentar alguns atributos gerais (*Part.I. C.I. Art.I*), são diferentes entre si, quer em muitas das suas propriedades (*Art.II*), quer nos diversos estados em que se encontram (*Art.III*).

§.7.

Além disso, ainda que as características mineralógicas (*Part.I.C.I.Art.IV*) tenham sido confirmadas de forma satisfatória por meio do Tubo ferruminatório (*Part.I.C.II.Art.III*), de tal modo que qualquer minério possa ser conhecido e inserido numa classe determinada, é com o recurso à docimástica que se reconhece não só a espécie de minério mas também a proporção das substâncias metálicas (§.2.); para a consecução deste fim são requeridas algumas operações.

§. 8.

As operações deste tipo podem ser consideradas em duas espécies, visto que umas são usadas para a generalidade dos minérios e outras, pelo contrário, só se aplicam a determinados minérios. Neste Capítulo trataremos das operações da primeira espécie; as outras tratá-las-emos quando examinarmos cada uma das substâncias metálicas e expusermos a sua prática docimástica específica.

§. 9.

Existem também duas espécies de Docimástica, a primeira das quais á a *Seca*, e a outra a *Húmida*. Começaremos por tratar da primeira. Depois de apre-

sentar os seus defeitos e inconvenientes, será a altura de apresentar a segunda e a sua eficácia.

§. 10.

Sobre a Docimástica Seca

Dado que nos minérios as substâncias metálicas existem distribuídas de forma desigual (§.5.), geralmente, nem todos os veios estarão enriquecidos com o mesmo minério, nem este existirá na mesma quantidade nos diversos locais. Consequentemente, a primeira operação da Docimástica ocupa-se da ajustada preparação das amostras representativas das misturas das substâncias metalíferas (*Part. I. C.II.Art.I.§ 3.*).

§. 11.

Para o conseguir, colham-se três porções iguais dos minérios usados para experiência: uma extraída de um veio mais rico, outra de um menos rico e a terceira extraída de um lugar muito pobre; este procedimento deve também fazer-se se o veio tem apenas um único minério. Em seguida, misturem-se as ditas porções e triturem-se usando as vantagens das melhores técnicas de trituração. (*P. I. C.II. Art.I. §.1.*).

§. 12.

Do lote de minério assim preparado, tomem-se dois ou três pesos de cem libras (*P.I. C.II. Art.III. §. 13.*), pesados com toda a precisão na balança docimástica (*Fig. 16*), e em seguida queimem-se (*P.I. C.II.Art. I. §. 4.*).

§. 13.

Para fazer a Ustulação, em docimástica, são sempre necessários os vasos-recipientes, mas se são considerados minérios diferentes, os vasos podem também ser diferentes.

Informámos na *I Parte* que a ustulação se prolonga até vaporização das substâncias voláteis, algumas das quais dificultam a fusão enquanto que outras a facilitam, mas sempre alteram a pureza das substâncias metálicas; por isso, a amostra representativa do minério, depois dele estar finamente fragmentado pela trituração, deve ser vertida num vaso e submetida à acção do fogo.

A trituração é especialmente importante para que, pelo aumento da superfície do corpo granulado, as substâncias voláteis possam evaporar-se mais facilmente.

§. 14.

Alguns minérios, devido à força dos fluidos elásticos, espalham para os lados partículas metalíferas crepitantes que, embora sejam muito pequenas, podem conduzir a erros; por isso, para obstar a este inconveniente, convirá queimar o minério num vaso sublimatório; com esta preparação conseguem-se duas coisas:

1. A perfeição da experiência: de facto, conservando-se a mesma superfície e sendo o espaço suficiente, as substâncias voláteis heterogéneas podem ser vaporizadas mais facilmente e ser recolhidos num vaso superior; desta

forma é impedida a dispersão das substâncias metálicas, que de outro modo seria inevitável.

2. O conhecimento da quantidade exacta da substância mineralizante: de facto consegue-se não pela diferença de peso entre o minério queimado e o não queimado (dado que o minério queimado, ao sofrer uma oxidação parcial, deve adquirir mais peso pela adição do oxigénio), mas sim pelo peso das substâncias que, pela ustulação, voaram[86] e se depositaram na parte interna do vaso superior.

Sem dúvida, é esta a razão pela qual, no estudo de qualquer minério, a ustulação requer que se mantenha sempre o uso do vaso ustulatório; haja ou não contacto com o ar atmosférico (contra isso se manifestou *Cramer* na sua *Docimástica* , tomo I. p. 29. §. 126.), porque o princípio calórico é que é o verdadeiro veículo do ar quente.

§. 15.

Na realidade, se os minérios são diferentes a ustulação é também diferente. As razões são as seguintes:

1. Porque, de acordo com a diversidade das substâncias que têm de ser separadas das substâncias metálicas, e tendo em atenção as suas quantidades e ligações, assim o minério deve ser submetido a um número maior ou menor de ustulações.

2. Porque, conforme o diferente grau de fusibilidade e de volatilidade, quer das substâncias metálicas, quer das restantes substâncias, assim se deve avaliar, exactamente, quais os graus de calor a utilizar.

§. 16.

A ustulação considerar-se-á perfeita quando o minério tiver perdido a cor própria do seu óxido. Contudo, se o minério ainda não estiver reconhecido, os indicadores de uma ustulação perfeita serão outros. A saber: quando não se sentir nenhum cheiro nem de enxofre, nem de arsénico, ou quando, depois de ter colocado sobre o vaso uma nova vedação papireácea[87] e mantido o fogo, nenhum corpo aderir a essa vedação.

§. 17.

À ustulação do minério segue-se a sua redução, a qual será efectuada com os cuidados, na Parte I. C.II.Art. II, e pelo estudo e escolha dos *Fundentes* e dos *Redutores*, porque se impoe que a desoxidação seja perfeita. Os fundentes e os redutores que se usam na docimástica serão adequada e convenientemente variados, em qualidade e em quantidade.

No que diz respeito aos fundentes, é preciso ter em atenção:

1. Que nem todas as substâncias metálicas possuem o mesmo grau de fusibilidade: por isso, deve observar-se muito bem que grau de fusão sofre o minério que está em experiência, para que, adequadamente, se apliquem fundentes mais fortes e em maior quantidade, ou o contrário.

---

86 Volatilizaram (NR).

87 Forro de papel (NR).

2. Que a matriz do minério pode ser fusível ou refractária (*P.I.C.II.Art.II*): no primeiro caso, convém aplicar uma menor quantidade de fundente, dado que a própria matriz do minério faz as vezes de fundente; no segundo caso, são necessários fundentes muito activos e em maior quantidade, pois que têm de ser fundidas não só as substâncias metálicas, como também a matriz.

No que diz respeito aos Redutores, dois aspectos devem ser muito bem considerados:

1. A diversidade do grau de oxidação do metal.
2. A maior ou menor dificuldade de desoxidação.

§. 18.

Dissemos, até aqui, de que modo o minério deve ser loteado, pela mistura de porções (§.11.), qual a quantidade que deve ser tomada para a análise (§.12.), de que modo deve ser queimado, atendendo, sem dúvida, à natureza do minério, dos mineralizantes e da matriz (§. 13, 14, 15), quando é que a ustulação deve ser considerada completa (§.16.) e quais os redutores e os fundentes que devem ser acrescentados, de acordo com a variedade do minério e a substância da matriz (§.17.). Agora, deve apresentar-se a técnica experimental.

§. 19.

Toma-se uma certa porção de minério (§.12.) e, depois de a queimar, mistura-se com sais alcalinos ou neutros aplicados com um fluxo branco[88] ou preto,[89] na proporção que se julgar conveniente ao estado e à natureza do minério. Além disso, acrescenta-se uma certa porção de fel de vidro[90] ou de limalha de ferro e deita-se num cadinho a mistura de todas estas coisas, de tal modo que ele fique quase cheio. Deita-se em cima a quantidade de muriato de sódio decrepitado[91] necessária para o cobrir. Em seguida, tapa-se o cadinho cuidadosamente e seca-se toda a humidade do luto, em fogo brando.

Introduza-se depois o cadinho no forno (*Fig. 26*); feche-se o fundo do cinzeiro; abra-se a portinhola (nº 2). De seguida, pela outra porta (nº 5), introduza-se tanto carvão até que cubra o cadinho; depois de aceso o lume, regule-se o calor de tal modo que o cadinho fique ligeiramente incandescente. Por fim, encha-se de novo o forno de carvão e, fechada a porta (nº 2), abra-se o cinzeiro e a porta (nº 1) para se obter uma fusão completa.

Mantido o fogo durante o tempo requerido para se conseguir uma fusão completa, tire-se o cadinho do forno e coloque-se na posição vertical; em seguida batam-se, com leves golpes, os lados do cadinho; depois arrefeça-se e, finalmente, quebre-se.

---

88 Partes iguais de tártaro e de nitro (NR).

89 Duas partes de tártaro e uma de nitro (NR).

90 Carbonato de sódio (NR).

91 Cloreto de sódio deshidratado (NR).

Escólio[92]

Misturemos um minério com sais, com fundentes e com fel de vidro:

Como o minério deve ser desoxidado e fundido, requerem-se, certamente, redutores e fundentes; porém, o fel de vidro contribui, em combinação com os fundentes, para a fusão do minério.

Junte-se uma pequena quantidade de limalha de ferro:

Na verdade, os minérios, principalmente os piritosos, têm uma tal afinidade com o enxofre que, até depois de concluída a ustulação, as partículas de minério de enxofre ainda permanecem aderentes. Junta-se ferro para que absorva inteiramente todo o enxofre. Reconhece-se que o enxofre está ligado a quase todas as substâncias metálicas (*Part.I. C.I. Art.II. §.7 VIII*) e que, ligado aos alcalinos dos fundentes, pode formar-se o enxofre hepático, o qual dissolve todas as substâncias metálicas (§ 7.IX); é por essa razão que se junta ferro.

O cadinho deve continuar meio cheio, de tal modo que, se pela efervescência os corpos aí contidos subirem no rarefizerem, os lutos não se rompam.

Em seguida, deite-se em cima muriato de sódio, para se evitar o contacto com o ar que iria perturbar a operação.

Acrescentem-se os fundentes já formados, o muriato de sódio decrepitado e, seque-se o cadinho, antes de o meter no forno.

Proceda-se assim, para que o vaso se rompa com menor detonação do que a que costuma acompanhar a formação dos fluxos; de facto, podiam ainda permanecer problemas, induzidos quer pela água do muriato de sódio, quer pela da humidade do luto, e libertada para os vapores.

Primeiro aplica-se fogo mais brando, para que o vaso possa suportar a pressão induzida pela operação.

O cadinho, depois de retirado do forno, deve ser conservado na vertical, para que cada substância aí contida se mantenha imóvel no seu lugar.

Os lados do cadinho são percutidos com leves golpes, para que, quando assim agitadas, as partículas metálicas mais pequenas, que ainda permanecem misturadas com as escórias fluidas, desçam ao fundo do vaso, devido ao seu maior peso específico, e aí se acumulem.

Finalmente, deve arrefecer-se o cadinho e depois quebrar-se, para se obter um régulo inteiramente compacto e com as escórias completamente separadas.

§. 20.

Quebrado o cadinho, se aparecer um régulo áspero e cheio de cavidades e as escórias forem esponjosas e cheias de glóbulos metálicos, deverá repetir-

---

92 Comentário, explicação (NR).

-se a operação, porque a operação não foi levada até ao fim. O processo só se considerará completo quando as escórias forem bem compactas e o glóbulo metálico apresentar uma superfície muito polida, convexa e tiver o brilho e a cor naturais.

§. 21.

Já expusemos (§ 19) quais os métodos que devem ser usados nos ensaios de minérios cuja redução se considera muito difícil. Porém, tal como já explicámos, a força e o efeito dos agentes (no mesmo § 19 Escólio), será fácil entender que coisas devem ser desprezadas nos outros minérios, de acordo com a maior ou menor dificuldade encontrada nos ensaios.

§. 22.

Agora, para que se alcance a finalidade de toda a operação, convém, em primeiro lugar, notar que ela deve atender a duas questões (§ 2). De facto, é necessário conhecer: 1. a espécie, 2. a proporção da substância ou das substâncias metálicas contidas nos minérios.

A. .... Quanto à espécie, se o minério contém uma única substância metálica, é mais fácil reconhecê-la; na verdade, o metal ou semimetal revela-se ao observador mais claramente.

B. .... Quanto à proporção, em primeiro lugar convém pesar, numa balança (*Fig 16*), o régulo obtido a partir desta operação e, em seguida, comparar o seu peso com o peso tomado para o ensaio (§ 12); finalmente, estabeleça-se a seguinte proporção :

O peso fictício de cem libras está para o verdadeiro peso como o peso do primeiro para o peso do segundo.

Daqui se concluirá que o estudo um minério, efectuado com precisão, pode ser muito útil nos grandes trabalhos da metalurgia.

§. 23.

Pelo que foi dito até agora sobre o processo analítico por via seca, é possivel concluir, com *Bergmann*, que na docimástica seca há três procedimentos fundamentais e que o ensaio será imperfeito e errado, se houver falhas em qualquer um deles:

1° Qualquer composto de metal ou de semimetal deve ser desoxidado com muito cuidado e deve ser conservado neste estado;

2° A fusão completa de todas as substânciasé requerida;

3° Nem uma só partícula de substância metálica deve ficar sem descer ao fundo do vaso.

A. A primeira condição é requerida porque sem a desoxidação não se pode obter o régulo; mas se, uma vez obtido, ele se oxidar de novo, a operação fica perdida.

Quanto aos fluxos que se aplicam por via seca, eles têm uma natureza salina, pelo que requerem abundante substância metálica; a experiência mostra isto mesmo, pois que as escórias aparecem tingidas com a cor dos óxidos. Pode acontecer que algumas partículas metálicas não se desoxidem inteiramente ou,

se isso acontecer, sofram de novo a oxidação, o que, certamente, é contrário à perfeição da experiência.

B. É também necessário um outro requisito. Na verdade, o processo só é considerado perfeito quando dá origem a um régulo brilhante, convexo e com superfície completamente lisa, e a escórias ficam compactas (§ 20). Assim, requer-se que a fusão seja o mais perfeita possível, quer para que a boa vitrificação das escórias, quer para a redução dos óxidos.

Para se obterem estes resultados, por via seca, convém evitar totalmente o contacto com o ar (Escólio §. 19) e, em consequência, o processo deve ser completado em vasos fechados (§ 19) e isso implica que não possamos medir exactamente o grau de calor. É fácil acontecer que, ao ser aplicado uma quantidade de calor maior do que convém, o régulo diminua e não seja possível obter uma opinião segura sobre o minério.

C. Finalmente, o terceiro requisito não é menos necessário. De facto, os corpos fluidos heterogéneos, por serem dotados de diferentes densidades, procuram um lugar apropriado ao seu peso; naturalmente, as substâncias metálicas, porque são mais pesadas, descem ao fundo do vaso. Depois desta operação, os pesos do régulo e do minério devem ser comparados entre si (§.22.); requer-se que nenhuma partícula metálica, mesmo que muito pequena, fique desligada do todo. A avaliação correcta do minério depende deste procedimento.

Pela via seca, não podemos ter certezas sobre o rigor desta operação; de facto, as partículas mais pequenas de metal são agitadas como se estivessem imersas na massa fluida e tenaz das escórias, pelo que nem todas podem vencer o atrito que aí sofrem, pelo que não podem juntar-se ao régulo.

§. 24.

A via seca tem ainda um outro inconveniente. Reconhece-se que embora as substâncias metálicas fundidas, devido ao seu maior peso, se dirijam para o fundo do vaso, pode acontecer que, se elas são não de uma só mas de diversas espécies, elas podem unir-se entre si e formar uma *mistura* (*P.I. C.I. Art. II. § 7. XVI*). Dado que os minérios metálicos contêm, na maior parte das vezes, duas, três, quatro ou mais substâncias metálicas diferentes, a partir destas desoxidações (se estão neste estado) e fusões, elas podem aderir umas às outras, dando misturas que se apresentam ao observador sem clareza e nitidez.

Estas são as desvantagens que existem nas operações por via seca; se todas elas, ou pelo menos a maior parte, puderem ser superadas pelas da via húmida, então esta deve ser considerada como mais segura e mais completa.

§. 25.

Sobre a Docimástica Húmida

As substâncias metálicas encontram-se apenas em três estados (*P.I.C.I.Art.III.*):

1. Nativo

2. Mineralizado[93]
3. Salino[94]

A. As que pertencem ao primeiro estado podem ocorrer sob duas formas:
1. Misturadas com corpos heterogéneos
2. Aglutinadas por uma matriz

No primeiro caso, é para nós muito simples a operação de lavagem (*P.I. C.II. Art.I. § 2.*).

Porém, no segundo caso, a matriz deve ser muito bem examinada, principalmente se for necessário dissolver a própria substância metálica; é também preciso escolher quais os fluxos digestores que lhes devem ser aplicados.

B. Se as substâncias metálicas se encontram no estado mineralizado, então, certamente, conseguimos a finalidade do ensaio pela via húmida, pela qual não só separamos com mais facilidade as próprias substâncias metálicas daquelas que não são metálicas, mas também umas das outras.

Na realidade conhecemos (a partir das *Regras*) quais são os fluxos digestores próprios para cada substância; e, de igual modo, podemos conhecer (*Regra 36*) as substâncias que podem ser sujeitos a estas precipitações.[a)]

C. Esta mesma teoria pode ser aplicada àquelas substâncias que forem encontradas no estado salino.

§. 26.

Graças aos precipitados, são-nos dadas a conhecer duas questões que constituem o objecto do ensaio:
1. A espécie das substâncias metálicas;
2. A proporção das substâncias metálicas.

Os precipitados podem ser obtidos em qualquer das três formas:
1. No estado de régulo
2. No estado de óxido
3. No estado de combinação

A. No primeiro caso, pelas características identifica-se a classe e, a partir daí, identifica-se a *espécie*.

Pela comparação do peso obtido com aquele que tomámos, poderá ser determinada a *proporção* das substâncias (§.22).

B. No segundo e no terceiro casos, as propriedades que observarmos nos precipitados permitir-nos-ão identificar a *espécie*.

---

93 Sulfuretos, arsenetos e sulfo-sais (NR).

94 Carbonatos, sulfatos, fosfatos (NR).

a) Naqueles minérios, nos quais o enxofre se opõe à acção dos ácidos nas substâncias metálicas, a ustulação deve ser realizada em primeiro lugar.

Como conhecemos (pelas *Regras*) quanto peso se acrescenta a estes precipitados, que são obtidos a partir de precipitantes conhecidos, pode ser feita a subtracção deste excesso e com o resíduo do peso estabeleceremos a mesma comparação (§ 22); finalmente, a partir desta determina-se a *proporção* procurada.[b)]

§. 27.

Os procedimentos da docimástica húmida que são usadas nas experiências, são as seguintes:

1. Os minérios devem ser reduzidos, pela trituração e pela moagem, a um pó muito fino.

2. Algumas precipitações devem ser feitas em vasos de vidro, e com cuidado, para que a dissolução dos resíduos não fique incompleta pela falta de precipitante,.

3. Os precipitantes não devem ser adicionados de forma excessiva, para que o precipitado não se dissolva de novo.

4. Os dissolventes têm de ser puros; não se deve fazer uso de nenhuma água, nem sequer da destilada.

5. Em qualquer experiência, deve ser determinado o peso do filtro para que, quando pesarmos o precipitado, esse peso seja subtraido .

§. 28.

O que fica exposto sobre a docimástica húmida leva a concluir que ela deve ser preferida à da via seca, quer porque resolve plenamente os problemas que são considerados principais na docimástica seca (§ 23) e que não podem ser resolvidos com exactidão, quer porque os inconvenientes (§ 24) notados podem evitar-se melhor pela via húmida do que pela via seca. Certamente não é necessário nenhum outro requisito se a experiência for feita pela via húmida; outros porém, embora necessários, obtêm-se de forma mais fácil do que pela via seca.

CAP. II
Sobre a análise das substâncias metálicas

Estabelecemos até aqui as leis gerais da docimástica seca e da húmida. Resta-nos, agora, informar qual o método mais adequado para que uma espécie de qualquer das substâncias metálicas, segundo a classificação descrita (*P.I.C.I.Art.IIII.*), possa ser reduzida por meio de uma prática analítica .Seguiremos, sempre que houver vantagem, a via húmida, que já demonstrámos ser a mais eficaz.

---

b) Naqueles óxidos nos quais o acréscimo de peso ainda não foi determinado, ou naquelas substâncias sobre as quais ainda não existem experiências deste tipo, tentaremos a desoxidação por via seca.

ART. I.

Sobre a análise dos metais nobres

§. 1.

OURO

O Ouro encontra-se em dois estados:

1. Nativo
2. Mineralizado

No Estado Nativo

Espécie I. Apresenta-se em duas variedades.

Variedade I. Ouro disseminado em partículas de terra.

Depois da fragmentação, o tratamento pode ser feito de duas de duas formas:

1. Pela flutuação (*P.I.C.II.Art.1. §. 2.*)
2. Pela amalgamação

Tomem-se dez partes de minério e uma de mercúrio. Misturem-se com água, dentro de um recipiente de ferro ou de terra. Em seguida, a mistura é exposta, durante algum tempo, ao calor levando-a à ebulição; por fim, pela flutuação obteremos uma mistura compósita de ouro e de mercúrio que se separam por destilação.

Variedade II. Ouro aglutinado por uma matriz.

Faz-se a fragmentação, para a posterior análise por uma de duas vias:

1. Por acção dos ácidos

Primeiro deve começar-se pelo exame da matriz . Se ela for de calcário, dissolva-se com ácido nítrico e o ouro será depositado como precipitado puro.

Se a matriz for siliciosa, porque esta não é atacada pelos ácidos, o ouro deve ser dissolvido com ácido nítrico-muriático e depois ser precipitado pelo sulfato de ferro; ter-se-ão 100 grãos de precipitado = 100 de Régulo (*Regra 38*).

2. Por trituração.

A eliminação dos fragmentos das pedras que não contem o metal é feita por flutuação; depois, faz-se a amalgamação (como na *Variedade I.*).

No Estado Mineralizado

Espécie II. Ouro, ferro, enxofre.[95]

Extraia-se primeiro o enxofre. Para que a extracção seja correcta deve acrescentar-se ácido nítrico diluído. Porém, como este ácido somente ataca o ferro, o ouro é separado e o enxofre flutuará à superfície.

Depois extraia-se o enxofre e, por filtração da solução, ter-se-á o ouro. Na solução mantém-se somente o ferro; junte-se soda e o ferro precipita.

O precipitado é dissolvido em ácido muriático, a quente; precipite-se pelo carbonato de sódio e ter-se-ão 225 grãos de óxido de ferro = 100 de Régulo (*Regra 41*).

---

95 Pirite aurífera (NR).

Espécie III. Ouro, ferro, enxofre, arsénico.[96]

Triture-se o minério; em seguida queime-se, para se extraírem os mineralizantes. Acrescente-se ácido nitro-muriático, que dissolve apenas o ouro. Filtre-se a solução e, em seguida, junte-se sulfato de ferro: ter-se-ão 100 grãos de ouro precipitado = 100 de Régulo (*Espécie I*)

No filtro ficou o ferro; dissolva-se, então, com ácido muriático e faça-se a precipitação, como na *Espécie II*.

Espécie IV. Ouro, prata, ferro, chumbo, magnésio, enxofre.

Extraia-se o enxofre por acção do ácido nítrico, como na *Espécie II*; apesar de , com ele, não se dissolver o ouro, dissolvem-se as restantes substâncias que estão contidas no minério (segundo os *Regras*). No final, depois de dissolvidas as restantes substâncias metálicas, ter-se-á ouro precipitado.

A solução é retirada do recipiente por decantação.

A solução contém prata, ferro, chumbo e magnésio. Junte-se uma lâmina de cobre com um dado peso. Desta forma a prata precipita (*Regra 54*) e serão 100 grãos de precipitado = 100 de Régulo.

Filtre-se a solução e junte-se-lhe ácido muriático; ter-se-á um precipitado de muriato de chumbo.

Desoxide-se por via seca (*Cap.I.*). Para esse fim, junte-se ao muriato de chumbo o dobro de potassa e um pouco de pez: obter-se-á, então, um régulo de chumbo cujo peso permitirá determinar a sua proporção.

Na solução nada mais ficará para além do ferro, do magnésio e daquela porção de cobre que provém da lâmina usada para precipitar a prata.

Junte-se outra lâmina de ferro e ter-se-á a precipitação do cobre.

Aqueça-se a solução até à secagem e, em seguida, junte-se ácido acetoso[97]; como este só dissolve o magnésio, o ferro será, certamente, precipitado.

Filtre-se a solução; prossiga-se com a vaporização até à secagem; ter-se-á o magnésio, o qual se deve dissolver novamente em ácido nítrico, por acção do calor; o magnésio será precipitado pelo carbonato de sódio; serão 180 grãos de óxido = 100 de régulo (*Regra 49*).

Dissolva-se o ferro que resta no filtro com ácido muriático e precipite-se pelo carbonato de sódio (*Espécie II*); ter-se-ão 225 de óxido = 100 –*a* de Régulo (*Regra 41*).

Espécie V. Ouro, mercúrio, enxofre.[98]

Triture-se o minério e queime-se. O resíduo será de ouro puro.

Espécie VI. Ouro, cobre, ferro, magnésio, enxofre.[99]

O procedimento a seguir na análise deste minério pode perceber-se a partir do que dissemos acima (*Espécie IV*). Apenas existe uma diferença: na

---

96 Arsenopirite aurífera (NR).

97 Ácido acético (NR).

98 Cinábrio com ouro (NR).

99 Calcopirite com ouro (NR).

solução devemos ter cobre, o qual, pode ser precipitado se se juntar uma lâmina de ferro.

Espécie VII. Ouro, ferro, zinco, cobalto, enxofre.[100]

Junte-se ao minério ácido nítrico diluído; então o enxofre separa-se e, com a excepção do ouro, as outras substâncias são dissolvidas.

Da solução extrai-se o ouro, como se explicou para a *Espécie II*.

Em seguida, exponha-se a solução à acção de um fogo moderado até que seque; ter-se-á um composto de ferro, zinco e cobalto.

Se juntarmos amoníaco, teremos somente o cobalto dissolvido. Filtre-se a solução e acrescente-se um ácido para o cobalto ser precipitado.

Dissolva-se de novo, a quente, com ácido nítrico, e precipite-se pela soda: teremos 140 de óxido de cobalto = 100 de Régulo (*Regra 48*).

O resíduo que foi atacado pela acção do amoníaco, e que é composto de ferro e zinco, deve ser dissolvido em ácido muriático, a quente; depois, o ferro é precipitado com uma lâmina de zinco, de peso conhecido; ter-se-ão 100 grãos de ferro precipitado = 100 de Régulo.

Depois do ferro estar separado, dissolva-se de novo o zinco com ácido nítrico e acrescente-se soda à solução; o zinco precipita na proporção de 161 grãos de óxido = 100 –*a* de Régulo (*Regra 45*).

§. II.
PLATINA

A platina encontra-se somente no estado nativo.

Espécie única . Compreende 5 variedades.

Variedade I. Platina, ouro.

O ácido nitro-muriático dissolve a platina e o ouro (*Regras* 18, 19). Duma solução deste tipo, o sulfato de ferro precipita o ouro, mas não a platina; pelo contrário, o muriato amoniacal precipita a platina, mas não o ouro.

Portanto, o minério deve ser triturado e dissolvido em ácido nitro--muriático; depois, acrescentando sulfato de cobre, ter-se-á o ouro (§.1.).

Filtre-se a solução e acrescente-se muriato amoniacal: ter-se-á platina em estado ainda não conhecido, mas certamente três vezes mais salino.

Separe-se o precipitado, desoxide-se por via seca, utilizando um fluxo vítreo composto por oito partes de vidro, uma de bórax e meia de carvão, na proporção de 3 partes para 1 de minério. Ter-se-á um régulo de platina cuja quantidade será facilmente determinada (*P.II.Sec.I. C.I. §.22.*).

Variedade II. Platina e ferro.

Essas duas substâncias, porque se unem intimamente, só com muita dificuldade podem ser separadas.

Triture-se o minério até obter um pó muito fino, a que se acrescenta ácido nítrico: o ferro é dissolvido e a platina é precipitada.

---

[100] Blenda ferrifera com ouro e cobalto (NR).

Decante-se a solução; junte-se ao precipitado mais ácido nítrico e repita-se o processo até extrair todo o ferro.

O último precipitado dará platina. Ficaremos certos da sua pureza dissolvendo-a com ácido nitro-muriático, para de seguida, ser precipitada pelo muriato amoniacal e, finalmente, desoxidada por via seca (*Variedade I*).

O ferro proveniente da solução é precipitado pela soda; dissolva-se, de novo, com ácido muriático e, finalmente, precipite-se pelo carbonato de sódio: ter-se-ão 225 grãos de óxido = 100 de régulo (*§.I. Espécie II.*).

Variedade III. Platina, mercúrio.

Triture-se; exponha-se ao fogo mais forte; separe-se então o mercúrio e a platina fica pura.

Variedade IV. Platina misturada com terras.

Triture-se; acrescentando ácido nítrico, as terras serão dissolvidas e a platina precipitada.

Se as terras não podem ser dissolvidas, então dissolva-se o minério com ácido nítro-muriático, precipite-se pelo muriato amoniacal e desoxide-se por via seca (*Variedade I*).

Variedade V. Platina misturada com todas, ou algumas, das substâncias que constituem as variedades precedentes.

A análise desta variedade é muito fácil de fazer a partir do que dissemos, até agora, sobre as restantes.

§. III.
PRATA

A prata apresenta-se em três estados:

I. Nativo

II. Mineralizado.

III. Salino.

No Estado Nativo

Espécie I. A prata pode estar ligada a:

1. Pedras.
2. Terras.
3. Substâncias metalíferas.

No primeiro caso, se extrairmos primeiro as pedras, pelas operações de trituração e de flutuação, obteremos a prata como resíduo. Se ainda duvidarmos da pureza da prata, então dissolva-se o minério com ácido nítrico e precipite-se pelo ácido muriático; obter-se-ão 133 de muriato de prata = 100 de régulo (*Regra* 39).

Mas, se juntarmos uma lâmina de cobre em vez do ácido muriático, obteremos prata metálica.

No segundo caso, o da mistura com terras, a flutuação é suficiente para obtermos a prata.

Finalmente, no terceiro caso, diz a experiência que não costuma haver outras substâncias metálicas associadas à prata nativa, para além do ouro, do

cobre, do ferro e do antimónio. Sobre o minério derrame-se ácido nítrico diluído, o qual fará com que o ouro e o antimónio precipitem pois não podem ser dissolvidos. Filtrando a solução, no filtro ficarão o ouro e o antimónio e na solução a prata, o cobre e o ferro.

Precipite-se o cobre por meio de uma lâmina de ferro de peso conhecido: ter-se-ão 100 grãos de precipitado = 100 de régulo.

Depois da separação do cobre, a prata e o ferro permanecem na solução.

Juntando-lhe ácido muriático, a prata é precipitada; serão 133 grãos de muriato de prata = 100 de régulo.

Precipite-se o ferro pela soda e dissolva-se, de novo, a quente, com ácido muriático ; pela precipitação pelo carbonato de soda, obter-se-ão 225 grãos de óxido = 100 – *a* de régulo (*Regra* 55).

No filtro, ficaram o ouro e o antimónio.

Estas duas substâncias dissolvem-se com ácido nitro-muriático; o antimónio pode ser precipitado por meio da água; à solução, depois de filtrada, acrescenta-se sulfato de ferro para finalmente se obter o ouro (§. 1.).

No Estado Mineralizado

Espécie II. Prata, enxofre.[101]

Trate-se ao fogo minério diluído em ácido sulfúrico, cujo peso esteja para o peso do minério na razão de 20 para 1.

Como o enxofre não pode dissolver-se, ele flutua à superfície e deve ser separado por filtração.

Junte-se ácido muriático à solução filtrada: ter-se-ão 133 grãos de muriato de prata = 100 de régulo (*Espécie I*)

Espécie III. Prata, arsénico.[102]

O minério é moído e dissolvido em ácido nítrico; a solução é filtrada e a prata é precipitada pelo ácido muriático (*Espécie I*).

Espécie IIII. Prata, enxofre, arsénico.[103]

Junte-se ácido nítrico diluído com o qual se dissolve a prata, ficando intactos o arsénico e o enxofre.

Em seguida filtre-se; se à solução se juntar o ácido muriático a prata é precipitada (*Espécie I*).

No resíduo do filtro, i. é. na fracção não dissolvida, ficam o arsénico e o enxofre.

Acrescente-se, então, ácido nitro-muriático, o qual apenas dissolve o arsénico.

Separe-se o enxofre, junte-se à solução prussiato de potássio: ter-se-á arsénico precipitado e 180 grãos de óxido = 100 de régulo (*Regra* 46).

---

101 Argentite (NR).

102 Prata arsenical, ou luntolite (NR).

103 Steganite ou feidslebenite (NR).

Espécie V. Prata, ferro, arsénico.

Queime-se o minério e depois dissolva-se com ácido nítrico diluído. Então a prata é precipitada pelo ácido muriático (*Espécie I*) ; finalmente, filtre-se a solução e separe-se o ferro (*Espécie I*).

Espécie VI. Prata, ferro, enxofre, arsénico.[104]

Queime-se o minério, junte-se ácido nítrico diluído, por meio do qual se dissolvem a prata e o ferro.

Estas substâncias serão separadas como se referiu na *Espécie I*.

Se ainda restarem algumas partículas de enxofre, ou de arsénico, elas devem ser separadas, como na *Espécie IV*.

Espécie VII. Prata, cobre, enxofre, arsénico.[105]

Triture-se o minério, queime-se e dissolva-se com ácido nítrico diluído; em seguida, filtre-se para se extrair aquilo que se escapa, por acaso, das substâncias mineralizantes. Ter-se-ão prata e cobre dissolvidos.

Precipite-se a prata por meio de uma lâmina de cobre: ficarão 100 grãos de precipitado = 100 de régulo.

Depois, o cobre é precipitado por meio de uma lâmina de ferro: ter-se-ão 100 grãos de precipitado = 100 – *a* de régulo.

Espécie VIII. Prata, cobre, ferro, enxofre, arsénico.

Triture-se, dissolva-se em ácido nítrico diluído, cujo peso esteja para o peso do minério na razão de 20 para 1, e ponha-se em ebulição até que seque. Depois, acrescentando ainda mais ácido nítrico, a prata e o cobre são dissolvidos e fica um resíduo com o ferro, o enxofre e o arsénico.

Filtrando a solução e juntando-lhe uma lâmina de cobre depositar-se-á a prata (*Espécie VII*).

Depois de separada a prata, junte-se carbonato de sódio para precipitar o cobre, com 194 grãos de óxido = 100 — *a* de régulo (*Regra* 40).

O ferro, o enxofre e o arsénico que ficaram no filtro como resíduos são absorvidos pelo ácido muriático; depois, dissolvem-se o ferro e o arsénico com o enxofre que ficou.

Separe-se o enxofre e junte-se água à solução para precipitar o arsénico.

Decante-se a solução e junte-se prussiato de potássio: ter-se-á ferro, com 590 de óxido = 100 de régulo (*Regra* 41).

Se for necessário saber quanto arsénico foi precipitado por meio da água, dissolva-se com ácido nitro-muriático, precipite-se pelo prussiato de potassa e ter-se-ão 180 de óxido de arsénico = 100 de régulo (*Espécie IV*).

Espécie IX. Prata, zinco, enxofre.[106]

Adicionando ácido nítrico diluído dissolvem-se a prata e o zinco, mas o enxofre permanece intacto.

---

104 Arsenopirite argentífera (NR).

105 Enargite argentífera (NR).

106 Blenda argentífera (NR).

Filtre-se a solução para separar o enxofre; precipite-se a prata com o auxílio de uma lâmina de zinco; serão 100 grãos de precipitado = 100 de régulo.

Na solução resta apenas o zinco que é proveniente quer do minério, quer da lâmina.

Junte-se soda e o zinco será precipitado: serão 161 grãos de óxido = 100 – *a* de régulo (*Regra* 45).

Espécie X. Prata, cobre, antimónio, enxofre, arsénico.[107]

O minério é tratado a quente com ácido nítrico diluído, cujo peso esteja para o peso do minério na razão de 6 para 1.

O enxofre, como não pode ser dissolvido, flutuará; o antimónio e o arsénico serão precipitados até se dissolverem; mas a prata e o cobre sofrerão a solução.

Separe-se o enxofre; filtre-se a solução e faça-se a precipitação da prata com uma lâmina de cobre, e do cobre pelo carbonato de sódio (*Espécie VIII*).

No filtro, restam o antimónio e o arsénico.

Oxigene-se com ácido nítrico para que o antimónio não solúvel seja precipitado; logo, teremos 138 grãos de antimónio oxigenado = 100 de régulo (*Regra* 52).

O arsénico que resta na solução é precipitado pela água e, em seguida é separado; dissolva-se de novo com ácido nitro-muriático; finalmente precipite-se pelo prussiato de potassa; logo, teremos 180 de óxido = 100 de régulo (*Espécie VIII*).

Espécie XI. Prata, ferro, cobalto, enxofre, arsénico.[108]

Derrame-se ácido nítrico diluído no minério, com o qual, porém, não se dissolvem nem o enxofre nem o arsénico, bem como as restantes substâncias.

Junte-se ácido muriático à solução filtrada; ter-se-ão 133 grãos de óxido de prata = 100 de régulo (*Espécie I*).

Separe-se a prata e evapore-se a solução até que seque; então, o ferro não solúvel sai daquele ácido, sem dúvida, com maior oxigenação.

Acrescente-se mais ácido nítrico com o qual o ferro não se dissolve, mas sim o cobalto.

Depois da solução ser filtrada, no filtro fica o óxido de ferro e na solução o cobalto; acrescente-se soda à solução; o cobalto precipita, com 140 de óxido = 100 de régulo (*Regra* 48).

O ferro que resta no filtro dissolve-se, a quente, com ácido muriático; precipite-se, depois, pelo prussiato de potassa: ter-se-ão 590 de óxido =100 de régulo (*Espécie VIII*).

Espécie XII. Prata, antimónio, barite, enxofre.[109]

Dissolva-se o minério com ácido nítrico diluído com o qual a prata e a barite ficam na solução, mas o antimónio e o enxofre são separados.

---

107 Tetraedrite argentífera (NR).

108 Proustite argentífera? (NR).

109 Estibina argentífera com barite (NR).

Filtre-se a solução; a esta acrescente-se uma lâmina de cobre para precipitar a prata: ter-se-ão 100 de precipitado = 100 de régulo.

Depois de separar a prata; junte-se ácido sulfúrico à solução e o espato pesado[110] será. precipitado.

O cobre dissolvido da lâmina permanece na solução, mas o antimónio e o enxofre não sofrerão a solução.

Porém, se adicionarmos ácido nitro-muriático o antimónio dissolver-se-á e o enxofre poderá ser separado.

Filtre-se a solução; acrescente-se-lhe carbonato de sódio e o antimónio será precipitado, com 140 de óxido = 100 de régulo (*Regra* 50).

Espécie XIII. Prata, antimónio, enxofre.[111]

Dissolvendo o minério com ácido nítrico diluído, a prata sofrerá a solução, enquanto que o antimónio e o enxofre resistem.

Filtre-se a solução e junte-se ácido muriático; teremos 133 de muriato de prata = 100 de régulo (*Espécie I*).

O antimónio e o enxofre extraiem-se como na *Espécie XII*.

No Estado Salino

Espécie XIV. Prata e oxigénio.

Dissolva-se o minério com ácido nítrico e precipite-se pelo ácido muriático (*Espécie I*)

Espécie XV. Prata e ácido muriático.[112]

Acrescentando mais ácido muriático, o minério sofrerá imediatamente a solução; depois de acrescentar uma lâmina de cobre ter-se-á prata, na proporção de 100 grãos de precipitado = 100 de régulo.

ART. II.

Sobre a análise dos metais imperfeitos

§. 1.

O COBRE

O Cobre apresenta-se em três estados:

1. Nativo;
2. Mineralizado;
3. Salino.

No Estado Nativo

Espécie I. O Cobre pode apresentar-se sob duas formas:

1. Unido à matriz;
2. Ligado a substâncias metálicas.

---

110 Barite ou sulfato de bário (NR).

111 Estibina argentífera (NR).

112 Cloroargirite (NR).

No primeiro caso: dissolva-se com ácido sulfúrico e depois faça-se a precipitação do cobre com uma lâmina de ferro: serão 100 grãos de precipitado = 100 de régulo.

No segundo caso: como é sabido pela experiência, o ouro, a prata e o ferro são as substâncias metálicas que costumam, geralmente, acompanhar o cobre nativo. Por isso, acrescente-se ácido nítrico diluído com o qual, como dissemos, apenas o ouro é precipitado (*Art. I. §.I.*) ; filtrada a solução, teremos ouro puro; porém, o cobre, a prata e o ferro continuarão dissolvidos.

Mergulhe-se na solução uma lâmina de cobre e a prata é depositada, com 100 grãos de precipitado = 100 de régulo (*Art. I. §. III.*).

Depois de extrair a prata aqueça-se a solução até secar; depois dissolva-se o resíduo com ácido sulfúrico; finalmente, mergulhe-se na solução uma lâmina de ferro para assim recolher o cobre, quer o do minério, quer o da lâmina com a qual a prata foi precipitada; obter-se-ão 100 de precipitado de cobre = 100 – *a* de régulo (*Regra* 55).

Na solução não resta mais nada para além do ferro proveniente do minério e da lâmina.

Acrescente-se carbonato de sódio para precipitar o ferro: ter-se-ão 225 de precipitado = 100 – *a* de régulo (*Regra* 41).

No Estado Mineralizado

Espécie II. Cobre, ferro, enxofre.[113]

Triture-se o minério e dissolva-se com ácido sulfúrico, cujo peso esteja para o peso do minério na razão de 5 para 1; o enxofre é separado, enquanto que o cobre e o ferro são dissolvidos.

Filtre-se a solução e depois precipitem-se o cobre por meio de uma lâmina de ferro e o ferro pelo carbonato de sódio (*Espécie I*).

Se o minério não é suficientemente rico e a precipitação se faz de forma demasiado rápida ou demasiado lenta, pode acontecer que uma certa porção de ferro seja precipitado ao mesmo tempo que o cobre; por isso, dissolva-se de novo o precipitado e repita-se o processo até obtermos apenas cobre puro.

Espécie III. Cobre, ferro, enxofre, arsénico.[114]

Triture-se e queime-se o minério; façam-se as restantes operações, tal como foram descritas para a *Espécie II*.

Espécie IV. Cobre, antimónio, enxofre, arsénico.[115]

Acrescente-se ácido nítrico diluído, o qual apenas dissolve o cobre.

Extraia-se o enxofre e depois filtre-se a solução; no filtro, ficam o antimónio e o arsénico; na solução fica o cobre.

---

113 Calcocite, digenite, covelite (NR).

114 Tenantite, ou cubanite (NR).

115 Enargite (NR).

Introduzindo uma lâmina de ferro na solução fazemos a extracção do cobre (*Espécie I*).

O resíduo, com antimónio e arsénico, é novamente oxigenado com ácido nítrico para se separar o antimónio oxigenado, segundo a proporção 138 = 100 de régulo (*Regra* 52).

Precipite-se o arsénico pela água; em seguida dissolva-se com ácido nitro-muriático e depois precipite-se pelo prussiato de potassa para obter 180 de óxido = 100 de régulo (*Art. I. §. III. Espécie X).*

Espécie V. Cobre, ferro, zinco, enxofre, arsénico.[116]

Triture-se o minério e junte-se-lhe ácido nítrico diluído, o que faz com que se dissolvam as outras substâncias, ficando intactos o arsénico e o enxofre.

Filtrando a solução, o filtro retem o arsénico e o enxofre.

Na solução mergulha-se uma lâmina de ferro para separar o cobre, sendo 100 de precipitado = 100 de régulo (*Espécie I*).

Na solução, permanecem o zinco e o ferro que provém quer do minério, quer da lâmina. Aqueça-se a solução até à secagem e junte-se mais ácido nítrico, o qual dissolve o zinco, mas não o ferro.

Filtre-se a solução e junte-se-lhe soda para separar o zinco; obteremos 161 de óxido = 100 de régulo (*Regra* 45).

Dissolva-se o ferro oxigenado em ácido muriático, a quente, e precipite-se pelo prussiato de potássio, para obter 590 de óxido = 100 – *a* de régulo (*Regra* 41).

Se quisermos saber a quantidade de arsénico que está junta com o enxofre, junte-se ácido muriático por meio do qual se separa o enxofre, e o arsénico é dissolvido

Filtrando a solução e juntando-lhe prussiato de potássio separa-se o arsénico, com 180 de óxido = 100 de régulo (*Art. I. §. III. Espécie IV*).

No Estado Salino

Espécie VI. Cobre e ácido carbónico.[117]

Dissolva-se com ácido sulfúrico e precipite-se o cobre por meio de uma lâmina de ferro; aqui, 100 de precipitado = 100 de régulo.

Se neste minério houver uma certa porção de ferro, filtre-se a solução e junte-se-lhe carbonato de sódio para separar o ferro: 225 de óxido = 100 – *a* de régulo (*Espécie I*).

Espécie VII. Cobre e ácido sulfúrico.[118]

Dissolva-se com água quente e precipite-se por meio de uma lâmina de ferro: 100 de precipitado = 100 de régulo (*Espécie VI*).

Espécie VIII. Cobre e ácido muriático.[119]

---

116 Tenantite zincífera (NR).

117 Malaquite ou azurite (NR).

118 Hidrocianite (NR).

119 Nantocóite (NR).

Dissolva-se o minério, a quente, e precipite-se pela soda. Depois, dissolva-se de novo o precipitado em ácido nítrico e junte-se à solução carbonato de sódio para separar o cobre; neste caso, 194 de óxido = 100 de régulo (*Regra* 40).

§. II.
FERRO

Encontra-se em três estados:

1. Nativo,
2. Mineralizado,
3. Salino.

No Estado Nativo

Espécie I. Contém o ferro misturado:

1. Com a matriz;
2. Com óxido de ferro.

Dissolva-se com ácido muriático e precipite-se por meio de uma lâmina de zinco; 100 de precipitado = 100 de régulo.

Se a matriz não poder ser dissolvida, filtre-se a solução antes de provocar a precipitação.

Se a matriz for solúvel, o ferro permanecerá na solução e não será precipitado pela lâmina de zinco.

No Estado Mineralizado

Espécie II. Ferro e enxofre.[120]

Queime-se o minério e depois dissolva-se com ácido muriático para finalmente precipitar o ferro pela soda; assim, teremos 170 de óxido = 100 de régulo (*Regra 41*).

Espécie III. Ferro e arsénico.[121]

Queime-se, dissolva-se e precipite-se como na *Espécie II.*

Espécie IV. Ferro, enxofre, arsénico.[122]

Queime-se e façam-se as outras operações, como na *Espécie II.*

No Estado Salino

Espécie V. Ferro e ácido carbónico.[123]

Variedade I. Ferro, ácido carbónico, magnésio

Junte-se ácido nítrico ao minério e faça-se ferver até que seque: ter-se-á um composto oxigenado de ferro e magnésio.

---

120 Pirite, ou pirrotite (NR).

121 Lolingite (NR).

122 Arsenopirite (NR).

123 Siderite (NR).

Se a este resíduo se juntar ácido acético, apenas o magnésio se dissolve; depois, por filtração e por evaporação, o magnésio é separado da solução.

Dissolva-se de novo com ácido nítrico, pela acção do calor, e precipite-se pelo carbonato de sódio: obter-se-ão 180 grãos de óxido de magnésio = 100 de régulo (*Art. I. §. 1. Espéc. IV.*).

O ferro oxigenado dissolve-se de novo, a quente, em ácido muriático e depois é precipitado pelo carbonato de sódio; teremos 225 de óxido = 100 de régulo (*Art.I. § I. Esp. II).*

Variedade II. Ferro e carbonato de cálcio.[124]

Dissolva-se com ácido muriático; depois, juntando ácido sulfúrico, obter-se-á um precipitado de sulfato de cálcio (*Selenite*).

Filtre-se; na solução, apenas fica o ferro, que será precipitado pelo carbonato de sódio (*Variedade I*).

Variedade III. Ferro e argila.

Dissolva-se com ácido sulfúrico; em seguida mergulhe-se uma lâmina de zinco, para nela se depositar o ferro; assim, 100 de precipitado = 100 de régulo.

Na solução restará a argila e também o zinco que a lâmina perdeu.

Variedade IV. Ferro e sílica.[125]

Tratando com ácido muriático, o ferro é dissolvido e a sílica é precipitada.

Depois de filtrar a solução, o ferro é precipitado por meio do carbonato de sódio (*Var. I.*).

Espécie VI. Ferro e ácido sulfúrico.[126]

Junte-se água quente e dissolva-se o minério completamente. Acrescente-se soda para separar o ferro, na proporção de 170 de óxido = 100 de régulo (*Regra* 41).

Espécie VII. Ferro e ácido prússico.

Queimado o minério, o ácido prússico é libertado, ficando o óxido de ferro.

Depois dissolva-se com ácido muriático ou sulfúrico; em seguida precipite-se pela soda (*Espécie VI*)

Espécie VIII. Ferro e ácido fosfórico.[127]

Dissolva-se com ácido sulfúrico e precipite-se pela soda (*Espécie VII*).

Espécie VIIII. Ferro e ácido carbónico.

Dissolva-se com ácido muriático e precipite-se pelo carbonato de soda; ter-se-ão 225 de óxido = 100 de régulo (*Espécie V. Var.I*).

---

124 Anquerite (NR).
125 Quartzo (NR).
126 Vitríolo (NR).
127 Vivianite (NR).

§. III.
ESTANHO

O estanho ocorre em três estados:

1. Nativo,
2. Mineralizado,
3. Salino.

No Estado Nativo

Espécie I. O estanho apresenta-se unido:

1. À matriz;
2. A substâncias metálicas.

Quanto ao 1º : triture-se, lave-se, dissolva-se em ácido nitro-muriático e precipite-se, finalmente, por meio de carbonato de sódio; ter-se-ão 131 grãos de óxido = 100 de régulo (*Regra* 42).

Quanto ao 2º: como o ferro e o cobre são os metais que, geralmente, costumam acompanhar o estanho nativo, então, acrescente-se ácido nítrico para dissolver o ferro e o cobre e precipitar o estanho oxigenado.

Filtre-se a solução; no filtro fica o estanho oxigenado,na proporção de 140 grãos = 100 de régulo (*Regra* 53).

Na solução restam o cobre e o ferro.

Mergulhando uma lâmina de ferro o cobre precipita, na proporção de 100 grãos de precipitado = 100 de régulo.

Precipite-se o ferro por meio da soda; dissolva-se de novo em ácido muriático e precipite-se por meio de carbonato de sódio; serão 225 grãos de óxido = 100 – *a* de régulo (*Art. II. § II. Espécie V. Variedade I.*)

No Estado Mineralizado

Espécie II. Estanho e enxofre.[128]

O minério é separado da matriz, por trituração e flutuação; em seguida, tritura-se o minério até se obter um pó muito fino; por fim, é tratado em ácido sulfúrico, durante algumas horas, num fogo bastante forte; depois de arrefecido, junte-se-lhe ácido muriático e, passadas duas horas, junte-se água.

Depois de separar o enxofre, quando aparecer uma solução límpida, decante-se e precipite-se o estanho por meio do carbonato de sódio; ter-se-ão 131 de óxido = 100 de régulo (*Regra* 42).

No Estado Salino

Espécie III. Estanho e ácido carbónico.

A análise deste minério deve fazer-se do mesmo modo que na *Espécie II.*

---

128 Estanite? (NR).

§. IV.
CHUMBO

O chumbo ocorre em dois estados:

1. Mineralizado,
2. Salino.

Espécie II. O chumbo contém prata, ferro e enxofre.[129]

Junte-se-lhe ácido nítrico diluído; a matriz, por não ser solúvel, precipitará; o enxofre separar-se-á, enquanto que o chumbo, a prata e o ferro serão dissolvidos.

Na solução, depois de filtrada, introduza-se uma lâmina de cobre, sobre a qual depositará a prata: 100 grãos de precipitado = 100 de régulo.

Depois de extraída a prata, introduza-se uma lâmina de ferro, na qual depositará o cobre deixado pela primeira lâmina.

Na solução nada mais resta do que o chumbo e o ferro.

Depois, a mesma solução é repetidamente aquecida (conforme o estado do ferro) até que seque; como resíduo, ficarão dois óxidos: um de ferro, não solúvel em ácido nítrico; outro de chumbo, que pode ser dissolvido nesse ácido.

À solução, depois de filtrada, junta-se carbonato de sódio; separa-se o chumbo, na proporção de 132 grãos de óxido = 100 de régulo (*Regra* 43).

Dissolva-se o óxido de ferro em ácido muriático e precipite-se, como no *Art. II. §. II. Espécie V. Variedade I.*

Espécie III. Chumbo, prata, antimónio, enxofre.[130]

Acrescente-se ácido nítrico diluído: o enxofre não é dissolvido e flutua; o antimónio é precipitado; o chumbo e a prata são dissolvidos.

Filtrando a solução, separa-se o enxofre.

Precipite-se a prata pelo cobre e o cobre pelo ferro. Para que o chumbo se separe do ferro que a lâmina perdeu ao precipitar o cobre, deve proceder-se como na *Espécie II.*

Ataque-se o antimónio que resta no filtro com ácido nítrico concentrado, a quente; ter-se-ão então 138 grãos de antimónio oxigenado = 100 de régulo (*Regra* 52).

Espécie IV. Chumbo, enxofre, arsénico.[131]

Acrescentando ácido nítrico diluído, o enxofre é separado, o arsénico é precipitado e o chumbo dissolvido.

Separe-se o enxofre e filtre-se a solução.

À solução acrescente-se carbonato de sódio para separar o chumbo: 132 grãos de óxido = 100 de régulo (*Espécie II*).

---

129 Galena argentífera e ferrífera (NR).

130 Burnonite, ou Pirargirite (NR).

131 Sulfosal de Pb.

Dissolva-se o arsénico que ficou no filtro em ácido nitro-muriático e precipite-se pelo prussiato de potassa; obtêm-se 180 grãos de óxido = 100 de régulo (*Art. II. § I. Espécie V*).

No Estado Salino

Espécie V. Chumbo e ácido carbónico.[132]

Primeiro separem-se as pedras e as terras, por meio da trituração e flutuação; em seguida, dissolva-se o minério em ácido nítrico e precipite-se por meio de carbonato de sódio (*Espécie IV*).

Espécie VI. Chumbo e ácido sulfúrico.[133]

Dissolva-se em água fervente e precipite-se pela soda; depois, dissolva-se de novo em ácido nítrico e precipite-se, por fim, pelo carbonato de sódio (*Espécie IV*).

Espécie VII. Chumbo e ácido fosfórico.[134]

Dissolva-se em ácido nítrico, a quente, e precipite-se pelo ácido sulfúrico; ter-se-ão 143 grãos de sulfato de chumbo = 100 de régulo (*Regra* 43).

ART. III.

Sobre a análise dos semimetais tenazes e duros

§. I.

NÍQUEL

O níquel encontra-se em três estados:

1. Nativo,
2. Mineralizado,
3. Salino.

No Estado Nativo

Espécie I. O níquel pode encontrar-se sob duas formas:

1. Misturado com a matriz;
2. Misturado com substâncias metálicas.

No 1º caso : triture-se o minério, lave-se, dissolva-se em ácido nítrico e precipite-se pela soda. Obter-se-ão 128 grãos de óxido de níquel = 100 de régulo (*Regra* 44).

Se a matriz for solúvel, precipite-se o níquel pelo zinco: serão 100 de precipitado = 100 de régulo.

No 2º caso : visto que as substâncias metálicas que se encontram associadas ao níquel nativo são a prata, o ferro, o bismuto e o cobalto, então, deve

---

132 Cerusite (NR).

133 Anglesite (NR).

134 Piromorfite? (NR).

acrescentar-se ácido nítrico diluído para se obter uma solução que contem todas essas substâncias.

Junte-se água e ter-se-á bismuto, na proporção de 113 gr. de óxido = 100 de régulo (*Regra* 47).

Acrescente-se ácido muriático e ter-se-ão 133 de muriato de prata = 100 de régulo (*Art. I. §.III.*).

Evapore-se a solução até à secagem; acrescente-se amoníaco e o cobalto será dissolvido.

Decante-se a solução; precipite-se o cobalto pela acção de qualquer ácido; dissolva-se, de novo, em ácido nítrico e precipite-se pela soda; serão 140 de óxido = 100 de régulo (*Art. I. § I .Espécie VII*).

No resíduo ficarão somente níquel e ferro.

Ferva-se bem, de novo, em ácido nítrico; o níquel será dissolvido e o ferro precipitado, por causa da maior oxigenação.

Acrescentando soda à solução, já filtrada, separa-se o níquel, na proporção de 128 grãos de óxido de níquel = 100 de régulo (*1º caso*).

O método pelo qual se pode determinar a quantidade de ferro oxigenado já foi acima descrito.

No Estado Mineralizado

Espécie II. Níquel, ferro, cobalto, enxofre e arsénico[135]

O minério é queimado para se extraírem as substâncias mineralizantes: enxofre e arsénico. Para as substâncias restantes procederemos como na *Espécie I*.

No Estado Salino

Espécie III. Níquel e ácido carbónico.

Dissolva-se em ácido nítrico e precipite-se pela soda; serão 128 de óxido = 100 de régulo (*Espécie I*).

Espécie IV. Níquel e ácido sulfúrico.

Derrame-se ácido sulfúrico até se obter uma dissolução total; em seguida, acrescente-se soda e o níquel precipita.

Coe-se a solução; o óxido de níquel obtido dissolve-se de novo em ácido nítrico; depois precipite-se pelo carbonato de sódio: serão 135 de óxido = 100 de régulo (*Regra 44*).

§. II.
ZINCO

O zinco ocorre sob duas formas:

1. No estado Mineralizado
2. No estado Salino

135 Bravoite, ou niquelite (NR).

No Estado Mineralizado

Espécie I. Zinco com enxofre contém ferro.[136]

Dissolva-se em ácido nítrico diluído; depois de separar o enxofre, ter-se-á uma solução de zinco e ferro.

Nesta solução, mergulhe-se uma lâmina de zinco, sobre a qual deposita o ferro, com 100 de precipitado = 100 de régulo.

Junte-se prussiato de potássio para separar o zinco: serão 495 grãos de prussiato de zinco = 100 – *a* de régulo (*Regra 45*).

Se existir no minério uma certa porção de cobre, precipitá-lo-emos com uma lâmina de ferro e depois o ferro pelo zinco : 100 de ferro precipitado = 100 – *a* de régulo.

Se no mesmo minério existir prata ou chumbo, a prata em solução será precipitada por meio do cobre.

Depois de separar a prata, deve precipitar-se o chumbo pelo ácido muriático; a sua quantidade será determinada fazendo a desoxidação por via seca (*Art.I.§ I. Espécie IV*).

Depois de extraír o muriato de chumbo, nada mais haverá na solução para além do zinco, do ferro e do cobre, cujos métodos de extracção e de quantificação já foram apresentados.

No Estado Salino

Espécie II. Zinco e ácido carbónico.[137]

O minério, depois de preparado, é dissolvido em ácido nítrico e o zinco é precipitado pelo carbonato de sódio; serão 193 de óxido = 100 de régulo (*Regra 45*).

A matriz deste minério pode ser:

1.Não solúvel,

2.Solúvel.

Quando não é solúvel : antes de precipitar o zinco, a matriz deve ser separada por decantação ou filtração.

Quando é solúvel : a matriz pode ser:

1. Calcária,

2. Argilosa.

Em relação à primeira: derrame-se ácido sulfúrico sobre o minério; ter-se-á um precipitado de sulfato de calcio (*Selenite*) .

Em seguida, filtre-se, e depois precipite-se o zinco.

Se a matriz for argilosa, acrescente-se prussiato de potássio; então a argila fica na solução e precipitará o prussiato de zinco e serão 495 = 100 de régulo (*Espécie I*).

---

136 Blenda ferrifera (NR).

137 Smithsonite (NR).

Espécie III. Zinco e ácido sulfúrico.[138]

Dissolva-se o minério com ácido sulfúrico e precipite-se o zinco pela soda. Em seguida, filtre-se a solução e dissolva-se de novo o precipitado em ácido nítrico. Por fim, junte-se carbonato de sódio e ter-se-á a separação do zinco, na proporção de 193 de óxido = 100 de régulo (*Espécie II*).

ART. IV.

Sobre a análise dos semimetais frágeis

§. I.

ARSÉNICO

O arsénico encontra-se em três estados:

1. Nativo,
2. Mineralizado,
3. Salino.

No Estado Nativo

Espécie I. O arsénico pode ocorrer associado:

1. Com uma matriz,
2. Com metais.

No primeiro caso: acrescente-se ácido nitro-muriático.

Se a matriz for insolúvel , ela precipitará e o arsénico será dissolvido.

Filtre-se a solução e junte-se-lhe água para obter o precipitado de arsénico.

Como este precipitado não se pode dissolver de novo, para se lhe determinar a quantidade correspondente de régulo, nenhuma porção dele se pode converter em ácido arsénico. Para acorrer a este inconveniente, separe-se o arsénico precipitado pela água; junte-se, em seguida, um óleo qualquer e por fim exponha-se ao fogo num vaso sublimatório. Obter-se-á um régulo que deve ser avaliado de acordo com o que se diz no *Cap. I. § .22*.

Se a matriz for solúvel, dissolver-se-á ao mesmo tempo que o arsénico mas não se precipitará pela água.. Depois, o arsénico separado será desoxidado, por via seca, como foi já exposto.

No segundo caso: o arsénico nativo encontra-se misturado com a prata e o ferro.

Acrescente-se ácido nitro-muriático, pelo qual se precipitará a prata, enquanto que o arsénico e o cobre serão dissolvidos. Filtre-se a solução e obter-se-á a prata (*Art. I. §. III.*).

Juntando água à solução, há a precipitação do arsénico, que será desoxidado por via seca (*1º caso*).

---

138 Zincocite (NR).

Na solução ficou o ferro.

Precipite-se pela soda; depois, dissolva-se, de novo, em ácido muriático e precipite-se pelo carbonato de sódio (*Art. II. § II.*)

No Estado Mineralizado

Espécie II. Arsénico, enxofre.[139]

Faça-se a digestão do minério em ácido muriático e acrescente-se, pouco a pouco, ácido nítrico para facilitar a solução.

Em seguida, é feita a filtração: no filtro, fica o enxofre e na solução, o arsénico.

Precipite-se o arsénico por meio da água.

A precipitação não é possível quando, depois de um intervalo de tempo bastante longo, e tendo terminado a acção do calor, na solução há a conversão de uma porção de arsénico em ácido arsénico; nesse caso, depois da filtração, evapore-se a solução até à secagem; desse modo, ter-se-á ácido arsénico condensado. Este, junto com o precipitado antes obtido, deve ser desoxidado por via seca (*Espécie I*); só então definiremos exactamente a sua proporção.

No Estado Salino

Espécie III. Arsénico e ácido carbónico.

Dissolva-se em ácido nitro-muriático, precipite-se pela água e, finalmente, desoxide-se (*Espécie I*).

§. II.
BISMUTO

O bismuto encontra-se em três estados:

1. Nativo,
2. Mineralizado,
3. Salino.

No Estado Nativo

Espécie I. O bismuto pode ocorrer:

1. Misturado com a matriz,
2. Misturado com substâncias metálicas.

No primeiro caso: triture-se o minério e lave-se; depois dissolva-se em ácido nítrico; filtre-se, junte-se água e ter-se-á bismuto: 113 de óxido = 100 de régulo (*Regra 47*)

No segundo caso: se as substâncias metálicas que se encontram ligadas ao bismuto nativo são a prata e o cobalto, acrescente-se ácido nítrico e tudo se dissolverá.

---

139 Auripigmento e realgar — A_s S e AS_2 S_3 (NR).

Junte-se água para separar o bismuto: 113 de óxido = 100 de régulo (*1º caso*).

A solução filtrada conterá prata e cobalto.

Acrescentando ácido muriático, obter-se-ão 133 de muriato de prata = 100 de régulo (*Art. I. §. III.*).

Filtre-se a solução e acrescente-se soda; ter-se-á cobalto, na proporção 140 de óxido = 100 de régulo (*Regra 48*).

No Estado Mineralizado

Espécie II. Bismuto e enxofre.[140]

Ao minério junte-se ácido nítrico diluído; o enxofre será separado e o bismuto ficará dissolvido.

Depois de filtrar a solução, precipite-se o bismuto pela água: finalmente, pese-se (*Espécie I*)

Espécie III. Bismuto, ferro, enxofre.

Acrescente-se ácido nítrico diluído; o enxofre separar-se-á mas o bismuto e o ferro ficarão em solução.

Filtre-se e precipite-se o bismuto pela água (*Espécie I*).

Com o mesmo ácido oxigene-se o ferro e dissolva-se, novamente, em ácido muriático; finalmente precipite-se pelo carbonato de sódio (*Art. II. §. II.*).

No Estado Salino

Espécie IV. Bismuto e ácido carbónico.

Dissolva-se o minério em ácido nítrico e precipite-se pela água (*Espécie I*).

Espécie V. Bismuto e ácido sulfúrico.

Acrescente-se ácido sulfúrico até se obter a dissolução completa; depois precipite-se pela água.

Separe-se o bismuto precipitado, dissolva-se de novo em ácido nítrico e, por fim, precipite-se pela água (*Espécie I*).

§. III.
COBALTO

O cobalto ocorre em dois estados:

1. Mineralizado,
2. Salino.

No Estado Mineralizado

Espécie I. Cobalto, ferro, enxofre.[141]

Acrescente-se ácido nítrico por meio do qual se separa o enxofre e são dissolvidos o cobalto e o ferro.

---

140 Bismutinite (NR).

141 Bravoite? (NR).

Filtre-se a solução e aqueça-se esta até à secagem; ter-se-á um composto de cobalto e de óxido de ferro.

Acrescente-se-lhe ácido acético e o óxido de cobalto é dissolvido.

De seguida faça-se a filtragem: no filtro, ficará o óxido de ferro e na solução o cobalto.

Evapore-se a solução até à secagem; dissolva-se de novo o que resta em ácido nítrico e, de seguida, precipite-se pelo carbonato de sódio: oter-se-ão 160 de óxido de cobalto = 100 de régulo (*Regra 48*).

O óxido de ferro, que não é solúvel em ácido acetoso, é dissolvido em ácido muriático e precipitado pelo carbonato de sódio (*Art. I. §. I. Espécie IV*).

Espécie II. Cobalto, ferro, arsénico.

Junte-se ácido muriático o qual dissolve todas as substâncias enunciadas (segundo os *Regras*).

Junte-se água e precipitar-se-á o arsénico, que pode ser pesado facilmente (*Art. IV. §.I.*).

Decante-se a solução e separe-se o cobalto do ferro, como na *Espécie I*.

Espécie III. Cobalto, ferro, enxofre, arsénico.[142]

Junte-se ácido muriático pelo qual se separa o enxofre, sendo dissolvidas as restantes substâncias.

Depois de separado o enxofre, junte-se água e ter-se-á arsénico (*Espécie II.*); depois, com uma nova filtração, o cobalto poderá também ser separado do ferro, como na *Espécie I*.

No Estado Salino

Espécie IV. Cobalto e ácido carbónico.

Dissolva-se o minério em ácido nítrico e precipite-se pela soda; neste caso 140 de óxido de cobalto = 100 de régulo (*Regra 48*).

Se em minérios deste tipo (o que pode acontecer) se encontrar prata, então será necessário mergulhar uma lâmina de cobre para que a prata nela se deposite : naturalmente 100 grãos de prata precipitada = 100 de régulo.

Neste caso, a solução de cobalto, conterá necessariamente o cobre separado da lâmina; por isso não se deve acrescentar soda, pela qual precipitariam, ao mesmo tempo, uma e outra substância.

Assim, comece-se pela precipitação do cobre por meio de uma lâmina de ferro que se mergulha na solução.

Em seguida, filtre-se a solução e, como ela contem o cobalto e o ferro, proceda-se como se procedeu para a *Espécie I*.

Dado que nos ditos minérios se encontra o níquel, seguiremos os procedimentos descritos na análise referida no *Art. III. §. I.*.

Espécie V. Cobalto e ácido sulfúrico.

Acrescente-se ácido sulfúrico até se obter uma dissolução completa; depois junte-se soda e obter-se-á a precipitação do. cobalto

---

142 Esmaltite, ou Saflorite (NR).

Este precipitado com cobalto será novamente dissolvido pelo ácido nítrico e, mais uma outra vez, atacado pelo prussiato de potassa, para obter um precipitado em que 142 = 100 de régulo (*Regra 48*).

§. IV.
MANGANÉSIO

O manganésio ocorre no estado salino.

No Estado Salino

Espécie I. O manganésio pode ocorrer sob três formas:

1. De óxido puro,
2. Junto com uma matriz,
3. Junto com ferro.

1° O óxido de manganésio nativo, enquanto não for privado de uma porção de oxigénio é insolúvel em ácidos; por isso, introduza-se o minério em ácido nítrico, junte-se um pouco de sacarina e exponha-se à digestão pelo calor. Observar-se-á, certamente, uma solução.

Decante-se e acrescente-se de novo ao resíduo, com iguais quantidades de ácido e de sacarina, repetindo-se a operação até que não apareça nenhuma solução.

Todos os licores contêm, ao mesmo tempo, manganésio dissolvido.

Junte-se carbonato de sódio para provocar a precipitação do magnésio; considerem-se 180 de óxido = 100 de régulo (*Regra 49*).

2° A matriz do minério pode ser:

1. Insolúvel,
2. Solúvel.

No 1° caso: dissolva-se e, tal como na primeira aplicação, a matriz precipitada ficará no filtro e a solução, depois da filtragem, apenas conterá o manganésio.

No 2° caso: precipite-se o magnésio pelo zinco; dado que o manganésio assim precipitado não está no estado de régulo perfeito, então deve ser novamente dissolvido, em ácido nítrico, juntamente com o açúcar e depois ser precipitado, como no *1° caso*.

3° Dissolva-se o minério como no caso precedente; depois, faça-se ferver até que seque; obter-se-á um resíduo de óxidos de manganésio e de ferro.

A este resíduo acrescente-se ácido acético, o qual dissolve apenas o óxido de manganésio (*Art. I. §.I. Espécie IV.)*.

Filtre-se e evapore-se até à secagem, para se obter o óxido de manganésio separado.

Dissolva-se em ácido nítrico, a que se adicionou açúcar e depois precipite-se pelo carbonato de sódio (*no 1° caso*).

O óxido de ferro que fica no filtro deve ser dissolvido, de novo, em ácido muriático e depois ser precipitado pelo carbonato de sódio (*Art. II. §. II.*).

§. V.
MOLIBDÉNIO

O molibdénio só se encontra no estado mineralizado.

Espécie I. Molibdénio e enxofre.[143]

Triture-se e queime-se até que fique branco.

Acrescente-se ácido nítrico na proporção de 3 para 1. Seque-se e repita-se a mesma operação, duas ou três vezes, até se observar que o ácido nítrico não reage de forma perceptível. Então ter-se-á formado o ácido molibdénico sólido.

Tome-se uma porção deste ácido e junte-se-lhe um óleo qualquer. Em seguida, divida-se em pequenos glóbulos que se introduzem num cadinho recoberto interiormente com pó de carvão. Cubram-se com pó de carvão e, em seguida, depois do cadinho ser muito bem fechado, exponha-se à acção de um fogo forte, durante 2 ou 3 horas; obter-se-á régulo de molibdénio, cuja quantidade será fácil determinar.

§. VI.
ANTIMÓNIO[144]

O antimónio encontra-se em dois estados:

1. Mineralizado,
2. Salino.

No Estado Mineralizado

Espécie II. Antimónio, enxofre.[145]

Acrescentando-se ácido nitro-muriático; separar-se-á o enxofre puro e o antimónio dissolver-se-á.

Filtre-se a solução e faça-se ferver em ácido nítrico; obter-se-á antimónio oxigenado, que se precipita por si próprio; ter-se-ão 138 de óxido de antimónio = 100 de régulo (*Regra 52*).

Espécie III. Antimónio e arsénico.

Acrescente-se ácido nitro-muriático e dissolva-se com qualquer substância (segundo as *Regras*).

À solução obtida junte-se ácido nítrico, num peso que esteja para o peso do minério na razão de 2 para 1.

De seguida, ferva-se e o antimónio será precipitado num estado de maior oxigenação (*Espécie II).*

Depois de separar o antimónio, precipite-se o arsénico pela água e, finalmente, por via seca, desoxide-se (*Art. IV. §. I.*)

---

143 Molibdenite (NR).

144 Estíbio no original (NR).

145 Estibina, estibinite, ou antimonite (NR).

No Estado Salino

Espécie IV. Antimónio e ácido carbónico.

Dissolva-se em ácido nitro-muriático e precipite-se pelo carbonato de sódio; logo, 140 = 100 de régulo (*Regra 50*).

Espécie V. Antimónio e ácido muriático.

Acrescente-se a quantidade de ácido muriático necessária até se obter uma dissolução completa; depois junte-se soda e o antimónio será precipitado.

Filtre-se, dissolva-se de novo em ácido nitro-muriático e precipite-se pelo carbonato de sódio; logo, 140 = 100 de régulo (*Espécie IV*)

§. VII.

TUNGSTÉNIO

O tungsténio ocorre apenas no estado salino.

Espécie I. Tungsténio e oxigénio.

Triture-se o minério e misture-se com 3 ou 4 partes de carbonato de potássio; aqueça-se a mistura, ao fogo, até à fusão; depois de arrefecido, dissolva-se, de novo, em água quente; em seguida faça-se a filtração e depois acrescente-se à solução ácido muriático ; finalmente, obtem-se o precipitado de ácido tungsténico.

Finalmente, o precipitado é filtrado, lavado e seco.

Desoxide-se, então, por via seca e façam-se todas as outras operações como descrevemos para a desoxidação do molibdénio (§.V.).

Espécie II. Tungsténio, oxigénio, óxido de ferro e magnésio.[147]

A análise desta espécie deve ser feita do modo usado para a *Espécie I*. Na verdade, o óxido de magnésio, quando o dissolvemos misturado em água quente, precipita, mas o óxido de ferro, se ficar suspenso na solução, é dissolvido pela acção do ácido muriático; faz-se assim a precipitação do ácido tungsténico sólido e completamente livre das outras substâncias.

ART. V.

Sobre a análise do semimetal fluido

§. Único

MERCÚRIO[148]

O mercúrio encontra-se em três estados:

1. Nativo,
2. Mineralizado,
3. Salino.

---

147 Nesta espécie II — leia-se manganésio e ferro em vez de óxido de ferro (NR)

148 Mercúrio é o hidrargírio do texto(NR).

No Estado nativo

Espécie I. Mercúrio nativo.

Como está comprovado pela observação, pode existir em duas formas:

1. Junto com uma matriz,

2. Junto com substâncias metálicas.

No 1º caso: serão necessárias as operações de flutuação e de destilação.

Quanto ao 2º, as substâncias metálicas que mais vezes costumam aliar-se ao hidrargírio nativo são o ouro, a prata e o bismuto.

Juntando-se ácido nítrico, o ouro será precipitado, porque não pode dissolver-se.

Depois do ouro ser extraído, ficarão na solução o mercúrio (hidrargírio), a prata e o bismuto.

Juntando-se água, separa-se-á bismuto, que poderemos quantificar (*Art. IV. §. II.*)

No resíduo, ficarão o hidrargírio e a prata.

Acrescente-se ácido muriático e precipitar-se-ão estas duas substâncias.

Introduza-se este precipitado compósito numa retorta e destile-se; obter-se-á o mercúrio no estado de régulo.

Do muriato de prata, que permanecerá fixo, obter-se-ão 133 = 100 de régulo (*Art. I.§.III.*)

No Estado Mineralizado

Espécie II. Mercúrio, enxofre.[149]

Acrescente-se ácido nitro-muriático, preparado com três partes de ácido nítrico e uma de ácido muriático, cujo peso esteja para o peso do minério na razão de 8 para 1. O mercúrio será dissolvido e o enxofre separado.

Filtre-se e na solução obtida mergulhe-se uma lâmina de zinco para provocar a deposição do mercúrio; assim obtem-se 100 = 100 de régulo.

Espécie III. Mercúrio, cobre, enxofre.

Exponha-se o minério à acção do fogo, num vaso sublimatório; obter-se-á um resíduo de cobre e de sulfureto de mercúrio (*Cinábrio*) sublimado.

Separado este com muito cuidado, aplique-se-lhe o procedimento exposto para a *Espécie II.*

O cobre deve dissolver-se em ácido nítrico, ser precipitado pelo carbonato de sódio e, por fim, ser quantificado (*Art. II. §. I.*)

No Estado salino

Espécie IV. Mercúrio oxigenado.

Dissolva-se em ácido nítrico e precipite-se pelo carbonato de sódio; logo, 110 = 100 de régulo (*Regra 51*).

---

[149] Cinábrio (NR).

Espécie V. Mercúrio e ácido muriático.

Dissolva-se em água quente e precipite-se pela soda.

Depois, filtre-se, dissolva-se, de novo, em ácido nítrico e precipite-se pelo carbonato de sódio (*Espécie IV.*).

Espécie VI. Mercúrio e ácido sulfúrico.

Depois de acrescentar ácido sulfúrico até se obter uma solução, merguu-lhe-se nela uma lâmina de zinco; ter-se-á mercúrio com 100 = 100 de régulo.

CAP. III.
Sobre as operações de copelação e de separação

A análise das substâncias metálicas nem sempre pode ser levada a efeito por via húmida. Por vezes, é necessário, seguir a via seca. Assim, para que os trabalhos empreendidos obtenham um melhor resultado, quer em pequenas, quer em grandes quantidades, é necessário, sem dúvida, fazer a fusão do minério.

Contudo, na maior parte das vezes, as substâncias metálicas misturam-se pela fusão. Dado que os metais perfeitos são superiores, quer em propriedades, quer em preço, aos imperfeitos e aos semimetais, de pouco valeriam as experiências minuciosas, e os grandes trabalhos seriam menos úteis, se não fosse claro o método de separar os metais perfeitos das outras substâncias metálicas.

Consegue-se isso pela copelação (*P.I.Cap.II.Art.I.§.9.*).

Trataremos da operação da copelação no artigo primeiro deste capítulo.

No que respeita às suas propriedades, os metais perfeitos são afins uns dos outros.

Embora pela copelação eles se separem das outras substâncias metálicas, diz-nos a experiência que permanecem ligados entre si.

Portanto, é necessário um método pelo qual os metais se separem uns dos outros.

Este método constitui o processo da *Separação* (em francês *Départ*) (*P.I.C.II.Art.I.§.10.*). Será tratado noutro artigo deste capítulo.

ART.I.

§.I.

Sobre a Copelação

Foi já referido (*P.I.C.II.Art.I.§.9.*) que o fim da copelação não é outro senão promover a vitrificação ou a escorificação dos metais imperfeitos ou dos semimetais que estão misturados com os perfeitos.

Dissemos também (no mesmo lugar) que o chumbo e o bismuto são as substâncias que estão aptas a conseguir este fim.

Contudo, visto que estas duas substâncias estão muitas vezes misturadas com a prata (*P.I.C.I.Art.IV.§§.XIII.XVIII.*), o Metalurgista deve, em primeiro lugar, preocupar-se em ter a certeza da sua pureza (principalmente se se trata de experiências) para que possa alcançar, sem erros, o fim proposto.

§. II.

No que diz respeito à proporção em que o chumbo e o bismuto devem ser acrescentados nas diversas copelações, as opiniões variam. Uns pensam que se requer uma maior quantidade para se obter a separação dos metais perfeitos de forma mais segura.Outros, pelo contrário, são de opinião que se deve acrescentar uma quantidade mínima para conseguir que a copelação seja mais completa; certamente consideram que, pela escorificação, o chumbo e o bismuto sempre arrastam consigo uma porção de metais nobres.

Como, porém, em nosso entender, qualquer opinião contem erros intrínsecos, para conseguirmos soluções ajustadas, devemos atender, especialmente, à experiência.

A. Quando quisermos determinar a proporção e a pureza de um qualquer metal perfeito, convém preparar e reconhecer previamente a quantidade de substância escorificante, de tal modo que não exceda o peso da copela; pelo contrário, é preciso que lhe seja inferior.

B. Quando queremos, em trabalhos de grande escala[150], purificar metais perfeitos e separá-los de todas as misturas, então, as quantidades da substância escorificante e da que deve ser escorificada devem estar, aproximadamente, na razão de 8 para 10.

Para a copelação da prata, *Hellot*, *Macker* e *Tillet* confirmaram, com experiências muito cuidadosas, a tabela que se segue:

Se a prata é de 12 denários, a quantidade de chumbo deve estar para a de prata na razão de 2 para 1.

Se a prata é de 11 denários e 12 grãos, na razão de 4 para 1

Se a prata é de 11 denários, na razão de 6 para 1

Se de 9 denários, de 10 para 1

Se de 8 denários, de 12 para 1

Se de 7 denários, na razão de 14 para 1

Se de 6 denários, na razão de 16 para 1.

§. III.

A determinação exacta do calor máximo a usar na copelação é, também, uma questão importante.

A. Se o calor é excessivo, o chumbo e o bismuto passam rapidamente para a copela e ainda levam consigo substâncias escorificantes.

B. Se o calor é insuficiente, há dois inconvenientes:

1° O litargírio unido em barras maiores é incapaz de penetrar na copela, e escapa-se.

---

150 Nos trabalhos metalúrgicos (NR).

2° O desenvolvimento da operação é impedido. Na verdade, o litargírio condensado não só cobre a superfície da mistura metálica como ainda facilita a entrada livre do ar.

§. IIII.

O excesso de calor pode ser reconhecido pelas seguintes características:

1° Se a superfície da barra fundida aparecer demasiado convexa;

2° Se a superfície é agitada com movimentos mais rápidos;

3° Se a copela estiver de tal modo incandescente que não permita que se vejam as cores do litargírio que nela penetra.

Visto que o calor excessivo é prejudicial à operação (*§. III.*), então, para que possa ser moderado, devem extrair-se carvões pela abertura da tégula docimástica, ou fechar as aberturas EEEE (*Fig. 21*), com instrumentos próprios (*Fig. 25*) (*P.I.C.II. Art.III. §. 21.*).

§. V.

Reconhecer-se-á que o calor é demasiado brando:

1° Se a superfície do metal fundido (tenha-se em conta toda a massa) aparecer pouco esférica.

2° Se a copelação se faz de forma muito lenta.

3° Se a cor da copela é escura.

4° Se a copela está coberta por uma película de óxido de chumbo, ou de bismuto, ou até a esconde.

Visto que um calor demasiado brando prejudica a operação (*§.III.*), é necessário, para se obter um melhor resultado, aumentar a quantidade de ar corrente. Então será de ter em atenção que:

1° A película desaparece;

2° O óxido consumido pela copela é vitrificado;

3° A circulação visivel acaba.

§.VI.

Porque um e outro dos extremos conduzem a erro (*§.III.*), o fogo deve ser moderado, de tal modo que se observem os seguintes fenómenos:

1° Toda a massa fundida conserve uma superfície sensivelmente convexa;

2° A mesma superfície se agite com um movimento ondulatório contínuo;

3° Além disso, apresente uma maior incandescência, em comparação com a copela;

4° Finalmente, se apresente como se estivesse rodeada por um anel de litargírio, que é consumido pela copela, mas que se renova constantemente.

Enquanto estes fenómenos se apresentem visíveis, o processo deverá ser continuado.

§. VII.

Visto que as quantidades de fogo e de escorificante nem sempre são aplicadas convenientemente e que, além disso, as copelas não têm, por vezes, uma

forma e uma natureza muito aptas à consecução do seu fim, pode acontecer que, por qualquer destas razões, o chumbo ou o bismuto absorvidos pelas copelas, levem consigo alguma porção de metais perfeitos.

Logo, para que nas experiências seja possível calcular, com precisão, as quantidades que serão necessárias para os grandes trabalhos metalúrgicos, as copelas que usarmos devem ser cuidadosamente conservadas, para que, depois de extraídos os corpos escorificantes, possamos separar a parte de metais nobres nelas contidas. (*Act. Academ. An. 1763*).

§. VIII.

O objectivo das copelas é absorver as substâncias que passarem a vidro ou a escórias e reter os metais perfeitos no seu interior (*P.I.C.II.Art.III.§.16.*). Deve, porém, ter-se o maior cuidado para que tenham uma proporção ajustada à quantidade de substâncias escorificantes e não sejam totalmente diferentes das próprias substâncias que devem ser absorvidas, principalmente quando se trata de preparar uma experiência.

§. VIIII.

Contudo, quando é necessário avaliar a pureza de qualquer metal perfeito, ou separar os próprios metais de outras substâncias metálicas, convém proceder da seguinte forma:

Tome-se a porção a purificar e pese-se com cuidado, numa balança (*Fig.16*).

Escolha-se, em seguida, a copela (*Fig. 17*) e coloque-se sob a tégula docimástica (*Fig. 21*) e, por fim, introduza-se no forno (*Fig. 26*). Depois da copela atingir o grau de incandescência, deve ser mantida nesse estado durante meia hora; quando apresentar uma cor vermelha esbranquiçada, então introduza-se nela o metal a purificar ou uma mistura que contenha metais perfeitos, juntamente com a porção de chumbo ou de bismuto que pareça conveniente (§.II.).

Em seguida, tendo fechado a entrada (nº 2) e aberto o fundo B do cinzeiro, aumente-se o calor até se obter uma fusão completa; atinge-se quando a massa fundida tiver uma cor vermelha, se exalar fumo e se, ao ser agitada com um movimento ondulatório, apresentar uma superfície lisa e igual em todos os lados.

Então, em vez da abertura (nº 4) ponha-se outra (*Fig. 28*) para que o Metalurgista possa sempre regular o grau de calor, de modo a evitar os fenómenos apontados (§.IV, V) e conseguir sempre aqueles que são descritos no §. VI.

E o processo deve ser mantido neste estado até ao fim.

§. X.

O processo estará terminado quando o glóbulo metálico aparecer com densidade maior do que pouco antes e não estiver coberto por nenhuma película de litargírio, mas brilhe com uma cor viva e luminosa.

§. XI.

Quando a operação tiver chegado a este estado, a copela deve ser conservada mais alguns momentos no mesmo grau de calor para que aquilo que por acaso tenha sobrado da mistura não escorifique por baixo do glóbulo metálico. Assim, obteremos apenas metais perfeitos e puros.

§. XII

Depois, arrefeça-se a copela lentamente até que o glóbulo metálico se condense; este, em seguida, é extraído com uma tenaz de ferro, com a copela ainda quente; no fim pese-se, para se anotar a diferença de peso.

Porém, para que não fiquem dúvidas acerca da experiência, pode preparar-se uma copela de duplo processo, sob a mesma tégula docimástica, de modo que, confrontando os resultados, fiquemos muito mais seguros do sucesso da operação.

§. XIII.

Embora o processo de copelação pareça completo, nem sempre se obtêm na copela metais perfeitos inteiramente puros. Do mesmo modo, a perfeição do processo depende de vários aspectos, como por exemplo:

1° Da maior ou menor afinidade que as substâncias escorificantes têm em relação às que devem ser escorificadas;

2° Da maior ou menor afinidade entre os metais perfeitos e os outros metais;

3° Da forma como os metais imperfeitos estão mais ou menos aptos para a fusão e para a vitrificação mais usada;

4° Finalmente, do grau de fusibilidade dos metais perfeitos.

§. XIIII.

De tudo isto resultam os seguintes corolários:

1° Entre todos os metais perfeitos, a prata pode copelar-se mais facilmente que os outros porque: 1° – apresenta maior fusibilidade que o ouro e a platina; 2° – também apresenta maior afinidade para ser arrastada pelo chumbo.

2° Para a copelação da platina ou da prata misturada com o ferro, é muito melhor aplicar-se o bismuto do que o chumbo, visto que o bismuto se liga ao ferro com mais afinidade do que o chumbo.

3° A copelação do ouro é mais difícil e mais imperfeita porque o ouro também é mais difícil de fundir que a prata.

4° Pela copelação, será muito difícil extrair completamente o cobre dos metais perfeitos; na verdade, o cobre ligado aos metais nobres torna difícil a obtenção da escorificação com o auxílio do chumbo; principalmente se está ligado ao ouro.

5° A copelação da platina é a mais difícil de todas e a mais imperfeita porque: 1° a platina resiste fortemente à acção do chumbo vitrificado; 2° funde-se dificilmente; 3° une-se intimamente com o ferro. Por outro lado, o ferro, ao passar para a copela, levar consigo algumas partículas de platina.

§. XV.

Por tudo isto é fácil concluir, não só sobre o modo de proceder para a escorificação de qualquer metal perfeito, ou das suas ligas, mas também em que momento poderemos estar certos de termos conseguido um resultado de qualidade, e que a operação não precisa de ser modificada, ou repetida.

§. XVI.

Nos grandes trabalhos metalúrgicos, devem ser usadas copelas que podem conter 50 a 100 meias-libras para purificar numa única copelação; assim, consumir-se-ão menos combustíveis e gastar-se-á menos tempo.

Do mesmo modo, podem fazer-se copelas de cinzas vegetais; contudo, serão melhores se, na sua composição, usarmos cal de ossos (*P.I.C.II.Art.III.*).

ART. II.

Sobre a Separação

§. I.

Visto que depois da copelação os metais perfeitos costumam permanecer unidos entre si e resistir não só à acção do fogo mas também à do chumbo e do bismuto, é necessário tentar outras operações (ou procedimentos) para se separarem uns dos outros. Estes procedimentos constituem o objecto da *Separação*.

§. II.

Dissemos já que o fundamental desta operação consiste na escolha dos fluxos digestores próprios para cada uma das substâncias metálicas, tanto para a dissolução, como para a precipitação (*P.I.C.II.Art.I.*).

Portanto, como as experiências tornam evidente que o ácido nítrico, o nitro-sulfúrico e muriático e o enxofre dissolvem a prata e não o ouro, e, além disso, somente o ácido nitro-muriático ataca o ouro, pode concluir-se até que ponto estas duas substâncias se separam uma da outra.

E como, também pela experiência se sabe que o ouro e a platina se dissolvem com o mesmo ácido e para precipitar requerem precipitantes diferentes (*P.II.C.II.Art.I.§.II.*), não será difícil concluir como é que a platina pode ser separada do ouro.

§. III.

Já dissemos, quando se tratou do exame docimástico dos minérios por que forma se pode obter a *Separação* dos metais perfeitos (*P.I.C.II.Art.I.*). Agora, é conveniente tratar do processo da *Separação* que é preciso desenvolver nos grandes trabalhos metalúrgicos. Postos de lado os restantes processos, dos quais tratámos na Parte I, escolhemos apenas o que se segue.

Considere-se uma qualquer mistura de ouro e prata, com a finalidade de separar estas substâncias uma da outra.

Tome-se prata muito pura e misture-se à massa dada, de tal modo que a

quantidade de prata para a de ouro esteja na razão de 3 para 1, ou, segundo *Sage*, de 2,5 para 1.

Em seguida, acrescente-se chumbo e faça-se a copelação.

Ter-se-á não só um extracto de todas as substâncias heterogéneas, mas também uma perfeita fusão de ouro e de prata.

Reduza-se esta nova mistura de prata e ouro a pequenas lamelas, que se introduzem numa ventosa.

Mergulhe-se, então, em ácido nítrico a 32 graus de concentração; devido aos vapores que produz, o ácido dissolve a prata. Passado um quarto de hora e tendo decantado a solução, repita-se a mesma operação, acrescentando um novo ácido, mais puro e sem mistura, para que atinja as restantes e mais pequenas partículas de prata.

Terminada esta operação, na ventosa fica o ouro puro.

Lave-se, então, com água quente até que ela se torne insípida; seque-se o ouro e pese-se para conhecer a sua proporção.

§. IV.

Na solução ficou a prata. Para que esta possa ser separada, [a solução] deve ser introduzida em grandes vasos e tornada menos espessa com a ajuda de uma quantidade suficiente de água; depois, mergulhando lâminas de cobre, obteremos a deposição da prata.

§. V.

O processo de *Separação* da platina é claramente o mesmo, quer nos grandes trabalhos metalúrgicos, quer na sua docimástica.

Dissolva-se a mistura em ácido nitro-muriático e precipite-se a platina pela acção do ácido muriático amoniacal.

SEGUNDA SECÇÃO

SOBRE A MONTANÍSTICA

CAP.I.

Sobre a ocorrência a geometria e os trabalhos nos filões metalíferos

Os Minérios Metálicos descobrem-se no interior da terra e é, principalmente, nos montes que se encontram as suas jazidas.[151]

Por isso, trataremos, primeiro, dos jazigos metalíferos para os quais o Metalurgista deve dirigir a sua melhor atenção.

---

151 Montanística era então a Arte e Ciência dos jazigos minerais; o A. usa sempre monte para denominar jazigo ou jazida (NR).

Os veios metalíferos ocorrem e estendem-se no seio da terra sob formas diversas e o Metalurgista[152] deve seguir (pelo menos de muito perto) a sua direcção, ou andamento, sempre que tenha de fazer qualquer galeria ou poço para a exploração dos veios.

Por isso, em segundo lugar, apresentaremos algumas questões de Geometria subterrânea.

Como, geralmente, os veios mais ricos, ou uma parte mais rica de um veio, se encontram na parte inferior do jazigo metalífero, torna-se então necessário, que o Metalurgista faça escavações muito mais profundas e abra galerias em múltiplas direcções e se desvie no terreno[153] para seguir o traçado dos veios. Deve ter-se em atenção, sem dúvida, a correcta aplicação de todos os cuidados necessários, para que o ar mais disponível para a respiração dos operários não seja deficiente.

Por isso, em terceiro lugar, falaremos dos meios de renovar o ar nas minas metalíferas.

Para além de alguns conhecimentos mais gerais que são requeridos para aperfeiçoar o Metalurgista, são também necessários outros conhecimentos relativos às particularidades de cada um dos lugares e que variam muito conforme o sítio e a diversidade de lugares de ocorrência dos minérios.

Finalmente, em quarto e último lugar, indicaremos o que é que mais importante anotar e ponderar naquilo que diz respeito à localização, aos climas e à diversidade da natureza dos jazigos, para que se possa fazer uma extracção mais cuidada da substância metálica.

ART.I.

Sobre os Jazigos Metalíferos

§. I.

O Metalurgista observa um Jazigo Metalífero sob dois aspectos:

1° externos;

2° internos.

A existência de minérios adivinha-se por meio de alguns caracteres externos, embora, sem dúvida, pouco seguros. Por isso, são denominados como indícios:

1° A antiguidade do terreno: com efeito, os minérios metálicos, de modo geral, não ocorrem na Formação Primitiva, ou Antediluviana[154] ;também não

---

152 O A. sempre denomina de Metalurgista aqueles que hoje distinguiríamos como geólogo, engenheiro de minas, ou até engenheiro metalúrgico (NR).

153 Trabalhos subterrâneos (NR).

154 Si_2 (NR).

ocorrem nos terrenos de formação mais recente. Ocorrem, principalmente, nos terrenos da Formação Secundária.

2° A atitude, ou configuração: assim, quanto mais um jazigo se desenvolve na direcção vertical, mais evidente se torna, pela observação, que ele é fica mais estéril[155]; pelo contrário, supõe-se que são mais ricos em metal os jazigos nos quais se verifica uma menor inclinação.

3° A estrutura: na verdade, a natureza das rochas que dão forma ao jazigo pode, e costuma, indicar a sua fertilidade em mineral. Em geral, é bem evidente que uma pedra granítica não constitui adequada matriz de minérios; pelo contrário, o xisto, o mármore, o espato calcáreo[156] e o espato pesado são muitíssimas vezes uma boa matriz de metais.

4° As exalações: a partir delas processa-se a decomposição e a destruição de alguns minérios[157].

5° As produções agrícolas: é evidente que um jazigo que contem substâncias metálicas é menos próprio para a vegetação, visto que toda a vegetação aí fica enfraquecida.

6° As águas: quando estas correm através das fendas subterrâneas dos jazigos metalíferos e seus canais, é impossível que não sejam impregnadas de partículas de minérios.

Assim, pelo gosto das águas e pelas outras propriedades revela-se a existência dos minérios. Os corpos reagentes[158] e a evaporação das mesmas águas levam-nos, com muita segurança, a descobrir a natureza da substância metálica.

Contudo, não nos devemos fiar, em excesso, em nenhum destes sinais, embora uns sejam mais seguros do que outros; é que, muitas vezes, esses sinais revelam um veio muito pobre e de modo nenhum capaz de ser explorado, ou até podem enganar completamente o Metalurgista sobre a existência de minérios. Portanto, irá pelo caminho mais seguro aquele que fizer uso da *broca metalúrgica* (N. R. *Sonda mecânica*).

§. II.

A observação interna do jazigo metalífero informa o Metalurgista [159]de que modo os minérios metálicos se encontram dispostos no interior da terra. Assim, os minérios encontram-se de preferência sob a forma de: 1° acumulados (os estrateformis – NR); 2° veios mais ou menos extensos.

---

155 O A. sugere que os filões verticais são mais pobres; referia possivelmente a Formação Primordial do Séc. XVII (NR).

156 Barite; o A. referia aqui o que Werner e outros conheciam da Europa Central (NR).

157 O A. refere a alteração por meteorização, ou outro tipo de hidrotermalismo da baixa temperatura (NR).

158 Substâncias dissolvidas reactivas (NR).

159 Hoje seria o geólogo de mina (NR.

Definição

Dizem-se veios metálicos os espaços ou fissuras subterrâneas que estão preenchidas por uma substância metálica, que se distingue das terras, ou das pedras que a envolvem.

§. III.

De acordo com a direcção que seguem, quer os veios maiores, quer os menores, ou os pequenos veios, quer as ramificações metálicas podem ser:

A. Rectilíneos;

B. Oblíquos;

C. Sinuosos.

Quanto à espessura são:

A. Veios maiores, ou simplesmente veios;

B. Veios menores, ou pequenos veios, ramificações ou vénulas.

Tendo em conta a sua continuidade, podem ser:

A. Contínuos;

B. Descontínuos ou interrompidos.

§. IV.

Três coisas devem ser tidas em conta sobre os veios metálicos, quaisquer que eles sejam:

1° A sua direcção e inclinação relativamente à horizontal;

2° A sua força;[160]

3° A substância envolvente.

A. Mostraremos (no Artigo seguinte) como se mede a direcção dos veios metálicos e os diversos graus de inclinação (pelo menos de forma aproximada).

B. Determinaremos a força, ou grandeza, dos veios a partir do comprimento, da espessura[161] e da profundidade deles. Estes parâmetros variam não apenas nos diversos veios mas, não raro, também no mesmo veio. Com efeito, aparecem veios de um comprimento de tal modo notável que se, por exemplo, um vale ou um rio passa pelo meio, se estendem até à distância de uma ou várias léguas e, por vezes, são mais nobres ou mais ricos depois de terem sido abertos do que o tinham revelado na origem.

Pelo contrário, encontram-se outros que mal se afastam do lugar de origem, acabam depressa.

A espessura dos veios está sujeita a variação, visto que o mesmo, ou vários veios, dificilmente atinge nalguns lugares um polegar, enquanto noutros tem a largura de um pé e, ainda noutros, de 6 pés.

O mesmo deve ser observado em relação à profundidade.

C. A substância que envolve o veio metálico é chamada pelos estudiosos dos Minerais, de *Matriz* ou *Pedra encaixante do veio;* seguindo Valério denomina-se de *Tecto e de Muro* ou *Base,* respectivamente o que está por cima

---

160 Dimensão (NR).

161 Possança (NR).

e o que está por baixo; já apresentámos estas definições na *P.I. Cap. I. Art.III. §. 2. 3.*

§. V.

A riqueza dos veios está, por vezes, em correlação com a sua tripla dimensão: comprimento, espessura e extensão em profundidade.

Na verdade, ora ocorrem veios bastante sólidos e compactos e riquíssimos em metal, ora outros veios onde a substância metálica está dispersa numa grande massa de terras e pedras, com partes mais ricas dela e outras partes quase inteiramente destituídos de substância metalífera. A variação acontece também entre a parte interior dos veios e a parte exterior. Finalmente, há outros que são banhados por uma cor metálica, por toda a sua massa, de acordo com o óxido diferente no qual tiveram origem.

ART.II.

Sobre a Geometria Subterrânea

§. I.

A ciência que se propõe determinar a extensão das minas chama-se Geometria Subterrânea. Como é natural é, essencialmente, vocacionada para medir as superfícies e os ângulos.

§. II.

Os instrumentos que se usam são os mesmos que se utilizam na prática da Geometria vulgar e da Trigonometria Plana e são principalmente:

1° A agulha magnética com um círculo dividido em 2 vezes 12 partes iguais que se chamam horas e que costumam dividir-se, de novo, em partes menores, ditas oitavas. Aplica-se para medir qualquer direcção dos veios, e também para referenciar as regiões da Terra.

2° Um semicírculo dividido em graus e minutos e que se usa para medir os graus de inclinação dos veios.

3° Uma cadeia, que é o instrumento com que se medem as distâncias[162].

§. III.

Os problemas a resolver e que, aqui e ali, nos coloca a Ciência de que tratamos, não devem ser mais difíceis do que aqueles que são levantados pelos princípios da Geometria e da Trigonometria. Na verdade, os cálculos e as operações são facilitados com a utilização das tábuas logarítmicas dos senos e dos números.

Aqueles que desejarem saber mais coisas que estejam relacionadas com isto recorram ao notável Jars, em *Itinera Metallurgica* .

---

[162] Em 1°, 2°, 3° refere a bússola, o clinómetro e a fita graduada. (NR).

§. IV.

Para se resolverem algumas coisas que na prática se mostram mais fáceis e úteis, desenha-se (*Fig. 30*) um plano vertical ABC de qualquer mina, na qual o A do veio AD representa a origem em relação à superfície da terra descoberta; BG representa o poço vertical que comunica com a galeria horizontal GF que é paralela a AB, com o auxílio da qual foi detectado o próprio veio FHC, cuja origem se coloca em A. A sua inclinação foi medida pelo ângulo GFH que pomos = 54º = BAF.

Se, em seguida, o próprio veio se estender ao longo do mesmo ou numa direcção próxima a este, quer mais acima quer mais abaixo, poderão resolver-se os três problemas seguintes:

1º Problema

Seja, para a actual dimensão, BG = 76, e GF = 74 pés. Busque-se a horizontal AB.

Conduza-se uma recta FE paralela a BG; ter-se-á no triângulo AEF, AF :: 1:tg.A (dado o raio = 1).

Portanto $A\,E = \frac{E\,F}{tg.A} = \frac{B\,G}{tg.54^o} = \frac{76}{tg.54^o}$ (a)

Já L. 76 ..... 1, 8808135

C.L. tg. 54º 9, 8512610

L. A E 1, 7420745

Por isso, A E = 55, 22 pés. Aproximada E B = F G = 74 pés, será A B = 129, 22 pés.

a) - L por log; C.L por colog

2º Problema

Sendo dados, os valores do segmento horizontal AB e do ângulo A, procure-se qual seja o comprimento do veio, contando desde a origem até ao local onde é cortado pelo poço aberto na vertical BG

No triângulo rectângulo ABC, será 1: cos. A::AC:AB; logo,

$AC = \frac{AB}{cos.A} = \frac{129,22}{cos.54^o}$

L. 129, 22 ..... 2, 1113297

C.L. cos.54º 0, 2307813

L. AC 2, 3421110

Daqui AC = 219, 84 pés.

3º Problema

Finalmente, sendo dada a horizontal AB juntamente com o ângulo A, determinar a altura ou profundidade do poço na vertical BG para se chegar ao veio AC.

No triângulo ABC será 1: tg.A :: AB:BC = AB x tg.A = 129, 22 x tg. 54º
L. 129, 22 ..... 2, 1113297
L. tg. 54º 0, 1387390
L.BC 2, 2500687
Por isso, BC = 177, 85 pés.

ART. III.

Sobre a renovação do ar nas minas

§. I.

São bem conhecidos os inconvenientes que sobrevêm aos mineiros pela inspiração do ar poluído. Portanto, será da maior importância introduzir ar nas minas metalíferas e fazer que ele circule livremente. Considerámos, então, que era importante indicar os meios pelos quais se pode manter, nas galerias construídas para a extracção de minérios, um ar mais apropriado para a respiração.

§. II.

Sabe-se, pelas observações termométricas, que a temperatura do ar atmosférico no Inverno é igual a zero; mas, sabe-se, pelas mesmas observações, que se introduzirmos, nessa época do ano, um termómetro na abertura de uma mina, ela apresenta, na entrada, a mesma temperatura igual a zero; , contudo, no interior, e continuando até lugares mais profundos, a temperatura sobe até aos dez ou doze graus.

Observações do mesmo género mostram que, no Verão, a temperatura do ar no exterior é igual ou superior a 20 graus; introduzido, porém, o termómetro na mina, sabe-se que desce a 9 ou 10 graus abaixo de zero.[a)] [163]

Logo, o ar atmosférico na época de Inverno é mais denso 10 ou 12 vezes do que o que existe dentro das cavidades das minas; pelo contrário, no Verão, fica mais raro 9 ou 10 vezes.

§. III.

Feitas as minas deste modo, munidas de uma dupla abertura, uma na parte mais funda, outra na parte superior, segue-se, necessariamente, que:

1º O ar atmosférico fará a sua circulação, no tempo de Inverno, de tal modo que, introduzido pela abertura inferior, saia pela superior.

2º No Verão, porém, tendo entrado pela superior, sairá pela inferior.

---

a) Jars. *Itinera Metallurgica*, Tomo I, pág. 340.

163 O A. apresenta referência que não traduz a realidade, nomeadamente em Portugal. (NR).

Proposição I

Tome-se uma galeria, ou campo subterrâneo, de uma mina AB (*Fig. 31*) que tenha num extremo uma abertura A e no outro um poço CB que se eleve 10 ou 12 varas acima da abertura A.

Quanto à galeria subterrânea ABC, a temperatura do ar aí contido será, no Inverno, igual ou superior a 10 graus, enquanto a temperatura atmosférica, na mesma época, será igual a zero graus.(§.II.) Então, sobre o ponto B faz pressão uma coluna de atmosfera da mesma altura que atinge até C um calor igual a zero e, a partir de C até B, igual ou superior a 10 graus.

Contudo, como o calor da coluna que faz pressão sobre o ponto A é igual a zero, então, é evidente que é mais pesado do que aquele que faz pressão no ponto B; portanto, como exerce o seu peso em A, é necessário que force o ar contido em AB a sair pela abertura C.

Proposição II

Na época de Verão, a temperatura do ar que existe na mina, ou seja em ABC, é igual ou superior a 10 graus, embora a temperatura atmosférica seja igual ou superior a 20 graus (§. II.)

Portanto, a temperatura de toda a coluna que faz pressão sobre A é igual ou superior a 20 graus, quando aquela que se faz sentir em B tem uma temperatura até C igual ou superior a 20, de C a B igual ou superior a 10 graus; portanto, a coluna CB, pressionando mais fortemente, obriga o ar contido em CA a sair pela abertura A.

Daí que sempre que exista uma dupla abertura nas minas metalíferas, desde que as altura de uma e de outra sejam desiguais, o ar circulará dentro das próprias galerias.

§. IV.

Já, de há muito, foi observado que nas minas é difícil o ar circular livremente quer na Primavera, quer no Outono; daí que a fraca chama das velas, por causa da combustão débil e lenta, obrigue o Metalurgista (NR. Mineiro) a interromper os trabalhos. A causa do fenómeno está no facto de a temperatura do ar dentro das galerias das minas ser a mesma que na atmosfera; assim, a mesma densidade, ou quase a mesma, impede a circulação do ar nas colunas que estão por cima, e conservam-na, por outro lado, quase em equilíbrio.

§. V.

Portanto, todas as vezes que se verifica uma temperatura igual no exterior e no interior, qualquer que tenha sido a causa, teremos de renovar o ar por meio da combustão e de o regular para que circule livremente.

Pensemos num poço AB (*Fig.32*) em cuja parte mais profunda deve ser traçado uma galeria BC para seguir o veio metalífero. De que modo renovaremos o ar que falta em C, por exemplo ?

Construa-se perto da boca A do dito poço um forno GE, munido de uma chaminé EF bastante alta; de um lado do forno exista uma mina em que o extremo G comunique com o forno e o outro extremo, conforme for necessário

ao próprio desenvolvimento, se prolongue de igual modo de G para H e de H para I. Ateado o fogo e rarefeito, de imediato, o ar de E até F, a coluna atmosférica será mais pesada em A e, pressionando o ar contido em AB e BC, obrigá-lo-á a sair pelo canal IH EF; desse modo, haverá uma circulação contínua do ar, no espaço ABC.

Exactamente o mesmo se deve entender sobre o lado BD, quer o jazigo, ou a própria mina, se tornem paralelos à horizontal, quer se inclinem de modo diverso e, quer a direcção do poço seja perpendicular, quer seja oblíqua.

§. VI.

Daqui se conclui como estaria errado o Metalurgista que multiplicasse as aberturas destinadas a conseguir a renovação do ar. Por isso:

1° Se são muitas as aberturas e todas exactamente da mesma altura, todas são pressionadas por iguais colunas da atmosfera; haverá, portanto, equilíbrio e não poderá dar-se nenhum movimento do ar .

2° As despesas com os operários crescerão muito e sem nenhum proveito para a própria obra.

3° Havendo várias aberturas em qualquer mina, os receptáculos de águas multiplicar-se-ão, aumentando, na mesma razão, os trabalhos e as despesas.

§. VII.

Algumas vezes, porém, acontece que é preferível haver múltiplas aberturas, quando têm de ser explorados veios em vários locais ao mesmo tempo. Isso, porém, acontece:

1° Sempre que o próprio jazigo metalífero se mostra fácil para as escavações[164].

2° Quando a sua elevação não é grande e o veio metálico se encontra à superfície.

ART. IV.

Sobre as coisas que devem ser ponderadas face à natureza e disposição das minas

§. I.

Embora a natureza múltipla dos minérios e a sua disposição diferenciada não deixe de obrigar o Mineiro a variar as obras de exploração mineira, é necessário indicar algumas normas a que ele próprio deve dar atenção.

Norma I. Deve ser avaliado o clima.

Tal conhecimento servirá para orientar e dirigir todas as operações metalúrgicas. Há regiões onde, no Outono, o clima é mais quente e mais seco do que na canícula; há outras, nas quais a época do derreter das neves varia muito, de tal modo que as inundações e os desabamentos não podem ser prevenidos. Há tam-

[164] Desmontes (NR).

bém sítios onde ventos muito fortes, chuvas, gelo, neve persistem na maior parte do ano. Todas estas coisas devem ser examinadas cuidadosamente; embora não impeçam totalmente a exploração do veio, contudo, elas podem impedir a purificação, a exploração e outras operações cuja suspensão não se faz sem prejuízos.

Norma II. Devem ser consideradas as distâncias e a condição das vias.

Existem vários minérios que obrigam a levar para outro lugar um grande volume de minério para ser lavado ou submetido à fusão. Além disso, deve ser considerada a natureza das próprias vias, para que se possa avaliar, pelas despesas de transporte e outras coisas tidas em apreço, todo o proveito que poderá ser tirado desses minérios.

Norma III. Deve ser analisada a distância da origem das águas, a profundidade e a natureza do solo que atravessam.

Da consideração destas três questões, poderá avaliar-se o tempo em que, pela acção do calor, poderão sofrer a evaporação. É também avaliado, se essas mesmas águas costumam ser partilhadas para usos agrícolas. Finalmente, convém que sejam reconhecidos os dias festivos, quanto for possível; assim serão conhecidos os dias não feriados e dedicados aos trabalhos mineiros.

Norma IV. Avaliem-se a quantidade e a natureza dos combustíveis.

§. II.

A orientação das aberturas feitas para a extracção das substâncias minerais pode variar, por três causas: 1° pela configuração do jazigo; 2° pela profundidade do veio; e, finalmente, 3° pela natureza das substâncias que constituem o jazigo.

§. III.

O método para nas minas abrir e orientar os poços, os desmontes, as galerias e os campos deve, também, ser diferente, segundo a diversidade dos jazigos. Assim, num jazigo em que o encaixante é composto apenas de pedras e rochedos será usado um método, mas, deve ser aplicado outro sistema de trabalho naqueles que são encaixados apenas em terra ou, conjuntamente, em camadas de terra e rochedos.

§. IV.

As águas acumuladas nas minas constituem um obstáculo aos trabalhos e à extracção. Por isso devem ser retiradas. Isso faz-se: 1° se se trouxerem para a superfície em recipientes de madeira ou em recipientes fechados, pela mesma via e com a mesma máquina em que são conduzidos os próprios minérios; 2° com o auxílio de bombas.

§. V.

Ainda que sejam aplicados os meios atrás indicados (*Art. III.*) para renovar o ar nas minas, pode acontecer que o gás carbónico (*ar mefítico*) evaporado em grande quantidade cause um mal estar, sem dúvida nada pequeno, aos operários. Por isso deve ter-se o maior cuidado. Conseguiremos isso de duas formas:

1° Com o acrescentamento de ventiladores;

2° Com a ajuda de uma solução de cal cáustica ou de potassa.

§. VI.

Finalmente, o hidrogénio quando é expulso dos minérios numa quantidade razoável, se entrar em contacto com a chama das velas, incendeia-se e explodirá, pondo em grande perigo a vida dos operários[165]. Portanto, queimados os corpos combustíveis renovadas vezes e em brevíssimos intervalos de tempo, aquele gás, se se tiver evaporado algum, será destruído.

CAP. II.

Sobre os trabalhos metalúrgicos

ART.I.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Minérios de metais perfeitos

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Minérios de ouro

§. I.

Ouro misturado com areias ou com terras

A primeira operação aplicada a este minério é a flutuação. Para que ela se faça correctamente, construa-se um canal AA (*Fig. 34*) para onde a água corra continuamente. Comuniquem com ele pequenos canais BB, por onde a água corra para as caixas CC. As caixas devem ser colocadas em cima umas das outras, em planos inclinados DD, e devem ser forradas, interiormente, com pele de carneiro ou com um tecido de lã grosso e peludo. Finalmente, os próprios planos DD devem ser mais apertados na direcção das extremidades EE e aí comunicar com a caixa horizontal FF.

Tome-se o minério e introduza-se nas caixas CC para que imediatamente a água escorra pelos canais BB. Estando as caixas cheias, a água que transborda cai naturalmente para os pratos, ou caleiras DD.

Porém, é evidente que a água que escorre das caixas para os pratos não leva consigo aquelas partículas de ouro que são um pouco maiores e mais pesadas; leva apenas as mais leves e mesmo essas misturadas com terras e areias.

A água que cai pelos planos ou caleiras DD é recebida na caixa FF. Como porém os próprios planos são mais estreitos para a extremidade, a circulação da água é, por vezes, atrasada nesse lugar, e então as partículas metálicas ficam no fundo aderindo à lã ou ao pêlo que cobre os fundos.

Estas porém cairão ao mesmo tempo que a água para a caixa FF ou então devem ser arremessadas de novo para as caixas CC; a operação deve ser repetida tantas vezes até que as partículas metálicas sejam completamente separadas e se desembaracem dos restantes corpos.

---

165 O A. reporta-se, óbviamente, ao grísu das minas, e não ao hidrogénio (NR).

A mesma máquina e a mesma operação são perfeitamente adaptadas para a flutuação de todos os minérios.

§. II.

Quanto a este facto, se por acaso acontece que, quer as partículas de terras, quer as partículas de ouro, ou sejam demasiado finas ou não resistam à operação completa da água, então é necessário que os minérios sejam lavados em celhas de madeira que tenham no fundo várias fendas com a largura de 3 ou 4 linhas e, do mesmo modo, devem ser agitados em grandes vasilhas cheias de água.

§. III.

Se a operação de flutuação não é bastante para separar o ouro das restantes substâncias, amalgame-se, em seguida comprima-se com a ajuda de um cinto de couro e, finalmente, destile-se.

Esta amalgamação deve ser feita em grandes vasilhas de ferro; a destilação faz-se em retortas de barro ou até de vidro, colocadas num banho de areia. Nas minas em que são usadas, é conveniente que os fornos sejam cavados e construídos com todo o cuidado e ainda que as retortas possam ser recolhidas e mantidas de modo que, no mesmo espaço de tempo, possam fazer-se, simultaneamente, várias destilações.

§. IV.

Ouro ligado à matriz

Extraia-se e separe-se a maior parte da ganga por meio da trituração. Para se conseguir isso, coloquem-se verticalmente e fixas ao chão, duas colunas AA e AA (Fig.33). A estas acrescentem-se, na transversal, duas outras BB e BB, furadas nos sítios ccc e c., de modo que os orifícios da coluna se adaptem perfeitamente aos orifícios de baixo e aos de cima.

Nos ditos buracos introduzam-se martelos de madeira DDD que, não só se mantenham suspensos e possam mover-se livremente. É necessário que estes martelos sejam munidos de umas saliências EE e equipados, no fundo, com uma sapata de ferro FF.

Além disso, monte-se uma roda G com um eixo HH que tenha à volta várias saliências iii, em forma de planos inclinados e na mesma direcção das saliências dos martelos.

Debaixo dos martelos coloque-se a caixa K.

Nesta caixa introduza-se o minério e, pela força da água, ou dos animais faça-se rodar a roda G, que tem o eixo HH. Então as saliências do eixo, encaixadas nas saliências dos martelos, levantam para o alto os próprios martelos que cairão, repetidamente, e de forma alternada, por cima do minério até o reduzirem a pó.

Esta máquina e esta operação podem servir para a trituração de qualquer outro minério.

Lave-se o minério assim reduzido a pó (§.I.). Depois, separe-se o ouro obtido pela flutuação e, finalmente, empreenda-se o processo de amalgamação, de compressão e de destilação como no §. III.

§. V.

Ouro mineralizado

Espécie II.

Triture-se (§. IV.) e lave-se (§.I.).

Em seguida, queime-se, colocando o minério entre estrados alternados de madeira (*Fig. 35*), ou dentro daquela espécie de muro representada (*Fig. 36*); faça-se, igualmente, a ustulação, de modo que algum enxofre fique, ainda, unido ao minério .

O ouro funde mais facilmente do que o ferro; porém, pela fusão, o enxofre mineraliza o ferro, e não o ouro.

Então, se se misturar o minério assim queimado com os fundentes apropriados à sua matriz e se fundir num forno revérbero cujo plano seja inclinado para o centro, onde está a sua caixa, certamente obter-se-á, na caixa, ouro fundido e a maior parte do ferro fica feito em escórias por acção do enxofre.

No que diz respeito aos fundentes, estes devem ser diversos, segundo a diversidade da matriz. Daí que:

A. Se a matriz é calcária, acrescentaremos argila como fundente.

B. Se é argilosa, acrescentaremos pedra calcária.

C. Se é siliciosa, então deve acrescentar-se argila misturada com pedra calcária; a tudo isto devem ser acrescentadas as escórias dos processos anteriores.

O ouro obtido pela fusão está ainda misturado com o ferro. Para se ter ouro puro, deve misturar-se com bismuto e, na falta deste, com o chumbo.

Use-se, em seguida, um forno e nele uma copela feita de cinzas em cujos bordos haja uns pequenos canais pelos quais caiam as substâncias escorificadas. Contudo, a copela deve ter um tamanho que esteja em proporção com a massa que tem de ser copelada.

Deite-se nela a dita mistura e façam-se as restantes operações, como dissemos (*P.II.Sec.I. Cap. III.*).

Espécie III.

Neste minério devem realizar-se os mesmos trabalhos que se usam na *Espécie II*. Na verdade, queimado o arsénico segregado, ficam exactamente as mesmas coisas (*Espécie II*)

Espécie IV.

Triture-se, lave-se e queime-se como na *Espécie II.*

O enxofre deixa mineralizado o ferro, de preferência ao ouro, à prata ou ao chumbo.

Além disso, o grau de calor que é suficiente para fundir o ouro, a prata e o chumbo, dificilmente é capaz de oxidar o magnésio.

Se, no forno atrás referido (*Espécie II.*), o minério se funde com os fundentes próprios, obteremos os seguintes resultados:

1. O ferro reduzido a escórias, certamente, por influência da porção de enxofre que restou da ustulação;

2. O magnésio oxidado;

3. O ouro, prata e chumbo fundidos na caixa do forno.

Separem-se as escórias e o óxido de magnésio. Em seguida, depois da massa estar fundida, copele-se no forno referido. Obter-se-á ouro e prata, separados quer do chumbo, quer de algum ferro e dos resíduos de magnésio que, por acaso, suportarem a fusão.

Contudo, estas duas substâncias, o ouro e a prata, permanecem ainda unidas entre si. Portanto, para que se separem uma da outra, deve empreender-se o processo já exposto (*P.II.Sec. I. C. III. Art. II.*).

Espécie V.

Triture-se, lave-se e queime-se; aplique-se maior calor para que o cinábrio se separe do minério.

Concluída a ustulação, fica o ouro; ficará puro se, sem acrescentar nenhuma substância, se fundir num forno de fusão (*Espécie II*), cujo fundo tenha sido salpicado com pó de carvão.

Espécie VI.

Neste minério, quer os trabalhos a empreender, quer os fenómenos que se observam, ajustam-se perfeitamente à *Espécie IV* , até ao estado de fusão. De seguida, é necessário que a questão se considere de outro modo.

1º Na verdade, o minério não contém chumbo.

Portanto, se o ouro tiver sido separado pela copelação, deve aplicar-se chumbo e naquela proporção que indicámos (*P.II.Sec. I.C.III. Art. I.*).

2º A massa fundida é composta de ouro, de cobre, de algum ferro que resta e de magnésio, como na *Espécie IV*.

Logo, os trabalhos empreendidos sobre este minério devem terminar com a copelação; visto que, na verdade, não há aí nenhuma prata, não é necessário o processo da *Separação*.

Espécie VII.

Triture-se, lave-se e, finalmente, queime-se.

Teremos o enxofre e o zinco separados.

Embora o zinco, quando se sublima, leve consigo alguma porção de ouro, essa porção não deve ser tida em conta, por ser muito pequena.

Depois da ustulação, funda-se o minério num forno de revérbero (*Espécie II.*) O fogo, que é suficiente para fundir o ouro, apenas oxida o cobalto. Assim, depois da fusão, teremos escórias de ferro e óxido de cobalto. Depois de separadas as escórias, copele-se a massa fundida (*Espécie II.*)

§. VI.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Platina

Em primeiro lugar, o minério deve ser triturado e ser desembaraçado, pela flutuação, de todas as pedras e partículas de terra (*Fig. 33 e 34*).

As substâncias metálicas com as quais a platina costuma associar-se são:

1. O Ouro;

2. O Ferro;

3. O Mercúrio.

O minério, depois de cuidadosamente triturado, é exposto ao fogo para que o mercúrio seja sublimado. O ferro pode ser extraído pelo magnete.

Feitas estas operações, copele-se o minério com a ajuda do bismuto; este deve ser aplicado por duas razões:

1° Porque, a platina é mais infusível que as restantes substâncias metálicas; por isso, para a fusão ser mais eficaz deve ser aplicado o bismuto, de preferência ao chumbo.

2° Porque a platina tem uma íntima afinidade com o ferro; por isso, para se separarem, convém aplicar bismuto, pelo qual o ferro é removido mais fortemente do que pelo chumbo, que há-de transformar-se em escórias.

§. VII.

Se, terminada a copelação, não se obtiver platina pura, mas ainda misturada com o ouro, então deve proceder-se como no processo da *amalgamação*.

Se nem a amalgamação for suficiente, então deve ser realizada a *Separação:* dissolva-se a mistura em ácido nitro-muriático, precipite-se o ouro pelo sulfato de ferro e, por fim, a platina pelo muriato amoniacal (*P.II.Secção I.Cap. II. §.II. Variedade I.*).

Se, depois da copelação, a platina ainda permanecer junta com o ferro, deve realizar-se nova copelação e aplicar-se, outra vez, uma nova quantidade de bismuto. Se a porção de platina ainda for reduzida, então, devem repetir-se as dissoluções em ácido nítrico muitas mais vezes (*P.II.Secção I. Cap. II. §. II. Variedade II.*).

§. VIII.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Prata

Prata Nativa

Espécie I.

Os trabalhos realizados em minérios em que existe a prata, disseminada em terras ou na matriz, constam de operações de trituração, de flutuação e de amalgamação, do mesmo modo que expusemos nos trabalhos realizados para o ouro.

Porém, porque a prata nativa se encontra unida ao ouro ou a outras substâncias metálicas, deve ser feita a fusão, com a ajuda do chumbo; em seguida, a *copelação* e, finalmente, a *separação*.

§. IX.

Prata mineralizada

Espécies II,III e IV.

Os minérios que constituem estas três espécies devem, em primeiro lugar, ser triturados (*Fig. 33*), lavados (*Fig. 34*) e, finalmente, queimados (*Fig. 35*).

Pela ustulação da segunda espécie obter-se-á a extracção do enxofre, da terceira a extracção do arsénico, e da quarta ao mesmo tempo o enxofre e o arsénico.

Terminadas estas operações, então o minério deve ser exposto ao fogo num forno de fusão de revérbero, cujo plano inclinado tenha sido salpicado com pó de carvão. Pelas operações de fusão e de desoxidação, ter-se-á a prata, recolhida na cápsula do forno.

Espécies V, VI, VII e VIII.

O tratamento destas quatro espécies deve ser feito, primeiro pela trituração e, em seguida, pela ustulação.

Assim, exponha-se o minério ao fogo de fusão, acrescentando-se chumbo para se obter uma fusão mais fácil; decorrido o tempo exigido para uma fusão perfeita, ter-se-ão:

1° No chão do forno algumas escórias de ferro;

2° Na caixa dele, uma massa fundida que constará de:

A. Nas *Espécies V e VI* : prata, ferro e chumbo.

B. Nas *Espécies VII e VIII* : prata, ferro, cobre e chumbo.

Divida-se a massa assim obtida em pedaços (chamados pães de fusão) que se dispõem dentro do forno, segundo a ordem dos tamanhos que se anotam.

Use-se, então, um forno de revérbero dentro do qual haja várias lâminas de ferro dispostas em planos inclinados na direcção da caixa do forno. Ponham-se os pedaços acima referidos no meio destes planos. Verifica-se então que:

A. O chumbo funde mais facilmente do que o cobre e o ferro.

B. Além disso, o chumbo é mais arrastado pela prata do que pelo cobre e pelo ferro.

Por isso, mantendo-se o calor no forno de revérbero, observar-se-á que:

1° O chumbo fundido corre para a caixa através dos planos inclinados e é aí recebido, mantendo-se ainda o cobre e o ferro no estado sólido.

2° O chumbo, ao separar-se do ferro e do cobre, apenas leva consigo a prata.

Assim, a prata separar-se-á do chumbo pela copelação, feita num forno bem apropriado para uma operação deste tipo, e já descrito por nós noutro local.

Espécie IX.

Triturado e queimado o minério, obter-se-ão o zinco e o enxofre; este ultimo na maior parte das vezes, no estado de gás.

Então, faça-se a fusão, com a ajuda do chumbo, e, finalmente, copele-se.

Espécie X.

Os trabalhos realizados sobre este minério são exactamente os mesmos que descrevemos antes, apenas com esta diferença: depois da fusão do chumbo nos planos inclinados, os líquidos restantes na caixa do forno são simultaneamente prata, antimónio e chumbo.

Depois, pela copelação, separar-se-á a prata.

Espécie XI.

Triture-se e queime-se o minério; em seguida, funda-se, num forno de fusão, depois de se acrescentar uma porção de calcário, ou de argila, ou uma e

outra ao mesmo tempo, segundo a natureza da matriz. Obteremos, no chão do forno, escórias de ferro e óxido de cobalto, e na sua caixa, prata e algumas partículas de ferro e de cobalto.

Extraia-se, por fim, a massa fundida e copele-se.

Espécies XII e XIII.

Triturem-se, queimem-se e fundam-se com a ajuda do chumbo. No estado de fusão teremos prata, antimónio e chumbo.

Depois de fazer a copelação obteremos prata pura.

§. X.

Prata no Estado Salino

Espécie XIV.

Exponha-se o minério ao fogo, num forno de fusão cujo plano inclinado tenha sido polvilhado com pó de carvão. Na caixa ficará a prata fundida e desoxidada.

Espécie XV.

No tratamento deste minério deve ter-se o cuidado de extrair, em primeiro lugar, o ácido muriático.

Para esse fim, depois de triturado o minério, misture-se com óxido de magnésio; em seguida, exponha-se ao fogo num forno aberto; isto fará que o ácido muriático se torne volátil, por causa da maior oxigenação, e desapareça.

Passado o tempo requerido para esta operação, extraia-se do forno o duplo óxido e misture-se com uma pedra de calcário ou de argila e, finalmente, exponha-se ao fogo num forno de fusão. Então, ter-se-á, no chão do forno, óxido de magnésio e na caixa, prata fundida e desoxidada.

ART. II.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Minérios de metais imperfeitos

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em cobre

§. I.

Cobre Nativo

Espécie I.

Para realizar a análise deste minério devem ser aplicadas, principalmente, as operações de trituração e de flutuação.

§. II.

Cobre Mineralizado

Espécies II e III.

Em primeiro lugar, pela trituração e pela flutuação as espécies mineralizadas podem ser separadas da ganga. Em seguida queimem-se e, finalmente, fundam-se pelo chumbo.

Porém, como o chumbo é mais arrastado pelo cobre do que pelo ferro, e como, além disso, é mais fusível que o ferro e, ainda, supera em fusibilidade as substâncias às quais está unido, a consequência de tudo isso é obtermos com esta operação:

1° Cobre e o chumbo, fundidos na caixa do forno;

2° Ferro, em parte escorificado e em parte oxidado, no chão do forno.

A partir desta massa fundida formem-se vários pedaços (pães de fundição) que se põem em cima de um forno de fusão em planos inclinados. As restantes operações façam-se como dissemos ao tratar da prata (*§. VIIII.*)

Assim, obteremos cobre puríssimo e completamente separado de toda a mistura.

Porém, como muitíssimas vezes acontece que com uma só fusão não se obtém cobre puro, esta deve ser repetida muitas vezes, durante mais tempo e com a aplicação de um fogo mais forte. A observação do processo deve ser empreendida com todo o cuidado para que o Metalurgista consiga resultados correctos e apropriados.

Espécie IV.

Pela ustulação extraiam-se, em primeiro lugar, as substâncias mineralizantes. Depois, funda-se o minério, por acção do chumbo. Completada a fusão, separar-se-á o antimónio (§.II.)

Espécie V.

Queime-se para extrair não só o enxofre e o arsénico, mas também a maior parte do zinco.

Funda-se, em seguida, por acção do chumbo; obteremos a mesma coisa que no §. II., e, além disso, na massa fundida restará uma certa porção de zinco.

Em seguida, pela fusão, obteremos cobre puro.

§. III.

Cobre no Estado Salino

Espécie VI.

Triture-se e misture-se o minério, num forno de fusão, com pó de carvão; obter-se-á cobre desoxidado e fundido.

Espécie VII.

Os sulfatos de cobre (*vitríolos de cobre*) são úteis na sociedade. Por isso, quando estes minérios forem encontrados, o principal trabalho do Mineiro deve ser separá-los da ganga e de outros corpos misturados.

Contudo, se quisermos obter o cobre a partir destes minérios, teremos de preparar águas cementárias artificiais. Para esse fim, dissolvam-se os sulfatos de cobre em grandes caldeirões de cobre cobertos interiormente com estanho e cheios de água; precipite-se, em seguida, o cobre com a ajuda de lâminas de ferro; ter-se-á cobre puro.

Contudo, o cobre costuma levar consigo uma certa porção de ferro. Para se extrair esse ferro, misture-se com sulfato de cobre, como na precedente ustu-

lação; assim, a porção de enxofre residual, ao aderir ao ferro com maior afinidade, formará as escórias. Desse modo obteremos o cobre.

Espécie VIII.

Este minério encontra-se em pequena quantidade, pelo que não dá lugar a grandes trabalhos metalúrgicos. Contudo, se algumas vezes, por acaso, isso acontece, então oxigene-se o ácido muriático com óxido de magnésio; em seguida oxide-se o cobre com o auxílio do carvão e, por fim, faça-se a fusão.

§. IV.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Ferro

Ferro Nativo

Pela trituração e pela flutuação separe-se o ferro nativo da ganga e dos restantes corpos heterogéneos.

§. V.

Ferro Mineralizado

Espécies II, III e IV.

Triturem-se e queimem-se. Qualquer dos minérios ficará livre do mineralizante ou mineralizantes.

Resta, então, o ferro oxidado, com algumas partículas misturadas.

De facto, algumas vezes a quantidade de ferro e o seu estado são tais que basta uma simples mistura de carvão para o desoxidar, e uma aplicação de fogo para o fundir.

Por vezes, convém atender à excessiva infusibilidade do ferro, à diversidade dos seus estados e da matriz; disso depende, não só a escolha dos fundentes a aplicar, como também a correcta avaliação do grau de calor a que deve expor-se o minério e, finalmente, a estrutura do forno mais apto para uma melhor fusão.

Por isso, depois de triturar qualquer dos minérios enunciados, e tendo-os queimado longo tempo, misturem-se com pedra de calcário, ou de argila, ou com uma e outra ao mesmo tempo, segundo a natureza da matriz. Em seguida, exponha-se a um fogo muito forte, num forno revérbero que tenha 12 a 18 pés de altura e conserve-se o fogo até que se veja o ferro fundido a correr para a caixa do forno.

Terminada a operação, extraia-se o ferro fundido, que a maior parte das vezes se apresenta frágil e não com aquela ductilidade que lhe é própria. Para se obter essa ductilidade, divida-se o ferro em barras que, ao atingirem o grau de incandescência, se batem, forte e repetidamente, com um martelo; obteremos, deste modo, o ferro com a maleabilidade e ductilidade pretendidas.

§. VI.

Ferro no Estado Salino

Espécie V.

Dissemos, noutro lugar, que o minério de ferro salino pode ser encontrado em quatro estados de combinação:

1. Com magnésio;

2. Com carbonato de cálcio;
3. Com argila;
4. Com sílica.

Esta diversidade tem de ser considerada nas operações metalúrgicas.

Assim:

Em relação ao primeiro estado : triture-se o minério e aplique-se um fundente próprio; teremos o ferro fundido e o magnésio oxidado.

Quanto ao segundo : neste minério, como a própria matriz faz as vezes de substância fundente, nada mais resta fazer do que triturá-lo, juntar-lhe argila e então, fazer a fusão.

Quanto ao terceiro estado: como a argila está unida a este minério, aplique-se-lhe a pedra calcária.

No quarto estado : sendo a terra siliciosa, por sua natureza, refractária, para se obter uma melhor fusão, deve juntar-se, ao mesmo tempo, a pedra calcária e a argila, como dissemos quando falámos sobre o ouro (*Secção II.Cap.II. Art.I.§. V.*).

Espécie VI.

Os sulfatos de ferro (*vitríolos de ferro*), pelo facto de terem um grande uso, somente são objecto da metalurgia quando têm de ser extraídos dos minérios próprios, como dissemos sobre os sulfatos de cobre (*§.III. Espécie VII.*).

Espécies VII e VIII.

Como estes minérios são muito raros, pensamos não ser de grande interesse prescrever regras dos trabalhos a empreender sobre eles.

Espécie IX.

Triturado o minério, exponha-se a um fogo muito forte, num forno descoberto. Então, o carbono é unido ao oxigénio do ar para formar o óxido carbónico o qual, pelo calor da combustão, se volatiliza; no forno, fica o óxido de ferro.

Para se desoxidar e fundir esse óxido, deve empreender-se o processo descrito no §. V.

§. VII.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Estanho

Estanho Nativo

O tratamento deste minério começa por uma trituração muito cuidada e pela flutuação.

Como, porém, o estanho é o mais leve de todos os metais e as suas partículas são bastante pequenas, deve lavar-se do mesmo modo que o ouro; é necessário forrar o fundo das caleiras com lã, ou com um pano com pêlos, aos quais as partículas mais pequenas do estanho adiram para não serem levadas pela força das águas.

§. VIII.

Estanho Mineralizado

Triture-se este minério em fragmentos bastante grossos; em seguida queime-se.

A trituração não deve ser levada até à dimensão de partículas muito finas; de facto, dado que as partículas deste mesmo estanho apresentam um peso bastante pequeno, será certamente possível que uma grande porção da substância metálica seja perdida pela ustulação do enxofre. O mesmo efeito pode produzir o arsénico, o qual, na opinião da maior parte dos Mineralogistas, se encontra, geralmente, como acessório nos minérios de estanho.

Porém, a ustulação deve ser realizada num forno de revérbero em cuja parte superior haja um tubo ou um funil horizontal de 40 ou 50 pés de comprimento, de tal modo que não se percam o enxofre e o arsénico que aderem às suas paredes.

Tendo queimado o minério deste modo, misture-se em camadas com os carvões e o fundente (se necessário) próprio da ganga natural.

Em seguida, exponha-se à fusão num forno de revérbero, cujo plano inclinado para o lado termine num canal que rodeia a circunferência do forno e comunique com a cápsula que está fora do forno. Nesta cápsula será recolhido o estanho depois da fusão.

Como nos minérios de estanho, pelas razões indicadas, não é possível uma ustulação perfeita, é por isso que o estanho fundido não se apresenta homogénea e perfeitamente puro.

A. Na camada superior, o estanho é mais puro, maleável e mole.

Para que este estanho possa servir para utilizações regulares, deve ser-lhe dada uma maior dureza, misturando a cada cem libras de estanho três libras de cobre.

B. Nas camadas médias, o estanho é mais frágil.

Para se lhe aumentar a maleabilidade, por cada cem libras são misturadas cinco libras de chumbo.

C. As camadas inferiores contêm estanho muito impuro.

Para que possa ser aplicado em algumas utilizações, a cada cem libras deste estanho devem ser misturadas 19 libras de chumbo.

§. IX.

Estanho no Estado salino

Triturado o minério e separado da ganga, desoxide-se no mesmo forno (§.VIII.), com a ajuda do carvão, e funda-se com fundentes adequados.

§. X.

Sobre os trabalhos de Metalurgia em Chumbo

Chumbo Mineralizado

O chumbo mineralizado costuma ser encontrado quase sempre em combinações com:

1. Enxofre e arsénico;
2. Enxofre, prata e ferro;
3. Prata e cobre.

No primeiro caso: triture-se e queime-se, de modo a que os mineralizantes sejam totalmente extraídos; em seguida, funda-se com carvão e fun-

dentes próprios, no mesmo forno que se usa para os minérios de estanho, descrito no §. VIII.

No segundo caso: triture-se, queime-se e funda-se com fundentes próprios e com as escórias dos trabalhos anteriores. Como o chumbo é muito fusível, obtê-lo-emos fundido na caixa do forno, ficando o ferro no chão do mesmo forno.

Além disso, como o próprio chumbo arrasta demasiada prata e costuma comunicar-lhe a sua própria fusibilidade, obteremos prata misturada com o chumbo.

Separem-se pela copelação.

Mas, se se quer obter chumbo, ligue-se todo o litargírio[166] e o vidro de chumbo formado na copelação, triture-se e, finalmente, reduza-se com a ajuda do carvão.

No terceiro caso: o minério depois de triturado e queimado, é fundido num forno de revérbero; e obter-se-á a fusão de três substâncias.

Em seguida, o chumbo e a prata devem ser separados do cobre pelo processo da liquefacção (*Secção II. Cap.II. Art.I. §. IX.*).

Separe-se, também, pela copelação, a prata do chumbo (*2º caso*).

Finalmente, reduza-se, por acção do litargírio (*2º caso*).

§. XI.

Chumbo no Estado Salino

Os minérios que se encontram neste estado, são objecto de grandes trabalhos de Metalurgia; é o caso dos carbonatos de chumbo.

Triturem-se, e depois separem-se da ganga, tanto quanto possível; depois, desoxidem-se com a ajuda do carvão e, finalmente, fundam-se no forno já antes descrito para os minérios de estanho.

ART. III.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Minérios de semimetais

§.I.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Níquel

Os minérios de níquel devem ser primeiro triturados e, em seguida, queimados.

O arsénico e o ferro aderem de tal modo ao níquel que, só a custo, e nunca inteira e completamente, se separam dele.

Por isso, depois de queimado o minério, coloque-se num forno revérbero com fundentes próprios, envolvido em pó de carvão e de enxofre e funda-se.

---

166 Litargírio é o monóxido de chumbo, em pó, ou flocos, formado a temperatura superior ao ponto de fusão (NR).

Repita-se esta fusão muitas vezes, acrescentando, em cada uma delas, novas porções, quer de carvão, quer de enxofre; desse modo, obteremos o níquel quase puro.

Repetidas as fusões com o auxílio do carvão, desoxide-se progressivamente o níquel; porém, as substâncias metálicas quando são desoxidadas ficam menos aptas a ser reduzidas e, por isso, combinam-se com o arsénico. Logo, com o auxílio do carvão não só desoxidamos o níquel como também o separamos do arsénico.

O enxofre transforma o ferro em escórias; se se fundir o minério de níquel, repetidamente, com a adição de enxofre, então quase todo o ferro se separará do níquel.

§. II.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Zinco

Os minérios de zinco, depois de terem sido triturados e separados da ganga, devem ser queimados durante muito tempo num fogo bastante brando, que possa levar o enxofre para a atmosfera e não inflamar o zinco; de outro modo o enxofre e o zinco seriam sublimados.

Depois de queimado o minério, misture-se-lhe carvão e um pouco de pez e, em seguida, introduza-se num forno também próprio para os minérios de estanho (*Secção II. Cap.II. Art.II.§. VIII.*), com um fogo muito brando. Então, o zinco, que se desoxida e funde mais facilmente, escorre pelo tubo lateral e junta-se na caixa exterior do forno.

A parede próxima do tubo lateral deve ser fina para que, humedecida pela água, comunique a frialdade ao zinco fundido, obrigando-o a arrefecer, para não permitir que se inflame.

Prolongando-se o processo, haverá, sem dúvida, uma certa porção de zinco que é sublimada e adere às paredes e à forja do forno.

Este óxido de zinco tem também os seus usos; contudo se preferirmos obtê-lo em estado de régulo, devemos juntá-lo e submetê-lo ao mesmo processo.

Devem aplicar-se os mesmos trabalhos aos carbonatos de zinco; por outro lado, os sulfatos de zinco podem ser conservados e usados sem metalurgia porque são muitas as utilizações que podem ter na Sociedade.

§. III.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Arsénico

O arsénico não se obtém com trabalhos empreendidos sobre os seus minérios específicos, mas com a ustulação de vários minérios, principalmente de cobalto, que com ele se encontram igualmente mineralizados. O arsénico, sublimado no estado de óxido, adere às paredes da fornalha horizontal do forno descrito no Art.II. §.VIII, que é o mais apropriado para operações deste género.

Este óxido de arsénico tem os seus usos; contudo, se preferirmos o arsénico em estado de régulo, então, deve ser desoxidado, com pó de carvão e com pez, e fundido com a ajuda de um fogo mais brando.

§. IV.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Bismuto

A grande fusibilidade do bismuto facilita os trabalhos metalúrgicos. Por isso, triture-se e queime-se o seu minério; misture-se em seguida com os fundentes próprios e exponha-se ao fogo num forno cujo chão seja inclinado do centro para as extremidades. Então, o bismuto desoxidado e fundido separa-se dos outros corpos e fluí para ocupar o lugar do centro, o que faz com que se junte na caixa do forno.

§. V.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Cobalto

O cobalto pertence ao grupo das substâncias metálicas que, com a aplicação de diversos graus de calor, se oxida cada vez mais e que muito dificilmente se funde. Contudo, como os principais usos do cobalto o requerem no estado de óxido, e não no de régulo, é necessário que os trabalhos metalúrgicos em cobalto tenham em atenção a sua boa oxidação e não a sua fusão.

Triturado o minério, exponha-se ao fogo no chão de um forno de revérbero munido de uma fornalha horizontal, na qual seja recolhido o arsénico rico naqueles minérios. Aplique-se fogo forte e agite-se a massa várias vezes; desse modo, não só serão sublimados os últimos resíduos dos mineralizantes como ficará fundida alguma porção de substância metálica que possa encontrar-se misturada ao minério, enquanto o cobalto fica oxidado.

Este óxido de cobalto que vulgarmente chamamos *safra* tem excelentes usos nas Artes; se se misturar com três partes de quartzo e uma de potassa e se expuser à fusão, forma um vidro azulado a que chamamos *Esmalte*, que é muito útil nas Artes.

§. VI.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Mangnnésio (magnásio)[167]

O manganésio tem uso principalmente no estado de óxido e na natureza, apenas se encontra, nesse estado (*P.I.C.I.Art.IV.*).

Logo, os trabalhos empreendidos em mangnnésio devem ter isso em atenção para que, pela trituração, o óxido se separe da matriz e seja exposto a um fogo forte, num forno de revérbero.

§. VII.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Molibdénio

Triture-se, lave-se e queime-se.

Tendo libertado o enxofre com fundentes próprios, misture-se com pó de carvão e com pez; então, exponha-se a um fogo mais forte, num forno de revérbero, e ter-se-á o molibdénio desoxidado e fundido.

---

[167] Manganésio. O A. repete frequentemente a troca de manganésio por magnésio.

§. VIII.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Antimónio

Triture-se e separe-se o melhor possível da ganga.

Depois, preparem-se vários vasos de barro, feitos de forma a que a boca de um possa receber o fundo do outro, e que cada um deles, excepto o de baixo, tenha um fundo com várias aberturas.

Triturado o minério, introduza-se nos vários vasos que se expõem ao fogo.

Então, o antimónio que se funde totalmente, passando pelas aberturas dos vasos superiores, desce para as inferiores juntamente com o enxofre.

Se for necessário obter um régulo de antimónio, então, triture-se o minério e misture-se com nitro. Desta mistura coloque-se uma porção no chão de qualquer dos fornos e, feita a detonação, ter-se-á o óxido de antimónio separado do enxofre.

Funda-se esse óxido com fundentes e com pó de carvão – ter-se-á régulo de antimónio.

§. IX.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Tungsténio

O tungsténio encontra-se oxidado (P.I.C.I.Art.IV.). Por isso, se queremos obter o seu régulo, triture-se e misture-se com pó de carvão e pez; desoxide-se, em seguida, e funda-se com a ajuda de um fogo mais brando.

§. X.

Sobre os grandes trabalhos de Metalurgia em Hidrargírio[168]

O mercúrio nativo puro não requer nenhuma preparação porque, na verdade, ele se encontra unido com a ganga, com terras ou com areias.

Assim, triture-se e precipite-se o mercúrio pela flutuação; então separe-se das substâncias heterogéneas pela destilação; apresentaremos, porém, o método da destilação um pouco abaixo.

§. XI.

Mercúrio Mineralizado

Se queremos extrair o mercúrio do cinábrio, em primeiro lugar, triture-se o minério; em seguida, peneire-se com um crivo e misture-se com o triplo de cal viva e introduza-se em retortas de ferro. Então, prepare-se um forno mais baixo, fabricado com cuidado de modo a que seja munido, na parte superior, de aberturas nas quais se possam inserir várias retortas (*Sec. II. Cap.II. Art.I. §. III.*).

Ao pescoço de cada uma das retortas adaptem-se vasos aplicados com muito cuidado e semi-cheios de água.

Portanto, ao aproximar-se o fogo, a cal viva unida ao enxofre, forma um calcário hepático de enxofre[169] e assim, pela destilação, o mercúrio, que fica livre, desce para os ditos vasos.

---

168 Mercúrio (NR).

169 Sulfato de cálcio (NR).

Esta mesma operação pode ser empreendida se a dita mistura se colocar num forno cujo plano seja inclinado para as partes laterais e tenha uma extremidade munida de tubos salientes e vasos de barro comunicantes. Assim, o mercúrio, que desce por causa da sua própria fluidez, será recolhido nos grandes vasos.

§. XII.

Estes são os processos gerais que dizem respeito a qualquer das substâncias metálicas até aqui conhecidas. Contudo, deve ter-se em conta que na natureza as ditas substâncias quase sempre ocorrem associadas entre si de muitos e variados modos. Daí decorrem as diversas fórmulas e usadas nos trabalhos a empreender no âmbito da Metalurgia.

Contudo, como os minérios costumam ser muito variados, de acordo com a diferente combinação das suas substâncias, com a variável disposição das mesmas, ou com a matriz, seria quase sem fim, e claramente impossível enumerar as leis próprias para cada uma das circunstâncias.

Para além disso, é próprio dos Elementos de qualquer Ciência, depois de estabelecidas as leis mais gerais e os princípios da teoria, procurar os métodos adequados para fazer a sua confirmação, tendo em atenção as suas características específicas e a experimentação. Levados por esse raciocínio, apresentámos as fórmulas mais gerais e as particulares. A aplicação delas a várias circunstâncias, deixamo-las ao estudo e ao engenho do Filósofo observador.

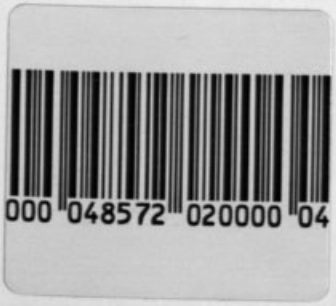
GLOSSÁRIO E TABELAS DE CONVERSÃO

Ácido acetoso	ácido acético – CH_5OH
Ácido gálico	ácido (C_6H_7O) extraído das galhas do carvalho
Ácido muriático oxigenado	ácido perclórico – $HClO_4$
Ácido muriático	ácido clorídrico – HCl
Ácido nitro-muriático	mistura de ácido nítrico com ácido clorídrico, denominada de água régia
Ácido prússico	ácido cianídrico – HCN
Ácido vitríolo	ácido sulfúrico – H_2SO_4
Auripigmento	As_2S_3
Cales	óxidos
Enxofre hepático	gás ácido sulfídrico - H_2S
Epistómio	opérculo
Escólio	comentário; explicação
Estíbio	antimónio – Sb
Fel de vidro	carbonato de sódio
Grão	53,114 mg
Grão troy	64,75 mg
Hidrargírio	mercúrio – Hg
Kg	18827,15 grãos
Libra	16 onças = 453,25 gr
Litargírio	monóxido de chumbo em forma de pó otido a temperatura superior ao ponto de fusão
Luto	massa vedante, para tapar juntas e feita com água e farinha, ou água e clara de ovo e cal, ou argila e óleo de linhaça (o luto gordo)
Marcial	com ferro
Metal saturado em, ou metal	composto salino desse metal ... ex. carbonato, dissolvido em... ácido carbónico, sulfato, cloreto...ácido vitríolo, ácido muriático
Nitro	salitre, nitrato de potássio – KNO_3
Onça francesa	472,49 grãos troy = 30, 594 gr

Onça troy	480 grãos troy = 31,080 gr
Pé inglês	0,9383 pé francês = 30,4796 cm
Peso específico	densidade; usa as unidades Brisson e as de Kirwan e Bergman. Ex. ouro: 192581 (Brisson) leia-se 19,2581; magnésio:6,875 (Kirwan, Bergman). As unidades de Brisson convertem-se dividindo por 1000 ex. – 19,2581
Realgar	As
Régulo	metal
Tártaro	substância contida no vinho e extraída do "sarro" das pipas
Tubo ferruminatório	maçarico

ÍNDICE

SEGUNDA PARTE DA METALURGIA



Capa de: OficialDesigner, Coimbra

METALLURGIAE ELEMENTA

EMMANUEL JOSEPHUS BARJONA