

ASPECTOS ECONÔMICOS E MILITARES DA MINERAÇÃO NA AMÉRICA DO SUL

Ten-Cel DARCY ALVARES NOLL
Oficial de EM

Recursos Minerais — Principais Núcleos Industriais — Aspectos
Militares da Mineração — Aspectos da Indústria Brasileira de
Maior Interesse Para as Forças Armadas

SUMÁRIO

I — GENERALIDADES

- A — Aspecto físico e riqueza mineral
- B — Rochas e minerais
- C — Aspectos econômicos das rochas brasileiras
- D — Classificação dos minerais
- E — Principais minérios e minerais

II — RECURSOS MINERAIS DOS PAÍSES SUL-AMERICANOS

- A — Guianas
- B — Venezuela
- C — Colômbia
- D — Equador
- E — Peru
- F — Bolívia
- G — Chile
- H — Paraguai
- I — Uruguai
- J — Argentina
- L — Brasil

- 1. Metais preciosos
- 2. Metais ferrosos
- 3. Metais não ferrosos
- 4. Metais menores
- 5. Fosseis
- 6. Combustíveis
- 7. Fertilizantes inorgânicos
- 8. Outros minerais

- M — Resumo sinóptico
- N — Apreciação geral

III — PRINCIPAIS NÚCLEOS INDUSTRIAIS DA AMÉRICA DO SUL

IV — ASPECTOS MILITARES DA MINERAÇÃO

V — ASPECTOS DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE MAIOR INTERESSE PARA AS FORÇAS ARMADAS.

- A — Introdução
- B — Indústrias Metalúrgicas de Base
- C — Indústrias Químicas de Base
- D — Indústrias Mecânicas de Base

I — GENERALIDADES

A. *Aspecto físico e riqueza mineral*

Mineração significa atividade humana em busca de minerais, ação de extrair os minerais dos seus jazimentos.

De certo modo, há uma correlação entre a paisagem e a riqueza mineral escondida na terra que, entretanto, não deve ser tomada com exagero. Assim, é possível pelo estudo das formas do relevo e outros aspectos chegar-se a conclusões sobre existência de certos grupos de minerais e, mesmo, permitir estabelecer a negação para uns ou a grande probabilidade para outros.

Destarte, numa região de rochas básicas profundamente entalhada de vales, é provável o achado de depósitos de cromita; numa zona gnáissica rica de pegmatitos, justifica-se a procura de pedras coradas, e não se justificaria a pesquisa de platina, de cromo, de petróleo ou de carvão.

A observação das jazidas minerais em toda a superfície da terra levou os geólogos a reconhecer certas épocas de geração e acumulação, a que deram o nome de épocas metalogênicas, coincidentes com as grandes fases de diastrofismo terrestre, ou seja, quando a terra sofreu grandes paroxismos. Fraturado, dobrado, contorcido, injetado pelo magma interno, o planeta recebeu modificações na estrutura e na forma da crosta, dando origem a cadeias de montanhas e a jazidas minerais.

Desta forma, as condições da existência de minerais estão ligadas a fatos como:

- a natureza das rochas regionais;
- fenômenos mecânicos de origem interna, como fraturas, dobramentos e atritos;
- condições de clima e de vida nos tempos geológicos passados;
- fenômenos térmicos, magmáticos etc.

Num relance verifica-se que no Brasil faltam as zonas de atividade vulcânica moderna e, portanto, não há probabilidades de se achar jazidas de enxôfre semelhantes às do Chile, da Itália ou do Japão. Não se conhecem grandes áreas de rochas ultra-básicas e por conseguinte minúsculas as probabilidades de encontrar grandes aluviões de platina.

Não temos planaltos de aridez muito acentuada de modo que não é provável existirem depósitos de nitratos, boratos e salinas semelhantes aos que ocorrem nas regiões andinas do Chile, Peru, Argentina ou Bolívia.

Desconhece-se ainda grandes ocorrências de rochas quiberlíticas no Brasil, tornando impossível o encontro de "chaminés diamantíferas", ou jazidas primárias semelhantes às da África do Sul.

No caso do petróleo, a paisagem perscrutável se restringe a determinados tempos geológicos. Assim de acôrdo com a experiência mundial as condições mais favoráveis necessárias para a formação de petróleo foram nulas nos períodos anteriores ao Cambriano, modestas no paleozóico mais abundantes no mezozóico e chegaram ao máximo durante o terciário. (Ver quadro 1). Assim, afastadas desde logo ficam as serras do Mar e da Mantiqueira, da Ribeira e Paranapiacaba, as serras do tipo Espinhaço, a Borborema e o relêvo guianense. Em contrapartida, a fímbria costeira do nordeste, largos trechos da planície amazônica e o planalto meridional são, geologicamente, regiões indicadas para a pesquisa de petróleo.

B. Rochas e minerais

Isto pôsto, é possível, através do exame das rochas brasileiras concluir-se de sua importância econômica. Antes porém, é conveniente fixar-se certos conceitos referentes à geologia.

Em geologia dá-se o nome de *rochas* a qualquer agregado de substâncias minerais ou mineralizadas que entram em grande massa na constituição da litosfera, isto é, da crosta da Terra. Assim, tanto é rocha o granito e o gnaiss, como os calcários, as areias etc.

A homogeneidade desses agregados é apenas relativa, pois eles são freqüentemente formados pela reunião de substâncias inorgânicas diferentes. Essas substâncias, que são os elementos constitutivos das rochas e que são corpos de composição química bem determinada, dá-se o nome de *minerais*.

Há rochas formadas por um só mineral, como o calcário, mas, em sua maioria, elas são agregadas de minerais diferentes. O granito, por exemplo, é formado pela reunião de partículas de quartzo, de feldspato e de mica.

Segundo a sua formação as rochas podem ser classificadas em três grandes tipos: as *eruptivas*, as *sedimentares* e as *metamórficas*.

Rochas eruptivas — É aceito pela ciência que a uma grande profundidade — 60 km ou mais — a temperatura é tão elevada que todos os materiais se apresentam em estado líquido ou, pelo menos, pastoso, como massas em fusão, a que se dá o nome de *magma*; e as rochas que resultam de sua solidificação denominam-se rochas *eruptivas* ou *magmáticas*, ou ainda, *ígneas*.

Se o magma não chega a atingir a superfície terrestre, permanecendo nas partes profundas da litosfera, o esfriamento se dá lentamente e, durante a solidificação, vão-se formando cristais.

As rochas eruptivas assim formadas dá-se o nome de rochas *abissais*, de *profundidade* ou *plutônicas* que são agregados de cristais, isto é, *cristalinas*. Tal é, por exemplo, o granito.

Se as massas em fusão se derramam pela superfície, como as lavas dos vulcões, o esfriamento ocorre rapidamente, não se formando cristais, a não ser de muito pequenas dimensões. São as rochas *efusivas* (ou vulcânicas, extrusivas ou de transbordamento). Assim é o basalto.

Entre os dois tipos há graus intermediários. O diabásio, por exemplo, é uma rocha muito semelhante ao basalto, mas na qual já se notam cristais alongados.

As rochas eruptivas ainda se classificam segundo os minerais que a compõem. Assim, há rochas que contêm muita sílica (*rochas ácidas*) e que são claras, como o granito, muito rico em quartzo.

Outras contêm pouca sílica (*rochas básicas*) e são escuras, como o basalto e o diabásio. Há, finalmente, as *rochas neutras* cuja percentagem de sílica varia entre 52% e 64%.

Rochas sedimentares — São provenientes da desagregação ou da decomposição das rochas preexistentes, sob a ação dos agentes externos (temperatura, águas, ventos etc.) que as transformam profundamente. Essas ações se fazem de maneiras diversas. Assim, o quartzo se desagrega mecânicamente fragmentando-se em grãos que vão constituir as areias. O feldspato sob a ação da água se decompõe quimicamente, transformando-se em *argila* (que, quando muito pura, se chama caulim).

Dentre os produtos de decomposição da mica encontram-se comumente os óxidos de ferro, responsáveis pela coloração amarelo-avermelhada que com frequência se observa em certas rochas decompostas como o chamado "barro vermelho", por exemplo.

Os agentes externos não se limitam à decomposição local; mas, transportam os resíduos de uns lugares para outros, depositando-os nas regiões mais baixas: é a *sedimentação*. As rochas sedimentares assim formadas são chamadas: *de origem detrítica*.

Estas rochas, formadas a princípio de fragmentos soltos, podem com o tempo e sob a ação de elementos aglutinantes como a argila, o óxido de ferro, o calcário ou a sílica, se transformarem novamente em rochas coerentes, consolidadas.

Assim ocorre com os *arenitos*, rochas muito comuns na superfície da Terra, originados da aglutinação das areias. Conforme a natureza do elemento aglutinante serão arenitos argilosos ferruginosos, calcários ou silicosos. Também as argilas, sob forte compressão tornam-se compactas constituindo os argilitos que, quando dispostos em camadas muito delgadas recebem o nome de folhelhos ou xistos.

Outras ainda podem ter *origem orgânica*, quando formadas pelo acúmulo de restos de seres vivos (animais ou vegetais), ou pela ação destes. Assim ocorre com alguns tipos de calcário, resultantes da deposição de conchas de moluscos nos fundos dos mares e dos lagos, e que é constituída de carbonato de cálcio. O acúmulo de restos vegetais car-

bonizados submetidos a determinadas condições formam outra rocha sedimentar de origem orgânica, o *carvão-de-pedra*.

— Podem as rochas sedimentares ser, também, de *origem química*, quando resultam da deposição de matérias que se achavam dissolvidas na água, após a evaporação desta. Tal é a origem do *sal-gema*, do *pêsso*, e de certos calcários.

As rochas sedimentares podem atingir grandes espessuras, até cerca de 15 km e têm extraordinária importância na geografia, pois cobrem aproximadamente 75% da superfície das terras emersas.

Quando formadas por sedimentos depositados regularmente, mas sobre outros que quase sempre revelam a existência de mares em tempos geológicos passados, as rochas sedimentares são denominadas, estratificadas, isto é, dispostas em camadas ou estratos sucessivos.

Rochas metamórficas — As rochas, tanto as eruptivas como as sedimentares, quando submetidas a formidáveis pressões e temperaturas elevadíssimas, sofrem transformações físicas e químicas. Isso pode ocorrer em consequência do peso das camadas superiores sobre as inferiores, das compressões motivadas por movimentos orogênicos da crosta terrestre, ou do contato dessas rochas com as massas em fusão que vêm do interior da Terra.

As transformações sofridas têm como principais resultados a formação de novos minerais, a cristalização e o endurecimento dessas rochas. O conjunto desses fenômenos tem o nome de *metamorfismo* e as novas rochas assim formadas denominam-se *rochas metamórficas*. São também chamadas mistas, por participarem de propriedades quer das rochas eruptivas quer das sedimentares; como aquelas, são cristalinas; como estas, são comumente estratificadas, isto é, dispostas em camadas.

Os arenitos silicosos, pelo metamorfismo se transformam em *quartzitos*, rocha constituída de quartzo quase puro. Os xistos argilosos (ou folhelhos) passam a xistos cristalinos e, num metamorfismo mais avançado, a micaxista (biotita). O último grau do metamorfismo destes xistos, com a reconstituição dos feldspatos, é o gnaiss, rocha cristalina que se compõe dos mesmos minerais que o granito, mas dispostos em camadas.

Certos calcários, por sua vez, sob a ação do metamorfismo, se transformam em mármore.

C. Aspectos econômicos das rochas brasileiras

As diversas rochas dão origem a solos de diferentes aspectos e diferentes fertilidades. De sua natureza depende, portanto, o maior ou menor aproveitamento econômico de uma região, a utilização do solo para a agricultura ou para a pecuária, ou mesmo, a escolha das culturas de maior rendimento.

As terras férteis são, em geral, misturas de elementos argilosos, sílicos (arenosos), calcários e de matéria orgânica (humus ou terra vegetal). A falta de um ou mais destes elementos diminui obviamente a fertilidade.

Os solos altamente argilosos ou puramente silicosos são, em geral, quase estéreis. Os arenitos ao se decomporem proporcionam comumente solos pobres, exceto quando o elemento aglutinante da rocha foi o calcário; as argilas ferruginosas (terras vermelhas) são igualmente pouco férteis; o granito, dá, geralmente, solos sílico-argilosos, de fertilidade média, mas deficientes em cálcio, como acontece freqüentemente no Brasil. Dentre as rochas eruptivas, certas rochas vulcânicas produzem solos muito ricos, como a famosa terra roxa do planalto meridional, decorrente da decomposição do diabásio.

QUADRO N. 1

O PETRÓLEO NO MUNDO E OS TEMPOS GEOLÓGICOS

Em milhões de toneladas

ERA	Período	Reservas estimadas	%	Petróleo produzido	%
Cenozóica	Quaternário	Nula	—	Nenhum	—
	Terciário	40.200	58	32.000	58,1
Mezozóica	Cretáceo Jurássico Triássico	29.900	30	23.900	23,9
Paleozóica	Permiano Carbonífero Devoniano Siluriano Ordoviciano Cambriano	8.300	12	9.900	18,0
Proterozóica	Algonquiano	Nula	—	Nenhum	—
Arqueozóica	Arqueano				

Sob o ponto de vista econômico, as rochas do Brasil se apresentam sob os seguintes aspectos:

1 — Rochas precambrianas (arqueano e algonquiano).

Os granitos e gnaisses do período arqueano muito abundantes no país onde afloram em grandes áreas, têm largo emprego como pedra de construção; contudo, quando sofreram determinada ação metamórfica, apresentam, não raro, possantes veios de pegmatitos nos quais são encontrados, não só pedras semipreciosas como turmalinas, berilos, topázios e outras, como depósitos importantes de mica, quartzo, feldspato, caulim e mesmo de columbita, tantalita, magnesita e espodumênio.

Dêste período são também determinados calcários altamente cristalinos.

As rochas do período algonquiano não ocupam mais de 4% do território nacional; todavia, têm para o Brasil excepcional valor econômico por serem as rochas onde se encontram as grandes jazidas de minérios de ferro, manganês, níquel, magnésio, alumínio etc., além de ouro e diamantes. Para a agropecuária são estéreis.

2 — As rochas do período siluriano são calcários que proporcionam terrenos férteis a par de seu uso na indústria. São bastante comuns no País.

3 — As rochas do período devoniano afloram no baixo Amazonas, em todo o leste do Piauí, no Paraná (Serrinha), na Serra de Caparaó (Goiás) e em Mato Grosso, a leste de Cuiabá. Sua importância econômica residiria nos seus folhelhos que alguns geólogos consideram que possam conter reservas de petróleo. Hoje, todavia, as pesquisas realizadas tornam essa esperança muito precária.

4 — As rochas do carbonífero e do permiano são rochas matrizes do carvão e aparecem maiormente no Piauí e nos estados sulinos (Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul). As esperanças de ser encontrado carvão de alta qualidade no Piauí acham-se muito diminuídas ao constatar-se a origem marinha desses depósitos, pelo menos em grande parte onde ocorre. Todavia, é possível que a faixa carbonífera mais do interior do Estado seja continental, e, neste caso, matriz de carvão-de-pedra. São também do período permiano as rochas da formação Irati, de folhelhos pirobetuminosos.

5 — As rochas do período triássico são os arenitos de Botucatu e o "trapp" do Paraná, ambos sem expressão sob o aspecto mineralógico. Contudo o último é altamente valioso sob o ponto de vista agrícola por dar origem à "terra roxa". Os arenitos de Botucatu são estéreis.

6 — As rochas do período cretáceo são muito espalhadas no Brasil cobrindo cerca de 8%, de sua área. Particular importância assumem as rochas dêste período que ocorrem a NE da Bahia, atingindo Pernambuco, pois é nelas que se tem encontrado as jazidas petrolíferas do país.

Além disso, os calcários são a matéria-prima na fabricação de cimento e cal. Nestas rochas são também encontradas importantes jazidas de gipsita (donde se extrai o gesso).

7 — Os terrenos de terciário são valiosos pelos calcários e argilas puras que se apresentam favoráveis à fabricação de cimento e pela ocorrência de folhelhos betuminosos (xistos de Taubaté) capazes de serem utilizados para a produção de petróleo. Além disso, são importantes depósitos de metais raros, como é o caso das areias monazíticas do litoral do Espírito Santo.

8 — Os sedimentos quaternários são muito comuns na orla marítima e ao longo de numerosos rios e no Pantanal mato-grossense. Em geral, carecem de importância econômica, senão como depósitos de diamante e de aluviões auríferas e diamantíferas.

D. *Classificação dos minerais*

Várias são as classificações mineralógicas, baseadas ora na sua composição química ora quanto ao seu aspecto econômico. Parece, no caso presente, ser mais consentâneo classificá-los tendo em vista, principalmente o seu relacionamento com as indústrias como o faz o Engenheiro Mário da Silva Pinto:

QUADRO N. 2
CLASSIFICAÇÃO DOS MINERAIS

GRUPO	ESPÉCIE	DISCRIMINAÇÃO
A — Metálicos	I — Metais preciosos	Ouro, prata, platina
	II — Metais ferrosos	Ferro, manganês, níquel, cromo, cobalto, tungstênio, molibdênio, titânio, vanádio.
	III — Metais não ferrosos	Alumínio, cobre, estanho, zinco, chumbo.
	IV — Metais menores	Antimônio, arsênico, berilo, bismuto, magnésio, cádmio, mercúrio, rádio, urânio e tório, cério, selênio, telúrio, colúmbio e zircônio.
B — Energéticos	V — Combustíveis	Carvão, petróleo, gás natural, xistos pirobetuminosos, turfas e linhito.
	VI — Físseis	Urânio e tório.
C — Não metálicos	VII — Cerâmicos	Argilas, feldspatos, etc.
	VIII — Materiais para construção	Pedras, areias, calcários, gesso, asfalto, betume, mármore.
	IX — Refratários	Argilas, quartzo, calcários, grafite, silicatos diversos.
	X — Materiais para a Indústria Química	Salgema e sal marinho; bromo, boratos, iodo, enxofre; compostos sódicos e potássicos; cloretos e nitratos, etc.
	XI — Materiais para a agricultura	(Fertilizantes, corretivos e inseticidas) — Sais e minerais potássicos; sulfatos; salitre; calcários; enxofre; cobre; arsênio.
	XII — Materiais de uso geral na indústria e manufaturas	Amianto, mica, talco, bartina, cristal de rocha, arenitos.
	XIII — Abrasivos	Diamantes, carbonatos, corindon, esmeril, granada, silicas.
	XIV — Gemas	Diamante, rubi, safira, esmeralda, águas-marinhas, topázios, turmalinas, opalas, ágatas.
	XV — Águas	Águas subterrâneas e águas minerais.

Esta classificação não é, evidentemente, perfeita; tem o mérito, todavia, de apresentar os minerais, em "grupos econômicos", ou melhor, em grupos de aplicação na indústria, permitindo, assim, uma melhor apreciação do conjunto industrial de uma nação. Assim, por exemplo, observa-se que a categoria de "ferrosos" enfeixa não só o ferro (como é óbvio) mas todos aqueles metais que têm aplicação na indústria siderúrgica em liga com o ferro, o que permitirá, pelo exames das condições desses elementos num país, avaliar suas possibilidades no campo siderúrgico. O mesmo acontece quanto às indústrias químicas, às indústrias de produção de energia e às demais.

E. Principais minérios e minerais

Segundo o léxico, dá-se o nome de *minério* à substância mineral tal como é extraída da jazida, e da qual é possível *extrair industrialmente um metal*. Assim, são minérios de ferro, a hematita, a magnetita, a taconita e outros, cujos teores de Fe permitem assim classificá-los. A seu turno a pirita, que é um sulfureto de ferro e a cromita (óxido de ferro) por exemplo, embora contenham ferro, não devem ser considerados como *minérios de ferro*.

Em se tratando de elementos não metálicos, como o enxôfre, o cálcio, o carbono, o potássio, o fósforo etc., as substâncias que os contêm não são designados como *minérios*, permanecendo na aceção geral de *minerais*.

Não raro ocorre que determinado mineral é suscetível de fornecer dois ou mais elementos puros, como a monazita que é simultaneamente minério de cério e tório; ou o salitre que fornece tanto o sódio como o nitrogênio.

O quadro 3 abaixo relaciona os principais minérios dos metais básicos.

QUADRO N. 3

PRINCIPAIS MINÉRIOS DOS METAIS BÁSICOS

METAL	NOME DO MINÉRIO	TEOR DO METAL
1. Metais Ferrosos		
Ferro	Magnetita, hematita, limonita, itabirito, siderita, taconita	45 a 72,4 % de Fe
Manganês	Pirolusita, polianita, queluzito, manganita	42 a 46% de Mn.
Níquel	Garnierita, pentandlita, milerita	0,9% a 15% de Ni.
Cromo	Cromita	40 a 46% de óxido de cromo
Cobalto	Esmaltina, Cobaltina	—

METAL	NOME DO MINÉRIO	TEOR DO METAL
Tungstênio	Volframita, cheelita	0,8 a 1,2% de WO ₃
Molibdênio	Molibdenita	0,8% de MoS ₂
Titânio	Ilmenita, rutilo	—
Vanádio	Carnotita	—
2. Metais não ferrosos.		
Alumínio	Bauxita	35 a 65% de Al ₂ O ₃
Cobre	Cuprita, calcopirita, calcosita	3 a 5% de Cu.
Estanho	Cassiterita	—
Zinco	Blenda, calamina, Willemita	34 a 48% de Zn.
3. Outros metais		
Magnésio	Magnesita, dolomita	—
Antimônio	Estibinita	—
Bismuto	Bismutita	—
Mercurio	Cinábrio	—
Lítio	Espodumênio, ambligonita	—
Zircônio	Zirconita, badeleita	—
Tório (e Cério)	Monazita	—
Urânio	Pitchblenda, uranita	—

Similarmente ao que ocorre com muitos metais, os elementos não metálicos são usualmente encontrados combinados em numerosos minerais. Assim, o Fósforo é extraído da apatita da qual se extrai também o cálcio, ou da monazita que é um minério de Cério e Tório. O nitrogênio é obtido dos nitratos que dão origem também ao potássio — quando nitrato de potássio — ou ao sódio (quando nitrato de sódio).

O enxôfre, embora em certos países seja encontrado em estado nativo nas regiões vulcânicas de certos países como o Japão, o Chile e a Itália, é normalmente extraído de certos compostos como os sulfetos (pirita, blenda, calcopirita, galena), os sulfatos (gipso, anidrita, baritina) ou de certas fontes de gases naturais sulfídricos como ocorre na França.

É de se notar também que, numerosos elementos não raro são obtidos como subprodutos de outras atividades industriais. Assim, o enxôfre também é recuperado nos gases das coquerias, ou nas grandes refinarias que destilam petróleo.

O quadro 4, a seguir, apresenta alguns dos elementos não metálicos mais comumente utilizados na indústria e as respectivas fontes principais de obtenção.

QUADRO N. 4

ELEMENTO	PRINCIPAIS FONTES DE OBTENÇÃO
Enxôfre	Pirita, blenda, calcopirita, galena, gipso, anidrita, bari-tina. Gases de coqueria. Fontes naturais de gases sulfídricos.
Sódio	Sal-gema (halita) e sal marinho.
Flúor	Fluorita, fluo-apatitas, criolita.
Bromo	Águas mães de salinas, minas de sais potássicos, sal-moras subterrâneas e lagos salgados, água do mar "in natura".
Iôdo	Salitre do Chile, águas salgadas de poços petrolíferos.
Boro	Boratos, emanções vulcânicas.
Fósforo	Apatita, fosforita, guano.
Potássio	(Sais Potássicos). Silvita, canalita.

Alguns desses elementos não são usualmente utilizados puros. É o caso, por exemplo do sódio cuja utilização normal é na forma do cloreto de sódio, ou seja, o sal marinho. O mesmo ocorre com o flúor, cujo emprego é o da própria fluorita; e do fósforo aplicado normalmente como fosfatos.

Afora esses elementos, há numerosos minerais compostos que são utilizados na indústria como se apresentam na natureza, após algum beneficiamento. É o caso do cristal de rocha (quartzo hialino), das gemas, do feldspato, da mica, dos calcários, do gesso, e muitos outros.

II — RECURSOS MINERAIS DOS PAÍSES SUL-AMERICANOS

A América do Sul apreciada como um todo apresenta-se sem dúvida como uma das regiões ricas do mundo em reservas minerais. De um modo geral nota-se, porém, que somente parcela relativamente pequena desses recursos vem sendo explorada devido à ocorrência de fatores

desfavoráveis em numerosos casos, entre os quais avulta, obviamente, o baixo grau de industrialização que se nota na América Latina e as condições de pauperismo e subdesenvolvimento que impera em grandes áreas sul-americanas.

Paradoxalmente, entretanto, observa-se que muitas das nações sul-americanas baseiam suas economias na indústria extrativa mineral como fonte principal de divisas.

Ocorre, também, que essa riqueza se reparte de modo bastante irregular, apresentando-se as nações sul-americanas geralmente carentes de numerosos minerais básicos e abundantes em poucos, dificultando sobremodo a satisfação do desenvolvimento industrial de cada um. Além disso, as condições fisiodemográficas da América do Sul que determinaram um grande vazio no seu interior, não são de molde a facilitar um intercâmbio entre suas nações, muito pelo contrário. Isto determina, então, que a maioria delas tenha de importar de países extracontinentais os minerais carentes — ou insuficientes — nos respectivos territórios nacionais.

O panorama geral da mineração na América do Sul se apresenta como segue:

A. Guianas

Os recursos minerais das Guianas se limitam, além do ouro e diamantes comum em tôdas elas, à bauxita, na Guiana Britânica e no Suriname. A primeira dispõe de grandes jazidas na região de Mackensie, cerca de 100 km ao sul de Georgetown, que exploradas intensamente, produzem por ano cerca de 2,5 milhões de toneladas, ou seja cerca de 10% da produção mundial de minério de alumínio, exportadas em sua grande maioria para o Canadá.

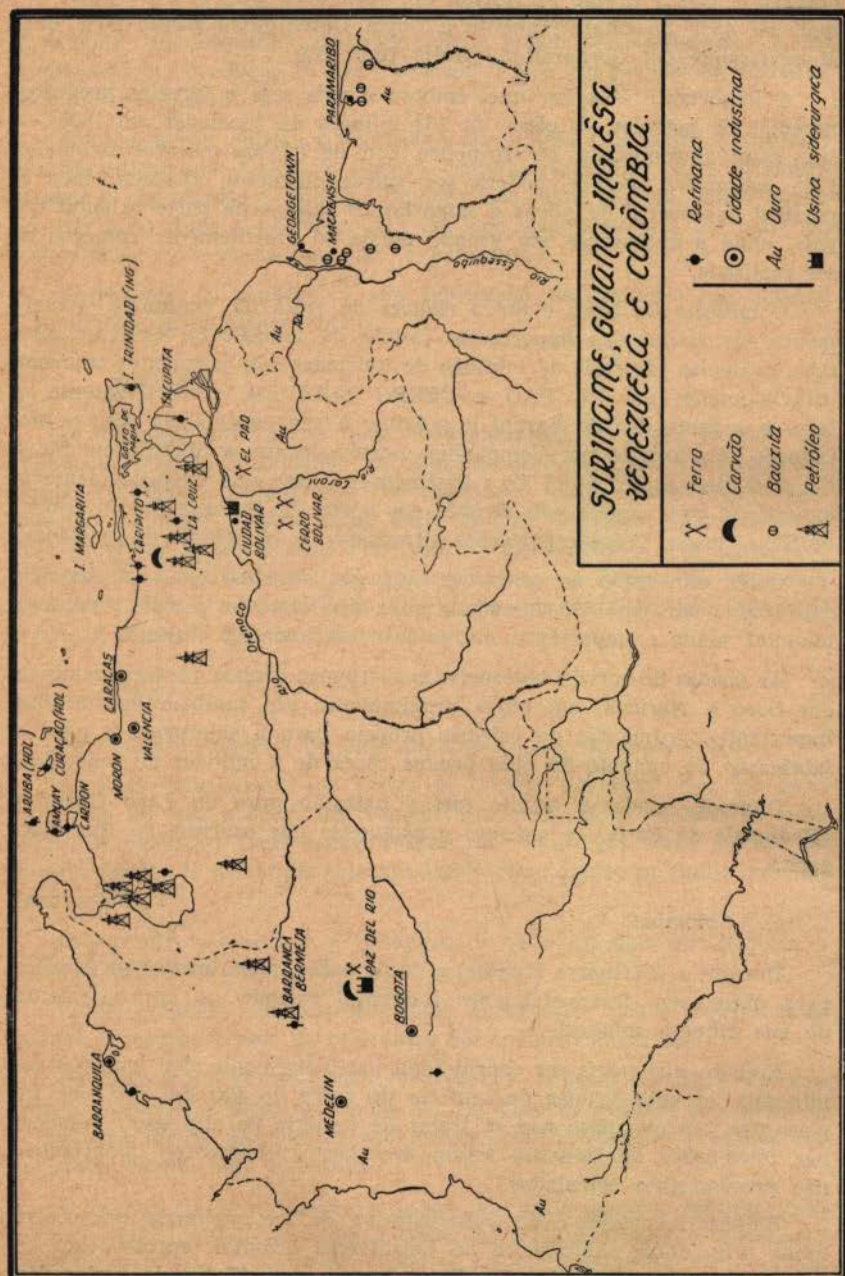
As jazidas do Suriname se situam perto do litoral ao sul e sudeste de Paramaribo, o que facilita sobremodo a sua exportação, cujo destino é principalmente os Estados Unidos. A riqueza desses jazimentos colocam o Suriname como um dos maiores produtores mundiais, 3,5 milhões em 1960 (15% da produção mundial), somente superado pela Jamaica.

A constituição geológica do maciço guianense, no extremo sul das guianas, admite a ocorrência de valiosos depósitos de numerosos outros minerais, até hoje, entretanto, desconhecidos.

B. Venezuela

A maior riqueza mineral repousa, inquestionavelmente, no petróleo, largamente explorado no país e que o coloca como terceiro produtor mundial, somente suplantado pelos Estados Unidos e Rússia.

Os jazimentos petrolíferos se situam ao longo da margem leste do Lago Maracaibo e nos "lanos" venezuelanos, nas cercanias do Golfo de



Paria e são explorados pelas maiores Companhias mundiais. Assim, observa-se que a Creole Petroleum Co. (Standard Oil) está de posse de mais de 45% do total, enquanto a Royal Dutch Shell possui 30% e a Mene Grande Oil Corporation (Gulf) tem 15%.

É importante observar que, embora o país seja o terceiro produtor mundial de petróleo — cerca de 152 milhões de toneladas em 1960 — suas reservas conhecidas só vão pouco além de 7% das reservas mundiais. Esta estimativa, porém, poderá ser substancialmente alterada, face à possível descoberta de novas e importantes jazidas na parte oriental do país, onde a exploração em grande escala só recentemente começou a ser realizada.

O minério de ferro é outra riqueza de vulto na Venezuela. Atualmente são conhecidas importantes jazidas de minério de ferro de alto teor, avaliadas em mais de 1 bilhão de toneladas. Os jazimentos ocorrem principalmente em EL PAO e CERRO BOLIVAR, respectivamente a leste e a oeste do Rio Caroni e próximo à sua confluência com o Rio Orinoco. Exploradas por Companhias norte-americanas (Bethlehem Steel Co. e United States Steel Co.) destinam-se quase que exclusivamente à exportação para aquele país através dos portos de Palua e Puerto Ordaz, no Rio Orinoco. Estas exportações ultrapassam a 14 milhões de toneladas.

Outra mineração de certo destaque é a do ouro que, embora não seja mais como em 1885, quando a mina de Callao foi a mais produtora mundial, ainda é importante, atingindo a cerca de 1,5 t anuais.

As jazidas de carvão venezuelanas são pouco conhecidas localizando-se em Coro e Naricua, em cujas proximidades são também encontradas importantes jazimentos de calcário próprio para a siderurgia e para a fabricação de cimento do qual produz cerca de 2 milhões de toneladas.

Citam-se, ainda, o asfalto que é extraído puro do Lago Guanoco (Península de Paria), e amianto e magnesita que ocorrem na Ilha Margarita.

C. Colômbia

Durante a 2ª Guerra Mundial e desde então, a Colômbia vem lutando para obter seu desenvolvimento industrial calcado no aproveitamento de sua riqueza mineral.

Embora não possa ser considerado particularmente rico em recursos minerais, as suas jazidas de minério de ferro de Paz del Rio são importantes, em que põe não se tratar de minério de alto teor. Também nas imediações de Medellin foram descobertos jazimentos importantes, não precisamente calculados.

Riqueza incontestável é o carvão-de-pedra, de boa qualidade, que ocorre numa larga faixa subterrânea na Cordilheira Oriental, em especial nos departamentos de Boyacá e Cundinamarca, e que estão sendo exploradas, mas em pequena escala.

Outra importantíssima riqueza mineral da Colômbia é o petróleo descoberto há poucos anos em Barranca Bermeja, ao norte de Santander, e no Vale do Catatumbo e cuja produção anual já atinge a quase 8 milhões de toneladas métricas. Sem poder ser comparada à da Venezuela, sua produção já situa, todavia, o país em posição de destaque na América do Sul.

Merece, ainda, citação a ocorrência de platina (em Muzo e Coscuiz) e ouro (Antioquia, Caldas e Cauca) especialmente este, cuja produção alcança a 14 toneladas anuais. Embora isso, essa riqueza pouco rende ao país pois, como o petróleo, está em sua grande maioria em mãos de companhias norte-americanas que a exportam.

Importante é, também, a sua fabricação de cimento que alcança 1,5 milhões de toneladas anuais.

D. Equador

Os recursos minerais do país conhecidos são de pouca monta. Em realidade, estando o Equador voltado inteiramente para a agricultura, pouca atividade é notada no setor mineral. Assim, afora algum ouro extraído de minas localizadas ao norte do país próximo a Esmeraldas e cuja produção anual se situa por volta de 0,5 toneladas, e a exploração precária de enxôfre nativo, há algum petróleo em Ancon, na península de Santa Helena, cuja produção é pequena, cerca de 370.000 toneladas métricas, bastante, porém, para o país.

E. Peru

Os recursos minerais do país são múltiplos e de importância.

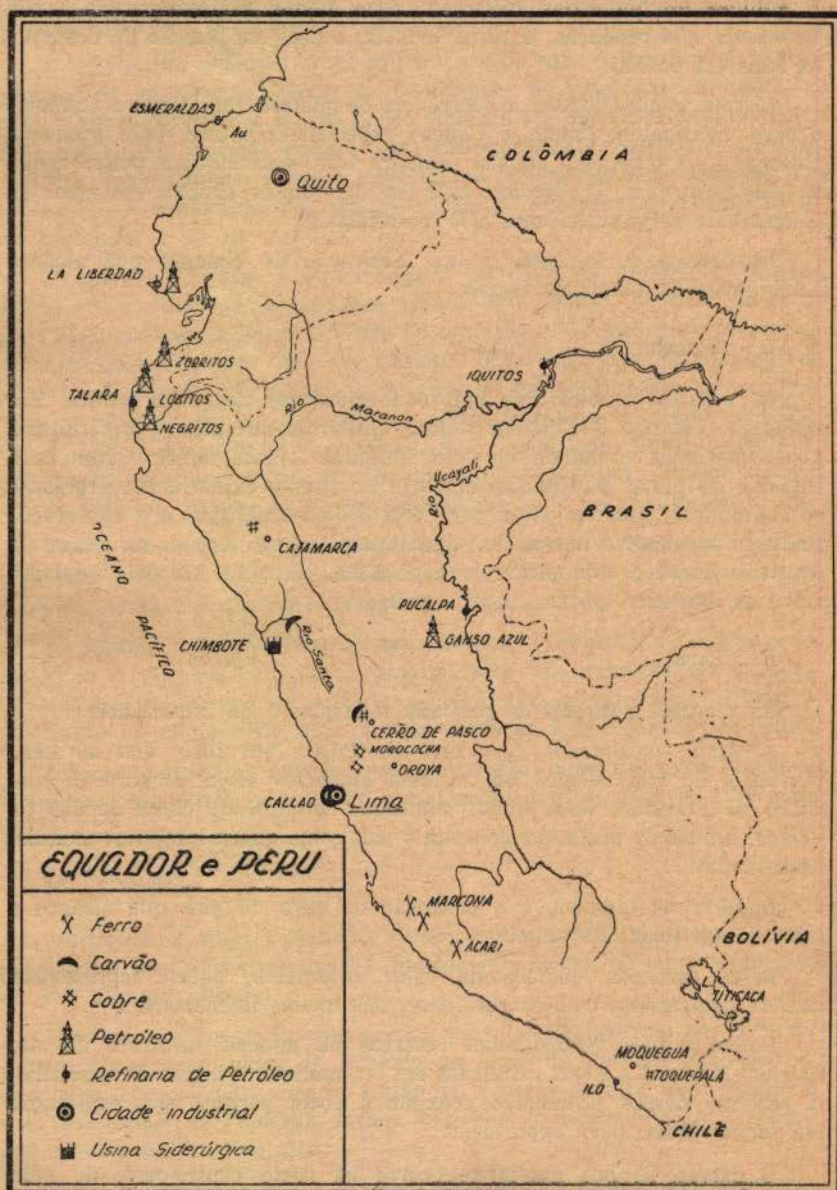
A prata, encontrada em Cerro de Pasco, em 1630, deu ao Peru por mais de três séculos um renome lendário. Hoje, embora já com sinais de exaustão, essas minas continuam produzindo cerca de 950 toneladas anuais de prata que colocam o país como quarto produtor mundial desse metal.

Importante, também, é a produção de ouro do país que alcança a mais de 4,5 toneladas anuais.

Esses recursos, embora de valor incontestável, pouco representam quando comparados com os referentes aos metais industriais.

Possui o país vultuosíssimas reservas de minério de ferro de alto teor em Marcona e Acari estimadas em, no mínimo, 1 bilhão de toneladas. A situação desses jazimentos próximo à costa permite sua exploração em larga escala, para exportação.

O carvão de boa qualidade ocorre na parte centro-oeste do país. Embora relativamente próximo à costa, as jazidas situam-se a grandes altitudes — 3.000 a 4.000 m (2.000 m, as mais próximas do mar) em plena cordilheira, o que dificulta sobremaneira a sua exploração.



Importantes minas de cobre são exploradas em Cerro de Pasco, Morococha e Cajamarca, cujo minério é tratado nas fundições de La Oroya e Cajamarca.

De grande importância são, também, os grandes jazimentos de minério de cobre de Toquepala, próximos à cidade de Moquegua, quase no extremo sudoeste do país, e a cerca de 100 km do porto de Ilo, cuja exploração teve início a partir de 1956.

Esta riqueza em cobre permite ao país uma produção de cobre metálico da ordem de 170.000 toneladas, 2º produtor sul-americano e 10º mundial.

Observa-se, no setor de mineração, a importância de Cerro de Pasco, atualmente uma cidade de mais de 25.000 habitantes, situada em plenos Andes Centrais a cerca de 4.400 metros de altitude, o que se constitui num dos mais famosos e lendários centros mineradores da América do Sul.

Assim, em suas proximidades, em Minasragra, ocorre o vanádio cuja produção representa 1/5 do total mundial; o bismuto, o mercúrio e o zinco alcançando a produção desse último minério em 1960 a 135.000 toneladas. (A produção doméstica de zinco metálico é da ordem de 32.000 toneladas).

Estreitamente ligada à prata é a produção de chumbo que no Peru alcança 73 mil toneladas anuais. Este índice coloca o país como 1º produtor sul-americano de chumbo e 5º mundial.

No setor petrolífero, o Peru dispõe de importantes e vultosas reservas na sua parte norte, em Zorritos no Departamento de Tumbles, e em Lobitos e Negritos no Departamento de Piura. A área de Zorritos é controlada por uma Companhia peruana, ao passo que os campos de Lobitos e Negritos quase juntos à costa, pertencem a uma Companhia inglesa. A produção peruana de petróleo ultrapassa 2,5 milhões de toneladas (2.537.000 toneladas em 1960). A maior parte desse petróleo é tratado na refinaria de Talara com capacidade para 47.000 barris diários. Menos importantes devido sobretudo à localização, são as jazidas petrolíferas de Gaño Azul, na Amazônia peruana, cujo petróleo é processado em duas pequenas refinarias peruanas (em Iquitos e Pucallca) e na refinaria brasileira de Manaus.

F. *Bolívia*

As riquezas minerais da Bolívia são de grande vulto. País mineiro por excelência — sua economia repousa fundamentalmente na exportação de minérios — não tem, contudo, por circunstâncias várias, usufruído os lucros que a exploração racional desses recursos poderia oferecer. Sua riqueza em ouro e prata existente no altiplano tornaram a Bolívia famosa nos tempos do Vice-Reinado, e ainda hoje sua produção é

bastante ponderável, em especial prata que alcança cerca de 160 toneladas anuais.

Sua riqueza em estanho é deveras conhecida. As possantes jazidas de minério deste metal se localizam na vertente oriental dos Andes, entre Oruro e Uncia, e constituiu por muito tempo a maior riqueza do país. Embora ainda hoje o país seja um dos grandes produtores desse minério — cerca de 20 mil toneladas em 1960 — nota-se um declínio acentuado quando se verifica que, em 1948 produzia 40.000 toneladas anuais que colocavam a Bolívia como segundo produtor mundial com 25% do total no mundo.

Em que pese sua produção atual ser somente 12% da mundial, representa, contudo, 90% do total da América do Sul.

De importância são suas reservas de cobre em Corocoro, onde ocorre o metal em estado nativo, que aliás é uma das duas únicas fontes de cobre puro existentes nas Américas (a outra é nas margens do Lago Superior, a nordeste de Michigan). Embora dessas minas provenham 90% de toda a produção boliviana (da qual se exportou, em 1960, 2.300 toneladas) a produção de cobre no país é bastante inexpressiva.

Recursos de valor são as suas reservas de antimônio do qual é grande produtor mundial — 5.300 toneladas em 1960 —, tungstênio (1.300 toneladas) e bismuto, e, em menor escala, zinco.

O petróleo é outra riqueza da Bolívia mas que ainda permanece praticamente inexplorada. Os campos petrolíferos de Camini, Rio Bermejo e Sanandita, ao sul de Santa Cruz, são importantes. Tudo indica, porém, que esses campos são somente uma pequena amostra de uma imensa reserva de petróleo subandino cujos contornos continuam ainda desconhecidos.

G. Chile

Entre os recursos minerais do Chile, ocupou (e ainda ocupa) lugar de destaque o nitrato de sódio que ocorre em imensas jazidas no deserto de Atacama, entre Pisagua, ao Norte e Taltal ao Sul. A importância desses depósitos tornou mundialmente conhecido o nitrato de sódio chileno como "Salitre do Chile".

A obtenção de nitrato de sódio sintético, processo descoberto pouco antes de 1914 e desenvolvido com o tempo, gerou uma competição ao nitrato natural do Chile, ocasionando o seu declínio. Na atualidade o Chile produz cerca de 2 milhões de toneladas por ano, que representa menos de 10% da produção mundial de nitratos. Dessa quantidade, quase metade é exportada para os Estados Unidos para ser usada como fertilizantes.

O cobre é, talvez, no momento, a maior riqueza do Chile pois estima-se que o país possua 30% das reservas mundiais de cobre. Sua produção atual, de 500 mil toneladas de cobre metálico representa cerca

de 15% do total de cobre obtido no mundo ocidental, e sua exportação corresponde a 60% do valor total das exportações chilenas. Os principais jazimentos de minério de cobre são os de Chuquicamata em plena Cordilheira dos Andes, que representam as maiores jazidas conhecidas no mundo do minério de baixo teor (1 a 2%); as minas de Potrerillos, a leste de Chañaral e, ao sul de Santiago, as minas de El Teniente.

As características vulcânicas do território chileno habilitam-no a grande produtor de enxofre, encontrado na Cordilheira Ocidental, nos limites com a Bolívia. Embora os depósitos sejam de excelente qualidade e vultuosos, eles ocorrem em tais altitudes (5.000 a 6.000 metros) e em locais tão remotos e desérticos que sua exploração se apresenta sobremodo difícil, realizada tão-somente para o abastecimento interno.

De menor importância são os recursos em minério de ferro, manganês e carvão. As principais jazidas ferríferas ocorrem em El Tofo, Romeral e Algarrobo, entre Valparaíso e Copiapó.

Embora não se trate de reservas de vulto extraordinário (cerca de 300 milhões de toneladas), estando aliás uma delas — El Tofo — em processo de exaustão, o minério é de boa qualidade e as reservas chilenas são mais que suficientes para o país, permitindo, mesmo, exportação em quantidade ponderável. As jazidas de carvão se encontram na península de Lebu onde a mineração se faz a grande profundidade, estendendo-se pelo fundo do oceano. O carvão é de boa qualidade, coqueificável. Recentemente, novos jazimentos foram descobertos em Magallanes, no extremo Sul do país, também de boa qualidade.

As jazidas de minério de manganês são relativamente pouco conhecidas e de pequena produção. As reservas são estimadas em 1 milhão de toneladas de minério de teor 35% de Mn.

O petróleo descoberto no Sul do país em 1949 constitui também uma riqueza mineral de vulto. Embora sem a pujança observada na Venezuela, a produção petrolífera chilena é de valor, alcançando em 1960 cerca de 4 milhões de toneladas.

Citáveis são, ainda, seus recursos em molibdênio do qual produz cerca de 6% do total mundial, sendo aliás praticamente o único país sul-americano produtor desse metal.

H. Paraguai

O subsolo paraguaio permanece inexplorado; daí serem muito restritos os seus recursos minerais conhecidos; contudo, há possibilidades de existência de petróleo na fronteira com a Bolívia e conhece-se pequenos jazimentos do minério de ferro e de manganês em Ibycui e Quiquío.

I. Uruguai

A formação geológica do Uruguai não é de molde a proporcionar ao país recursos minerais de expressão. Citável somente algumas jazidas

de minério de ferro (de baixo teor) em Valentines que vêm sendo objeto de estudos visando a servir de base a uma futura indústria siderúrgica.

J. Argentina

Embora possuidora de um território relativamente vasto, a Argentina, não se tem mostrado particularmente rica em recursos minerais.

Em realidade, observa-se pobreza generalizada em particular no que concerne a ferro, manganês e carvão.

As suas jazidas de minério de ferro, conhecidas, em Sierra Grande e Zapla, além de teor pouco elevado são de pequena possança, e mal situadas em relação aos centros industriais. Depósitos de manganês de valor não são conhecidos, e o carvão, de qualidade inferior é encontrado em Rio Turbio, no extremo sul da Patagônia.

Esses fatores flagrantemente adversos têm obrigado a Argentina a se valer de minério de carvão importado, num ingente esforço para erigir e manter uma indústria siderúrgica à altura do desenvolvimento econômico do país.

Minérios de tungstênio e estanho são encontrados em jazidas de pouco porte nas serras de Córdoba e San Luís e que dão uma produção de 460 toneladas e 250 toneladas respectivamente, pouco expressivas portanto.

A riqueza mineral de maior expressão atual na Argentina é a do petróleo que ocorre na zona litorânea em Comodoro Rivadavia, e nos contrafortes andinos, em Neuquén (Plaza Huinca), Salta, (Américo Vespúcio, próximo a Tartagal) e Mendoza (Tupungato), destacando-se a primeira que é a mais importante. Observa-se, contudo, que as reservas petrolíferas argentinas não são vultosas. Sua produção de 9,2 milhões de toneladas é muito inferior ao consumo, representando tão-somente 40% das suas necessidades. A Yacimientos Petrolíferos Fiscales, entidade estatal, controla a maior parte da exploração.

L. Brasil

A amplitude territorial do Brasil seria de molde a admitir-lhe uma grande e diversificada riqueza mineral. Isto infelizmente não é o que se observa atualmente.

É bem verdade que em determinados minerais o país é fabulosamente rico e também que, devido à sua imensidão territorial, consideráveis extensões do seu subsolo permanecem em grande parte desconhecidos, o que obviamente reduz o panorama dos seus recursos minerais.

É preciso considerar, por outro lado, que sua constituição geológica — na qual não ocorrem cadeias de montanhas de formação recente —

não é particularmente propícia à existência vultosa de determinados minerais como o cobre e o enxôfre, por exemplo, típicos daqueles terrenos.

Assim, o país em conjunto pode ser considerado bastante rico em recursos minerais, mesmo porque insuficiência ou carência de alguns minerais é fato que ocorre na grande maioria dos países, inclusive naqueles bem mais aquinhoados em recursos minerais, como os Estados Unidos ou a Rússia.

Examinados de *per si*, os recursos minerais do Brasil se apresentam como segue:

1. Metais preciosos

Ouro — É um metal precioso pelo fato de ser encontrado em muito pequena proporção e por ser inalterável face aos agentes atmosféricos.

O ouro, nas jazidas primárias, apresenta-se em filões de quartzo, só ou acompanhado de minérios sulfurados, arsenicados e antimoniados. Nas jazidas secundárias, acha-se entre os produtos da desagregação de rochas que o continham.

Atualmente, grande parte do ouro é obtido como co-produto ou subproduto da extração ou refino de outros metais, principalmente cobre, chumbo, zinco e níquel.

No Brasil, somente 20% do ouro produzido provém das aluviões espalhadas por 13 Estados e 2 Territórios. O restante provém de jazidas primárias (de minas), sobretudo da do Morro Velho a mais importante do Brasil e a única que opera em grande escala. A mina da Passagem ainda está em atividade, ao passo que a do Congo Sôco — que no século XIX chegou a ser a mais importante — hoje está praticamente abandonada pela forte infiltração de água que a inundou completamente.

A produção atual brasileira é relativamente muito baixa, cerca de 5 toneladas anuais, sendo 4 t de ouro de minas e 1 t de ouro de faiscação. Isto representa tão-somente 0,4% da produção mundial que alcança a 1.400 toneladas anuais.

Há, contudo, possibilidades de serem encontrados ainda filões de grande riqueza nas áreas geologicamente adequadas, isto é, nas zonas de rochas das séries Minas e análogas.

Prata — Embora possa se apresentar em estado nativo, a prata aparece freqüentemente sob a forma de sulfeto, associado aos sulfetos de chumbo, zinco, cobre, níquel e estanho. Similarmente ao ouro, o grosso da produção argentífera é subproduto das operações de refino de outros metais como ouro, chumbo, cobre, zinco ou níquel.

A produção brasileira é atualmente diminuta: cerca de 7 toneladas anuais, proveniente maiormente (91,4%) da metalurgia do chumbo na Mina Pannels (Paraná).

Possibilidades de melhoria da produção estão relacionadas com a exploração do zinco de Januária que apresenta minérios de zinco altamente argentíferos, e com o desenvolvimento da produção de chumbo na Zona do Ribeira, em São Paulo e Paraná.

2. Metais ferrosos

Ferro — As reservas brasileiras de minério de ferro são avaliadas em 25 bilhões de toneladas o que lhe dá uma posição de relevo no quadro mundial (18,5% de todo o ferro existente na terra) e, sobretudo, na América do Sul onde detém 80% das reservas sul-americanas.

Os principais jazimentos ocorrem em Minas Gerais numa área de cerca de 8.000 km², entre Belo Horizonte, Santa Bárbara, Congonhas de Campos e Mariana, área esta modernamente conhecida como Quadrilátero Ferrífero. Algumas jazidas importantíssimas como as de Itabira e Cauê estão fora desse perímetro; contudo, a denominação serve para indicar a área das grandes jazidas de minério de ferro que, em Minas Gerais, ocorrem nas camadas da Série Minas.

Grandes reservas de minério de ferro existem também na região de Urucum (Mato Grosso), e no Amapá.

Sua importância é consideravelmente menor que as de Minas Gerais, seja pela localização muito distante dos centros de consumo, como pela qualidade do minério, algo inferior àquele.

Pequenas outras ocorrências são assinaladas em outros locais como no morro de ARAÇOIAIBA — a 5 km da antiga usina siderúrgica de Ipanema — que foi explorada no começo do século XIX, e em Juquiá, ambas em São Paulo; em Jequié e Chique-Chique, na Bahia, cujas reservas foram avaliadas por Otávio Barbosa em cerca de 60 milhões de toneladas de minério. No Ceará, perto de Chaval e nos municípios de Independência e Novas Russas cuja possança não foi avaliada. No Paraná, nos municípios de Rio Branco do Sul, Bocaiuva e Antonina ocorrem magnetita e hematita de boa qualidade com teores próximos a 60% de Fe, algumas das quais vêm sendo utilizadas em indústrias locais ou mesmo exportadas em pequena escala.

A produção brasileira de minério de ferro entretanto é relativamente baixa, da ordem de 10/11 milhões de toneladas, dos quais se exportam cerca de 7 milhões.

MANGANÊS

Cromo — As reservas conhecidas de cromita no Brasil não são alentadas e, ademais, trata-se de minério de baixo teor. Entretanto, considerando seu pequeno consumo na metalurgia, na fabricação de refratários e na indústria química, as reservas conhecidas se mostram suficientes para o país por muitos anos. As principais ocorrências são assinaladas na Bahia (Campo Formoso, Saúde e Santa Luz), em Minas

Gerais (Piuí) e Goiás (Cromínia). Depósitos menores no Amapá e em São Paulo. Em conjunto, as reservas totalizam cerca de 300 mil toneladas de cromita.

A produção nacional de minério que no triênio 1958/60 se mantivera em torno de 6 mil toneladas, em 1961 subiu para 15,5 mil toneladas.

Tungstênio — Considerando a ordem de grandeza do consumo deste metal, cujo emprego maior está nos filamentos de lâmpadas elétricas e no preparo de substâncias extraduras e aços especiais, as reservas nacionais são grandes.

A produção mundial de minério de tungstênio (ou wolfrâmio) é inferior a 80 mil toneladas anuais, e a do Brasil se situa em torno de 1 a 1,5 mil toneladas.

As maiores reservas de cheelita ocorrem no Nordeste numa área de 12.900 km² no quadrilátero formado pelas cidades de Assu (RN), S. João do Sabugi (RN), Soledade (PB) e São Tomé (RN).

Também de valor são as reservas que ocorrem em Encruzilhada (RS) e em Jundiá (S. P.).

Segundo Fróes de Abreu, dado o modo de ocorrência da cheelita, é muito difícil apresentar estimativas até mesmo grosseiras acerca das reservas deste minério. Contudo, pode-se afirmar que as reservas no Brasil são perfeitamente suficientes.

Níquel — As principais jazidas brasileiras ocorrem em Niquelândia (Goiás) — que na opinião de Luciano de Moraes e Othon Leonards são as maiores do Brasil, devendo mesmo rivalizar com as da Nova Caledônia — em Liberdade, Ipanema e Pratápolis (Minas Gerais).

O minério é do tipo silicatado e provém da alteração de rochas ultrabásicas, com teor médio de 2% a 5% de Ni. A proporção de níquel é muito variável podendo-se obter minério escolhido com teores acima de 10% de níquel.

As reservas do distrito niquelífero de Goiás (49 jazidas) foram avaliadas por L. Barbôsa, do Departamento Nacional de Produção Mineral, em cerca de 20 milhões de toneladas de minério, dos quais 16 milhões com teor entre 1% e 3% de Ni, 5 milhões de 4% e 1 milhão com teor superior a 6%.

As jazidas de Liberdade são avaliadas entre 1 e 5 milhões de toneladas de minério de teor 1 e 2%; e as de Pratápolis, em 4 milhões, com idêntico teor.

Menos possantes são as jazidas que ocorrem em Ipanema (MG) e Jacupiranga (S. Paulo) que, contudo, apresentam valor econômico apreciável.

A produção nacional da garnierita é proveniente quase toda de Liberdade, todavia pequena, da ordem de 5 mil toneladas, destinada exclusivamente para a produção de liga Fe-Ni, para uso interno do país.

Manganês — Embora não comparável ao ferro, o Brasil possui enormes reservas manganíferas, cerca de 75 milhões de toneladas de minério.

É oportuno anotar que, das reservas mundiais, estimadas em 1 bilhão de toneladas, quase 2/3 estão na Rússia, o que realça o valor estratégico das reservas brasileiras, ademais, de minério de alto teor (42% a 45% de Mn) superior ao da Rússia que é da ordem de 30%.

O quadro a seguir, que apresenta um panorama global do minério de manganês no mundo, permite observar a importância incontestada que as reservas brasileiras representam para os países do Ocidente, em especial os Estados Unidos:

QUADRO N. 5

Ocorrência Mundial de Minério de Manganês

PAÍS	Reservas conhecidas (em milhares de ton.)	Teor médio de Mn.
Rússia	600.000	30%
Índia	100.000	45%
União Sul-Africana ...	60.000	—
Ghana	10.000	—
Congo Belga	10.000	45%
Egito	9.000	—
Gabão	100.000	45%
Rodésia do Norte	—	—
Marrocos	30.000	45%
Estados Unidos	5.000	14%
México	5.000	45%
Cuba	1.000	43%
Chile	1.000	35%
BRASIL	75.000	45%
MUNDO	1.006.000	—

O exame do quadro 5 permite aquilatar a supremacia do Brasil nas Américas e, ao mesmo tempo, a precária situação dos Estados Unidos nesse aspecto, o que vem obrigando este país a uma ativa política de importação desse minério, e, ao mesmo tempo, de desenvolvimento tecnológico visando ao aproveitamento de minério de baixo teor e, assim, a diminuir essa dependência.

As principais ocorrências de minério de manganês no Brasil se dão no Amapá (Serra do Navio) — 31 milhões de toneladas de teores entre

48 e 53%; em Mato Grosso (Urucum), 33 milhões de toneladas teor 45%; e em Minas Gerais, distritos de Lafaiete, S. João del Rei, Saúde, (Quadrilátero Ferrífero) que alcançam a 7,7 milhões de toneladas de minério com teor próximo a 42% de Mn.

Além dessas jazidas, outras de importância menor podem ser citadas. Assim, na Bahia há três distritos manganíferos: o da Jacobina e Bonfim, o de Santo Antônio de Jesus (próximo ao Recôncavo) e o de Urandi — Jacaraci próximo aos limites com Minas Gerais, cujas jazidas, em conjunto, apresentam uma reserva de 1,5 milhões de toneladas de minério de alto teor.

No Amazonas assinalam-se jazidas cuja possança conhecida não vai além de 300.000 t, em Aripuanã — e Manicoré, objeto êste último de exportação regular para a Europa.

É preciso observar que as condições geológicas do país admitem que essas reservas poderão ser muito ampliadas através da intensificação das pesquisas em regiões ainda não devidamente conhecidas.

A produção brasileira de minério de manganês tem-se mantido por volta de 1 milhão de toneladas das quais são exportadas cerca de 900.000 toneladas.

Molibdênio e Vanádio — O Molibdênio e o Vanádio são empregados sobretudo na fabricação de aços rápidos para ferramentas e na melhoria da resistência à corrosão nos aços inoxidáveis. A maior parte do molibdênio e do Vanádio é produzida nos Estados Unidos que contribui respectivamente com 89% e 70% dos totais mundiais.

No Brasil não há, ainda, produção desses metais nem são conhecidas jazidas promissoras de molibdenita e carnotita. Contudo, já foram observados nos pegmatitos do Nordeste pequenos nódulos de molibdenita que se mostra companheiro constante da cheelita, e assinalada a presença de vanádio em minérios de zinco de Januária.

3. Metais não ferrosos

Alumínio — O Alumínio é o metal mais abundante na natureza, entrando na composição de 7,5% da litosfera. Seu minério é a bauxita, constituída por óxidos hidratados de alumínio, apresentando-se geralmente acompanhado de óxidos de ferro, de titânio e sílica.

O consumo mundial de alumínio vem crescendo vertiginosamente devido às vantagens que seu uso oferece e o seu preço de produção ser relativamente baixo, apresentado-se como concorrente do cobre como material de transmissão de corrente, além de inúmeros outros empregos como material de construção.

A metalurgia do alumínio impõe que os centros de produção fiquem juntos às fontes de energia elétrica devido ao elevado consumo de energia elétrica por tonelada de alumínio produzida (22.000 kwh).

As maiores jazidas de bauxita no Brasil estão no Planalto de Poços de Caldas, onde foram descobertas em 1935, e estimadas por Mário Pinto, em 150 milhões de toneladas, com teor de 60 a 62% de alumina (Al_2O_3). De bem menor expressão são as ocorrências em São Paulo (Águas do Prata, S. José do Campo, Mogi das Cruzes), na Bahia (Correntina) e na região de Muqui no Espírito Santo, que globalmente se estimam em 10 milhões de toneladas.

A produção brasileira de bauxita é, ainda, muito pequena, cêrca de 100.000 toneladas anuais, destinando-se à produção nacional de alumina calcinada e alumínio em lingotes e laminados, realizada em duas fábricas de alumínio: a de Sorocaba (São Paulo) e em Sacramento (Minas Gerais) que, em 1961 produziram 36 mil toneladas de alumina calcinada a 28 mil toneladas de alumínio em lingotes e laminados.

Cobre — O abastecimento nacional de cobre é ainda um problema sem solução satisfatória. As poucas jazidas conhecidas são modestas e ademais de minério pobre. O cobre produzido no Brasil provém em sua grande maioria das minas de cobre do município de Encruzilhada do Sul (RS) que, em conjunto apresentam uma reserva de 2 milhões de toneladas de minério com teores variáveis entre 1 e 3% de Cu. Dessas minas sobressai a de Camaquã que dispõe de 600.000 t de minério com teor de 3%.

Em São Paulo existe uma pequena jazida no município de Itapeva, avaliada em 200.000 toneladas, mas de minério de teor elevado (3,5 a 5% de cobre) que vem sendo explorada pelo grupo Pignatari.

Na Bahia (município de Jaguarari) encontra-se a jazida de Caraíba conhecida desde os tempos coloniais mas ainda inexplorada. Desde 1870 este jazimento vem sendo objeto de estudos cuja possança é estimada em 40 milhões de toneladas de minério de baixo teor, 0,7 a 1,4%, embora na parte superficial seja possível obter 1 milhão de toneladas de minério mais rico (3%). O grande obstáculo no aproveitamento da jazida de Caraíba reside na pobreza do minério e pela localização em região árida, com dificuldades de suprimento de água e de transporte, além de muito distante de fontes de energia.

Também no Nordeste, em Viçosa do Ceará, é conhecida uma jazida cuprífera na encosta da Serra da Ibiapaba com reservas cubadãs em 1,5 milhão de toneladas de minério com teores geralmente altos, contendo ademais ouro, que permanece inexplorada.

Há a considerar, ainda, as possibilidades de obtenção de cobre dos minérios de níquel de Niquelândia em Goiás e Vazante em Minas Gerais, que apresentam uma proporção de cobre entre 0,2% e 1,7%.

O quadro a seguir exprime a situação atual de cobre no Brasil:

QUADRO N. 6

LOCALIZAÇÃO DA JAZIDA	Quantidade (em toneladas)	Teor médio %	Cobre con- tido (em to- neladas)
Viçosa do Ceará (CE)	1.500.000	2	30.000
Caraíba (BA)	40.000.000	0,9	360.000
Vazante (MG)	6.000.000	0,5	30.000
Niquelândia (GO)	16.000.000	0,5	80.000
Itapeva (SP)	200.000	5	10.000
Camaquã (RS)	600.000	3	18.000
Seival (RS)	200.000	1,7	3.400
Serro Martins (RS)	440.000	1	4.400
Andradas (RS)	580.000	1	5.800
Primavera (RS)	100.000	1,5	1.500
Total	65.620.000	—	543.100

Verifica-se, assim, que levado a efeito a total exploração desses jazimentos, eles só representam pouco mais de 10 anos das necessidades do país, cujo consumo pode ser estimado em 43 mil toneladas anuais de cobre (das quais são importadas 37 mil).

A produção de minério de cobre no país oscila em torno de 70.000 toneladas.

Zinco — O zinco é largamente empregado na galvanização de chapas de aço e em ligas especiais e, como óxido, tem sido utilizado como pigmento em várias indústrias; seu minério vem usualmente associado à prata, ao chumbo e ao ouro.

Só recentemente, a metalurgia do zinco tomou impulso no país estando em construção uma usina de zinco em Itacuruçá (RJ) para produzir 7.200 t por ano, e outra em Três Marias pelo Grupo Votorantim. Fora disso só existe uma pequena fábrica em Nova Iguaçu, de caráter experimental, da Cia. Mercantil e Industrial Ingá.

Embora atualmente o Brasil importe a totalidade do zinco que emprega nas suas indústrias — cerca de 33.000 toneladas anuais num valor de 9 milhões de dólares — os recentes estudos dos afloramentos de minério de zinco nos municípios mineiros de Januária e Vazante justificam a esperança de poder alimentar uma indústria de zinco que atenda às necessidades do país. Luciano Moraes e Samuel Moore estimam só as reservas de Vazante em cerca de 6 milhões de toneladas com teor médio de 43% de zinco.

Chumbo — Há numerosas ocorrências de minério de chumbo no Brasil, porém poucas têm revelado interesse econômico. As rochas metamórficas das séries Minas na Bahia, da série S. Roque em S. Paulo,

da série Açungui no Paraná, e as formações calcárias silurianas da série Bambuí em Minas Gerais, encerram as principais jazidas de chumbo do país.

Os vários afloramentos de minério de chumbo na serra de Paranaíacaba (S. P.) mostraram-se logo antieconômicos e demasiadamente modestos podendo somente um filão — o de Furnas no município de Iporanga, ser trabalhado com algum sucesso devido ao elevado teor de prata contida no minério. As reservas da jazida são estimadas em 588.000 toneladas de minério de alto teor (75%) contendo 441.000 t de chumbo e 1.760 toneladas de prata.

Na Bahia há pouco tempo foi descoberta a jazida de Boquirá, no município de Macaúbas, cuja possança foi estimada desde logo em 100.000 t de minério de teor 44% de Pb. Outras ocorrências de menor valor são assinaladas em Santa Sé e Assuruá.

No Paraná, a jazida de Panelas de Brejauva, no município de Bocaiuva do Sul, situa-se no vale de Ribeira, sendo a jazida explorada em maior escala no Brasil. A reserva foi avaliada em 294 mil toneladas contendo 76 mil toneladas de chumbo e 150 toneladas de prata.

Outras ocorrências ainda não precisamente estudadas indicam importantes reservas em Vazante e em Itacarambi, em Minas Gerais, que Luciano de Moraes avaliou respectivamente em 6 milhões de toneladas e 680 mil toneladas contendo, então, 120.000 e 24.000 toneladas de chumbo.

Digna de citação é uma ocorrência no município de Blumenau (SC) ainda inexplorada mas que H. Williams considerou merecedora de melhores estudos por se tratar de um grande campo de minério.

A produção de minério chumbo no país só a partir de 1960 apresenta índice promissor haja vista que de cerca de 14 mil toneladas em 1958 alcançou 105 mil em 1960 e 165 mil em 1961, cabendo às jazidas baianas mais de 70% da produção.

Observa-se, assim, que ainda não é satisfatória a situação do Brasil nesse metal. Segundo Fróes de Abreu, em conjunto as reservas exploráveis atualmente conhecidas se estimam em torno de 7,6 milhões de toneladas de minério contendo cerca de 700 mil toneladas de chumbo.

Considerando-se que o consumo aparente anual de chumbo no Brasil é da ordem de 20 mil toneladas — com tendência a aumentar devido sobretudo à indústria automobilística — tais reservas, se não ampliadas, somente asseguram o abastecimento do país para pouco mais de 30 anos.

No momento, a produção de chumbo metálico no país é da ordem de 5 mil toneladas, importando cerca de 15 mil.

Estanho — Apresentando-se parcialmente no mundo, o que lhe confere um preço elevado, é muito empregado sob a forma de ligas, com o bronze, o latão em tipos de impressão, mas sobretudo no preparo das Fôlhas de Flandres.

Segundo o U. S. Bureau of Mines, o Oriente (Malásia, Indonésia, Tailândia, Birmânia) tem quase o monopólio do estanho no mundo. Nas Américas, a Bolívia é o país que abriga reservas de grande vulto, cerca de 500.000 toneladas de minério.

No Brasil a cassiterita é pouco abundante embora se constate a sua existência em numerosos locais.

De importância econômica são os jazimentos que ocorrem em Minas Gerais, nos municípios de S. João del Rei, Prados, Bom Sucesso, Rezende e Nazareno, em particular no vale do rio das Mortes.

Destas ocorrências sobressai a jazida de Nazareno explorada pela Cia. de Estanho de S. João del Rei, cujo material é fornecido à Cia. Estanífera do Brasil (CESBRA) que o reduz na sua Usina de Volta Redonda.

No nordeste de Minas Gerais, a cassiterita vem sendo explorada em proporções crescentes em Aracuaí, Itinga, Salinas e Virgem da Lapa.

No planalto da Borborema, o minério é extraído dos veios de pegmatito e concentrado a bateias, atividade que torna o custo de produção muito elevado e só possível devido ao padrão de vida baixíssimo da região.

Cite-se, ainda, as ocorrências que são assinaladas em Encruzilhada (RS), Ipameri (GO) e Rondônia, esta ainda muito pouco estudada.

A produção do país é, pois, pequena, variando em torno de 2 mil toneladas anuais, obviamente insuficiente obrigando-o a importar não só o metal puro como o próprio minério que, em média, alcança anualmente 2.500 toneladas.

4. Metais menores

Magnésio — A importância deste metal resulta do seu emprego em liga com o alumínio e o zinco como metal estrutural leve. Daí, os grandes consumidores do metal magnésio e suas ligas serem as indústrias aeronáutica e automobilística, a de construção de objetos leves de uso doméstico e a de fabricação de isolantes e refratários, e, mais recentemente, a de construção de naves espaciais.

Na guerra, tem largo emprego nas bombas incendiárias.

No Brasil, ainda não se fabrica o metal magnésio, embora o consumo venha crescendo em consequência, sobretudo, da expansão da indústria automobilística.

As fontes nacionais de magnésio são as dolomitas e a magnesita que calcinadas produzem o óxido de magnésio quase puro (caso da magnesita) ou misturadas à cal (caso da dolomita).

As jazidas de magnesita no Brasil, já em exploração, ocorrem no Ceará e na Bahia com reservas vultosas e de boa qualidade. As do

Ceará situam-se nos vales dos rios Jaguaribe e Salgado, entre Cariús e Orós, com reservas que vão a centenas de milhões de toneladas. Na Bahia, vários e extensos afloramentos de grande possança ocorrem no município de Brumado (serra das Éguas, Pedra Preta, Pirajá, Cabeceira e Cordeiro) estimando-se as reservas em 500 milhões de toneladas. Com a magnesita de Brumado fabricam-se em Belo Horizonte os tijolos e massas refratárias usados em grande escala nos fornos de aço da Cia. Siderúrgica Nacional e na Belgo-Mineira.

A produção nacional de magnesita e dolomita vem crescendo de ano para ano, atingindo já a cêrca de 80 mil e 270 mil toneladas respectivamente.

Antimônio, Mercúrio, Molibdênio e Bismuto :

O Brasil é carente destes metais. As pequenas ocorrências conhecidas não são exploráveis, exceto com relação ao bismuto que é produzido em mui pequena escala, proveniente de ocorrências ocasionais nos pegmatitos, em Minas Gerais (Brejauva — bacia do rio Doce) e no Rio Grande do Norte (Alto do Boqueirão, em Parelhas e no Alto dos Mamões).

Berílio, Lítio e Zircônio — O berílio (ou glucínio) só recentemente passou a despertar interesse e grande pela aplicação que se encontrou na engenharia nuclear, em virtude de sua propriedade de retardador de neutrons rápidos e de refletor para o núcleo dos reatores. Também no campo industrial comum é usado sob a forma de ligas com o cobre, níquel e alumínio, principalmente com o cobre na fabricação de molas indeformáveis. (Outrora os minerais de berílio tinham importância apenas como pedras para joalheria).

No Brasil as fontes de berílio — como ocorre aliás nas outras partes do mundo — são os pegmatitos, onde o berílio se encontra no quartzo, no feldspato ou no caulim resultante, acompanhado de mica e minerais acessórios dos pegmatitos.

Atualmente há três regiões produtoras de berílio no Brasil: a parte E e NE de Minas Gerais, o SE da Bahia e a região da Borborema, abrangendo partes do Rio Grande do Norte e da Paraíba.

O Brasil é um dos grandes produtores mundiais de berílio com uma média anual de 1.000 a 2.000 toneladas, equivalentes a 30% do total mundial.

Esta produção é totalmente exportada para os Estados Unidos, pois não há no país processamento industrial do berílio produzido. Entretanto, já houve tentativa de produzir o óxido de berílio no Brasil, visando a exportar um produto de mais alto preço ao invés da matéria-prima, apenas selecionado a mão, chegando a ser estabelecida uma pequena usina no vale do Paraíba que fracassou.

As reservas brasileiras não podem ser devidamente avaliadas porque não foram ainda suficientemente estudadas. Além disso, novas áreas

deverão muito provavelmente ser reveladas em locais ainda não conhecidos. Contudo, face ao que se sabe, considera-se perfeitamente possível que a produção de 1.000 a 2.000 toneladas por ano — como vem ocorrendo há quase 20 anos — possa ser mantida ainda durante algumas dezenas de anos.

O lítio é o metal mais leve conhecido e só recentemente, com o desenvolvimento dos estudos sobre energia atômica, foi que despertou grande interesse.

O maior produtor de minério de lítio é a Rodésia do Sul. No Brasil, o conhecimento de grandes quantidades de minério de lítio data de 1942, época em que foram lavrados intensamente os pegmatitos do Nordeste. Mais recentemente foi revelado em abundância nos pegmatitos de Salinas (NE de Minas Gerais) e na zona de São João del Rei, MG. Também em S. Paulo foi assinalado um pegmatito litinífero próximo a Mogi das Cruzes que, entretanto, carece de maiores estudos.

A variedade espodumênio é encontrada nos pegmatitos do Rio Grande do Norte (Carnaúba das Panelas), da Paraíba (Seridôzinho) e de São João del Rei. A variedade amblygonita é observada nos pegmatitos do Ceará (Lagoa de Brito, Alto dos Cristais e Bolinho, perto de Quixeramobim) e nos de Salinas (MG).

Segundo Putzer, as reservas de espodumênio no pegmatito Seridôzinho (PB) é de 250 mil toneladas, e de 400 mil nos pegmatitos de São João del Rei.

O zircônio é um metal refratário que apresenta elevada resistência à tração e alta dureza. Recentemente vem recebendo muita atenção pelas aplicações em reatores atômicos, e o metal vem sendo produzido principalmente para uso da engenharia nuclear.

No Brasil, as fontes de zircônio são as areias monazíticas e ilmeníticas litorâneas — que sempre contêm zirconita — e os depósitos do planalto de Poços de Caldas, onde o minério é a badeleíta quase pura, ou a mistura de óxido e silicato denominado caldasito.

Os principais depósitos de areias monazíticas e ilmeníticas ocorrem no litoral da Bahia (Pôrto Seguro, Prado, Alcobaça, Caravelas e Mucuri) em praticamente toda a costa litorânea do Espírito Santo e nos municípios fluminenses de São João da Barra e Campos.

De menor importância, por menos conhecidas são as areias ilmeníticas da costa do Maranhão (Tutóia, Araiões), de Alagoas, próximo à foz de São Francisco e no litoral de Sergipe em Pacatuba e Aracaju.

Da variedade badeleíta são as importantes jazidas encontradas no planalto de Poços de Caldas e nos municípios paulistas de Águas da Prata (Campo do Serrote), São José do Rio Pardo e Jacupiranga.

As reservas de minério de zircônio no Brasil são estimadas em mais de 4 milhões de toneladas, sendo 250 mil correspondentes ao planalto de Poços de Caldas e 4 milhões de toneladas às areias litorâneas.

A produção do Brasil é da ordem de 10 mil toneladas anuais, das quais 80% correspondem a Minas Gerais, 18% ao minério de S. Paulo e somente 2% relativos ao aproveitamento das areias monazíticas do Espírito Santo.

5. Físseis

Urânio e Tório — A produção desses minerais está sob controle do Conselho de Segurança Nacional e da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Até a última Grande Guerra os minérios de urânio constituíam uma fonte comercial de rádio, e os seus sais, obtidos como subprodutos, tinham aplicações limitadas à fotografia e à cerâmica.

A partir daí passou a ter grande importância quando da descoberta de sua aplicação como fonte de energia nuclear.

O urânio natural é formado por três isótopos: U238 que corresponde a 99,3% do total, U235 que entra na proporção de 0,7%, e pequeníssimas quantidades de U234.

O urânio natural, ao contrário do que se pensa, não é produto de elevado preço; caro é o material fissionável o U235 que entra na proporção de 0,7% do urânio natural e que constitui a fonte de energia nuclear.

Há pouco tempo, nos Estados Unidos o quilograma de urânio natural era vendido por US \$40.00, ao passo que o grama de U235 custava US \$20.00, ou seja, quinhentas vezes mais.

No Brasil os minérios de urânio têm sido encontrados sob as seguintes formas:

- 1 — Em pegmatitos na região leste de Minas Gerais e no planalto da Borborema, sob a forma de minerais uraníferos de alto teor, mas diminuta concentração;
- 2 — Em pegmatitos estaníferos e litiníferos da zona de S. João del Rei, e nos placeres resultantes da destruição dos mesmos;
- 3 — Em associação com os minérios de zircônio no planalto de Poços de Caldas;
- 4 — Nos conglomerados auríferos da Serra de Jacobina, na Chapada Diamantina (BA);
- 5 — Nas jazidas de pirocloro, em Araxá e Tapira, Minas Gerais, relacionadas com as intrusões alcalinas;
- 6 — Em pequenas quantidades, nas areias monazíticas do litoral, nos depósitos aluvionares do interior e nos cristais de monazita.

As pesquisas de urânio nos leitos de carvão do Sul do Brasil, nas camadas de folhelhos pirobetuminosos do vale do Paraíba do Sul e do

horizonte permiano de Irati, e nos depósitos de fosforita de Olinda (PE) revelaram quantidades insignificantes de urânio.

De todas as ocorrências conhecidas, destaca-se a jazida de pirocloro uranífero de Barreiro, Araxá, estimada em 185 milhões de toneladas de minério contendo 9,2 milhões de pirocloro que, além de poderem produzir 85 mil toneladas de óxido de urânio (U_3O_8), constitui uma considerável fonte de nióbio (4,6 milhões de toneladas de óxido de nióbio) e, sobretudo, a maior reserva de tório conhecida no país, capaz de fornecer 130 mil toneladas de óxido de tório, ultrapassando assim, de muito, as fontes de tório do planalto de Poços de Caldas e das areias monazíticas do litoral.

Os depósitos zirconíferos do planalto de Poços de Caldas (250 mil toneladas de minério) contêm entre 0,1% e 0,2% de óxido de urânio o que quer dizer 1 a 2 kg de U_3O_8 por tonelada.

O tório é um elemento radioativo muito importante, utilizado em reatores como elemento fértil, isto é, captando neutrons é transmutado em urânio 233, elemento físsil, capaz de ser utilizado como fonte de energia nuclear tal como o U235.

É também largamente empregado em ligas com o magnésio usadas nos foguetes e satélites artificiais por suas propriedades de leveza e resistência ao trabalho, e a mudanças bruscas de temperatura.

A monazita é usualmente a principal fonte de tório, apresentando a das praias brasileiras um teor em geral de 5 a 6% de ThO_2 , enquanto a das praias da Índia contém cerca de 9%.

As reservas de tório conhecidas no mundo, exceto da Rússia e países satélites, são as do quadro abaixo:

QUADRO N. 7

PAIS	Quantidade em 1.000 t	Teor médio em $Th O_2$
Índia	500	9%
Canadá	210	0,5%
BRASIL	200	6%
Estados Unidos	50	4,5% a 6%
Austrália	50	—
África do Sul	15	6%
África Oriental	15	—
Egito	10	—
Niassalândia	10	—

Fonte: U.S. Bureau of Mines.

Cumpra assinalar que o quadro acima só trata da obtenção do óxido de tório da monazita, não estando computadas as reservas contidas no pirocloro de Araxá e Tapira cuja tecnologia não é ainda um processo corrente e sem dificuldades, sendo mesmo o pirocloro essencialmente uma fonte de colômbio.

Antes de 1895 a exploração de monazita das praias do Sul da Bahia era feita clandestinamente não havendo dados a respeito estimando Leonardos em mais de 80 mil toneladas de concentrados contendo de 50 a 95% de monazita.

Atualmente as exportações têm sido objeto somente de acordos governamentais fixados no máximo de 3 mil toneladas por ano.

6. Combustíveis

Carvão — De acordo com os estudos mais recentes, as reservas brasileiras de carvão-de-pedra superam a 1 bilhão de toneladas. Tal quantidade seria bastante satisfatória se se tratasse de carvão de boa qualidade o que, entretanto, não acontece.

O carvão brasileiro mostra sempre uma intercalação íntima de matéria argilosa e a presença de nódulos de pirita, ocorrências responsáveis pelos elevados teores de cinza e enxofre do carvão bruto. Isto exige o seu beneficiamento prévio para a eliminação principalmente da pirita.

Ademais, somente os carvões catarinenses são coqueificáveis e sua utilização nas usinas siderúrgicas se faz na proporção de 40% do carvão nacional para 60% do estrangeiro, proporção esta que atende às melhores condições técnicas e econômicas na atualidade.

As principais jazidas ocorrem em Santa Catarina (municípios de Criciúma, Orleães e Urussanga) e no Rio Grande do Sul (Gravataí, S. Jerônimo, Charqueadas, Candiota, Hulha Negra); de menor importância, as do Paraná e São Paulo.

Com seu emprego muito limitado na atualidade — pela constante perda do mercado consumidor marítimo e ferroviário — a produção de carvão no Brasil tem-se mantido estacionária em torno de 2.350 mil toneladas anuais, visando a atender principalmente à indústria siderúrgica e às usinas termelétricas.

A comprovação da existência de terrenos carboníferos no Piauí pôs em foco a possibilidade da existência de carvão-de-pedra de boa qualidade nesse Estado. Pesquisas e sondagens realizadas não chegaram, contudo, a uma definição a respeito.

Também na bacia Tocantins-Araguaia há presença de indícios de carvão do tipo "coal measures" do hemisfério setentrional que, segundo os geólogos O. Barbosa e Andrade Ramos que estudaram a área, é motivo bastante importante para o estabelecimento e execução de um programa de pesquisas na bacia Tocantins-Araguaia.

— *Petróleo*

A existência de petróleo no Brasil foi constatada em 1939 em Lobato, no Recôncavo baiano. Daí para cá ingentes esforços têm sido desenvolvidos para ampliar a área petrolífera nacional sem grande sucesso entretanto.

Na realidade, a única área positivamente produtora de petróleo é a do Recôncavo baiano cujas reservas são estimadas em 600 milhões de barris. Recentemente, fundadas esperanças são depositadas na área da bacia do Tucano, contígua ao Recôncavo e 3 vezes maior que esta. Levando-se em conta que o consumo anual do Brasil é da ordem de 100 milhões de barris, verifica-se que as reservas atuais não bastariam para seis anos, considerando o crescimento anual do consumo.

Numerosas sondagens são realizadas de norte ao sul do país. As perfurações realizadas na bacia amazônica, depois de um falso sucesso no poço de Nova Olinda vêm demonstrando que grande parte da bacia apresenta poucas possibilidades de conter petróleo em escala comercial.

Na bacia do Maranhão há esperanças, ainda não confirmadas, na região de Barrerinhos.

Na bacia do Paraná está sendo tentada uma pesquisa geofísica por métodos elétricos para esclarecer as condições geológicas subsuperficiais do basalto. Até o momento, os poços abertos não têm aumentado as probabilidades de sucesso. Embora fracos os resultados obtidos, é também reconhecido que muito resta a fazer nessa extensa área.

A bacia Alagoas-Sergipe, em cerca de 20 mil metros quadrados da orla costeira apresenta interesse, produzindo, mesmo, algum petróleo (Tabuleiro do Martins, Jequiá).

O problema do Brasil no aspecto petróleo foi bem definido nas conclusões do Relatório Link que finaliza:

“O Brasil não procura pequenos sucessos, de valor científico sem dúvida, mas que não produzem dinheiro, e sim grandes acumulações que tornem o país auto-suficiente em petróleo nos anos vindouros e isso o mais rapidamente possível”.

— *Xistos betuminosos e pirobetuminosos*

A designação de xisto pirobetuminoso é usada correntemente para designar uma rocha de textura xistosa que por aquecimento produz óleo, em consequência da decomposição da matéria orgânica que encerra. Estas rochas deveriam, todavia, ser denominadas folhelhos oleígenos, mais de acordo com a taxonomia geológica indicando com precisão a particularidade da rocha gerar óleo que ela não contém em estado natural.

A diferença entre xisto betuminoso e pirobetuminoso é que o primeiro contém betume e o segundo só fornece betume mediante calor.

Como os folhelhos pirobetuminosos não contém óleo, mas simplesmente a matéria-prima para a sua formação o óleo de xisto tem de ser gerado mediante a aplicação de uma quantidade de calor suficiente para provocar a sua gênese.

Em resumo, para a produção de óleo de xisto são necessárias quatro operações fundamentais:

- extração do material bruto
- secagem
- destilação seca (retortagem)
- refinação do óleo cru.

Tanto o óleo de xisto como o petróleo natural são formados basicamente de misturas de hidrocarbonetos; porém nos petróleos naturais predominam geralmente os compostos saturados, parafínicos ou hidrocarbonetos de cadeia fechada, cujos componentes instáveis se tornaram mais ou menos estabilizados no decorrer de milhões de anos desde que foram gerados, ao passo que nos óleos de xisto há sempre grande proporção de não saturados e de compostos sulfurados e nitrogenados que precisam ser previamente eliminados.

Observa-se, então, que o óleo de retorta, salvo condições especiais (como talvez seja o caso brasileiro) em geral não pode economicamente concorrer em nossa época, com o óleo de poço, apesar do risco que incide sobre os capitais investidos na pesquisa do petróleo.

A produção de óleo de xisto no mundo é antiga tendo florescido até a entrada do petróleo natural no mercado internacional. Muitos países sem fontes de petróleo se interessam vivamente pela produção de óleo de xisto, como a Espanha e a Suécia.

Os Estados Unidos, devido à acelerada diminuição de suas reservas petrolíferas têm estimulado os estudos visando à exploração de suas reservas de folhelhos pirobetuminosos avaliados em 400.000 milhões de toneladas. Permanece, contudo, em aberto, o problema da produção em bases competitivas com o petróleo natural.

No Brasil, a obtenção de óleo de xisto adquire grande importância devido, sobretudo, ao panorama atual referente ao petróleo natural e às grandes reservas de folhelhos oleígenos constatadas no país.

Duas grandes ocorrências de folhelhos pirobetuminosos são assinaladas: a do vale do Paraíba, em São Paulo e o folhelho Irati.

O xisto do vale do Paraíba ocorre no trecho médio do rio numa bacia que se estende entre Quiririm e Roseira, numa distância de 32 km tendo por largura de 4 a 10 km e uma profundidade que passa nalguns pontos de 300 metros.

Os estudos realizados pelo Eng. Menescal Campos concluem que esses folhelhos apresentam uma reserva de óleo recuperável da ordem

de 2 bilhões de barris ou seja 3,5 vezes a reserva de petróleo atualmente conhecida na Bahia.

O folhelho Irati ocorre numa faixa permiana que se estende desde São Paulo até o Rio Grande do Sul, com importantes afloramentos em Rio Claro, Ipojuca, Tatuí e Angatuba, em São Paulo; Imbituva, Irati, Riozinho e São Mateus, no Paraná; Três Barros e Perimbó, em Santa Catarina; e em São Gabriel no Rio Grande do Sul.

A avaliação dessas reservas é vultuosíssima. Reinhard Maack considerou as reservas do Paraná somente, em 200 bilhões de toneladas que, na base de 8% de óleo representa uma reserva de 11.200 milhões de barris, ou seja 18 vezes a reserva de petróleo natural da Bahia.

O folhelho Irati representa assim a maior massa de material combustível existente atualmente no subsolo do país. A despeito disso, o seu aproveitamento em larga escala está na dependência de um processo técnico que possibilite a sua obtenção e aproveitamento em bases econômicas, tanto mais que na atualidade há superprodução mundial de petróleo natural.

7. Fertilizantes inorgânicos

Nitratos — Os nitratos de potássio e sódio ocorrem nas regiões áridas e de escassa pluviosidade, onde a evaporação é muito superior à precipitação.

As jazidas chilenas representam um caso único no mundo e só vêm resistindo à concorrência dos nitratos sintéticos em virtude da alta concentração e volume dos depósitos, e da diversidade dos produtos recuperáveis.

No Brasil, não existem depósitos de nitratos, senão os de grutas e eflorescências no solo que somente constituem curiosidades geológicas, sem valor econômico. A produção nacional reside no nitrato sintético pela utilização da fonte inesgotável do azoto atmosférico, sobretudo por meio dos processos que utilizam a oxidação parcial dos hidrocarburetos do gás natural ou dos gases residuais das refinarias de petróleo, como fonte do hidrogênio que vai ser reunido ao azoto para formar a amônia.

A usina da Petrobás em Cubatão emprega o gás residual da refinaria com uma produção diária de 340 toneladas de nitrocálcio e 35,4 toneladas de nitrato de amônio granulado.

Fosfatos — Os fosfatos constituem hoje em dia um recurso mineral de grande importância pelo seu emprego no preparo de fertilizantes. Os fosfatos usados correntemente são a apatita, a fosforita e o guano principalmente.

Os alumino-fosfatos da ilha Trauíra e morro Pirocáua, no Maranhão, são fosfatos dificilmente assimiláveis e não podem ser tratados pelos métodos clássicos para a fabricação de superfosfatos.

A apatita, com sua resistência ao intemperismo e pequena solubilidade, não se presta para uso direto como fertilizante devendo ser transformada em superfosfato pelo ataque com ácido sulfúrico.

As fosforitas são muito mais facilmente assimiláveis; por isso quando finamente moídas podem ser utilizadas diretamente no solo com eficiência comprovada.

Igualmente o guano é facilmente assimilável dada a sua origem orgânica recente.

As reservas de fosfatos do Brasil são principalmente do tipo fosforita em Olinda (45 milhões de toneladas), e apatita em Araxá (92 milhões de toneladas) e em Jacupiranga em São Paulo (5 milhões), todo em exploração, a primeira pela Fosforita Olinda S.A., a de Araxá pela Fertisa (Fertilizantes de Minas Gerais S.A) e a de Jacupiranga, pela Serrana S.A.

Há ainda a considerar as reservas de guano na ilha Rata, no arquipélago de Fernando de Noronha, avaliadas em 500 mil toneladas.

A produção nacional de fosfatos alcança cerca de 850.000 toneladas sendo 600 mil de fosforita e 250 mil de apatita.

A produção de fertilizantes fosfatados alcança mais de 430 mil toneladas, e a de nitrogenados 65 mil toneladas anuais.

Sais de potássio — Os trabalhos de Justus Liebig em meados do século passado sobre fisiologia vegetal, abriram os horizontes para a adubação química dos solos.

A experimentação provou que a adição de sais de potássio, fosfatos e compostos nitrogenados promove um maior desenvolvimento dos vegetais e aumenta consideravelmente a produção.

O potássio sob a forma de sais solúveis, como interessa à indústria de fertilizantes, é um produto resultante da meteorização das rochas ígneas num passado longínquo. Encontra-se nos mares, lagoas salgadas e em algumas jazidas intercaladas nas rochas sedimentares.

Os grandes produtores mundiais de sais de potássio são a Alemanha (41%), Estados Unidos (29%), França (18%) e a Rússia (12%).

As reservas do Brasil são ainda imprecisas. A ocorrência de carnalita constatada em poços perfurados no Sergipe, em Cotinguiba, encontra-se a grande profundidade, cerca de 1.200 m, o que torna arriscado considerar essa ocorrência como de interesse econômico. Também a presença de cristais de carnalita que se verifica na lagoa Salgadinho em Luís Correia (PI) carece de maiores estudos. Finalmente, a possibilidade de obtê-lo diretamente das águas oceânicas ou das águas-mães das salinas é ainda problema tecnológico a ser resolvido.

8. *Outros minerais industriais*

Calcário — O calcário (carbonato de cálcio) encontra-se abundantemente distribuído na crosta terrestre e tem origem seja nas precipitações de carbonato de cálcio dissolvido nas águas, seja nas acumulações de organismos inferiores principalmente de ambiente marinho.

As numerosas aplicações do calcário tornam esse produto um dos mais importantes minerais para o homem.

Os principais usos do calcário são:

- Fabricação de cimento Portland
- Fabricação de cal
- Como fundente em metalurgia
- Como corretivo de solos
- Produção de produtos químicos
- Fabricação de vidro
- Como pedra ornamental (mármore).

No Brasil os calcários estão disseminados por todo o seu território, e seu emprêgo é preponderantemente na fabricação do cimento (na proporção de 66%), na de cal (23%) e como fundente na metalurgia (8%).

A indústria nacional de cimento localizou-se junto aos centros de colocação do produto e às fontes de matéria-prima, aproveitando em maiores proporções o calcário algonquiano (55,6%) o cretáceo (12,2%) e o do pliocênio (12%).

O eixo principal está nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro que somam 74% do total do cimento produzido no país, em cerca de 34 fábricas espalhadas por 12 Estados da Federação, e que alcança a 5 milhões de toneladas anuais. O quadro a seguir resume a produção de cimento do país:

QUADRO N. 8

PRODUÇÃO DE CIMENTO

1962

ESTADO	Produção (toneladas)	% sobre o total
São Paulo	1.500.000	30,0
Minas Gerais	1.200.000	24,0
Rio de Janeiro	990.000	19,8
Pernambuco	350.000	7,0
Rio Grande do Sul ..	230.000	4,6
Paraná	180.000	3,6
Bahia	150.000	3,0
Paraíba	150.000	3,0
Mato Grosso	100.000	2,0
Espírito Santo	100.000	2,0
Guanabara e Goiás ..	50.000	1,0
BRASIL	5.000.000	100,0

A fabricação de cal é também importante no país, atingindo 1,4 milhões de toneladas.

Gipso — O gesso tem importância sobretudo pelo seu emprêgo na fabricação do cimento onde entra na proporção de 2 a 3% como agente retardador do tempo de pega. Além disso é largamente empregado como material de construção, em escultura e na medicina.

As reservas brasileiras são vultosíssimas e seus maiores depósitos se localizam nas camadas cretáceas do Ceará (Cariri, Missão Velha, Crato), do Rio Grande do Norte (Mossoró), Pernambuco (Araripina) e Piauí, principalmente.

A produção nacional é da ordem de 200.000 toneladas anuais.

Enxôfre — A grande importância do enxôfre reside principalmente no seu composto, o ácido sulfúrico, chamado com razão o "pão da indústria" cujo consumo é tido como indicador do desenvolvimento industrial de uma nação. É mesmo bastante difícil encontrar um produto industrial no qual o enxôfre não tenha interferido nalguma fase do processo de fabricação.

No Brasil, ainda não foi descoberta nenhuma jazida importante de enxôfre, o que torna este metalóide um dos minerais estratégicos mais escassos no país, cuja pesquisa deve ser intensamente fomentada.

Isso tem levado o Brasil a importações maciças de enxôfre, da ordem de 150.000 toneladas por ano, a maior parte destinada à fabricação de ácido sulfúrico (65%) e às indústrias químicas em geral (15%).

Para a produção de ácido sulfúrico também são largamente empregadas as piratas das quais o Brasil possui em quantidades exploráveis nos xistos de Minas em Ouro Preto (utilizada pela fábrica de Piquê), num veeiro atravessando o gnaiss em Itarerá (RJ), nas jazidas de chumbo e zinco do vale do Ribeira, de Vazante e Januária, e nas camadas de carvão do Sul do país. Ainda nas jazidas de chumbo de Pannels (PR) o veeiro de galena contém cerca de 31% de pirita que poderão ser aproveitados para a fabricação de ácido sulfúrico.

Sal marinho e Sal-gema — Ambos são cloreto de sódio (NaCl) denominando-se sal marinho quando extraído diretamente do mar, e sal-gema quando obtido das minas no interior da terra. Na América do Norte e na Europa, o sal-gema constitui a principal fonte de sal, enquanto nos países tropicais o sal é obtido principalmente pela evaporação da água do mar.

Além de imprescindível ao homem, o sal é grandemente utilizado no preparo e conservação de comestíveis, na alimentação do gado, no uso em refrigeração e no fato de ser matéria-prima para os álcalis, cloro e seus derivados que são produtos da mais alta essencialidade no mundo moderno.

O Brasil produz cerca de 1 milhão de toneladas anuais, maiormente obtido no Nordeste (Rio Grande do Norte 63%, Ceará 10%) onde se encontram melhores condições topográficas e climáticas para sua produção. De importância são também as salinas de Cabo Frio (RJ) onde a lagoa de Araruama apresenta salinidade muito superior à do Oceano, compensando as desvantagens de ser área de menor evaporação útil e de precipitação pluviométrica relativamente elevada.

O sal-gema foi encontrado no Amazonas, Pará e Alagoas em profundidades superiores a 800 metros quando das perfurações realizadas para sondagens de petróleo.

As reservas são de muitos bilhões de toneladas mas inexploradas devido não só por não serem economicamente interessantes como pela grande profundidade em que se encontram.

Feldspato — Os feldspatos constituem uma série de silicatos de alumínio e são matéria-prima na indústria da cerâmica e vidros. A produção brasileira, da ordem de 50 mil toneladas, provém principalmente das minas de Maricá, São Gonçalo e Niterói no Rio de Janeiro, e em Perus (São Paulo), destacando-se a de Maricá com a maior atualmente no Brasil.

Em menor escala, há exploração em Campo Longo (PR), Pernambuco e Paraíba (na zona da Borborema).

Outras ocorrências de vulto são assinaladas em outras regiões brasileiras mas que permanecem inexploradas por demasiadamente afastadas dos centros de consumo. Entre essas distingue-se a jazida de Jaú, em Governador Valadares (MG) pela possança e pureza do seu feldspato.

Amianto — Amianto ou asbesto é o nome usado para designar vários silicatos magnesianos possuídos de uma clivagem especial que os torna facilmente separáveis em fibras. O seu valor resulta da propriedade de ser uma fibra incombustível que pode ser tecida como as fibras vegetais, formando um material isolante de calor em temperaturas moderadas; por isso é largamente empregado no preparo de materiais para isolamento térmico e elétrico.

O maior produtor mundial de amianto é o Canadá que produz mais da metade do total seguindo-se a Rússia com 24%.

No Brasil as ocorrências de amianto são bastante parcimoniosas e se encontram principalmente na Bahia (Poções) Alagoas (Traipu) e Minas Gerais (Nova Lima) onde vêm sendo exploradas. A variedade mais usual é a crisotila — que é também a mais procurada — atingindo a produção nacional a mais de 100 mil toneladas anuais, dando cerca de 1.300 toneladas de asbesto insuficiente para o consumo interno em franca expansão. Isso obriga o País a importar substanciais quantidades de amianto,

da ordem de 15 mil toneladas com valor superior a 3 milhões de dólares.

Mica — É um silicato de alumínio e outros metais com a característica de clivagem paralela que permite uma fácil separação em lâminas finas.

A mica possui uma combinação de tais propriedades úteis que a tornam, além do mais, valioso isolante elétrico, um fator significativo da civilização moderna. Sem as micas, como diz Chowdhury, as mais avançadas realizações da Ciência e da Engenharia estariam seriamente ameaçadas.

Devido ao seu largo uso na eletricidade, tornou-se a mica um material estratégico de primeira importância dando estímulo à utilização dos resíduos de mica e à fabricação, mesmo, de mica sintética.

No Brasil, a mica é explorada nos pegmatitos predominantemente nas regiões E e NE de Minas Gerais que produz 99% do total de País.

O Brasil é o segundo produtor mundial desse mineral, com cerca de 5.000 toneladas anuais das quais são exportadas aproximadamente mil toneladas.

Quartzo hialino — (Cristal de Rocha)

Não se poderá encerrar esta apreciação sumária das riquezas mineiras do Brasil sem destacar o quartzo hialino cujas propriedades piezo-elétricas levaram-no a ser largamente utilizado nos rádios (controle e estabilização de frequência nos aparelhos de transmissão e recepção).

Por suas aplicações na eletrônica, o cristal de quartzo tornou-se um material tão importante que já foi dito que "atualmente vivemos num mundo controlado por cristais de quartzo" (A. E. Miller).

No maior centro de consumo mundial, que são os Estados Unidos, 89% de quartzo se destina a placas para osciladores e o restante a filtros elétricos de altas frequências. Sua importância na guerra pode ser bem avaliada ao verificar-se que cada carro de combate ou avião utilizava em seus aparelhos de rádio, de 5 a 6 kg de placas de quartzo.

O Brasil tem quase o monopólio da produção de quartzo piezo-elétrico. Durante a última Grande Guerra abasteceu os países do bloco ocidental e forneceu praticamente 100% do cristal de quartzo necessário pelos Estados Unidos.

As maiores jazidas de quartzo conhecidas situam-se na Bahia (Chapada Diamantina), Minas Gerais (municípios de Diamantina e Joazeiro) e Goiás (Cristalina) com uma produção que, há vários anos se mantém em torno de 1.300 toneladas, grande parte das quais é exportada.

M — *Resumo sinóptico*

Os quadros seguintes resumem as principais atividades mineradoras dos países da América do Sul, comparando-as com os totais mundiais. (Fonte: Statistical Yearbook 1961, ONU):

QUADRO N. 9

PRODUÇÃO DE OURO E PRATA

PAÍS	Ouro (toneladas)	% sôbre mundial	Prata (toneladas)	% sôbre mundial
Guianas	1,4	0,1	—	—
Colômbia	13,5	1,3	4,2	—
Equador	0,5	—	4,0	—
Peru	4,4	0,4	957,0	14,3
Bolívia	0,8	—	152,0	2,3
Chile	3,4	0,3	45,0	0,7
Argentina	0,1	—	50,0	0,8
Brasil	4,9	0,5	7,0	0,1
AMÉRICA DO SUL	29,0	2,6	1.219,2	18,2
MUNDO	1.044,0	100,0	6.700,0	100,0

Q U A D R O Nº 10
 PRODUÇÃO DE MINÉRIOS DE METAIS FERROSOS
 Em toneladas

P A Í S	M i n é r i o d e													
	Ferro	%	Manganês	%	Níquel	%	Cromo	%	Tungstênio	%	Antimônio	%	Molib- dênio	%
Venezuela	14 480 000	6,4	2 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colômbia	180 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P e r u	3 150 000	1,4	1 000	-	-	-	-	-	300	1,8	820	2,4	-	-
Chile	2 990 000	1,3	27 000	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	2 015	5,9
Bolívia	-	-	-	-	-	-	-	-	1 450	8,5	5 330	15,7	-	-
BRASIL	8 940 000	3,9	999 000	18,9	5 000	1,7	16 000	1,1	1 200	7,0	-	-	-	-
Argentina	60 000	-	5 000	-	-	-	-	-	460	2,7	10	-	-	-
AMÉRICA DO SUL	29 800 000	13,1	1 034 000	19,5	5 000	1,7	16 000	1,1	3 410	20,0	6 160	18,1	2 015	5,9
M U N D O	226 300 000	100,	5 300 000	100,	290 000	100,	1 450 000	100,	17 000	100,	33 900	100,	34 090	100,

Q U A D R O Nº 11
 PRODUÇÃO DE MINÉRIOS DE METAIS NÃO FERROSOS
 Em toneladas

- 41 -

P A Í S	M i n é r i o d e									
	Alumínio	%	Cobre	%	Zinco	%	Chumbo	%	Estanho	%
Guiana Inglesa	2520 000	10,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Suriname	3460 000	14,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Venezuela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colômbia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P e r u	-	-	220 700	5,5	135 000	4,8	191 600	6,8	20	-
Chile	-	-	600 200	15,0	1 000	-	11 500	0,4	-	-
Bolívia	-	-	3 000	0,1	4 000	-	71 400	2,5	19 720	12,1
B R A S I L	98 000	0,3	68 800	1,8	-	-	105 100	3,7	2 060	1,3
Argentina	-	-	-	-	34 600	1,2	115 000	4,1	250	0,1
AMÉRICA DO SUL	6078 000	25,0	892 700	22,4	174 600	6,1	494 600	17,5	22 050	13,5
M U N D O	24180 000	100	3985 000	100	2820 000	100	2780 000	100	162 200	100

Q U A D R O Nº 12
PRODUÇÃO DE PETRÓLEO

P A Í S	Em milhares de toneladas métricas	Equivalente em 1000 barris	Pêso esp. óleo	% sôbre produção mundial	Reservas esti- madas em 1 000 barris	% sôbre <i>mundial</i>
Venezuela	152 360	1 042 000	0.92	14,4	21 000 000	7,2
Colômbia	7 670	55 450	0.87	0,7	750 000	0,2
Equador	370	2 800	0.83	-	24 000	-
P e r u	2 540	19 000	0.84	0,2	326 000	0,1
Bolívia	420	3 220	0.82	-	95 000	-
C h i l e	840	6 440	0.82	-	65 000	-
BRASIL	3 870	29 690	0.82	0,3	610 000	0,2
Argentina	9 160	64 020	0.90	0,9	3 000 000	1,0
AMÉRICA DO SUL	177 230	1 222 620	-	16,6	25 890 000	8,8
M U N D O	1 056 800	7 820 400	-	100,0	291 614 000	100,0

O B S: A produção em milhares de barris é obtida dividindo-se o número indicado na coluna de toneladas métricas pelo peso específico, multiplicando-se o resultado por 6,2898.

N. *Apreciação geral*

Do exposto, observa-se que a América do Sul não só possui como produz praticamente todos os minerais essenciais à civilização moderna, alguns com bastante proeminência, outros parcimoniosamente, quando confrontados com a produção mundial. Entre os primeiros se incluem a bauxita (25%), o berílio (37%, Brasil 30%, Argentina 7%), o manganês (19,5%), e cobre (22,4%), o tungstênio (20%) e o quartzo hialino.

Em escala um pouco menor, o antimônio (18,1%), o chumbo (17,5%), a prata (18,2%) e o estanho (13,5%) e o ferro (13,1%).

No tocante a petróleo, o continente sul-americano participa com cerca de 17% da produção mundial com amplo destaque da Venezuela.

Apresenta-se, contudo, parcimonioso, entre outros, em níquel (1,7%), molibdênio (5,9%), zinco (6,1%) e sobretudo em carvão cuja produção não alcança 0,5% da produção mundial.

Este quadro permitiria uma perspectiva bastante otimista para os países sul-americanos no sentido de um intenso intercâmbio, ademais favorecido pela ALALC. Na realidade, entretanto, as dificuldades para esse intercâmbio são várias e de grande peso, bastando para avaliá-las atentar para a Cordilheira dos Andes que, praticamente, isola os países do Atlântico dos do Pacífico.

No caso particular do Brasil, geralmente deficiente em metais não ferrosos, a obtenção desses minerais da costa pacífica — onde são abundantes — implicaria em tráfego marítimo pelo Canal do Panamá ou pelo Estreito de Magalhães, num percurso demasiadamente longo ou por rotas pouco desejáveis, de vez que, *a priori*, não pode ser encarado o transporte por linhas interiores devido à inexistência deles ou pelos seus aspectos nitidamente antieconômicos.

O problema de intercâmbio entre as nações do continente, desejável sob todos os pontos de vista, é pois, difícil, mas não insolúvel; deve haver uma forma capaz de possibilitá-lo em bases acessíveis e sobretudo econômicas.

Assim, na atualidade é mais fácil e econômico para o Brasil suprir-se de metais e minerais de que carece, nos Estados Unidos e na Europa, do que nos países da própria América do Sul.

Sanadas as dificuldades apontadas, e considerando as deficiências ou carências que no momento se observam no Brasil, é possível a obtenção de determinados produtos nos países do próprio continente, conforme o

quadro abaixo, no qual são citados unicamente aquêles cuja produção no país de origem admitem exportação:

QUADRO N. 13

MATÉRIAS-PRIMAS DOS PAÍSES SUL-AMERICANOS ESSENCIAIS
AO BRASIL

PRODUTO	PAÍS ONDE PODE SER OBTIDO
Prata.....	Peru
Molibdênio.....	Chile
Alumínio (bauxita)	Guiana Inglesa e Suriname
Chumbo.....	Peru, Bolívia, Argentina
Cobre.....	Chile, Peru
Estanho (cassiterita)	Bolívia
Zinco.....	Peru, Argentina
Antimônio.....	Bolívia, Peru
Bismuto.....	Peru, Bolívia
Cádmio.....	Peru
Enxôfre.....	Chile, Equador
Nitratos.....	Chile
Petróleo.....	Venezuela, Bolívia (?)

Observações:

1) Alguns produtos só podem ser obtidos em bruto, como é o caso da bauxita (alumínio) e da cassiterita (estanho) por não serem industrializados no país de origem.

2) Outros minerais, como o vanádio e os físiséis por exemplo, devido a não serem ainda obtidos ou industrializados no continente, exigem sua importação de países extracontinentais.

III — PRINCIPAIS NÚCLEOS INDUSTRIAIS DA AMÉRICA DO SUL

A. Argentina

Com uma área territorial e população três vezes menores que a do Brasil, esforça-se para conseguir um desenvolvimento industrial compatível com as suas necessidades e sua posição no cenário sul-americano. Dificuldades de toda a ordem têm protelado esse desejo, entre as quais se destacam:

1 — a relativa pobreza em minerais essenciais e, além disso, com as jazidas mal situadas em relação aos centros consumidores;

2 — a fraca potencialidade hidráulica a par das de maiores possibilidades estarem situadas na periferia do país.

Com efeito, verifica-se que a Argentina ressentia-se de falta ou escassez de minerais básicos para um desenvolvimento industrial de vulto, tais como ferro, manganês, carvão, alumínio, cobre, níquel, estanho, enxofre, fosfatos, etc. O minério de ferro, por exemplo, além de pouco abundante apresenta-se com teor nunca superior a 53% (entre 40 — 53%), localizando-se nas principais jazidas em Zapla (Província de Jujuí) e em Sierra Grande, na Patagônia. O carvão, a seu turno, é escasso, e as jazidas conhecidas do Rio Túrbio, situadas no extremo sul da Patagônia; além disso, não é do tipo coqueificável, pelo menos até o momento.

O principal potencial hidráulico do país está, ou nas províncias andinas de San Juan e Mendoza, ou na inóspita e desértica Patagônia; ou, ainda, nas regiões fronteiriças do Brasil (quedas do Iguazu), do Uruguai (em Salto) e do Paraguai (Apipé), com problemas de jurisdição internacional. Destarte teve de apelar, sobretudo, para a produção de energia termelétrica à base do óleo combustível que, embora possua em quantidade apreciável, evidentemente restringe as suas possibilidades de utilização para outros fins e como fonte importante de divisas.

Face a esses imperativos, nota-se na Argentina uma grande concentração industrial na Província de Buenos Aires, que se constitui como o centro industrial de maior importância do país, dotada de uma indústria altamente desenvolvida, e de indústrias mecânicas, laminações, produtos químicos, alimentícios, etc.

ROSÁRIO, também sede de indústrias de vulto, é o outro principal núcleo industrial da Argentina.

B. *Chile*

Com território cêrca de quatro vêzes menor que o da Argentina e também com 1/3 de população dêste país, possui, entretanto, maiores possibilidades para um desenvolvimento industrial.

As condições fisiográficas e a estrutura geológica de seu território dotaram o Chile de recursos minerais relativamente abundantes, bem como de elevado potencial hidráulico. Tornou-se, assim, não só um país essencialmente minerador baseando sua economia na exportação de produtos minerais, como também dotado de numerosas indústrias (embora pequenas) que se concentram maiormente em Santiago, Valparaíso, Concepcion e Valdivia.

C. *Bolívia*

Desde os primórdios da colonização celebrizou-se pelos recursos minerais do seu subsolo, em particular prata e estanho e, ainda hoje, sua economia repousa quase que exclusivamente no extrativismo mineral. Embora pareça dispor de grandes jazidas petrolíferas (segundo Anton Zinska, suas reservas representariam 3/4 do total existente na América do Sul), esta riqueza permanece praticamente inexplorada. Por outro lado, não dispõe de importantes reservas de ferro, manganês e carvão, o trio fundamental da indústria siderúrgica. Tudo isso, aliado a uma situação psico-social e política "sui generis", impossibilitaram a Bolívia de erigir indústrias de vulto, não apresentando, portanto, o país nenhum centro industrial de importância.

D. *Venezuela*

Salvo a indústria petrolífera que representa 92% do total das exportações do país, a de cimento e a têxtil que têm alguma expressão, as demais se situam em plano muito secundário.

As recentes descobertas de possantes jazidas de ferro, manganês, carvão e carbonato de cálcio na Guiana Venezuelana tornaram o país também exportador de minérios, dando origem, quicá, à recente instalação de uma indústria siderúrgica (usina de Matanzas) nas proximidades de Puerto Ordaz.

No momento CARACAS se destaca como principal núcleo industrial de importância da Venezuela. Além de Carácas citam-se Moron, Valência e, em futuro próximo, a recém-fundada cidade de Santo Tomé de Guiana que abrigará a usina siderúrgica e que, em 1970, deverá ter uma população superior a 250.000 habitantes.

E. *Colômbia*

As indústrias em países como a Colômbia, procuram os grandes núcleos populacionais onde há facilidade de comunicações, de capitais,

mão-de-obra especializada e, naturalmente, mercado. Assim, Bogotá e Medellín são os centros industriais mais importantes, a que deve ser acrescentado Barranquilla dada a sua condição de porto importante e sede de importantes fábricas.

A ocorrência de carvão e ferro próximo um do outro possibilitaram a instalação de uma indústria siderúrgica na Colômbia, próxima à cidade de Paz del Rio que, por isso, é também incluída no rol dos núcleos industriais mais importantes do país.

F. Peru

Similarmente à Colômbia, a indústria peruana se concentra em LIMA e CALLÃO onde ocorrem as condições mais favoráveis à sua instalação.

A instalação siderúrgica de CHIMBOTE, única de expressão no país, situa-se como núcleo industrial importante. Vale ressaltar, contudo, que a indústria peruana é bastante incipiente, exportando em grande quantidade minérios de ferro e cobre.

G. Uruguai

A indústria uruguaia repousa principalmente na alimentícia e têxtil, notando-se uma grande concentração das mesmas em Montevideu que é, praticamente, o único centro industrial de valor do país. Contudo, considerando-se a indústria de produção de energia elétrica, não se pode deixar de citar a usina hidrelétrica de Rincon del Bonete, no Rio Negro, a qual fornece mais de 50% de toda a energia elétrica consumida no país.

H. Paraguai e Equador

Países de economia fraca e baixo índice demográfico, não dispõem de indústria de valor concentrando-se as poucas existentes nas capitais, ASSUNCIÓN e QUITO.

I. Brasil

A indústria no Brasil é, na atualidade diversificada, concentrando-se principalmente na região Centro-Sul que possui 75% das indústrias instaladas no país. Nesta vasta região destacam-se S. Paulo (37%), Minas Gerais (10%), Rio Grande do Sul (9%) e Guanabara (8%). No Nordeste brasileiro assume importância o Estado da Bahia com 7% do total de estabelecimentos industriais do país.

Como principais núcleos industriais do Brasil há a destacar:

— a cidade de São Paulo abrangendo também os municípios de Santo André, São Bernardo dos Campos e São Caetano do Sul e, ainda, a cidade de Santos;

- a cidade do Rio de Janeiro;
- as regiões de Niterói e Volta Redonda;
- a região de Belo Horizonte;
- a região de Pôrto Alegre e Pelotas — Rio Grande;
- a região de Salvador.

As circunstâncias atuais, derivadas da energia de Paulo Afonso, podem em curto prazo transformar Recife em centro industrial destacado, possuidora já de numerosa população e em posição de relêvo na área nordestina.

IV — ASPECTOS MILITARES DA MINERAÇÃO

Há materiais que por seu emprêgo nas indústrias de base e na indústria bélica, são de especial interesse para os países. Isto deu origem a uma classificação geralmente aceita, cujo critério obedece em particular aos aspectos de segurança nacional e, em segundo plano, ao aspecto econômico. Assim, se consideram:

Minerais estratégicos — Aquêles, essenciais à Segurança Nacional que, não existindo ou só havendo em quantidade insuficiente no território nacional de um país, devem ser importados, total ou parcialmente.

Minerais críticos — Aquêles, essenciais à Segurança Nacional, cuja produção e consumo exigem certo contrôle, seja pela escassez de sua produção mundial, seja por circunstâncias especiais que possam dificultar a sua aquisição nos momentos necessários.

Minerais essenciais — Aquêles, essenciais à Segurança Nacional, para cuja obtenção não há necessidade de medidas antecipadas, exigindo, todavia, constante vigilância porquanto um desenvolvimento econômico futuro poderá impor sua reclassificação como estratégicos ou críticos.

É óbvio que êsse critério e a respectiva classificação variam de país para país, consoante as possibilidades minerais de cada um em relação aos demais, e o grau de desenvolvimento econômico atingido.

No caso brasileiro, serve, ademais, para orientar a política de exportação ou importação de certos minerais, recomendável para determinada fase do seu desenvolvimento econômico.

Destarte, o País pode ter:

1) Minerais cujas reservas são insuficientes para as suas próprias necessidades; ou por serem escassos e raros *não podem ser exportados*, devendo, ao invés e em certos casos, ser importados.

2) Minerais cujas reservas são suficientes para as necessidades atuais e futuras do país, porém não tão grandes que autorizem a sua *exportação*.

3) Minerais que, embora existentes em quantidades relativamente vultosas, são de notável valor estratégico para outros países, pelo que só é recomendável vendê-los ou permutá-los em condições muito vantajosas, de preferência já industrializados, e de *governo para governo*.

4) Minerais que, existentes em grande abundância e de extração relativamente fácil são escassos para outros países; neste caso, *podem ser exportados* mediante compensações razoáveis, porém de preferência já beneficiados ou industrializados.

5) Minerais existentes em grandes quantidades cuja exportação, mesmo em estado bruto, é *aconselhada* como fonte de divisas.

Na atualidade mundial, devem ser também devidamente considerados aqueles minerais que são estratégicos ou críticos para as superpotências mundiais, pois, a procura de materiais desta categoria, vitais para elas, e existentes no Brasil, dá-lhes relêvo especial, possibilitando ao Brasil oportunidades de ampliar o seu progresso mediante sua judiciosa utilização.

Observa-se, assim, que para os Estados Unidos, são materiais estratégicos, entre outros, o manganês, o tungstênio, o quartzo e a mica, abundantes no Brasil. Há leis e acôrdos regulamentando a exportação desses minerais, porém, em bruto. Urge a obtenção de novos acôrdos no sentido de somente exportá-los convenientemente beneficiados e industrializados no Brasil.

Já o minério de ferro não se situa na mesma categoria podendo ser classificado como crítico ou, mesmo, como simplesmente essencial.

Para o Brasil são considerados estratégicos, entre outros, o enxôfre, os fertilizantes potássicos, os combustíveis fósseis, o carvão mineral, o petróleo, o cobre, o chumbo, o níquel, o estanho.

Aconselhável, pois, é o estudo das possibilidades de troca em alguns casos (ferro por carvão por exemplo, facilitada pela própria natureza dos materiais, suscetíveis de utilizarem o mesmo meio de transporte que leva um para trazer outro, no regresso), ou de negociações entre os governos, como é o caso do quartzo (cristal de rocha), das terras raras, do tungstênio ou do próprio manganês, visando à obtenção de meios que possibilitem incentivar e estimular o desenvolvimento industrial da Nação.

V — ASPECTOS DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE MAIOR INTERESSE PARA AS FORÇAS ARMADAS

A. Introdução

Para uma melhor compreensão do problema é oportuno conceituar as indústrias segundo um determinado critério funcional.

Entre as classificações das indústrias destacam-se as de autoria do General Macedo Soares, do General Berenhauer Júnior e do Conselho de Desenvolvimento Industrial.

Embora divergindo em alguns pontos, as classificações apontadas são acordes na classificação geral em três grandes grupos:

- Indústrias de Infra-estrutura;
- Indústrias de Base;
- Indústrias de Transformação.

Segundo o Conselho de Desenvolvimento Industrial, entende-se por *Indústrias de Infra-estrutura* aquelas destinadas a obtenção de matérias-primas e dos alimentos essenciais, bem como de promover os serviços e meios indispensáveis às atividades de produção.

Por *Indústrias de Base* as que elaboram as matérias-primas e os materiais para as indústrias de transformação.

Finalmente, as *Indústrias de Transformação* são as que fabricam os produtos finais prontos para serem utilizados.

Esta última categoria abrange dois subgrupos: a indústria pesada e a indústria leve; a primeira fabrica bens de capital, isto é, bens capazes de fabricar ou beneficiar outros produtos, tais como máquinas operatrizes, motores, ferramentas, equipamentos industriais, etc.; a segunda produz bens de consumo, isto é, bens não reprodutivos como sejam automóveis, geladeiras, rádios, calçados, vestuários, etc.

As divergências entre as classificações citadas ocorrem devido a que, salvo algumas infra-estruturais, tôdas as indústrias, afinal, são de transformação. Por isso, o General Macedo Soares considera a indústria pesada como incluída na categoria das Indústrias de Base, enquanto o General Berenhauser cataloga as indústrias em: Infra-estruturais, Básicas de transformação e Finais de transformação.

Qualquer das classificações apontadas merece obviamente o maior acatamento. Não se trata, contudo, de apreciar-lhes o mérito, mas simplesmente de, examinando qualquer delas, concluir sobre os aspectos relativos às Forças Armadas. Para isso adotar-se-á a do General Macedo Soares, por ser a mais conhecida, condensada no Quadro abaixo:

QUADRO N. 14
CLASSIFICAÇÃO DAS INDÚSTRIAS

(General Macedo Soares)

TIPO	DISCRIMINAÇÃO
1. Indústrias de Infra-estrutura	a — Mineração (extração de matérias-primas) b — Energia (produção): — Elétrica — Carbonífera — Petrolífera c — Transportes e Comunicações d — Alimentos Essenciais (produção)

TIPO	DISCRIMINAÇÃO
2. Indústrias de Base (Produzem máquinas e materiais sôbre os quais repousam as indústrias de transformação)	a — Indústria Metalúrgica (produção de metais) — Siderurgia — Outros metais b — Grande Indústria Química — Ácido sulfúrico — Ácido nítrico — Ácido clorídrico — Alcalis — Destilação de carvão — Refinação do petróleo — Graxas — Lubrificantes — Pólvoras e explosivos — Corantes — Solventes c — Indústrias de cimento d — Grande indústria mecânica (pesada)
3. Indústrias de Transformação (Produção de bens de consumo corrente)	a — Indústria alimentícia b — Indústria têxtil c — Indústria de couro e calçado d — Indústria de materiais de construção e — Indústria de material elétrico f — Indústria mecânica (leve e média) g — Indústria e artefatos de borracha h — Indústria química i — Indústria de aproveitamento do solo j — Indústria ótica

Observa-se que tôdas as indústrias, em maior ou menor grau, interessam às Forças Armadas, desde as infra-estruturais, como seja a produção dos alimentos básicos, por exemplo, até as de transformação, que transmudam as matérias-primas em bens de consumo para uso corrente.

Entretanto, tendo em vista sobretudo a fabricação de material bélico, especial ênfase deve ser dada às indústrias de base que proporcionam os meios indispensáveis de transformação e sôbre as quais estas repousam.

Sob o aspecto econômico esta importância decorre principalmente dos investimentos maciços que as indústrias de base requerem para a sua implantação porquanto, em termos de indispensabilidade, muitas

indústrias quer infra-estruturais ou de transformação podem se apresentar, segundo as circunstâncias, em termo de igualdade com as de base.

Assim, nas condições presentes do País, é inegável que as indústrias de produção de energia (infra-estruturais) por exemplo, constituem as colunas mestras do edifício industrial do País; o mesmo se poderia dizer da pecuária e agricultura, atividades fundamentais para a vida nacional; ou, ainda, da indústria mecânica leve ou média, de transformação, portanto.

É também inegável que, somente as indústrias de base proporcionam à Nação os alicerces indispensáveis ao seu desenvolvimento econômico e ao seu progresso, criando os elementos essenciais de sua estrutura econômica.

Há indústrias que poderiam se classificar indiferentemente em um ou outro grupo. Assim, enquanto a indústria de fabricação de ácidos industriais é certamente de base, a de pólvora e explosivos já poderia ser classificada como de transformação. Ainda, a indústria mecânica pesada (máquinas e ferramentas) ou a de material elétrico pesado, embora de transformação, podem ser incluídas no grupo das indústrias de base como produtoras de bens de capital.

O General Macedo Soares distingue, ainda, outro tipo de indústrias que denomina **INDÚSTRIAS-CHAVES**. Define-as como estribadas nas indústrias de base, e indispensáveis ao desenvolvimento industrial de um país e, particularmente, à produção de meios de defesa.

Segundo seu ponto de vista, nessa categoria se incluem: a indústria ótica, a de aparelhos de medida, a mecânica de precisão, a de borracha sintética, a de rolamentos, a de papel, a de produção de pólvora e explosivos, a de corantes, a de ferramentas.

Considerando-se, então, que as indústrias de base têm especial interesse para as Forças Armadas, serão examinadas a seguir, de forma sucinta, as principais, indústrias de base: metalúrgicas, químicas e mecânicas.

B. Indústrias metalúrgicas de base

As indústrias metalúrgicas de base são as que extraem os metais diretamente dos seus minérios, produzindo, também, certas ligas essenciais à siderurgia denominadas ferro-ligas.

No setor ferro, o ativo nacional já é considerável embora ainda insuficiente. A indústria siderúrgica instalada no País já produz cerca de 2.500.000 toneladas (1962), devendo alçar a 5 milhões de lingotes de aço, em 1965.

A fabricação de aços especiais para aplicação na indústria eletrotécnica, por exemplo, acha-se em plena expansão destacando-se, neste particular, a ACESITA, a Cia de Aço Vilarés, a Eletro-Química Brasileira S/A (ELQUISA), certas usinas do Grupo Jafet e a fábrica de ferros-ligas da Cia Siderúrgica Nacional em Lafaiete, Minas Gerais.

Enquanto a siderurgia trata exclusivamente de ferro, de fácil redução e de aplicação generalizada, a metalurgia abrange, no mínimo, mais seis outros metais: alumínio, cobre, chumbo, zinco, estanho e níquel.

O desenvolvimento dessa indústria básica impõe-se com urgência face à sua indispensabilidade como também devido à importação desses metais já atingir valores apreciáveis, aumentando significativamente nos últimos anos: Assim, enquanto em 1959 a importação dos não ferrosos em particular alcançava em conjunto a 65.000 toneladas num valor de 33 milhões de dólares, em 1961 atingiu a mais de 100.000 toneladas, num valor de 48,5 milhões de dólares. Essa importação discriminou-se como mostra o Quadro abaixo:

QUADRO N. 15

IMPORTAÇÃO DE METAIS NÃO FERROSOS

Em toneladas

ESPÉCIE	1959	1960	1961
Alumínio e suas ligas ...	9.310	15.000	18.480
Chumbo e suas ligas	12.210	8.730	13.520
Cobre e suas ligas	20.360	29.730	36.330
Estanho e suas ligas	290	40	25
Níquel e suas ligas	250	490	850
Zinco e suas ligas	22.190	30.780	32.850
Outros.....	360	200	340
Totais	64.970	84.970	102.395

A produção de *alumínio*, através das duas fábricas existentes no País (ELQUISA, em Ouro Preto e a Cia Bras de Alumínio, em Sorocaba), apresenta-se em expansão, alcançando, em 1961, 20.030 toneladas de alumínio em lingotes. Há projetos, como o da Alumínio do Brasil S/A a se instalar em Salvador, e a Kaiser Alumínio & Chemical Co que, se executados, elevarão a produção brasileira a mais de 100.000 toneladas anuais. No momento, as fábricas existentes executam programas de expansão visando a alcançar, até 1965, a casa das 40.000 toneladas de alumínio.

A produção de *cobre metálico* no país é altamente deficitária, mal ultrapassando 4.000 toneladas anuais (das quais 1.200 toneladas resultam do aproveitamento da sucata), para uma demanda superior a 30.000 toneladas, com tendências a crescer na ordem de 10.000 toneladas por ano.

Uma única organização (Grupo Pignatari), produz atualmente cobre no Brasil em escala industrial explotando as modestas jazidas de Camaquã — Seival, no Rio Grande do Sul e em Itapeva, São Paulo.

Fundadas esperanças são depositadas nas reservas baianas de Caraiíba avaliadas em 40 milhões de minério com teor de 0,7 a 1,4% de cobre. Todavia, a situação geográfica dessas jazidas, em plena caatinga, com problemas de água, transporte e habitabilidade, dificultam sobremodo a sua exploração e a implantação da metalurgia de cobre em maior escala.

Também promissoras são as jazidas recém-descobertas de zinco, chumbo e cobre em Vazantes, no alto São Francisco cuja possança alcança alguns milhões de toneladas de minérios.

A metalurgia de *chumbo* no Brasil é ainda incipiente reduzindo-se a duas organizações (Plumbum S.A. e Cia. Acumuladores Prest-O-Lite) que, em conjunto, produzem pouco mais de 4.800 toneladas anuais de chumbo metálico, para um consumo estimado em 25.000 toneladas anuais. A demanda de chumbo deverá crescer rapidamente em consequência do desenvolvimento industrial especialmente no setor automobilístico que é um dos grandes consumidores desse metal, avaliando-se o aumento do consumo na base de 15% ao ano.

O consumo aparente de *zinco* no Brasil é estimado em 35.000 toneladas anuais, sendo ele coberto quase que integralmente pela importação de vez que a produção nacional é, ainda, inexpressiva.

Embora há já algum tempo sejam conhecidas as ocorrências de minério de zinco em vários Estados — Ribeira de Iguapé, em S. Paulo, Ouro Preto, Vazantes e Januária, em Minas Gerais e em várias regiões da Bahia, somente há pouco foi resolvido o problema de sua extração a partir de silicato de zinco, que é o minério de zinco mais abundante no Brasil, principalmente nas regiões de Vazantes e Januária.

Com isso foi possível considerar-se a instalação de uma usina metalúrgica, no Estado do Rio, que espera produzir inicialmente 7.000 toneladas anuais com expansão prevista para aumentar esta produção em 50%, dois anos após o início de funcionamento da usina, e outra em Três Marias, do Grupo Votorantim.

A produção de *estanho* no País está praticamente a cargo de uma única organização industrial, a Cia Estanífera do Brasil no Estado do Rio, cuja produção alcança 1.500 toneladas embora tenha capacidade para 4.000 toneladas anuais.

Isso decorre da insuficiência na produção de cassiterita, o principal minério de estanho, insuficiente para atender às necessidades do País que, por isso, importa o minério, e também o produto manufaturado no qual o estanho é aplicado, a Fôlha-de-Flandres que, em 1961, foi de 40.260 toneladas, num valor superior a 9,7 milhões de dólares.

A capacidade de refino da atual usina instalada no Estado do Rio está sendo ampliada com nova unidade eletrolítica que utilizará minério procedente da Bolívia. Espera-se, assim, atingir 6.000 toneladas anuais de estanho metálico capaz de atender razoavelmente ao consumo nacional.

A metalurgia do *níquel* é ainda muito incipiente no País. A Cia Níquel do Brasil S.A., localizada em Liberdade (Minas Gerais) é a única empresa que se vem dedicando à produção de um semiproduto do metal, o ferro-níquel, com uma capacidade de 300 toneladas anuais desta liga com o teor de até 25% de níquel. Em estudos está a sua ampliação visando a atingir 6.000 toneladas por ano.

Recentemente fundou-se a Cia de Níquel Tocantins S.A., com a instalação de uma usina em Niquelândia, em Goiás, para produzir 3.000 toneladas anuais de níquel metálico.

C. *Indústrias químicas de base*

Neste grupo se incluem, principalmente, a fabricação dos três grandes ácidos industriais — sulfúricos, azótico e clorídrico; a da soda cáustica e da barrilha no grupo dos álcalis; a de celulose; a do cimento; a dos adubos químicos; e as indústrias da destilação de carvão e refinação do petróleo.

1 — *Ácidos industriais*

a. O mais importante dos ácidos minerais é, sem dúvida, o *ácido sulfúrico*. É um dos produtos de maior essencialidade para inúmeras indústrias fundamentais. Com efeito, o ácido sulfúrico tem aplicação em um sem número de indústrias, sendo difícil mesmo citar-se alguma no qual o ácido sulfúrico não tenha entrado em alguma fase industrial.

A matéria-prima empregada é o enxôfre que ainda é grandemente importado, à razão de 130.000 toneladas anuais, principalmente dos Estados Unidos. Releva notar, entretanto, que nem todo o enxôfre importado é utilizado na fabricação de ácido sulfúrico, mas em parte destinado a outras indústrias como as de borracha, de pólvora e inseticidas.

Para libertar o País de tão pesado ônus, pelo menos parcialmente, urge sejam efetivadas as medidas propostas, em 1952, pela "Comissão de Estudos do Enxôfre" que, em longo relatório e após exaustivamente estudar as fontes nacionais de enxôfre, concluiu por recomendar, como solução mais fácil e conveniente o aproveitamento dos resíduos sulfetados resultantes de lavagem dos carvões do sul. Todavia, não excluiu o aproveitamento, também, das piritas de Ouro Preto e Itaverá como já o faz há muito a Fábrica de Piquête, solução indicada para atender parte do consumo, não só como medida de economia de divisas como de segurança nacional.

Há, ainda, a possibilidade de recuperar o enxôfre dos gases das refinarias de petróleo, como se prepara atualmente Cubatão; ou, também, a fabricação de ácido sulfúrico com o enxôfre recuperado dos gases da coqueria, como foi estudado pela Cia Siderúrgica Nacional. Este processo, porém, não se mostrou econômico pois o ácido produzido sairia por um preço demasiadamente alto. Entretanto, é uma possibilidade que poderá ser efetivada se as circunstâncias o justificarem.

A produção nacional de ácido sulfúrico está em plena ascensão, alcançando em 1962 a 275 mil toneladas.

b. O ácido nítrico é, também, de emprêgo muito generalizado na indústria, em particular na fabricação de adubos, de explosivos e de celulose. Sua obtenção industrial se faz geralmente por dois processos. No primeiro, o nitrato de sódio (salitre do Chile) é atacado pelo ácido sulfúrico, obtendo-se ácido nítrico e sulfato de sódio. Isto implica na importação das duas matérias-primas: o enxôfre (para a fabricação do ácido sulfúrico) e o salitre do Chile.

O segundo processo é o da oxidação da amônia (NH_3), obtendo-se esta pela síntese do azoto e do hidrogênio.

Para a produção da amônia sintética, a fonte do azoto é o próprio ar atmosférico (78% de Az, 21% de O e 1% de gases raros), o hidrogênio necessário pode ser obtido:

- dos gases naturais
- dos gases da coqueria
- do gás das refinarias de petróleo
- da eletrólise da água.

A solução mais econômica é a que utiliza os gases naturais, ou o das refinarias de petróleo; a mais cara, a da eletrólise da água. Pode-se, também, utilizar o hidrogênio que resulta da obtenção da soda cáustica pela eletrólise do sal de cozinha.

A obtenção do azoto pela decomposição do ar dá, também, a produção de oxigênio, de aplicação generalizada na medicina, na solda autogênica etc., e de gases raros utilizados na fabricação de lâmpadas (neon e argon).

Os principais produtores de ácido nítrico no país: a Fábrica de Piquê, a Nitro-Química Brasileira (São Paulo), a Cia Química Rhódia Brasileira, a Cia Nacional de Ácidos e a Duperial utilizam ainda o primeiro processo, isto é, utilizando como matérias-primas o nitrato de sódio e o ácido sulfúrico.

O Brasil está apenas começando a montar sua indústria de amônia sintética. A primeira instalação para a sua produção será a da Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados, de Cubatão, subsidiária da Petrobrás, construída nas proximidades da Refinaria Arthur Bernardes. O hidrogênio provirá dos gases residuais da refinaria e o grosso da produção se destinará ao preparo de adubos nitrogenados.

Há ainda, dois projetos: o da Nitrogênio S.A., nas imediações de Salvador, visando ao aproveitamento dos gases naturais dos campos petrolíferos, e a Fertiza (Fertilizantes de Minas Gerais) que empregará o processo de eletrólise da água para a obtenção do hidrogênio.

Assinale-se que a importação do Chile, destinada às fábricas já montadas, é ainda vultosa, atingindo mais de 50.000 toneladas anuais.

c. O ácido clorídrico, também conhecido como ácido muriático é produzido industrialmente por dois processos: no primeiro faz-se reagir o ácido sulfúrico sobre o cloreto de sódio (Sal marinho), e no segundo provocando a síntese do hidrogênio com o cloro.

No primeiro processo o ácido clorídrico é produzido nas mesmas fábricas de ácido sulfúrico (obtendo-se, ainda, o sulfato de sódio, de grande aplicação na indústria), ao passo que no segundo é utilizado o cloro liberado nas indústrias que produzem a soda cáustica pelo processo eletrolítico.

O ácido clorídrico é largamente empregado na indústria têxtil, na metalurgia na produção de cloretos, no beneficiamento das areias monazíticas e muitas outras.

As principais organizações produtoras se encontram em São Paulo, Estado do Rio e Guanabara, e atendem bem ao consumo nacional.

É oportuno ressaltar que o segundo processo, ou seja, o de síntese de hidrogênio com o cloro independe da importação de enxôfre como ocorre com o processo da reação do ácido sulfúrico sobre o sal marinho, em que pèse a abundância no país desta última matéria-prima.

2 — Alcalis

Se o ácido sulfúrico é considerado no campo industrial como o rei dos ácidos, a soda cáustica conquistou idêntico lugar entre os álcalis.

Os álcalis compreendem a soda cáustica, o carbonato de sódio (ou barrilha) e os derivados de sua industrialização, que são largamente empregados principalmente na metalurgia, na indústria de couros, vidro, celulose, plásticos, sabão, detergentes, raion, tecidos em geral e na destilação do carvão e do petróleo.

As matérias-primas que concorrem na fabricação dos álcalis são: o sal de cozinha (cloreto de sódio), o calcário e a água.

a. O carbonato de sódio (barrilha) é obtido pelo processo amoniacal chamado "solvay", utilizado pela Cia Nacional de Álcalis em Cabo Frio. O sal é o das salinas da região e o calcário, das conchas da lagoa de Araruama. O processo, em resumo, consiste em fazer atuar o ácido carbônico obtido a partir do calcário, sobre uma solução de cloreto de sódio saturada de amônia. Da reação obtém-se cloreto de amônia, e cristal de bicarbonato de sódio, que, então, são secados e depois torrados.

A amônia é recuperada através de tratamento de cloreto de amônia pela cal viva (resíduo de calcário utilizado para a obtenção do ácido carbônico). O cloro também é recuperado.

b. A *soda cáustica* pode ser obtida por dois processos. O primeiro partindo da barrilha, por causticação desta, que é o empregado pela Cia Nacional de Álcalis. O segundo processo, pela eletrólise do cloreto de sódio (sal de cozinha), na qual são separados o cloro e o sódio. Este, reagindo imediatamente com a água, transforma-se em *soda cáustica*.

Em cada tonelada de *soda cáustica* produzida, desprende-se cerca de 850 quilos de cloro. Isso exige que o cloro obtido tenha pronta colocação no mercado a fim de se evitar duplo prejuízo: o encarecimento da *soda cáustica* produzida e a perda dos possíveis produtos derivados do cloro; e, também, para se evitar que o cloro venha a poluir a atmosfera ambiente.

Tal não mais constitui problema de vez que as aplicações do cloro têm crescido substancialmente. Com efeito, é empregado como alvejante de tecidos e da celulose, como agente esterilizante no tratamento das águas potáveis, entra na fabricação de numerosos produtos indispensáveis como o cloreto de sódio, os cloretos metálicos, os hipocloretos, o clorofórmio, o DDT (diclorodimetil-tricloreto) etc.

Por tudo isso, as fábricas de *soda cáustica* localizam-se junto aos consumidores de cloro. É preciso, também, haver razoável disponibilidade de energia elétrica porquanto para cada tonelada de *soda cáustica* há um consumo de 4.000 kwh. A seu turno, o sal, consumido à razão de 1,7 toneladas por tonelada de *soda cáustica* produzida, deve ficar dentro dos limites razoáveis de transporte.

Os subprodutos obtidos do calcário são de grande importância. Assim ocorre com a produção de cal viva e de gesso (sulfato de cálcio) que podem ser obtidos na mesma fábrica que produz a *soda cáustica*.

Em que pese a Cia. Nacional de Álcalis possuir instalações necessárias à produção desses produtos em larga escala, capaz de abastecer em grande parte o mercado interno (podem produzir: 100.000 t de cal-viva, 107.000 t de barrilha, 20.000 t de *soda cáustica*, 22.000 t de gesso, 27.000 t de carbonato de cálcio e 8.000 t de óxido de magnésio), a verdade é que, por circunstâncias várias, a sua produção tem sido baixa, importando o Brasil ainda elevadas quantidades desse produto (108.000 t de *soda cáustica*, 61.000 t de barrilha 6.400 t de carbonato ácido de sódio etc., num dispêndio de divisas superior a 10 milhões de dólares, em 1961).

A produção anual do Brasil, de *soda cáustica* é de cerca de 155.000 toneladas.

Em virtude das jazidas conhecidas de sal-gema no País, embora pujantes, serem de aproveitamento oneroso, a indústria de álcalis tem se localizado preferentemente na orla marítima, que proporciona melhores condições de acesso ao sal marítimo e ao transporte dos produtos obtidos.

3 — Adubos químicos

A indústria de *adubos químicos* é fundamental para o desenvolvimento agrícola de uma nação.

Entre os fertilizantes há a distinguir os nitrogenados, os fosfatados e os potássicos.

Pequeno no Brasil é ainda o consumo de fertilizantes, em que pèse a necessidade que tem o país de melhorar as condições do seu solo agrícola.

Os adubos mais empregados são, entre os nitrogenados: o salitre do Chile, o sulfato e o nitrato de amônia, e a uréia; entre os fosfatados: os fosfatos minerais e os superfosfatos; finalmente entre os potássicos, o cloreto e o sulfato de potássio.

Cumpra esclarecer que no Brasil não se produzem ainda adubos potássicos.

A fonte doméstica de adubos nitrogenados são o nitrato e o sulfato de amônia produzidos na coqueria da Cia. Siderúrgica Nacional em Volta Redonda. Existe, também, a produção de cianamida de cálcio pela Cia. Brasileira de Carbonato de Cálcio.

A produção destes fertilizantes atingiu 66.800 toneladas em 1961, sendo 60.000 toneladas de nitrato de amônia e cálcio e 6.800 de sulfato de amônia.

Os adubos fosfatados tiveram sua origem nas apatitas existentes em Jacupiranga e Ipanema (São Paulo), e na fosforita de Forno de Cal (Olinda).

Somente pequena parte da produção é utilizada diretamente; a maior parte é empregada na indústria de superfosfatos.

As apatitas de Araxá, em Minas Gerais, constituem outra fonte importante de fósforo. As reservas estimadas vão a 92 milhões de toneladas das quais a metade apresenta teor superior a 22% de anidrido fosfórico e a restante com teores de 12% a 22%.

As perspectivas nacionais neste setor são bastante animadoras. Espera-se, mesmo, que o Brasil passe, ao invés de grande importador, a grande produtor desses adubos. Atualmente a produção nacional alcança a mais de 400.000 toneladas, sendo 135.000 t de fosfato natural moído e de 233.000 toneladas de superfosfatos.

Acresce, ainda, que outras fábricas de superfosfatos estão sendo instaladas destacando-se duas no Rio Grande do Sul que, em conjunto, produzirão cerca de 100.000 t anuais de superfosfatos.

Contudo, é bastante grande a importação de adubos manufaturados, em particular dos potássicos. Em 1961 o Brasil importou 360.000 t de adubos diversos dos quais 111.000 t de potássicos, 126.000 t de sulfato de amônia e 52.200 t de superfosfatos, num valor próximo a 20 milhões de dólares.

4 — Celulose

A produção de *celulose* constitui outra indústria química de base, constituindo-se na matéria-prima para a produção de todos os tipos de papel e de outros produtos industriais (raion, viscose, celulose) além de constituir a base de certos explosivos e pólvoras.

A obtenção da matéria-prima exige, paralelamente, uma política cuidadosa de replantio. No Brasil, a madeira mais empregada é do pinheiro do Paraná (*Araucária Brasiliensis*); outra é o eucalipto. Começa a ser utilizado com sucesso o bagaço da cana.

As características da madeira das florestas tropicais e subtropicais não proporcionam celulose igual à dos pinheiros da Escandinávia. Além disso, o custo da produção é sensivelmente superior ao do produto estrangeiro.

Daí importar-se, ainda substancial quantidade de celulose e de papel que, em 1961, atingiu 47.300 t de celulose e 167.000 toneladas de papel, num valor de quase 40 milhões de dólares.

Estes índices são, todavia, bastante inferiores aos registrados em 1956 quando se importou, por exemplo, 120.000 t de celulose.

A indústria nacional apresentou, em 1961, uma produção superior a 500.000 t de papéis de todos os tipos, e 273.000 t de celulose sobressaindo-se os Estados de São Paulo e Paraná que produzem, respectivamente 54% e 15% do total do país.

5 — Destilação de carvão e de petróleo

A destilação do carvão como a do petróleo constituem importantíssimos setores da indústria química de base e ocupam funções de destaque na economia mundial pela aplicação crescente e variada dos produtos e subprodutos delas obtidos.

Assim, por exemplo, uma tonelada de carvão submetida à destilação a seco fornece:

- 250 a 400 m³ de gás com 4.870 cal/m³
- 740 a 800 kg de coque, dos quais 85% metalúrgicos
- 2 a 3 kg de amônia, como licor amoniacal
- 30 a 36 litros de alcatrão.

A destilação do carvão da coqueria de Volta Redonda abriu perspectivas novas para a indústria química no Brasil. Assim, da destilação fracionada do alcatrão, obtém-se além de óleos e breu, naftalina, benzinhas, tolueno, creosotos etc., que, a seu turno, tornou possível a implantação de fábricas visando ao seu emprego industrial na obtenção de corantes, solventes, produtos farmacêuticos, vernizes e muitos outros produtos.

A destilação de petróleo, como fonte de matérias-primas para as indústrias químicas, é ainda mais fértil que a do carvão. Do processamento do petróleo obtém-se, principalmente:

- gases
- gasolina
- solvente
- querosene
- óleo diesel
- óleo lubrificante
- óleo combustível
- resíduos aromáticos
- asfalto.

A proporção de cada fração obtida por destilação simples varia em largos limites, dependendo das características do petróleo utilizado.

Acresce que, similarmente ao que ocorre com a destilação do carvão, muitos desses subprodutos dão lugar a outras atividades; assim, os gases, ricos em hidrocarburetos, permitem desenvolver indústrias ligadas ao etileno; os resíduos proporcionam o eteno, o butadieno, o negro-de-fumo (um dos principais componentes da indústria de pneumáticos), o estiremo (base da borracha sintética), etc.

6 — Cimento

A indústria do cimento é, também, uma indústria química de base de grande importância que se constitui num dos pontos mais significativos do progresso industrial brasileiro.

Partindo praticamente de zero em 1926 atingiu em 1962 a produção de cinco milhões de toneladas alcançando assim a auto-suficiência.

Até 1970 o Brasil atingirá 10 milhões de toneladas anuais; daí por diante a taxa de crescimento anual deverá ficar em torno de 500.000 toneladas.

A indústria nacional de cimento localizou-se junto aos centros de colocação do produto e às fontes de matéria-prima. O eixo principal está nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Cinco grupos financeiros detêm cerca de 60% da produção nacional de cimento, como também da capacidade instalada, ou seja, 2.920 mil toneladas para uma capacidade que ultrapassa de pouco 5 milhões. Três destes grupos, aliás, são dos maiores industriais do País: José Ermírio de Morais, Matarazzo e Severino Ribeiro da Silva.

Ao grupo Ermírio de Morais pertencem: a S.A. Industrial Votorantim, a Cia. Cimento Portland Poty, a Cia. Cimento Brasileiro, a Cia. de Cimento Portland Rio Branco, a Cia. Catarinense de Cimento Portland e a Cia. de Cimento Portland Brasília.

Do Grupo Severino Ribeiro da Silva são a Cia. Nacional de Estamparia a Cia. de Cimento Portland Barroso, a Cia. de Cimento Portland Goiás, a Cia. de Cimento Portland Mossoró, e a Cia. de Cimento Portland Alvorada.

O grupo Matarazzo é o menor dentre esses três na esfera do cimento. As Cias. deste grupo são a Cia. Paraíba de Cimento Portland e a Cia. de Cimento do Rio Grande do Sul.

O quarto grande grupo é constituído pela Cia. de Cimento Itaú com duas fábricas com este nome em Minas Gerais, uma em Itaú e outra no complexo industrial de Belo Horizonte.

O quinto grupo é subsidiário da Lone Star Cement Co., dos Estados Unidos, e dela fazem parte a Cimento Aratu, na Bahia e a Cia. Nacional de Cimento Portland no Estado do Rio.

Além desses cinco grandes grupos, funcionam no País quinze companhias independentes, com 40% da capacidade instalada da indústria do cimento. Algumas são totalmente nacionais, como a Cia. de Cimento Portland Cauê (Minas Gerais), a Cia. de Cimento Portland Barbará (ES) e a Itapessoca Agro-Industrial S.A., de Pernambuco. Outras estão ligadas a investidores estrangeiros, originários dos Estados Unidos, Canadá, França, Itália e Suíça. Neste caso estão as companhias Perus, Ipanema, Mineira, Santa Rita e Vale do Paraíba.

D. *Indústrias mecânicas de base*

As indústrias químicas e metalúrgicas de base dão origem a numerosos produtos os quais, por sua vez, necessitam ser transformados em utilidades indispensáveis à vida moderna.

Tal transformação exige a fabricação de equipamentos adequados, através da indústria mecânica de base.

A indústria mecânica de base é, pois, a que, elaborando os produtos oriundos das indústrias de base, metalúrgica e química, fabricam os equipamentos e maquinarias para a produção dos bens de consumo.

Compreendem, principalmente:

- fundições (metal de segunda fusão)
- forjas
- caldeirarias
- oficinas mecânicas pesadas
- oficinas de material elétrico pesado.

Nela se situam a fabricação de tornos, fresas, prensas e toda a gama de máquinas e implementos necessários à indústria de transformação propriamente dita.

As indústrias mecânicas pesadas e de material elétrico pesado são, em geral, as últimas que se montam num país em processo de industrialização; elas exigem capitais vultosos, mercado consumidor estável e

técnica apurada, de vez que importa não só na fabricação dos produtos senão em concebê-los e desenhá-los.

No Brasil, a implantação dessas indústrias de base começou realmente no após-guerra.

O advento da indústria automobilística sobretudo é que veio a proporcionar a êsse setor um inegável desenvolvimento econômico e tecnológico.

Nas fundições sobressai Volta Redonda, capaz de fundir peças de aço ou ferro fundido de até 40 toneladas (excepcionalmente até 100 toneladas).

Entre as forjas pesadas destaca-se a do Arsenal de Marinha, na Guanabara, estando em vias de montagem outra, em São Paulo.

No setor de serralheria e caldeiraria pesada (pontes rolantes, elevadores e movimentadores de carga, estruturas metálicas, etc.), desenvolvimento acentuado notou-se a partir de 1955, capaz de usar hoje da ordem de 150.000 toneladas de materiais siderúrgicos.

Até fins de 1955 não eram fabricados turbinas e geradores pesados e os maiores transformadores de força eram de 4.000 KVA para tensões de, no máximo, 88 KV. A seu turno, em motores elétricos, a capacidade total da produção à época atingia ao somatório de 500.000 HP, entre unidades de 20 a 200 HP de potência.

A partir desse ano, porém, notável avanço verificou-se nesse setor. Assim é que passou-se a fabricar geradores de 34.000 KVA e mais.

No ramo de transformadores de força chegou-se aos de 100.000 KVA.

Quanto aos motores elétricos pesados (acima de 20 HP), a partir de 1957 passou a ser possível a produção normal de unidades de 300 HP, 800 HP e mais recentemente, de 1.250 HP. A produção total brasileira de motores elétricos pesados que, em 1955, era de 500.000 HP passou, em 1959, a mais de 4.000.000 HP ou seja 8 vezes maior.

Observa-se assim que, neste setor, há no país tendências acentuadas para o atendimento do mercado nacional em bases bastante satisfatórias.

BIBLIOGRAFIA

- Geo 7 — Ten-Cel Darcy Alvares Noll — 1962
- Recursos minerais do Brasil, Vol. I e II — Sylvio Fróes de Abreu — 1960-1962
- Anuário Estatístico do Brasil — 1962
- Latin America — Preston E. James — 3ª Edição — 1959
- Statistical Yearbook — ONU — 1961
- PN — Dezembro 1962
- Indústrias de Base no Brasil e especialmente em Minas Gerais — Gen Carlos Berenhauer Jr — 1958
- Anuário Banas — A Indústria Química no Brasil — 1962