

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

61/5
83
14



GEOLOGIA E METALURGIA

PUBLICAÇÃO DO
CENTRO MORAES REGO

BOLETIM N.º 19
1959

C. M. R.

Praça Cel. Fernando Prestes, 74 - São Paulo - Brasil

MANGANÊS

*Relatório elaborado por uma Comissão do "Centro
Moraes Rego", constituída por:*

- ALCEU F. BARBOSA
- FERNANDO F. MARQUES DE ALMEIDA
- JOSÉ DO VALLE NOGUEIRA FILHO
- THARCÍSIO D. DE SOUZA SANTOS
- VICENTE MAZZARELLA

SÃO PAULO

1 9 5 8

ÍNDICE

INTRODUÇÃO 9

CAP. I — *Minérios de manganês no mundo*

1.	Conceito de reservas minerais	13
2.	Balanço das reservas mundiais de minério de manganês	14
3.	Principais reservas mundiais	18
3.1.	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas	18
3.2.	Índia	20
3.3.	China	21
3.4.	Ghana União Sul-Africana e Sudoeste da África	21
3.5.	Ghana	22
3.6.	Marrocos	22
3.7.	Brasil	22
4.	Produção mundial de minérios de manganês e sua importação pelos principais países consumidores	23
4.1.	Alemanha	27
4.2.	França	28
4.3.	Bélgica	29
4.4.	Itália	29
4.5.	Inglaterra	30
4.6.	Estados Unidos	30
5.	Significado das reservas mundiais de minérios de manganês em face do consumo	33

CAP. II — *Estado atual do conhecimento das reservas brasileiras de minérios de manganês*

1.	Generalidades	34
2.	Classificação das principais áreas manganíferas	34
3.	Distrito da Serra do Navio	35
4.	Província Manganífera do Leste Baiano	36
4.1.	Serra de Jacobina	36
4.2.	Distrito de Santo Antônio de Jesus	36
4.3.	Distrito de Urandí	36
5.	Província Manganífera do Centro de Minas Gerais	37
5.1.	Distrito de Lafaiete	37
5.2.	Distrito de São João d'El Rei	38
5.3.	Distrito do Quadrilátero Ferrífero	38
5.4.	Distrito de Saúde	38
6.	Distrito Manganífero de Urucum	39
7.	Outras ocorrências de minérios de manganês	40
8.	Minérios de baixo teor	41
9.	Resumo do estado de conhecimento das reservas	41

CAP. III — *O manganês e seus óxidos na indústria*

1.	Generalidades	42
2.	Consumo mundial de manganês conforme as utilizações	42
3.	Composições de ferro-ligas contendo manganês	44
3.1.	Ferro-manganês de alto teor de carbono	44
3.2.	Ferro-manganês de médio teor de carbono	44
3.3.	Ferro-manganês de baixo teor de carbono	45

3.4.	Spiegeleisen	45
3.5.	Sílico-manganês	46
3.6.	Ferros-manganês de baixo fósforo e de baixo ferro	46
3.7.	Manganês metálico eletrolítico	47
4.	Estrutura do consumo de ferro-ligas pela indústria	47
5.	Funções do manganês e de seus óxidos na indústria siderúrgica	48
5.1.	Utilização sob a forma de minério	49
5.1.1.	Como oxidante	49
5.1.2.	Como fornecedor de manganês ao gusa	50
5.2.	Utilização sob a forma de ferro-liga	53
5.2.1.	Como desoxidante	53
5.2.2.	Como desulfurante	56
5.2.3.	Como elemento de liga	57

CAP. IV — *Economia e substitutos do manganês na indústria siderúrgica*

1.	Generalidades	59
2.	Utilização de ferro-manganês sub-padrão	59
3.	Utilização de sílico-manganês	61
4.	Utilização de spiegeleisen	62
5.	Utilização de sílico-spiegel	62
6.	Utilização de manganês eletrolítico	63
7.	Substitutos eventuais do manganês e de seus minérios na indústria siderúrgica	63
7.1.	Substituição dos minérios de manganês como agente oxidante	63
7.2.	Substituição do manganês como desoxidante	64
7.3.	Substituição como desulfurante	65
7.4.	Substituição do manganês como elemento de liga	66
8.	Economia no consumo e na produção de ferro-ligas contendo manganês	67
8.1.	Economia de minério	67
8.1.1.	Economia de minério na produção do gusa	67
8.1.2.	Economia de minério na fase de refino	70
8.1.3.	Economia de minério na produção de ferro-ligas	70
8.2.	Economia de manganês contido em ferro-ligas	71
8.2.1.	Economia por desulfuração do gusa	71
8.2.2.	Economia por aperfeiçoamentos de técnicas de aciaria	72
8.2.3.	Economia pela escolha das matérias primas	74

CAP. V — *Consumo e recuperação de manganês na siderurgia*

1.	Generalidades	75
2.	Análise do consumo de manganês pela indústria siderúrgica	75
2.1.	Consumo de minérios de manganês em altos-fornos	77
2.2.	Consumo de minério de manganês na produção de ferro-manganês	78
2.3.	Consumo de minérios de manganês na produção de spiegeleisen e sílico-manganês	79
2.4.	Consumo de ferro-ligas na produção de aço	79
2.5.	Consumo global de minério de manganês	80

3.	Influência dos progressos tecnológicos na produção de ferro-manganês sobre o consumo de minérios de manganês	81
4.	Recuperação de manganês contido em minérios pobres	82
4.1.	Processos hidrometalúrgicos	83
4.1.1.	Lixiviação por ácido sulfuroso	83
4.1.2.	Lixiviação por ácido ditiônico	84
4.1.3.	Lixiviação por sulfato ferroso	84
4.1.4.	Lixiviação por carbamato de amônio	85
4.2.	Processos pirometalúrgicos	85
4.2.1.	Processo Udy	85
5.	Recuperação de manganês de escórias de fornos de refino	86
5.1.	Processo do U. S. Bureau of Mines	86
5.2.	Processo Newcastle	87

CAP. VI — *Perspectivas de consumo de manganês no Brasil*

1.	Generalidades	87
2.	Evolução e perspectivas da produção siderúrgica nacional	88
3.	Perspectivas de consumo de manganês pela siderurgia nacional	91
3.1.	Minérios de manganês para altos-fornos de gusa	91
3.2.	Minérios de manganês para ferro-ligas	92
3.3.	Previsão de consumo de minérios de manganês	93

CAP. VII — *Aspectos econômicos da exportação e da industrialização de minérios de manganês*

1.	Generalidades	94
2.	Preços dos minérios de manganês	95
2.1.	Estrutura dos preços dos minérios de importação	95
2.2.	Especificações de minérios	96
2.3.	Preços dos minérios importados	97
2.4.	Preços dos minérios produzidos nos Estados Unidos	100
3.	Direitos alfandegários	101
3.1.	Direitos alfandegários sobre minérios	101
3.2.	Direitos alfandegários sobre ferro-ligas	101
4.	Preços de ferro-ligas	102
4.1.	Preços de ferro-manganês padrão	102
4.2.	Preço de spiegeleisen	103
5.	Perspectivas econômicas decorrentes da exportação de minérios de manganês	103
6.	Perspectivas de industrialização dos minérios de manganês no país	104

CAP. VIII — *Sumário e Conclusões* 107

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 115

INTRODUÇÃO

Os minérios de manganês, um dos recursos minerais de que o Brasil tem posição de destaque, têm inegável importância para a indústria siderúrgica mundial. Assumem, por isso, posição de relevo no desenvolvimento econômico e industrial da Nação.

Principalmente nos últimos três lustros, firmou-se a importância das reservas nacionais dos minérios de manganês, como consequência tanto da expansão da indústria siderúrgica nacional, como dos esforços empreendidos pela iniciativa privada na descoberta, na exploração e na industrialização desses minérios, como ainda da existência de um conjunto de fatores favoráveis a muito maior ritmo de exploração dessas reservas.

Por isso, ou em alguns casos por razões de outra ordem, tem sido a exploração dos minérios de manganês objeto de numerosas apreciações e pronunciamentos, nem sempre contudo conduzidos de forma a contribuir para o esclarecimento dos múltiplos aspectos que engloba o problema.

Este trabalho representa um esforço no sentido de se tentar uma definição exata e objetiva da verdadeira posição da questão. Este o objetivo do trabalho, com o qual se desincumbem seus autores de missão que receberam do "Centro Moraes Rego", órgão dos alunos, ex-alunos e professores dos Cursos de Engenheiros de Minas e Engenheiros Metalurgistas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

*

Não importando qual a Nação, o certo é que, para a coletividade, cresce a importância da indústria mineral à medida que atinja maiores níveis de progresso e de civilização. Por isso, ante a expansão por que passa e continuará a passar o Brasil na conquista de melhores níveis de vida para seu povo, imperioso se torna a determinação da posição de seus recursos minerais. Somente assim é que se podem evitar os erros de apreciação a que conduz a análise parcial dos dados do problema, erros que podem prejudicar os interesses do país no que diz respeito à sua expansão industrial ou ao seu fortalecimento econômico.

Principalmente agora, quando o país acelera o ritmo de sua expansão industrial, convém lembrar o aforisma:

“Resources are not; resources become”.

A ninguém aproveita o recurso deixado como no-lo deu a natureza, imobilizado em seu jazigo natural. O que importa é descobri-lo, explorá-lo e utilizá-lo técnica e economicamente, para o usufruto da coletividade. Não é essa uma das mais nobres funções da Engenharia? Por isso, as atividades de descoberta, de exploração e de industrialização dos recursos minerais são apenas a consequência de povos e nações desejarem progredir, atingir melhores padrões de vida e de civilização.

Entre os dois extremos de atitude — um, o de, por temor de desgaste, deixar os recursos para o usufruto dos nossos pósteros, e outro, imediatista, o de dilapidar as reservas, explorando-as em ritmo exagerado, — se situa a única atitude de um povo que quer progredir e que está progredindo rapidamente através da construção de uma indústria moderna e eficaz: a de utilizá-los racional e economicamente para seu proveito, plenamente cônica das oportunidades e da necessidade dêsse aproveitamento.

Nenhum país — não importa qual — possui nos limites de seu território todos os recursos naturais de que necessita. Daí o existir a necessidade de correntes de troca, as quais possibilitam a expansão industrial e a obtenção de melhoria de padrão de vida das populações.

*

Êste trabalho foi elaborado por um grupo de colaboradores que tomaram a si o encargo de estudar os dados disponíveis, pesquisar outros, visitar minas e indústrias consumidoras, procurando de maneira objetiva determinar a posição da questão do manganês na indústria e a situação das reservas brasileiras em face da produção e do consumo dêsses minérios pela indústria siderúrgica nacional e estrangeira.

Inicia com o levantamento da situação dos minérios de manganês do mundo (Cap. I), feito com base em extensa literatura especializada, pelo Engdo. José do Valle Nogueira Filho, presentemente ultimando seu Curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas na Escola Politécnica, e Presidente (em 1957) do “Centro Moraes Rego”. Segue-se-lhe um apanhado do estado de conhecimento das reservas de minérios de manganês no Brasil (Cap. II) a cargo do Eng.º Fernando Flávio Marques de Almeida, Livre-Docente e Professor Interino de Mineralogia, Petrografia e Geologia daquela Escola. Os Capítulos seguintes (III e IV) visam examinar de forma crítica o papel do manganês e de seus óxidos na indústria e proceder ao exame da economia e dos substitutos

do manganês na indústria siderúrgica; foram ambos elaborados pelo Eng.º Vicente Mazzarella, Assistente da Secção de Metalografia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas e que, quando aluno, fôra Presidente (1956) do "Centro Moraes Rego". Analisam-se depois o consumo e a recuperação do manganês na indústria (Cap. V) e as perspectivas de consumo de manganês no Brasil (Cap. VI), ambos a cargo do Eng.º Tharcísio D. de Souza Santos, Professor Catedrático e Livre-Docente de Metalurgia dos Metais Não-Ferrosos daquela Escola. Os aspectos econômicos do manganês, tanto os de exploração de seus minérios como os relacionados com a produção de ferro-ligas, e suas conseqüências no quadro industrial brasileiro, são examinados no último (Cap. VII) Capítulo, organizado por todos os colaboradores antes citados e pelo Eng.º Alceu Fábio Barbosa, Livre-Docente e Professor Interino de Jazidas Minerais e Legislação de Minas daquela Escola. Seguem-se as Conclusões, extraídas concisamente do trabalho desenvolvido. Indicaram-se, como necessário e conveniente, as referências bibliográficas numerosas de que se serviram seus autores.

CAPÍTULO I

MINÉRIOS DE MANGANÊS NO MUNDO

1. CONCEITOS DE RESERVAS MINERAIS

Reserva mineral é a porção de matéria de origem mineral de um certo teor encontrada num depósito ou área. Se eventualmente um ou vários minerais puderem ser aproveitados economicamente, a tonelagem que pode vir a ser trabalhada passa a constituir a reserva de minério. A porção de tal reserva que pode ser aproveitada no processo de lavra é denominada reserva de minério recuperável.

Os conceitos de reserva mineral e de minério estão condicionados à economia da exploração. Por isso a classificação de uma ocorrência pode não ser definitiva, sofrendo a influência de fatores variáveis com o tempo, tais como o desenvolvimento de substitutos, oscilações de procura nos mercados consumidores, concorrência de novas fontes de suprimento, elevação dos custos de extração e de transportes e aperfeiçoamento tecnológicos no processamento ou no consumo.

Tendo em vista o grau de insegurança envolvido na estimativa das reservas, tem sido generalizado o critério de separar as reservas prospectadas em classes segundo os dados sobre os quais repousam as estimativas. Os termos “minério provado”, “minério provável” e “minério possível” freqüentemente utilizados para exprimir o grau de segurança das avaliações, correspondem de perto às designações seguintes, adotadas pelo United States Bureau of Mines:

Minério medido — é minério cuja tonelagem é computada a partir de dimensões reveladas por afloramentos, galerias, trincheiras e sondagens e cujo teor é computado a partir de resultados de amostragem detalhada. Os pontos de amostragem, inspeção e medida são tão próximos e os caracteres geológicos tão bem definidos que a forma, o tamanho e o teor do corpo de minério ficam perfeitamente estabelecidos.

Minério indicado — é minério cuja cubagem e teor são computados parcialmente a partir de medidas diretas e de amostragem

e parcialmente por extrapolação até distância razoável com base em evidências geológicas.

Minério inferido — é minério cuja estimativa é feita com base no conhecimento dos caracteres geológicos no depósito, havendo poucos ou nenhum trabalho de prospecção direta.

2. BALANÇO DAS RESERVAS MUNDIAIS DE MINÉRIO DE MANGANÊS

Dentre diversas estimativas feitas acerca da situação do conhecimento das reservas mundiais de minério de manganês, convém destacar as apresentadas na “Conferência Científica de Conservação e Utilização de Recursos” (Nações Unidas, 1949) e pelo “United States Bureau of Mines” (“Manganese - 1952”). Segundo essas fontes, as reservas mundiais de minério de manganês excedem 1.000 milhões de toneladas, comutando-se apenas os minérios de teor superior a 35% Mn ou equivalente de concentrado.

A estimativa total acima referida é sem dúvida muito conservadora, principalmente porque para numerosos países somente foram levadas em conta os minérios de alto teor, os quais, normalmente, seriam os únicos a serem exportados. Para o Brasil, por exemplo, os dados só compreendem os minérios de alto teor normalmente exportados; se compreendessem minérios de teor mais baixo, muito maiores deveriam ser os níveis previstos. Outra limitação da reserva apresentada nos referidos balanços, reside em que muitas jazidas só foram prospectadas em parte menor de suas possíveis reservas, uma vez que pela sua localização não contribuem, presentemente, para o abastecimento dos mercados consumidores. Assim, e como exemplo, não foram levadas no cômputo as jazidas do Equador e do Uruguai nem as de Potsmasburg, União Sul-Africana.

Além das reservas de minérios de alto e de médio teor, são conhecidas reservas adicionais, superiores a outros 1.000 milhões de toneladas, de minérios de manganês de baixo teor (3 a 10%), dos quais pode ser possível a obtenção econômica de concentrados utilizáveis pelos mercados consumidores. Por fim, é de se frisar ainda que o balanço citado não incluiu também os minérios de ferro manganíferos e os minérios de manganês altamente ferríferos, principalmente os do Egito e da Tchecoslováquia; tais minérios são utilizados diretamente nas usinas siderúrgicas aproveitando-se parcialmente o manganês contido.

Na tabela n.º 1 foram reproduzidos os dados da estimativa do United States Bureau of Mines para 1952.

Convém destacar que numerosas correções, aditivas, devem ser feitas, resultantes da intensificação dos trabalhos de prospec-

TABELA N.º 1

RESERVAS MUNDIAIS DE MINÉRIOS DE MANGANÊS (Milhares de toneladas)
(sg. Materials Office — National Security Resources Board — Manganese — 1952)

PAÍS	ESTIMATIVA EM 1952		OBSERVAÇÕES
	Reserva	Teor	
<i>América do Norte e Central:</i>			
Costa Rica	5 ±	conc.	
Cuba	800-1 000	42-50	
México	1 500	30-35	
Panamá	50 ±	30-35	Extensão de depósitos de teor intermediário pouco conhecidos.
Pôrto Rico	—	48+	Reservas pouco conhecidas, indicações pequenas.
Estados Unidos	800 000	3-10	Excluídos os depósitos de Chamberlain, S. Dak; e 150 milhões de toneladas em New-Brunswick. (Mining Journal 1955).
a) baixo teor	6 000	18-35	Principalmente óxidos e carbonatos de Montana.
b) médio teor	1 000	35+	Numerosos pequenos depósitos.
c) alto teor	pequenas	50+	Numerosos pequenos depósitos, nada importante.
<i>América do Sul</i>			
Argentina	—	—	Nenhum depósito conhecido; área oriental favorável geologicamente e pouco explorada.
Bolívia	60 000 ±	38-50	Estimativas atuais (1957) elevam-se, pelo menos, a 100 000 000 de toneladas.
Brasil	1 200	35+	Nenhuma reserva provada; estimativa de Kostov: 120 milhões de toneladas.
Chile	questionáveis	—	
Equador	questionáveis	—	
Uruguai	questionáveis	21	Nenhum interesse econômico aparente. Estimativa de Kostov: 80 milhões de toneladas.

PAÍS	ESTIMATIVA EM 1952		OBSERVAÇÕES
	Reserva	Teor	
<i>Africa</i>			
Angola	200	50 ±	Estimativas baseadas em relatórios comerciais.
Congo Belga	2 000	—	Estimativa corrente, reservas adicionais em Malango.
Egito	—	manganês ferrug.	A rigor não podem ser classificados como minério de manganês — reservas — 9 milhões ±.
Eritrea	—	—	Depósitos de Ghedem ainda não suficientemente conhecidos; indicações pequenas para dados.
Marrocos Francês	47 000 ±	40-50	
Ghana	12 000	50+	
Sudoeste da África	—	—	Segundo relatório do Congresso Internacional de Geologia, notáveis reservas em minério de baixo e médio teor têm sido produzidos (1954).
União Sul Africana	60 000 ±	30-54	Os depósitos de Postmarburg, muito extensos têm sido estimados acima de 1 000 milhões de toneladas.
Palestina	—	—	Estimativa de Kostov: 500 mil toneladas.
<i>Europa</i>			
Bulgária	100 +	20-60	
Tchecoslováquia	—	manganês ferrug.	A rigor não podem ser classificados como minério de manganês; estimativa: 4,5 milhões ±.
Alemanha			
a) baixo teor	250 000 ±	4	
b) alto teor	5 000 ±	15-20	
Grécia	400	30+	Numerosos pequenos depósitos.
Hungria	4 500	+35	Não incluindo reservas tidas como de 6 000 000 toneladas de minério de 8-20% Mn.
Itália	500 ±	34-37	Depósitos geralmente pequenos.

PAÍS	ESTIMATIVA EM 1952		OBSERVAÇÕES
	Reserva	Teor	
Polónia	questionáveis	—	Referências vagas, nenhum dado concreto, nenhuma produção de- clarada.
Portugal	—	—	Estimativa de Kostov: 10 000 000 toneladas.
Rumania	7 200	14-40	Reservas de minério de ferro manganífero 10 000 000 toneladas.
Suiça	moderadas	30-50	Estimativa de 1943, menos produção.
U.R.S.S.	625 000	20-50	
Yugoslávia	480 ±	35 ±	Pequena actividade nos últimos anos.
<i>Asia</i>			
China	29 000	20-50	18.000.000 toneladas de minério de alto teor (38-52%).
Formosa	400	—	
Goa	—	42-50	Numerosos pequenos depósitos lateríticos.
Índia	92 000 ±	47-52	Congresso Internacional de Geologia (1954). Refere-se a uma cubagem de 115 000 000 toneladas.
Indochina	—	—	Uma mina em operação — não há dados.
Japão	2 000	—	Numerosos depósitos — nenhum considerado grande.
Maláia	—	—	Relatório contestado.
Mandchúria	3 000	—30	
Filipinas	6 000	+35	Numerosos depósitos, estimativa acima de 10.000.000 toneladas (1945).
Turquia	1 000	30-50	Não há confirmação das reservas de Finike; estimativa de Kostov: 12.000.000 toneladas.
<i>Oceania</i>			
Austrália	500	42-52	Excluídos minérios de ferro manganíferos em Iron Monarch.
Nova Zelândia	15 ±	45-50	Sómente depósito de Otan — nenhum dado sobre outros; estimativa de Kostov: 50.000 toneladas.
Papua	—	50 ±	Indicações pequenas.

ção em numerosos países. Assim, as reservas do Brasil atingem presentemente pelo menos 100 milhões de toneladas, somente para minérios de alto teor. As reservas da Índia foram avaliadas em 115 milhões de toneladas (1.1) e promissoras novas descobertas foram feitas recentemente no Sudoeste da África (2.1). Um relatório preliminar (3.1) sobre as reservas de minérios de manganês no Estado de Bolivar, Venezuela, indica reais possibilidades nesse distrito, bem como nova ocorrência de minério na Sibéria (4.1) permite admitir reserva adicional entre 25 e 30 milhões de toneladas. Dados muito recentes (5.1) sobre as jazidas de Gabon, África Equatorial Francesa, indicam reserva de pelo menos 80 milhões de toneladas.

As condições favoráveis que vigoraram até há pouco no mercado consumidor conduziram ao desenvolvimento de numerosas novas fontes de suprimento. De outro lado, o desenvolvimento da tecnologia de aproveitamento de minérios de baixo teor e de melhor utilização de manganês nas operações metalúrgicas, são fatores que tendem a dilatar o período de exploração desses recursos minerais, tanto pelo aumento das reservas exploráveis como pela redução dos níveis de consumo específico.

3. PRINCIPAIS RESERVAS MUNDIAIS

A tabela n.º 2 reúne uma estimativa das principais reservas mundiais de minérios de manganês. Foi preparada com base nos dados extraídos da tabela n.º 1 e nas atualizações feitas posteriormente à elaboração desse balanço.

Descrevem-se a seguir, sucintamente, os principais característicos dos minérios dos distritos citados.

3.1. *União das Repúblicas Socialistas Soviéticas*

Distrito de Tchiaturi — Situa-se a 180 km. de Poti, pôrto do Mar Negro. na encosta Sul do Cáucaso (Georgia). Vem sendo explorado desde 1879.

O minério aparece como intercalações finas alternadas com rochas silicosas muito friáveis. A espessura total da camada de minério recuperável varia entre 2 e 5 m. Afora os minérios oxidados superficiais, são encontrados os seguintes tipos de minério:

a) óxidos — teor de Mn variando entre 30 e 38%, podendo ser concentrados para 40-51%. Os teores de ferro variam entre 0,5 e 1% e os de fósforo entre 0,15 e 0,22%.

b) carbonatos — à medida que aumenta a proporção dos minerais carbonatados sobre a de óxidos, cai o teor de Mn e au-

PRINCIPAIS RESERVAS MUNDIAIS DE MINÉRIOS DE MANGANÉS

PAÍS E DEPÓSITO	MILHÕES DE TONELADAS		TEOR EM MANGANÉS METÁLICO	OBSERVAÇÕES
	<i>Reserva estimada</i>	<i>Manganês contido</i>		
<i>U. R. S. S</i>				
Nicopol	396	121	* 28-33	* O teor refere-se aos óxidos que predominam.
Tchiatura	162	42	26	
Laba	33,9	7,1	17-24	
Mangyshlak	32,8	7,2	22	
<i>Índia</i>	115	35	* 30	* Teor médio correspondente a todas as reservas estudadas.
<i>União Sul Africana</i>				
Postmarburg	* 60	27	37-52	* Reserva nominal estimada.
Kurumam	—	—	—	
Costa do Ouro	10+	5,2	52	Jazidas recentes e pouco estudadas.
<i>Brasil</i>				
Urucum	* 55	15,4	45,6	* Estimativas recentes.
Amapá	25+	12	48	
Minas Gerais	7,7	3,6	42	
Bahia	2,5	1,2	48	

menta o teor de P. As análises médias indicam 10 a 25% Mn, 2 a 4% Fe e 0,2 a 0,3% P.

A lavra da jazida de Tchiaturi é subterrânea e ambos os tipos de minérios são concentrados por processos gravimétricos.

Distrito de Nikopol — O depósito de Nikopol é o maior da Europa e vem sendo explorado desde 1886. Situa-se próximo da cidade de Nikopol, Sul da Ucrânia. O distrito compreende cerca de 20 minas em exploração distribuídas em duas zonas, leste e oeste, separadas por uma faixa estéril de 15 a 25 km de largura.

Como o de Tchiaturi, o depósito é nitidamente sedimentar, mergulhado em direção ao Mar Negro. O minério constitui um leito de 1,5 a 2 m de espessura, associado a areias e a argilas. Conforme o mergulho os óxidos cedem lugar a carbonatos, caindo o teor em manganês. Os óxidos contêm cerca de 28% Mn, 2 a 3% Fe e 0,2% P e os carbonatos entre 10 e 30% Mn, 2 a 3% Fe e 0,1 a 0,4% P.

A lavra dessas minas é subterrânea e a concentração dos minérios é feita também por processos gravimétricos.

Outros distritos — numerosos outros distritos de minérios manganíferos existem no território das Repúblicas Socialistas Soviéticas, os principais sendo:

Labá — cerca de 34 milhões de toneladas de minério de 17 a 24% Mn;

Mangyshlak — Mais de 32 milhões de toneladas de minério de 22% Mn;

Azhametry-Chkhary, Belykluck, Polunochnoye, Marsiata, Baimak, Kara-Dahal, Naizatas, Shointas, Mozulshoye, todos na área do lago Baikal — depósitos pequenos com possibilidades de novas prospecções.

Reservas globais — As reservas globais soviéticas são avaliadas em 650 milhões de toneladas, predominando minérios de 28 a 33% Mn para concentração.

3.2. Índia

A Índia vem exportando para os centros consumidores minérios de manganês desde 1891. Em período mais recente, e até 1955, tornou-se o segundo produtor mundial.

As jazidas de manganês na Índia estão distribuídas em vários distritos. Os principais depósitos estão situados em Madya Pradesh, Orissa e Bombay. Em 1954 esses distritos contribuíram respectivamente com 50, 25 e 10% da produção do país, o restante tendo sido fornecido pela exploração das jazidas de Mysore (6%), Rajasthar, Andhara e Madya Bharat.

Os principais depósitos são tabulares, em rochas metamórficas pré-cambrianas metamorfisadas, consistindo principalmente de braunita e silicatos de manganês ou produtos de sua alteração superficial. Outros depósitos menores originam-se de concentração residual por laterização de rochas manganíferas.

Reservas globais — As reservas da Índia são estimadas em 115 milhões de toneladas, correspondente a cerca de 70 milhões de toneladas de concentrado para exportação (45 a 55% Mn) (6.1).

3.3. *China*

As reservas de manganês da China não são muito grandes, embora existam condições favoráveis na região oeste, área ainda pouco conhecida em seus recursos minerais.

O melhor minério e a maior produção provém de Kwangsi, Sudoeste da China; as reservas são avaliadas em 3 636 000 t de minério entre 47 e 50% MnO_2 contido. Na província de Kwangsi o principal depósito é o de Shanli-hsu, com 1 636 000 t de minério de 50% Mn. Em Kwei-ping foram estimadas reservas de 2 milhões de toneladas de minério de 47% MnO_2 , capaz de produzir anualmente 100.000 t de minério. Por fim, o depósito de Chung-pu-chia, Kiangsi, é o maior do Sudoeste da China; suas reservas são superiores a 3 milhões de toneladas de minério entre 38 e 52% MnO_2 .

Reservas globais — As reservas conhecidas enumeradas pelo U. S. Bureau of Mines montam a 29 milhões de toneladas de minério entre 20 e 50% MnO_2 .

3.4. *União Sul-Africana e Sudoeste da África*

O principal depósito descoberto situa-se em Postmasburg, a 170 km de Kimberley e a 1200 km do porto de Durban. As ocorrências descobertas consistiam numa faixa de afloramentos estendendo-se por 65 km próximo de Gamara. Explorações posteriores vieram permitir a descoberta de numerosos novos depósitos. Duas faixas de ocorrências foram reconhecidas, uma a leste e outra a oeste. A reserva da faixa leste é considerada menor, constituída por corpos irregulares de minério. O minério apresenta bons característicos para a lavra e a estocagem; seu teor varia entre 50 e 55% e o teor de fósforo é baixo, entre 0,02 e 0,15%. O minério da faixa oriental é mais rico, porém a lavra é mais dispendiosa.

Ao norte de Postmasburg ocorre minério de manganês no distrito de Kuruman. O minério é recoberto por sedimentos arenosos e vem sendo prospectado por meio de sondagens.

No Sudoeste da África, perto de Otjõsondu têm sido estudadas as reservas de minério análogos aos da Índia; há indicações de existência de grandes reservas.

Reservas globais — Já em 1929 as reservas da região de Postmasburg foram avaliadas por Smith em 80 milhões de toneladas. Outros geólogos vêm fazendo outras cubagens com base em trabalhos mais recentes, elevando-se as estimativas a 500 milhões de toneladas.

3.5. *Ghana*

A mina de Nauta, a 55 km do pôrto de Sekondi, é a única jazida importante do país e é uma das maiores jazidas do mundo quanto à sua produção atual.

O minério é constituído por óxidos de manganês, variando seu teor entre 61,5% (classe A) e 46% (classe D). O teor de fósforo é de 0,11 a 0,14%.

As reservas são estimadas em 10 milhões de toneladas.

3.6. *Marrocos*

Duas regiões são produtoras de minérios de manganês: uma na parte Oriental, perto da fronteira da Argélia, outra na parte Sul, nos flancos dos Montes Atlas. A primeira compreende os distritos de Taourit, Oudja e Bou-Arfa. A segunda abrange as regiões de Imini Tiouíne e Trasdrent. Imini e Bou-Arfa são presentemente os maiores produtores.

Os depósitos não parecem apresentar quaisquer problemas especiais quanto à sua lavra econômica. Contudo, são algo elevados os teores de chumbo e, além disso, muitos dos minérios são friáveis. O distrito sul está situado desfavoravelmente em relação aos portos de embarque, sendo onerosos os custos de transporte.

Reservas globais — As reservas globais das duas regiões apontadas são tidas como superiores a 30 milhões de toneladas, das quais 10 milhões de toneladas correspondem a minério provado.

3.7. *Brasil*

O exame da situação da reserva conhecida presentemente das jazidas brasileiras será feito no capítulo seguinte.

Reservas globais — Conforme será mostrada pela análise prudente dos dados atualizados que puderam ser coligidos, as reservas globais brasileiras compreendem 90.200.000 t de minério de manganês de teor igual ou superior a 42% Mn. Dêsse total 20.920,000 t são de minério provado.

4. PRODUÇÃO MUNDIAL DE MINÉRIOS DE MANGANÊS E SUA IMPORTAÇÃO PELOS PRINCIPAIS PAÍSES CONSUMIDORES

Na tabela n.º 3 foram reunidos todos os dados disponíveis acerca da produção de minérios de manganês no mundo nos anos de 1950 a 1954; figuram também a média do período 1945-1949 e os teores médios dos minérios produzidos em cada país ou a faixa de variação desses teores. Os dados de produção foram expressos em toneladas curtas ("short tons") de 907,18 kg.

É de se notar que a produção mundial elevou-se de 6,2 milhões de toneladas em 1950 (4,5 milhões de toneladas em média no período 1945-1949) a cerca de 10 milhões de toneladas em 1953 (10,6 milhões de toneladas) e 1954 (9,7 milhões de toneladas). Ver-se-á mais adiante que a produção siderúrgica mundial não aumentou, nesse período, na mesma proporção. Conseqüentemente, essa elevação da produção mundial deve significar necessariamente que devem ter baixado consideravelmente os teores de minérios lavrados em numerosos países e que parte apreciável da produção deve ter contribuído para a formação de estoques por parte de países consumidores.

A tabela n.º 4 reúne os dados de produção por parte dos nove principais produtores mundiais de minérios de manganês desde 1945. Figuram nessa tabela dados referentes a 6 dos maiores produtores (exclusive os da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, desde 1953, por não serem conhecidos) nos anos de 1955 e 1956.

A tabela n.º 5 engloba os dados relativos à produção de minérios de manganês pelo Brasil. Nela figuram separadamente os dados relativos à exportação e ao consumo nacional, tomado este em correspondência com a produção de lingotes de aço; dada a falta de estatísticas atualizadas relativas ao consumo de manganês pela nossa indústria siderúrgica, foi suposto que o consumo específico fôsse 20% superior ao verificado nos países de grande indústria siderúrgica e que o rendimento na produção de ferro ligas fôsse ainda 14% superior ao verificado presentemente na indústria norte-americana. É de se ver que essas hipóteses devem ser exageradas, dado o grande progresso técnico da siderurgia brasileira mormente nos últimos anos.

PRODUÇÃO MUNDIAL DE MINÉRIO DE MANGANÊS, NO PERÍODO DE 1945 A 1949 (valor médio) E 1950-1954,
EM TONELADAS CURTAS (de 907 kg.)
(sg. "Minerals Yearbook" - Manganese (preprint) 1954")

P A Í S	Mn, %	1945-49 (valor médio)	1950	1951	1952	1953	1954
<i>América do Norte:</i>							
Canadá (embarques)	—	45	—	—	277,426	—	—
Cuba	36-50+	103,834	87,313	169,856	—	389,356	296,801
México	30+	47,633	38,892	87,292	157,403	269,863	277,996
Estados Unidos (embarques)	35+	142,776	134,451	103,007	115,379	157,536	206,128
TOTAL		294,283	260,656	362,155	550,208	816,755	780,925
<i>América do Sul:</i>							
Argentina	30-40	4,400	1,268	1,323	2,535	5,512	1,323
Brasil	38-50	(d) 182,331	215,507	224,366	274,732	255,058	(c) 220,000
Chile	40-50	21,973	36,960	40,320	59,356	60,207	58,422
Perú	40+	9	840	1,043	1,221	(c) 3,500	(c) 5,000
TOTAL		208,713	254,575	267,052	337,844	324,277	(c) 285,000
<i>Europa:</i>							
Grécia	35+	235	353	11,676	25,369	14,827	(c) 17,600
Hungria (concentrado) (c)	35-43	31,500	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000
Itália	30	19,348	21,422	31,479	45,484	43,162	53,843
Portugal	35+	3,810	880	8,394	12,197	13,918	10,572
Rumania	30-36	35,850	(f) —	(f) —	(f) —	(f) —	(f) —
Espanha	30+	25,150	20,946	22,917	31,408	36,044	35,159
Suécia	30+	110	64	6	51	50	9
Suíça	—	607	—	—	—	—	—
U.R.S.S. (c)	41+	2,000,000	2,200,000	2,800,000	2,800,000	(g) 3,900,000	(g) 4,400,000
Reino Unido	—	2,531	—	—	—	—	—
Jugoslávia	30+	10,461	14,703	14,185	13,985	11,042	10,148
TOTAL (c)		2,130,000	2,400,000	3,000,000	3,000,000	4,100,000	4,600,000

P A I S

	Mn, %	(valor médio) 1945-49	1950	1951	1952	1953	1954
<i>Ásia:</i>							
Birmânia	35+	168	—	(c) 2,200	7,280	9,610	4,160
China	41	16,094	(f) 988,882	(f) 1,447,463	(f) 1,637,738	(f) 2,125,426	(f) 1,344,002
Índia	40+	467,318	—	—	8,634	20,310	16,442
Indonésia	35-49	1,567	(c) 10,300	4,379	3,583	(c) 4,400	3,436
Irã (h)	36-46	926	153,225	203,942	228,593	214,286	180,155
Japão	32-40	66,864	110	2,477	8,175	3,371	1,744
Coreia	30-48	(f) 560	(d) 79	(d) 215	—	—	—
Maláia	30	12,176	32,933	24,629	22,737	23,708	10,354
Filipinas	35-51	4,898	33,053	95,673	122,429	165,347	(c) 117,000
Índia Portuguesa	32-50+	9,744	35,470	55,685	88,745	99,038	54,925
Turquia	30-50	580,300	1,260,000	1,848,000	2,150,000	2,699,000	1,771,000
TOTAL (c)							
<i>África:</i>							
Angola	48	4,762	10,260	50,918	60,731	72,603	34,865
Congo Belga	50	12,810	18,728	78,203	141,071	238,831	424,320
Marrocos Francês	35-50	148,217	316,655	410,316	469,932	473,461	441,413
Ghana (d, i)	48	767,715	796,732	902,812	889,491	835,510	515,475
Rodésia e Niasaland, Federação do:							
Norte da Rodésia	30+	—	—	1,411	4,397	7,984	18,872
Sul da Rodésia	—	39	—	—	1,580	—	18
Sudoeste da África	—	—	1,095	7,231	29,219	40,654	34,066
Marrocos Espanhol	50	147	40	1,237	4,007	1,181	852
Tunísia	35-40	6	—	—	—	—	—
União Sul Africana	40+	346,616	871,858	836,510	964,121	912,333	772,862
TOTAL		1,280,312	2,015,368	2,288,638	2,564,549	2,582,557	2,242,743
<i>Oceania:</i>							
Austrália	—	4,633	16,654	8,924	7,917	36,897	31,587
Fiji	—	(j) 96	269	707	2,251	2,448	11,087
Nova Zelândia	—	349	395	450	357	324	268
Nova Caledônia	45+	536	5,944	22,195	18,484	6,163	—
Pápua	—	138	24	45	—	47	—
TOTAL		5,752	23,286	32,321	29,009	45,879	42,942
Produção total (estimativa) (a) ..		4,500,000	6,200,000	7,800,000	8,600,000	10,600,000	9,700,000

(a) Além das nações citadas, a Bulgária e a Coreia do Norte têm produzido minério de manganês; o seu valor não é conhecido, mas estimativas do mesmo são incluídas no Total. A Tchecoslováquia e o Egito acusam produção de minério de manganês, mas por ser o teor médio de manganês inferior a 30% e por serem esses minérios essencialmente ferruginosos seu total não é incluído nesta Tabela. O Egito produziu a seguinte tonelagem: 1945-49 (média) 43.782; 1950, 167.737; 1951, 171.259; 1952, 230.564; 1953, 307.331; e 1954, 195.694. Ocasionalmente, uma pequena tonelagem contém acima de 35% de manganês. (b) Esta tabela inclui revisões de dados publicados em capítulos anteriores. (c) Estimativa. (d) Exportados. (e) Valor não conhecido; estimativa do Autor incluindo o total. (g) A produção de 1953 e 1954 é estimada para teores de manganês de 35% ou mais. (h) O ano termina no dia 20 de março. (i) Pêso seco. (j) Média de 1948-1949.

PRODUÇÃO POR PAÍS DOS PRINCIPAIS ABASTECEDORES DO MERCADO MUNDIAL DE MANGANÊS

1935-1956 (sg. referências 7.1 a 10.1)

Ano ou média de período	PRODUÇÃO EM MILHARES DE TONELADAS DE MINÉRIO									
	Marrocos Francês	Ghana	União Sul Africana	Congo Belga	Índia	U.R.S.S.	Estados Unidos	Cuba	Brasil (2)	
Mn %	32-50	50+	40-50	50+	46-52	41-48	35+	36-50	38-50	
1935-39	60,5	437,5	391,3	7	877,7	2 589,9	31,2	88,3	203,1	
1940-44	55,3	529,4	314,7	19,7	554,5	1 695,4	140,2	237,9	277,8	
1945	44,5	713,0	114,5	2,6	214,0	2 251,0	165,4	198,2	244,6	
1946	58,0	777,6	237,9	12,2	257,0	1 700,0	130,3	130,8	149,1	
1947	114,3	598,7	288,2	17,6	458,2	1 860	119,5	50,4	142,1	
1948	214,4	640,1	276,4	12,8	534,3	1 800	118,9	29,1	141,3	
1949	233,8	753,0	655,2	12,2	656,2	1 500	114,4	62,5	149,9	
1950	287,3	722,8	790,9	17,0	897,1	2 000	122,0	79,2	148,3	
1951	272,2	819,0	758,9	70,9	1 304,6	2 500	95,3	154,1	119,9	
1952	426,3	794,2	874,6	150,0	1 291,8	2 500	104,7	251,7	160,0	
1953	429,5	758,0	827,7	216,7	1 752,7	3 500	142,9	353,2	166,1	
1954	400,4	710,7	772,8	250,0	803,0	(1)	200	(1)	162,5	
1955	411,0	539,6	679,6	274,4	1 000	(1)	285	266,2	199,9	
1956	415,0	(1)	805,6	384,9	741,2	(1)	320	(1)	224,0	

(1) Não há dados disponíveis

(2) Exportações.

TABELA N.º 5

EXPORTAÇÕES DE MINÉRIOS DE MANGANÊS PELO BRASIL
E ESTIMATIVAS DOS CONSUMOS ANUAIS PELA INDÚSTRIA
SIDERÚRGICA BRASILEIRA (*)

Ano	Exportação de minérios t	Produção siderúrgica nacional t	Consumo provável de minérios de manganês (**) t	Produção total estimada de minério de manganês t
1945	224.600	205.935	4.700	229.300
1946	149.100	342.613	7.800	156.900
1947	142.100	386.971	8.800	150.900
1948	141.300	483.085	11.000	152.300
1949	149.900	615.069	14.200	154.100
1950	148.300	788.557	18.100	166.400
1951	119.900	842.977	19.200	138.100
1952	160.000	893.329	20.500	180.500
1953	166.100	1.016.299	23.300	189.400
1954	162.500	1.148.322	26.300	188.800
1955	199.900	1.156.036	26.700	226.600
1956	224.000	1.364.841	31.400	255.400
1957	780.000 (***)	1.500.000 (***)	34.500	814.500 (***)

(*) Exclusive minérios de baixo teor carregados diretamente nos altos-fornos.

(**) Com base na estimativa feita no Capítulo VI supondo: teor médio do minério para ferro-ligas de 48% Mn; rendimento de produção dos ferro-ligas de 75%; consumo específico de manganês, na forma de ferro-ligas, 20% superior ao da média da indústria norte-americana.

(***) Estimado com base em dados provisórios.

Examinam-se a seguir os dados relativos às importações de minérios de manganês pelos principais consumidores mundiais.

Europa — Alemanha

Os dados mais recentes relativos às importações de minérios de manganês pela Alemanha cobrem o período 1954-1956. É de se notar que as importações aumentaram muito mais que a produção siderúrgica, o que indica com tãda a probabilidade a formação de estoques. A tabela n.º 6 reúne êsses dados.

T A B E L A N.º 6
 IMPORTAÇÕES DE MINÉRIOS DE MANGANÊS
 PELA ALEMANHA

PROCEDÊNCIA	1954	1955	1956
Índia	76.000	108.000	159.000
Goa e Indonésia	13.000	32.000	71.000
África do Sul	32.000	37.000	51.000
Congo Belga	9.000	27.000	37.000
Marrocos	27.000	13.000	12.000
Ghana	3.000	7.000	6.000
Outros países da África	11.000	13.000	42.000
U.R.S.S. e outros países da Europa	20.000	70.000	76.000
TOTAIS	191.000	307.000	454.000

A produção de ferro-manganês foi de 82; 117 e 193 mil toneladas nos três anos referidos. É de se salientar que a U.R.S.S. tem contribuído em média com 18% das importações alemãs nesse período.

França

As importações de minérios de manganês pela França elevaram-se de cerca de 50% em 1955 e em 1956 em relação a 1954, ao mesmo tempo que a produção de ferro-manganês subiu de 135 para 203 e 246 mil toneladas, respectivamente, nos anos de 1954, 1955 e 1956. Os dados relativos às importações de minérios nesse período constam da tabela n.º 7.

T A B E L A N.º 7
 IMPORTAÇÕES DE MINÉRIOS DE MANGANÊS
 PELA FRANÇA

PROCEDÊNCIA	1954	1955	1956
Marrocos	242.000	238.000	251.000
Índia	56.000	193.000	170.000
U.R.S.S. e outros países da Europa	36.000	108.000	132.000
África do Sul	62.000	61.000	47.000
Ghana	11.000	26.000	1.000
Congo Belga	—	2.000	10.000
Outros países da África	—	—	9.000
Goa e Indonésia	—	47.000	36.000
TOTAIS	407.000	675.000	656.000

A contribuição soviética às importações francesas foi de cerca de 16%.

Bélgica

A tabela n.º 8 reúne os dados das importações de minérios de manganês pela Bélgica. É abastecida principalmente pelo Congo Belga, cuja produção tem crescido sensivelmente nos últimos anos.

T A B E L A N.º 8
IMPORTAÇÕES DE MINÉRIOS DE MANGANÊS
PELA BÉLGICA

PROCEDÊNCIA	1955	1956
Congo Belga	36.000	55.000
Índia	57.000	46.000
África do Sul	17.000	17.000
Outros países da África	—	3.000
TOTAIS	112.000	123.000

Itália

As importações de minérios de manganês pela Itália constam da tabela n.º 9. A produção de ferro-manganês foi de 31.000 t em 1954, 39.000 t em 1955 e 42.000 t em 1956.

T A B E L A N.º 9
IMPORTAÇÕES DE MINÉRIOS DE MANGANÊS
PELA ITÁLIA

PROCEDÊNCIA	1954	1955	1956
Índia	13.000	14.000	20.000
Goa e Indonésia	3.000	3.000	5.000
África do Sul	8.000	3.000	5.000
Congo Belga	4.000	2.000	—
Marrocos	2.000	2.000	1.000
U.R.S.S. e outros países da Europa	18.000	8.000	5.000
TOTAIS	48.000	32.000	36.000

A U.R.S.S. contribuiu em média com 27% no suprimento de minérios de manganês à Itália nesse período.

Inglaterra

A tabela n.º 10 reúne os principais dados relativos à origem das importações de minérios de manganês pela Inglaterra no período 1954-1956. A produção de ferro-manganês esteve praticamente estacionária nêsse período, no nível de 185.000 t/ano.

T A B E L A N.º 10
IMPORTAÇÕES DE MINÉRIOS DE MANGANÊS
PELA INGLATERRA

PROCEDÊNCIA	1954	1955	1956
Oeste da África	139.000	132.000	137.000
Índia	140.000	124.000	88.000
África do Sul	72.000	37.000	58.000
U.R.S.S.	125.000	113.000	146.000
Outros	26.000	4.000	15.000
TOTAIS	502.000	406.000	444.000

Nêsse período os suprimentos de minérios de manganês pela U.R.S. correspondem em média a 23% do total das importações inglesas.

Outros países

Dentre outros países importadores de minérios de manganês, convém destacar a Noruega que supre ferro-manganês a diversos outros países consumidores. As importações de minérios de manganês pela Noruega elevaram-se a 236.000 t em 1956, as principais fontes de suprimento sendo a U.R.S.S. e Ghana. A Suíça é também importador de certa importância, sendo suas importações habitualmente entre 30 e 40 mil toneladas por ano. É abastecida principalmente pela Índia, Turquia, e U.R.S.S..

América do Norte — Estados Unidos

Os Estados Unidos são o maior consumidor e maior importador de minérios de manganês. A produção norte-americana de minérios e concentrados tem sido aumentada principalmente nos períodos de dificuldades de abastecimento, decaindo nas épocas de normalidade do comércio internacional. A fig. n.º 1 mostra a importação total de minério de manganês pelos Estados Unidos de 1900 a 1956. Os dados relativos a 1900-1954 foram extraídos do "Minerals Yearbook-1954"; os de 1955 e 1956 de fontes não-oficiais (11.1).

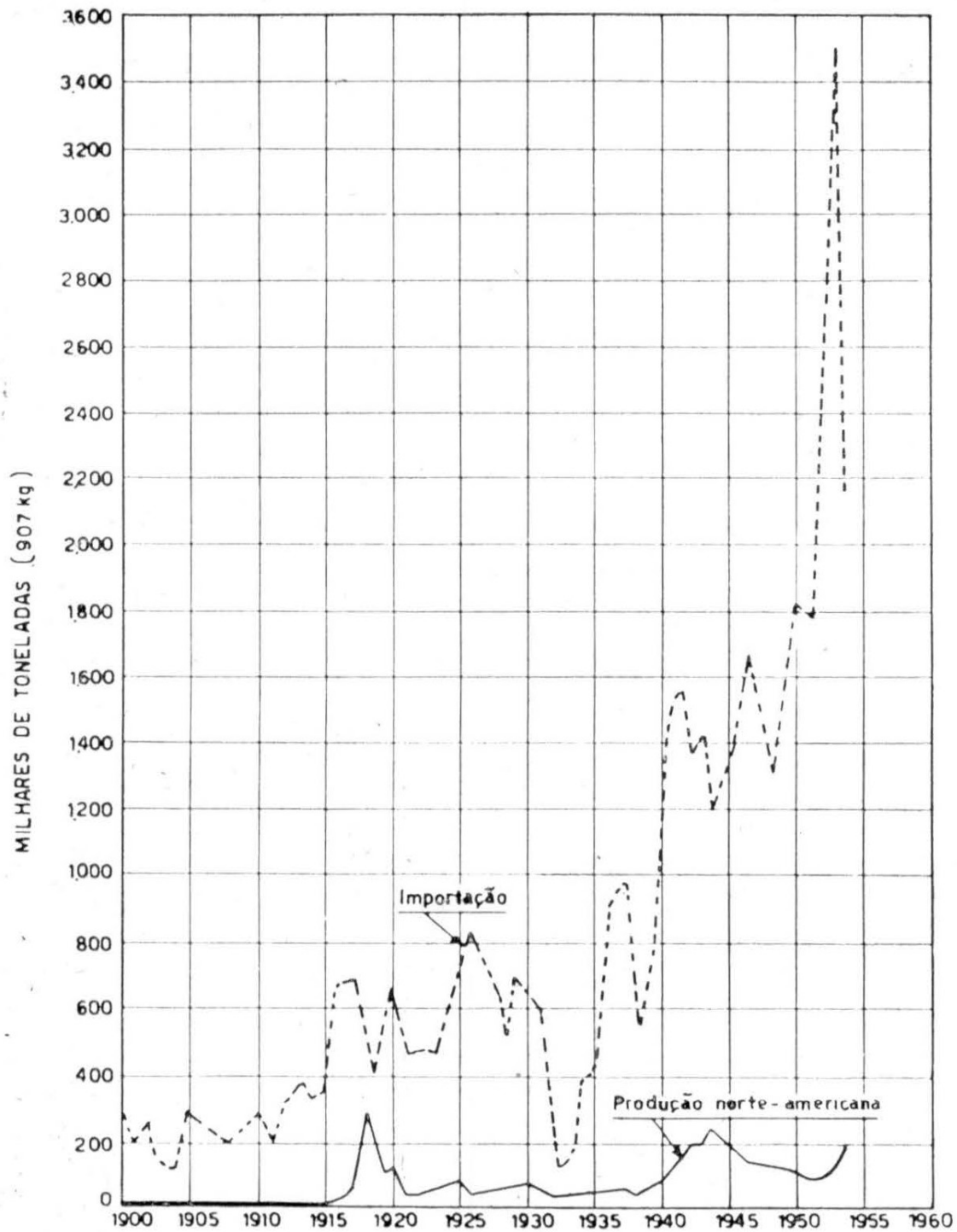


Fig. n.º 1 — Importações e produção norte-americana de minérios de manganês no período 1900-1954 em toneladas curtas (907 kg). (Extraído de Minerals Yearbook 1954, Preprint).

A tabela n.º 11 reúne os dados relativos às importações em 1953 e 1954, inclusive aquelas que se destinavam à formação de estoques e as destinadas ao processamento e re-exportação na forma de ferro-ligas. Essas estatísticas incluem também os dados relativos ao teor de manganês metálico contido.

T A B E L A N.º 11
 IMPORTAÇÕES DE MINÉRIOS DE MANGANÊS
 PELOS ESTADOS UNIDOS

PROCEDÊNCIA	Tonelagem de minério (toneladas curtas)		Mn contido (toneladas curtas)	
	1953	1954	1953	1954
Índia	1.296.905	868.291	572.640	400.064
Cuba	397.257	261.539	172.355	113.574
União Sul Africana ..	428.348	242.795	177.943	101.814
Ghana	511.259	232.277	253.355	115.085
Congo Belga	140.478	161.206	70.198	80.924
Brasil	169.768	103.655	75.821	40.453
México	171.462	89.573	70.936	38.960
Angola	63.863	46.269	31.141	22.639
Outros	321.146	138.542	—	—
TOTAIS	3.500.986	2.166.147	1.570.920	998.251

Nêsses anos contribuíram as exportações brasileiras com cerca de 5,4% das importações totais de minérios de manganês pelos Estados Unidos. Nos últimos anos, contudo, e devido às exportações do Amapá é muito maior a contribuição brasileira, deslocando assim numerosos outros países fornecedores ao mercado norte-americano.

Nessas estatísticas não figura a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, que, desde 1951, deixaram de exportar minério de manganês aos Estados Unidos, embora continuassem a fazê-lo a outros grandes consumidores europeus. Em 1949 as importações norte-americanas de minérios de manganês se elevaram a 1.544.584 "short tons", provindo 81.459 t curtas da U.R.S.S.; em 1950 para um total de 1.834.925 toneladas curtas importadas originavam-se da União Soviética 65.563 t. Nêsses anos a participação brasileira fôra respectivamente de 151.560 e 129.721 t, respectivamente.

No passado foi considerável a contribuição dos minérios soviéticos às importações americanas. Mostra Roush (13.1) que na quadra 1913-1937 nada menos de 25,1% do total das importações norte-americanas eram de procedência russa, sendo que no período 1934-1937 elevava-se a 39% em média (para um total de 2.450.000 toneladas longas importadas no período, contribuiu a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas com nada menos de 952.000 toneladas longas; nêsse período a contribuição brasileira fôra apenas de 274.000 toneladas longas, ou 11% das importações.

5. SIGNIFICADO DAS RESERVAS MUNDIAIS DE MINÉRIOS DE MANGANÊS EM FACE DO CONSUMO

Na "Conferência Científica de Conservação e Utilização de Recursos", realizada nas Nações Unidas em setembro de 1949 foi examinada a situação das reservas mundiais conhecidas de minérios de manganês em face do consumo, tendo sido as seguintes as conclusões:

1. Considerando estáticos as reservas e o consumo mundial, as reservas levantadas serviriam às necessidades do mundo durante mais 250 anos.

2. Considerando estáticas as reservas levantadas (isto é, supondo que nenhuma nova reserva venha a ser determinada no mundo) e supondo um consumo per-capita mundial igual ao verificado presentemente nos Estados Unidos, as reservas durariam 50 anos.

3. Considerando por fim ainda estáticas as reservas mas tomando o consumo per-capita mundial (excetuado os Estados Unidos) igual ao consumo atual da Europa (excetuado o da U.R.S.S.), as reservas durarão 140 anos.

É claro que tôdas essas hipóteses são pessimistas, já que partiram do pressuposto de que as reservas se manteriam estáticas, isto é que para o futuro não viessem a ser descobertas novas reservas nos distritos conhecidos nem que viessem a ser descobertos novos distritos. Tôda a história do desenvolvimento da indústria mineral no mundo tem mostrado que, mesmo em países de grande densidade demográfica e de notável grau de adiantamento tecnológico e industrial, novas e importantes descobertas são feitas, tanto de novas reservas em distritos conhecidos como em distritos antes desconhecidos. Um exemplo flagrante dessa situação pode ser frisado com a situação das reservas de petróleo. Em 1938 (14.1) as reservas de petróleo nos Estados Unidos dariam para mais 14 anos de produção ao ritmo de produção desse ano, existindo contudo indicações de ordem geológica que tais reservas poderiam, a êsse ritmo de consumo, durar mais 40 anos. A produção de petróleo nos Estados Unidos em 1938 não chegava a 700 milhões de barris por ano e assim, e a essa velocidade de produção e de consumo, em 1952 já teriam sido esgotadas totalmente tôdas as reservas conhecidas, existindo contudo a possibilidade de existirem ainda 16 bilhões de barris em 1952, reserva que estaria completamente esgotada em 1978. Pois bem, a produção norte-americana foi grandemente acelerada desde então, situando-se atualmente na faixa 1,8 e 2 bilhões de barris por ano, indicando uma velocidade de consumo tripla daquela que se verificava em 1938. Supondo que os 28 bilhões de barris potencialmente existentes em 1938 fôsssem consumidos na base da atual velocidade de consumo,

ter-se-iam cêrca de 20 anos de duração a partir de 1938. Assim, e mantivessem as reservas êsses nêveis de conhecimento, já êste ano de 1958 já não mais produziriam os Estados Unidos petrôleo, dependendo totalmente de importações. A verdade é bem outra: a produção atual passa do nível de 2 bilhões de barris por ano e consideráveis reservas continuam a existir, a despeito da circunstância de que já importam os Estados Unidos certa proporção de seu consumo, mesmo por razões de ordem de conservação de seus recursos petrolíferos.

CAPÍTULO II

ESTADO ATUAL DO CONHECIMENTO DAS RESERVAS BRASILEIRAS DE MINÉRIOS DE MANGANÊS

1. GENERALIDADES

O Brasil é detentor de reservas apreciáveis de minérios de manganês de boa qualidade que o levam a figurar com destaque nas estatísticas mundiais. País tropical, de há muito vem sendo sujeito a processos de meteoração, do qual resultam concentrações de óxidos e hidróxidos de manganês em diversas de suas antigas superfícies de erosão. De tal modo, com exceção das grandes jazidas de Urucum, Mato Grosso, tôdas as demais reservas brasileiras de minério de manganês resultam de processos meteóricos atuantes sôbre protominérios quasi sempre pré-cambrianos. Essa, é a razão de serem tão numerosas as ocorrências já conhecidas de minérios de manganês, espalhadas por quasi todos os Estados, infelizmente em sua maioria destituídas de significado econômico, seja por representarem reservas insignificantes, de minérios nem sempre de boa qualidade, seja por situarem em posição geográfica desfavorável. Por outro lado, pode-se dizer sem exagero que as áreas pré-cambrianas, sobretudo nos escudos Brasil Central e norte-amazônico, devem encerrar parcela importante, ainda desconhecida, das reservas totais existentes no país.

2. CLASSIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS ÁREAS MANGANÍFERAS

Neste trabalho será fixada particular atenção sôbre as áreas manganíferas que representam ou que possam vir a representar em futuro próximo, fator ponderável na economia mineira da Nação. Tais áreas podem ser assim classificadas:

- 1 — Distrito manganífero da Serra do Navio, Amapá.

- 2 — Província manganífera do leste baiano, compreendendo três distritos:
 - 2.1 — Serra de Jacobina.
 - 2.2 — Santo Antônio de Jesus.
 - 2.3 — Urandí.
- 3 — Província manganífera do centro de Minas Gerais, compreendendo quatro distritos:
 - 3.1 — Lafaiete.
 - 3.2 — São João del Rei.
 - 3.3 — Quadrilátero ferrífero.
 - 3.4 — Saúde.
- 4 — Distrito manganífero de Urucum, Mato Grosso.

3. DISTRITO DA SERRA DO NAVIO

Acha-se situado êsse distrito na região central do Território Federal do Amapá, no médio vale do rio Amaparí. É conhecido desde 1946, tendo sido pesquisado sobretudo pela I.C.O.M.I., Indústria e Comércio de Minérios Ltda., a partir de 1948. Encontra-se aparelhado para exportar até um milhão de toneladas de minério por ano, para o que foi construída estrada de ferro com 193,3 km de extensão, ligando-o ao pôrto de Santana 20 km à montante de Macapá, no Rio Amazonas. Tal pôrto, especialmente construído para embarque de minério, dispõe de sistema de correias transportadoras com capacidade de 2.000 t/h.

As jazidas de minério de manganês localizam-se numa extensa área de metasedimentos pré-cambrianos, entre os quais gonditos (2.1), que constituem o protominério, que, por alteração meteórica, originou depósitos residuais de óxidos, do tipo criptomelana.

As jazidas foram intensamente pesquisadas pela I.C.O.M.I., tendo sido efetuadas 10.108 m de sondagens a diamante. As reservas medidas, segundo relatório de pesquisa aprovado pelo Conselho Nacional de Minas e Metalurgia (2.2), atingem 10.663.000 t de minério com teor superior a 46% Mn; essa reserva se eleva a 15.000.000 computando-se os minérios de teor igual ou superior a 42% Mn. A reserva provável é de 10 milhões de toneladas, valor que estimativas mais recentes (3.2) elevam a 20 milhões de toneladas.

O minério do Amapá é de excelente qualidade. O tipo de exportação apresenta teores entre 46 e 56% Mn, baixos teores de ferro e de sílica e moderado teor de alumina. Os minérios de baixo teor prestam-se a fácil concentração.

A I.C.O.M.I., reunindo 51% de capitais brasileiros e 49%

de capital de Bethlehem Steel Co., iniciou em 1957 a exportação de 600.000 a 700.000 t/ano de minério. Um mínimo de 60 milhões de cruzeiros reverte ao Território do Amapá como "royalties".

4. PROVÍNCIA MANGANÍFERA DO LESTE BAIANO

Em todos os três distritos dessa província os minérios consistem em concentrações residuais de óxidos e hidróxidos de manganês, originados de protominérios pré-cambrianos.

4.1. *Serra de Jacobina*

As jazidas ocorrem no flanco oriental da Serra de Jacobina, cêrca de 500 km de Salvador, pôrto a que tem acesso por ferrovia. Pequenas jazidas se formaram a partir de filitos da série Jacobina, das quais as mais importantes são as de Caêm. Os minérios são de bom teor (48 a 53% Mn) e contêm psilomelana; o teor de Fe não é muito elevado mas é muito variável, e o conteúdo de bário relativamente elevado. Desconhecem-se as reservas, que se presume contudo serem reduzidas (4.2).

4.2. *Distrito de Santo Antônio de Jesus*

O distrito de Santo Antônio de Jesus acha-se situado a 70 km do pôrto de São Roque, a W do Recôncavo Baiano, ligando-se a Salvador por estrada de ferro. Seus minérios são de baixo teor, entre 38 e 45% Mn e quantidades variáveis de Fe. Distribuem-se por diversas jazidas, ainda não devidamente cubadas. Admite-se sejam reduzidas (5.2) suas reservas e de qualidade heterogênea, presumindo-se que exista um milhão de toneladas de minério de teor médio (6.2).

4.3. *Distrito de Urandí*

É êsse o distrito mais recentemente descoberto (1955) e já se mostra o mais importante distrito manganífero da Bahia. Situa-se na região abrangendo Urandí, Jacarací e Caetitê, no centro-sul do Estado, consistindo numa vintena de ocorrências de minério alinhadas numa faixa com cêrca de 30 km de extensão. Descoberto há pouco mais de dois anos, ainda não se conhecem suas reservas, que estão sendo prospectadas, estimando-se que existam de 700.000 a 1.000.000 t de minério provável de teor superior a 44% Mn, parecendo existir outro tanto de minério quartzoso de baixo teor.

O minério de Urandí é de excelente qualidade, cêrca de 1/3 das reservas ora conhecidas consistindo em material utilizável para a fabricação de pilhas. Constitue sobretudo de criptomelana,

tendo se originado possivelmente de concentração supérgena a partir de protominérios pré-cambrianos ainda não identificados devido à avançada meteorização regional (7.2).

O distrito de Urandí é servido por estrada de ferro, distando cerca de 814 km do pôrto de Salvador.

5. PROVÍNCIA MANGANÍFERA DO CENTRO DE MINAS GERAIS

A província manganífera do centro de Minas Gerais contribuiu com 11 dos 12 milhões de toneladas que o país exportou desde 1894, quando se iniciou a mineração do manganês entre nós.

Embora centenas de jazidas tenham sido lavradas, êsse total provêm principalmente de uns poucos depósitos e mais da metade somente do Morro da Mina, próximo de Lafaiete. É impossível se dispor presentemente de números seguros quanto às reservas prováveis e possíveis da província, pois que as jazidas, em sua maior parte não foram devidamente pesquisadas, mas vêm sendo operadas com um mínimo de reservas à vista. Recentes trabalhos, de autoria dos melhores conhecedores dos depósitos de manganês da província (8.2) permitem avaliar tais reservas, para minérios de teor superior a 40% Mn, em cerca de 7.700.000 t.

Os protominérios da província mineira são de três tipos: sílico-carbonáticos (queluzitos e gonditos), o principal; mármores itabiríticos e clásticos, incluindo material tufáceo. Os do primeiro tipo pertencem à formação Lafaiete e os demais à série de Minas, tendo resultado sobretudo de deposição química posteriormente concentrados por processos metamórficos. Fenômenos meteóricos, atuando sobre protominérios expostos em superfícies de erosão cenozoicas, produziram enriquecimento supérgenos com concentrações importantes até cerca de 50 m de profundidade sendo mesmo conhecidos corpos de minério com 165 m de desnível.

Os minérios dessa província são constituídos sobretudo de criptomelana, pirolusita, psilomelana, "wad", manganita e polianita. Tem-se notado progressiva queda nos teores médios do minério exportado, desde 48%, nos primeiros tempos da mineração, a 44%, em 1954.

5.1. Distrito de Lafaiete

É o mais antigo distrito de mineração de manganês no Brasil, tendo fornecido cerca de 90% do total produzido no país. Atualmente uma só jazida tem produção significativa: a do Morro da Mina, lavrada pela Companhia Meridional de Mineração, subsidiária da United States Steel Co. O distrito localiza-se às margens da E. F. Central do Brasil, achando-se a estação de Lafaiete a 463 km do pôrto do Rio de Janeiro.

Os protominérios regionais são do tipo sílico-carbonático (queluzito e gondito), de que se formaram as jazidas, por enriquecimento supérgeno, sobretudo concentrações de pirolusita e criptomelana. De sua principal jazida, a do Morro da Mina, foram extraídos pouco mais de 6 milhões de toneladas de minérios em parte concentrados por lavagem, com teores entre 42 e 50% Mn, com média possivelmente vizinha de 44% Mn.

As reservas do distrito são da ordem de 5.000.000 t, de acôrdo com o trabalho citado de Dorr, Coelho e Horen (8.2).

5.2. *Distrito de São João del Rei*

Acha-se situado na bacia do rio das Velhas, ligando-se por bitola estreita à linha tronco da E. F. Central do Brasil, na estação de Barbacena, de onde dista cêrca de 120 km, a oeste. As jazidas localizam-se numa faixa retilinea orientada a ENE, com 55 km de extensão. Seus protominérios são de tipo sílico-carbonático (gonditos) da formação Lafaiete. Os minérios parecem ser constituídos sobretudo de pirolusita e psilomelana, variando seus teores entre 35 e 50% Mn, com Fe geralmente inferior a 6% e teores variáveis, algo elevados, de Al_2O_3 . Os minérios mais pobres vêm sendo beneficiados por escolha manual. As reservas totais do distrito, segundo Dorr, Coelho e Horen, são da ordem de grandeza de 300.000 t, localizadas sobretudo num único depósito, em que se acham as minas Germinal, Castanheira e Aquino.

5.3. *Distrito do Quadrilátero Ferrífero*

Nessa área, onde estão as grandes jazidas de minério de ferro de Minas Gerais, existem várias jazidas de minérios de manganês, uma ou outra talvez possuindo mais de um milhão de toneladas. Seus protominérios são itabiritos e mármores da série de Minas, enriquecidos supergenamente em minérios de composição e teores variáveis, distribuídos em numerosas, porém pequenas jazidas. Os autores da citada tese apresentada ao XX Congresso Internacional de Geologia avaliaram as reservas do distrito numa ordem de grandeza de 1.500.000 toneladas.

O distrito é servido pela E. F. Central do Brasil, achando-se Miguel Burnier a 740 km do Rio de Janeiro.

5.4. *Distrito de Saúde*

É o mais ocidental dos distritos manganíferos mineiros, situado a cêrca de 28 km da cidade de Dom Silvério, extremo de um ramal da E. F. Leopoldina e a 54 km da estação de Nova Era, servida pelas estradas de ferro Central do Brasil e Vitória a Minas.

As jazidas do distrito relacionam-se a protominérios sílico-carbonáticos comparáveis aos do Morro da Mina, possivelmente tam-

bém pertencentes à formação Lafaiete. Seu principal depósito, Lucas ou Córrego Grande, apresenta minérios com cerca de 43% Mn, 5% Fe e teores moderados de SiO_2 e Al_2O_3 . Calcula-se em mais de 1,5 milhões de toneladas as reservas de minérios de baixo teor (35% Mn em média) dessa jazida.

Existem em Minas Gerais outras jazidas, mal conhecidas e de reservas aparentemente reduzidas. Assim, as da cadeia do Espinhaço (Diamantina, Conselheiro Mata, Serra do Cipó, etc.), cujas reservas seriam da ordem de algumas dezenas de milhares de toneladas de minérios geralmente com menos de 45% e apreciável teor de Fe (9.2).

6. DISTRITO MANGANÍFERO DE URUCUM

Situa-se êsse distrito no município de Corumbá, Estado de Mato Grosso. As principais jazidas localizam-se a cerca de 25 km ao sul da cidade de Corumbá, nas montanhas de Urucum. Outras menores, ainda não cubadas, apresentam-se nas montanhas de São Domingos, Santa Cruz, Tromba dos Macacos e na Serra de Jacadigo, esta última na fronteira com a Bolívia.

A cidade de Corumbá é o pôrto de embarque de minério, distante 2.500 km do estuário do Prata. O transporte fluvial pelo rio Paraguai é difícil ou mesmo impossível em certos anos, durante os quatro meses de maior estiagem. A E. F. Noroeste do Brasil liga Corumbá a São Paulo, uma distância de 1754 km separando-a de Bauru. Seus trilhos passam pelas imediações das principais jazidas.

Os depósitos de minério de manganês do morro do Urucum, os principais do distrito, são conhecidos desde fins do século passado, tendo sido tentada a sua exploração pela primeira vez em princípios dêste século. Associam-se grandes reservas de minérios de ferro de teor médio, de tipo jaspilítico. São depósitos de origem sedimentar dispostos em camadas deformadas, de possível idade siluriana, pertencentes à série Jacadigo. As camadas de minérios de manganês afloram nos altos da montanha, em locais de difícil acesso.

As jazidas de manganês do morro do Urucum têm sido motivo de numerosas pesquisas, sobretudo por parte do Departamento Nacional da Produção Mineral e do United States Geological Survey (10.2) e recentemente por técnicos da Companhia Meridional de Mineração, que fizeram executar sondagens na área central da grande mesa que é o morro do Urucum, comprovando a continuidade das camadas que afloram nas escarpas marginais, duas das quais de importância econômica potencial.

As reservas mínimas determinadas em 1941 (11.2) são as seguintes:

minério medido	4.420.000 t
minério indicado	11.750.000 t
minério inferido	17.500.000 t
	<hr/>
TOTAL	33.670.000 t

Existem no morro do Urucum três camadas de criptômelana

Dada a natureza geológica da jazida, a continuidade no afloramento das camadas à volta da montanha (onde não ocultas por falhamento) e o resultado das perfurações executadas pela Companhia Meridional de Mineração, admite o autor existir no morro do Urucum um mínimo de 55 milhões de toneladas de minério utilizável.

Desconhecem-se números relativos a outras reservas contidas nas montanhas do distrito. No morro de São Domingos pelo menos duas camadas existem, economicamente exploráveis, com minérios de 46 a 48% Mn, além de outras mais pobres, porém ignoram-se suas extensões. As três camadas que afloram nas escarpas da Serra de Santa Cruz, embora apresentando teores elevados, têm espessuras inferiores a um metro e representam reservas modestas relativamente ao volume do minério do distrito. Conhecem-se afloramentos no morro da Tromba dos Macacos e em outros vizinhos. Na Serra do Jacadigo vêm de ser descobertas reservas que se diz serem volumosas, mas faltam até o momento indicações merecedoras de fé, quanto à tonelagem existente.

O minério de Urucum é um tipo de criptomelana, com teores médios da ordem de 45,6% Mn, não se prestando à concentração. Possui teor de Fe relativamente elevado, da ordem de 11%.

A jazida do morro de Urucum, cuja concessão pertence em maior parte ao Govêrno do Estado de Mato Grosso, está sendo aparelhada para exportação de quantidade mínima de 50.000 t anuais, a serem remetidas para os Estados Unidos da América do Norte, descendo o rio Paraguai. O empreendimento vem sendo executado pela Sociedade Brasileira de Mineração Ltda., arrendatária da jazida, em conjunto com a Companhia Meridional de Mineração, subsidiária da United States Steel Corp. Receberá o Govêrno do Estado 3% sôbre o preço do minério exportado, elevado a 3,5% se a quantidade exportada exceder 250.000 t/ano.

7. OUTRAS OCORRÊNCIAS DE MINÉRIOS DE MANGANÊS

Conhecem-se pequenas jazidas de manganês, algumas das quais já tem sido ou vêm sendo lavradas, em diversos Estados da

Federação, sobretudo no Amazonas (vales dos rios Aripuanã, Sucundurí, Maués, etc.), Maranhão (Aurizona), Ceará (Pacajús, Quixadá, Aquiraz, etc.), Espírito Santo (Guaçuí, Castelo, etc.), Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso (Aquidauana, etc.). É possível que tais reservas alcancem em conjunto um ou dois milhões de toneladas de minério utilizável.

8. MINÉRIOS DE BAIXO TEOR

Extraíndo o país minério de manganês para exportação, pois que ainda é muito baixo o consumo interno, pouca atenção têm merecido os minérios e materiais manganíferos com teores inferiores a 40%, eventualmente utilizáveis por processos de tratamento ou diretamente, como minério tipo ferro e manganês. Admite a Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional da Produção Mineral existirem somente em Minas Gerais cêrca de 8 milhões de toneladas de minério com teor entre 35 e 40% Mn (12.2).

9. RESUMO DO ESTADO DO CONHECIMENTO DAS RESERVAS

Conforme foi visto nos parágrafos anteriores, o país possui muitas centenas de jazidas de minério de manganês, as quais, em sua maioria, são depósitos de reduzido valor econômico com minérios de baixo teor metálico, muito ferruginoso, de difícil concentração, e cuja extração, nas condições atuais, é economicamente precária ou inadmissível.

O conhecimento real das reservas provadas é ainda muito limitado, mal alcançando 1/5 das reservas totais estimadas. Nos três primeiros distritos não estão cubadas nem metade das reservas prováveis, fração que não alcança 1/10 em Urucum. Impõe-se ao Governo promover ou estimular a sua cubagem.

Únicamente quatro províncias manganíferas se apresentam em destaque no momento, no quadro da economia mineira do país. Suas reservas totais (minério medido, indicado e inferido), de minérios de exportação de mais de 42% Mn, num cálculo que deve ser considerado conservador, são as seguintes:

Amapá	25.000.000 t
Urucum	55.000.000 t
Minas Gerais	7.700.000 t
Bahia	2.500.000 t
	<hr/>
TOTAL	90.200.000 t

Dêsse total consideram-se provadas atualmente as seguintes reservas:

Amapá	15.000.000 t
Urucum	4.200.000 t
Minas Gerais	1.500.000 t
	<hr/>
TOTAL	20.920.000 t

Acrescentando-se a êsses valores cêrca de 8.000.000 t de minério de baixo teor (35 a 40% Mn), bem como pequenas reservas conhecidas em outros Estados, verifica-se que as reservas brasileiras de minério de manganês, ora conhecidas, são da ordem de 100.000.000 t. O engenheiro Othon H. Leonardos (13.2) em estimativa muito recente avaliou-as entre 75 e 120 milhões de toneladas.

CAPÍTULO III

O MANGANÊS E SEUS ÓXIDOS NA INDÚSTRIA

1. GENERALIDADES

Neste Capítulo procurar-se-ão estudar as funções do manganês e de seus óxidos na indústria mundial do ponto de vista de sua utilização. A análise será feita do ponto de vista de país produtor como o é o Brasil, tendo em mira a definição do problema sem pecar pela sub-avaliação do minério mas igualmente sem super-estimar o seu valor na conjuntura industrial mundial.

Freqüentemente o papel do manganês e de seus minérios, mormente na indústria siderúrgica, tem levado a exageros de previsão de consumo, dificultando principalmente o conhecimento da verdadeira posição da questão.

É claro que é do conhecimento pleno da questão, vista sob todos os seus ângulos, que poderá resultar uma política de longo prazo e que vise o máximo aproveitamento dos nossos recursos minerais de minérios de manganês.

2. CONSUMO MUNDIAL DE MANGANÊS CONFORME AS UTILIZAÇÕES

O grosso da tonelagem de minérios de manganês produzidos é consumido pela indústria siderúrgica, responsável por cêrca de 95% do consumo total. Os outros 5% são consumidos por diversas outras indústrias: pilhas sêcas, indústrias químicas, indústrias cerâmica e de vidro, tintas e na indústria metalúrgica de metais não-ferrosos, onde o manganês é um elemento de liga.

Na confecção de pilhas sêcas o manganês, na forma de seu bióxido, é importante como agente despolarizante. Na indústria química, os seus sais mais importantes são o cloreto, o sulfato, o persulfato e o permanganato de potássio. Na fabricação de vidros o óxido de manganês é utilizado pela sua ação descolorante sobre o ferro. É utilizado também como aditivo na fabricação de vidros coloridos decorativos, bem como de certas lentes e filtros. Seu emprêgo em cerâmica é na constituição de certos esmaltes coloridos. Na indústria de tintas é empregado como secante, o volume de consumo sendo apenas excedido pelo cobalto. Diversas ligas de alumínio e de magnésio, além de certos bronzes, contêm manganês, que determina propriedades características dessas ligas.

É contudo, e como foi salientado, a indústria siderúrgica a responsável pelo consumo de cêrca de 95% da produção total de minérios de manganês no mundo. Por isso, neste Capítulo analisar-se-ão as variáveis metalúrgicas do problema.

A produção de minérios de manganês guarda geralmente estreita relação com a produção siderúrgica, conforme mostra a fig. n.º 2 que reproduz os dados de produção de minérios de manganês e produção siderúrgica no período entre 1920 e 1936. Convém entretanto ter presente que, em períodos em que sejam anormais as correntes de troca ou em que haja ameaça de anormalidade,

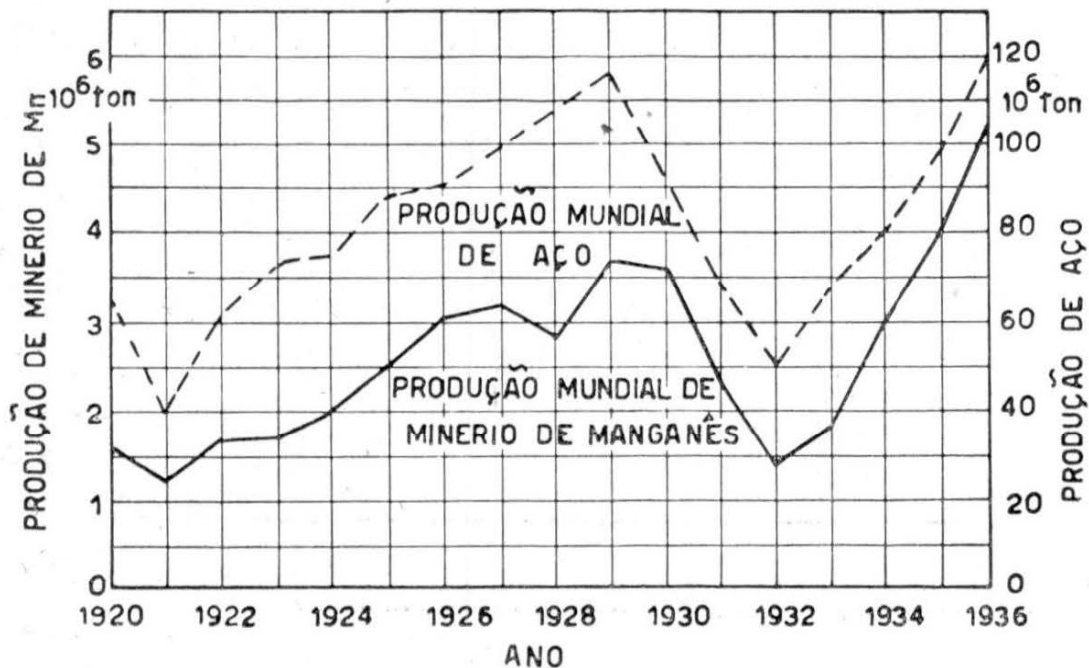


Fig. n.º 2 — Produções mundiais de aço em lingotes e de minério de manganês. (Extraído de A. H. Sully — Manganese — pg. 7, 1955)

pode a procura de minério de manganês exceder os índices normais em relação à produção siderúrgica, parte se destinando à constituição de disponibilidades (“stock-piles”) para fazer face a eventual emergência. As curvas da referida figura abrangem um

período relativamente longo durante o qual não existiram essas ameaças, e por isso não é de se estranhar o quase perfeito paralelismo entre elas.

Na indústria siderúrgica o minério é utilizado como tal, como oxidante; sob a forma metálica (em combinação com outros elementos, constituindo genericamente *ferro-ligas*) é usado para uma ou mais das seguintes funções: desoxidante, desulfurante e como elemento de liga.

3. COMPOSIÇÕES DE FERRO-LIGAS CONTENDO MANGANÊS

3.1. *Ferro-manganês de alto carbono (ferro-manganês standard)*

O ferro-manganês utilizado em maior proporção na indústria siderúrgica, principalmente para as funções de desoxidante desulfurante e como introdutor de manganês nos aços e ferros-fundidos de baixo teor em manganês, é o tipo de alto teor de carbono, também conhecido como ferro-manganês standard.

A tabela n.º 12 reproduz os dois tipos de ferro-manganês standard da Especificação A99-53T da ASTM (American Society for Testing Materials):

T A B E L A N.º 12
COMPOSIÇÕES DE FERRO-MANGANÊS DE ALTO TEOR EM C

Constituinte	<i>Ferro-manganês de alto carbono</i>	
	tipo A	tipo B
*Mn %	78 a 82	74 a 78
Fe %	12 a 16	—
C % max	7,5	7,5
Si % max	1,2	1,2
P % max	0,35	0,35
S % max	0,05	0,05

3.2. *Ferro-manganês de médio teor de carbono*

Êsse tipo de ferro-manganês é utilizado principalmente como elemento de liga em aços de médio teor de manganês. É de se notar que a redução do teor de C implica em refino adicional do ferro-liga obtido por redução, refino êsse tanto mais oneroso quanto mais baixo o teor de C desejado.

A tabela n.º 13 reproduz as composições dos três tipos de ferro-manganês de médio teor de carbono (ASTM A99-53T):

T A B E L A N.º 13
COMPOSIÇÕES DE FERRO-MANGANÊS DE MÉDIO TEOR
EM C

Constituinte	Ferro manganês de médio carbono		
	tipo A	tipo B	tipo C
Mn %	80 a 85	80 a 85	80 a 85
C % max	(a)	(a)	(a)
Si % max	1,2	1,5	2,5
P % max	0,35	0,35	0,35
S % max	0,05	0,05	0,05

Nota: Há quatro subclasses para os teores de carbono: a) 3,0% C max; b) 2,0% C max; c) 1,5% C max e d) 1,0% C max.

3.3. Ferro-manganês de baixo teor de carbono

O ferro-manganês de baixo teor de carbono é utilizado como agente de adição para aços de muito baixo teor de C bem como em tôdas as ligas, inclusive não-ferrosas (que tolerem certo teor de Fe) que exijam baixo teor de C. A tabela n.º 14 reproduz as especificações dos tipos segundo ASTM A99-53T:

T A B E L A N.º 14
COMPOSIÇÕES DE FERRO-MANGANÊS DE BAIXO
CARBONO

Constituinte	ferro-manganês de baixo carbono	
	tipo A	tipo B
Mn %	80.0 a 85.0	80.0 a 85.0
C % max	ver Nota	0,75
P % max	0,35	0,35
S % max	0,05	0,05
Si % max	1,2	7,0

Notas Ferro-manganês de baixo teor de carbono do tipo A pode ser obtido com os seguintes teores máximos de carbono: 0,75%, 0,50%, 0,30%, 0,15% e 0,10%, conforme vier a ser especificado.

3.4. Spiegeleisen

O spiegeleisen (às vezes chamado por concisão "spiegel") é um produto de alto-forno encerrando teor de manganês compreendido entre 16 e 28% e alto teor de carbono. É utilizado co-

mo desulfurante e desoxidante. A tabela n.º 15 reproduz as composições de spiegeleisen conforme especificado pela ASTM A-98-50T:

T A B E L A N.º 15
COMPOSIÇÕES DE SPIEGELEISEN

Constituinte	Spiegeleisen		
	tipo A	tipo B	tipo C
Mn %	16,0 a 19,0	19,0 a 21,0	25,0 a 28,0
C % max	6,5	6,5	6,5
P % max	0,25	0,25	0,25
S % max	0,05	0,05	0,05
Si %	ver Nota	ver Nota	ver Nota

Nota: O teor de silício pode ser obtido em qualquer um dos tipos dentro das seguintes faixas: 1,0% max; 1,0 a 2,0%; 2,0 a 3,0% e 3,5 a 4,5%.

3.5. Silico-manganês

Quando se deseja tanto o silício como o manganês na composição de aço ou quando não existe objeção quanto ao seu emprêgo no refino, costuma-se recorrer ao sílico-manganês. Existem 4 tipos de sílico-manganês (tabela n.º 16).

T A B E L A N.º 16
COMPOSIÇÕES DE SÍLICO-MANGANÊS

Constituinte	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Mn %	65 a 70	65 a 70	65 a 70	65 a 70
Si %	20 a 25	16 a 20	14 a 18	12 a 14
C % max	1,0	2,0	2,5	3,0

3.6. Ferro-manganês de baixo fósforo e de baixo ferro

Os ferro-manganês de baixos teores de fósforo e os de baixo teor de ferro têm emprêgos especiais, na produção de certos aços especiais bem como na produção de numerosas ligas não-ferrosas. A tabela n.º 17 reúne composições típicas desses ferro-ligas:

TABELA N.º 17

COMPOSIÇÕES DE FERRO-MANGANÊS DE BAIXO P
E BAIXO Fe

Constituinte	Baixo teor de P	Baixo teor de Fe
M n%	78 a 82	85 a 90
C %	5,5 a 6,5	7,0 max
Si % max	5,0	3,0
P % max	0,1	—

3.7. *Manganês metálico eletrolítico*

O manganês de alta pureza obtido pelo processo eletrolítico desenvolvido pelo U. S. Bureau of Mines (também produzido por outras firmas, entre elas a Electro-Manganese Corporation, nos Estados Unidos) é utilizado para fins mais nobres na siderurgia na produção de aços inoxidáveis de alto manganês, aços-ferramenta e na indústria de ligas não-ferrosas em numerosas aplicações, como elemento de liga em ligas à base de alumínio, de cobre e níquel principalmente.

A composição típica de manganês eletrolítico é a seguinte: Mn 99,98% min; Fe 0,001% max; C 0,004%, P traços S traços.

4. ESTRUTURA DO CONSUMO DE FERRO-LIGAS PELA INDÚSTRIA

Convém analisar agora a estrutura do consumo de ferro-ligas contendo manganês pela indústria siderúrgica, a fim de visualizar a importância relativa de cada tipo. Infelizmente faltam dados relativos à estrutura do consumo nacional dos ferro-ligas contendo manganês. Por isso, é necessário recorrer às estatísticas da produção siderúrgica norte-americana, particularmente detalhadas a esse respeito.

A fig. n.º 3 representa as porcentagens dos principais tipos de ferro-ligas empregados na indústria siderúrgica norte-americana no período 1941 a 1949. Desses dados depreende-se ter aumentado a preferência pelo consumo de manganês na forma de ferro-manganês padrão, o aumento do consumo dos tipos de ferro-manganês de médio e baixo teores de carbono e o declínio relativo do consumo de spiegeleisen. Esse declínio de spiegeleisen e o aumento relativo de consumo de ferro-manganês standard devem ser explicados pela volta à normalidade nos abastecimentos de minérios de alto teor a partir de 1945; no período entre 1941 e 1945 tiveram os Estados Unidos de lançar mão de grandes toneladas de minérios norte-americanos de teores mais baixos de manganês

(e conseqüentemente de mais elevados teores de ferro), os quais sòmente permitem a obtenção dos ferro-ligas mais baixos em manganês.

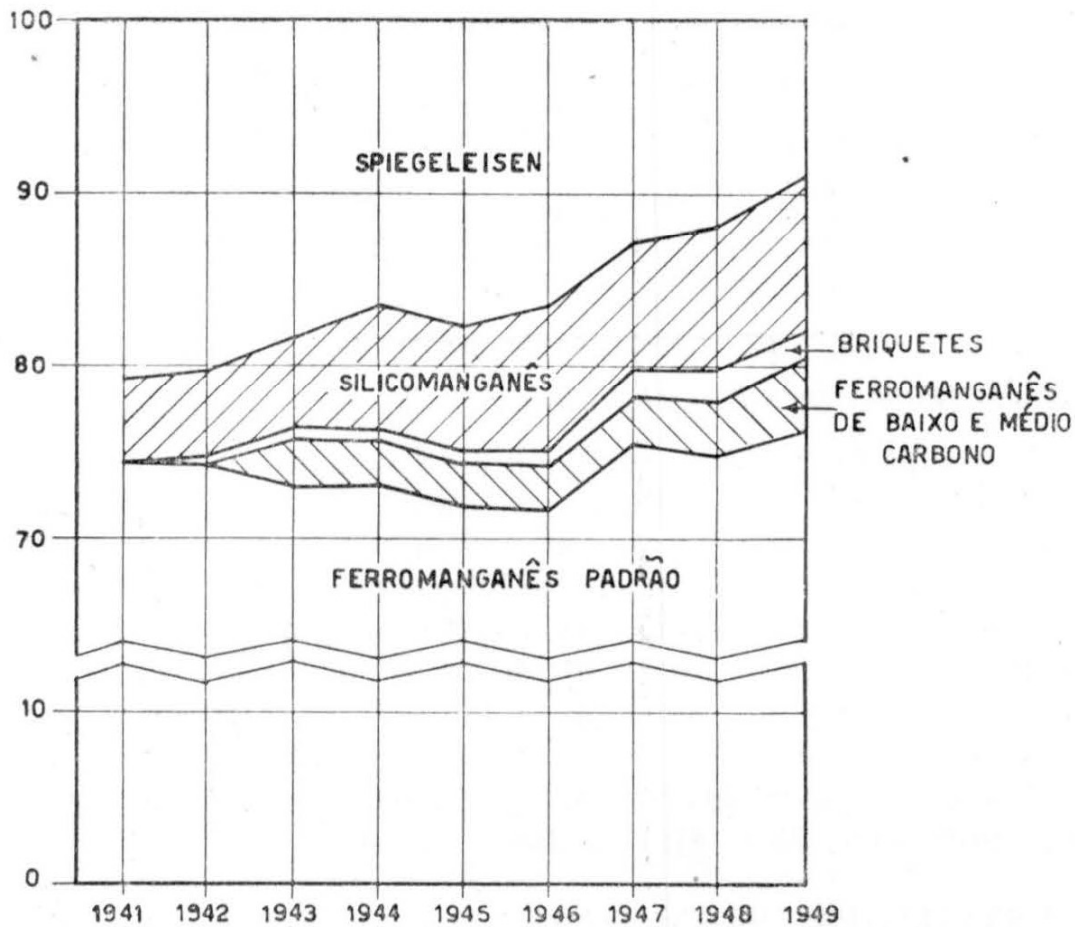


Fig. n.º 3 — Consumo relativo dos diversos tipos de ferro-ligas contendo manganês pela indústria siderúrgica norte-americana (1941-1949). (Extraído de Materials Survey — Manganese — 1952, Cap. VI, pg. 4).

Cabe aqui uma importante observação acêrca da tendência que vem se verificando nas aciarias de São Paulo de empregar crescentes proporções de silico-manganês (produzido em fornos elétricos) deslocando ferro-manganês standard (também produzido no Brasil em fornos elétricos). Muito embora faltem dados que permitam analisar em detalhes essa tendência, é de frisar aqui que essa orientação consulta plenamente os interesses do país, que assim pode, e desde já, e em crescente consumo, passar a utilizar minérios de manganês de baixo teor que não encontrariam mercado no exterior.

5. FUNÇÕES DO MANGANÊS E DE SEUS ÓXIDOS NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

O manganês, quer na forma metálica (geralmente como ferro-liga) quer mesmo como minério de uso direto, é absorvido quasi exclusivamente pela indústria siderúrgica.

Variando com a forma sob a qual é adicionado e com o estágio particular da operação metalúrgica, pode o manganês exercer variadas funções. Pode atuar como oxidante ("sweetening ore") quando na forma de minério. Como metal (geralmente sob a forma de ferro-liga) desoxida, dessulfura o aço e serve como importante elemento de liga. Examinam-se a seguir em detalhe as funções do manganês.

5.1. Utilização sob a forma de minério

O manganês na forma de minério pode ter duas funções distintas: a de oxidante em refino e a de fornecedor de Mn metálico ao gusa. Modernamente está quasi completamente abandonada a prática de se utilizar minério de manganês como oxidante no refino do banho. Quanto à adição de minério de manganês à carga dos altos-fornos, só se justifica quando os teores de manganês no minério de ferro forem muito baixos.

5.1.1. — *Como oxidante* — Na fase oxidante da fabricação do aço em fornos Siemens-Martin ou elétricos faz-se adição de óxidos que eliminam impurezas da carga como Si, P e C, fixando-as na escória (silica e anidrido fosfórico) ou liberando-as como gases (monóxido e bióxido de carbono). Essa ação oxidante requer o uso de minério de ferro (hematita compacta), minério de manganês (prática essa hoje obsoleta) ou de oxigênio, insuflado no banho por meio de lanças. A desvantagem de emprêgo de minério de manganês como agente oxidante é determinada pelo baixo rendimento da reação, dado que boa parte é fixada na escória sob a forma de silicatos complexos estáveis principalmente para relação bases: ácidos da escória inferiores a 2,5. Estudos recentes de Chipman, Gero e Winkler (1.3) estabeleceram para a desoxidação pelo manganês de um banho sob escória ideal constituída apenas de MnO e FeO a equação

$$\log K_{\text{Mn}} = 6440/T - 2,95$$

segundo a qual para se obter a 1600 °C um teor residual de 1% Mn no banho deve existir uma relação MnO/FeO na escória igual a 3.

Pode ser conveniente a utilização de minério de manganês quando se deseja um banho pouco oxidado, pois êle é um oxidante mais fraco que o minério de ferro. Entretanto, por ser cêrca de cinco vêzes mais caro que o minério de ferro, não é êle usado. Outra desvantagem do emprêgo de minério de manganês na fase de oxidação é que não promove a eliminação do fósforo; pelo contrário, o aumento de Mn no banho promove a reversão do P da escória.

A adição de minério ao banho ("oreing") provoca acentuado abaixamento da temperatura, que deve ser compensado por maior tempo para aquecimento e consumo adicional de combustível. Essa é uma das razões pelas quais a oxidação vem sendo feita à custa de oxigênio insuflado. Essa técnica acelera a operação, aumentando a produtividade do forno (economizando-se de 45 a 60 minutos por corrida), evita a introdução de impurezas nocivas contidas no minério e melhora o balanço térmico do processo em consequência da elevação de temperatura do banho, o que se traduz por economia de combustível equivalente a 44.300 kcal por t de lingote.

5.1.2 — *Como fornecedor de manganês ao gusa* — No ferro gusa o manganês desempenha papel desulfurante; sua concentração é em geral compreendida entre 0,45 e 2,6%. Os teores de manganês em gusas especificados por algumas aciarias americanas constam da tabela n.º 18 (2.3), na qual estão também indicados os teores de enxofre.

T A B E L A N.º 18
TEORES DE Mn e S EM GUSAS DE ACIARIAS AMERICANAS

<i>Usina</i>	<i>Mn %</i>	<i>S % max</i>
A	1,75 a 2,50	0,035
B	1,50 a 1,75	0,500
C	1,50 a 1,75	0,040
D	1,50 a 1,80	0,035
E	1,90 a 2,60	0,035
F	1,50 a 2,00	0,050
G	0,45 a 0,55	0,075
H	1,40 a 1,60	0,050
I	1,75 a 2,00	0,035

Para se ter idéia do volume de manganês requerido para esse fim, reproduz-se na tabela n.º 19 a produção de gusa pelos Estados Unidos no período 1940-1947:

T A B E L A N.º 19
PRODUÇÃO DE GUSA NOS ESTADOS UNIDOS

<i>Ano</i>	<i>Produção de gusa</i> t
1940	46.072.000
1941	55.100.000
1942	59.076.000
1943	60.811.000
1944	61.007.000
1945	53.223.000
1946	44.779.000
1947	58.329.000

O manganês necessário ao gusa resulta da redução no alto-forno de óxidos de manganês contidos no minério de ferro, na escória dos fornos Siemens-Martin que retornam ao alto-forno, nos minérios de manganês para esse fim adicionados à carga, e por fim, e mais raramente, em sucata contendo manganês.

Freqüentemente, os minérios de ferro contêm manganês e este é assim em grande parte aproveitado ao passar ao gusa. Nos Estados Unidos os minérios de ferro da região dos Grandes La-

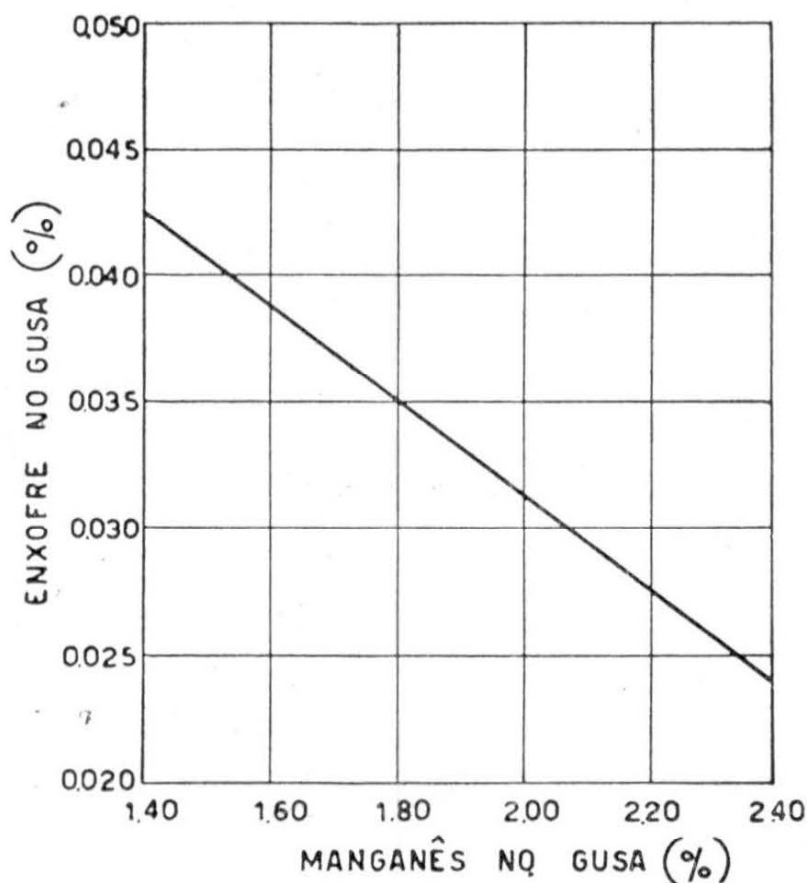


Fig. n.º 4 — Relação entre teor de enxôfre e de manganês no gusa. (Extraído de ref. (2.3), pg. 166)

gos, que constituem a base da siderurgia norte-americana tendo correspondido no período 1940-1949 a 83,9% do consumo total de minério de ferro nesse país, apresentam um teor médio de 0,77% Mn base seca (3.3).

Na produção de gusa o rendimento da redução de óxidos de manganês fica em geral compreendido entre 50 e 75%, podendo-se tomar 70% como rendimento médio. O rendimento é muito maior, conforme será visto, quando o objetivo é a obtenção de ferro-manganês, atingindo as vizinhanças de 90%.

A fig. n.º 4 mostra a relação entre os teores residuais de enxôfre e os teores de manganês no gusa para refino.

Em gusas destinados à fundição não há necessidade de teores de manganês tão elevados, e por isso contêm em geral entre 0,50

e 0,70% Mn. Nos gusas destinados a ferro maleável o teor de Mn depende do teor de S devendo satisfazer à equação.

$$\text{Mn} = 2 \text{ S} + 0,15$$

a fim de que o excesso de Mn não prejudique a maleabilização da cementita.

Os teores finais de S no gusa, bem como os de Si, são determinados em grande parte pela temperatura de operação do alto-forno, conforme mostra a fig. n.º 5.

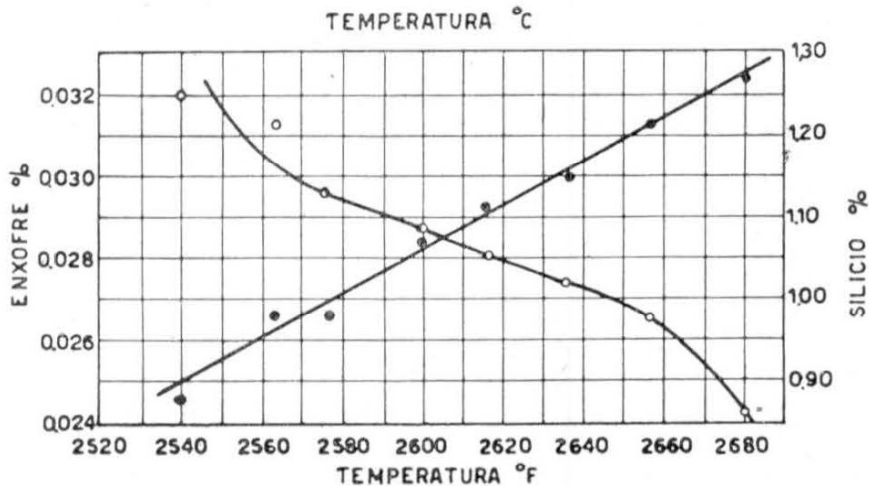


Fig. n.º 5 — Teores de enxôfre e de silício no gusa em função da temperatura do metal líquido. (Extraído de ref. (2.3), pg. 170).

Relativamente à recirculação de escória de refino à carga do alto-forno (“flush slags”), embora contenham estas em média cerca de 8% Mn, deve-se observar que sua proporção é limitada pelo fósforo contido, que determinaria correspondente elevação do teor dêsse metaloide no gusa, encarecendo seu refino posterior. Assim, a diferença entre o manganês introduzido contido no minério de ferro, levadas em conta as pêrdas do processo, e o manganês do gusa deve ser coberta à custa de incorporação à carga de escória de refino contendo MnO ou de minério de manganês. Os minérios de manganês utilizados para êsse fim são geralmente de baixo teor de manganês, não se justificando o emprêgo de minérios de alto teor. Assim, nos Estados Unidos em 1949 nos altos-fornos foram empregados ao todo 1.045.000 t de minérios contendo óxidos de manganês; dêsses, 89,5% eram minérios norte-americanos de baixo teor, entre 5 e 10% Mn, 6,7% continham entre 10 e 35% Mn e apenas 3,8% correspondia a minério de mais de 35% Mn.

A questão da concentração de Mn no gusa será discutida em outra parte dêste trabalho. Convém contudo se ter presente que, quando se deseja obter um gusa para refino contendo 1,75% Mn nos Estados Unidos, utilizando-se na carga do alto-forno o minério

de ferro de Cuyuna Range (da região dos Grandes Lagos), que contém 57% Fe e 0,77% Mn, o gusa resultante já encerra 0,9% Mn (sendo de 30% as perdas na escória do alto-forno). Assim, a elevação do teor de Mn de 0,9 a 1,75% exige a adição à carga de escória de Siemens-Martin (que encerra habitualmente 8% MnO) mas esta adição é limitada por razões econômicas ao máximo de 150 kg/t gusa. Nessas condições, mesmo para a obtenção de um gusa de tão elevado teor de Mn, a adição de minérios de manganês à carga do alto-forno (feita como se disse geralmente na forma de minérios de baixo teor) não exige mais que 3 a 4 kg no máximo de Mn contido por tonelada de gusa.

5.2. Utilização sob a forma de ferro-liga

No refino do gusa para a obtenção do aço, a forma pela qual o manganês é mais largamente consumido é a de ferro-liga (ferro-manganês, spiegeleisen ou sílico-manganês). No parágrafo 4.º deste Capítulo foi já examinada a distribuição do consumo do manganês segundo os diversos tipos de ferro-ligas.

Estudar-se-ão agora as funções do manganês como desoxidante, como desulfurante e como elemento de liga nos aços.

5.2.1 — *Como desoxidante* — A desoxidação do banho nos fornos de aço consiste essencialmente na redução do óxido de ferro existente nêsse banho, por elementos cujos óxidos sejam mais estáveis do que o óxido de ferro.

O óxido de manganês é mais estável que o óxido de ferro, embora o poder de desoxidação do manganês seja relativamente fraco, como se pode depreender da fig. n.º 6, onde o Cr, V, Si, C, B, Ti, Al, Zr, Mg e Ca se situam, na ordem assinalada, como desoxidantes mais enérgicos. O uso do manganês apenas como desoxidante não é assim justificável.

É possível se promover a desoxidação do banho com ferro-silício, ou com sílico-manganês, até o limite permissível de concentração residual de silício no aço. A desoxidação do aço pelo manganês, quando feita no forno, acarreta perda muito elevada desse elemento. Nos fornos Siemens-Martin o rendimento do manganês que entra com a carga flutua em torno de 12% (4.3), o restante passando à escória. As adições de Mn na fase de acabamento do banho ou na panela apresentam entretanto rendimento entre 60 e 90%. A adição de desoxidantes mais enérgicos, como o alumínio, é feita em geral no vasamento da carga líquida à panela quando não no enchimento das lingoteiras, a fim de evitar sua perda.

Nos fornos elétricos a desoxidação é feita parcialmente pela reação da escória carbonetante carregada sobre o banho na fase final do refino e que tem por fim elevar o teor de carbono ao nível

desejado. A escória redutora carbonetante é constituída por carbono (coque moído), cal e fluorita, determinando a cal o caráter básico necessário à desulfuração em ambiente redutor.

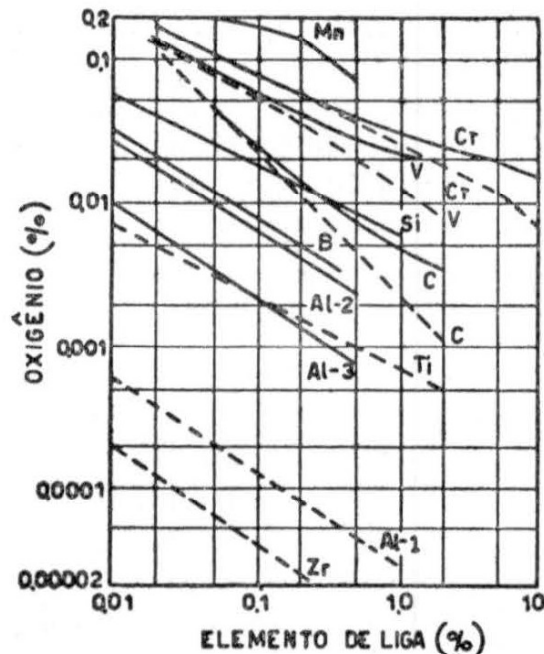


Fig. n.º 6 — Poder relativo de desoxidação de alguns elementos. (Extraído de ref. (8.3), pg. 671).

A desoxidação pelo carbono é mais eficiente do que pelo manganês, embora seja mais lenta. O manganês não tem praticamente efeito desoxidante senão para os aços de baixo teor em carbono. O aumento da temperatura do banho dificulta a sua desoxidação, qualquer que seja o desoxidante utilizado. Dos desoxidantes empregados, o mais enérgico é o alumínio. Num banho de aço a 1600 °C a um teor residual de alumínio de 0,03% Al corresponde um teor de FeO de apenas 0,001% (5.3) A essa mesma temperatura, 0,2% Si promove a redução do FeO a 0,01%, enquanto que a desoxidação pelo manganês, nas mesmas condições, requer 0,6 para baixar o FeO apenas a 0,1%.

Convém entretanto lembrar que a desoxidação pelo Si é limitada pelo teor máximo admissível desse elemento no aço desejado, enquanto que o alumínio tem seu emprêgo limitado pelo seu preço e pelas inclusões de alumina decorrentes no aço, dificilmente evitadas.

O inconveniente da presença de FeO dissolvido no aço se traduz por um comportamento frágil deste, tanto em trabalho mecânico a quente como a frio. O FeO dissolvido produz também a evolução de gases no resfriamento dos lingotes ou peças, que apa-

recem na forma de porosidades ou vãos, constituindo desvantagem no caso dos aços acalmados ("killed steels").

O FeO solúvel no banho é transformado em óxido ou anidrido insolúvel durante a desoxidação. Esses produtos precisam depois ser eliminados para livrar o aço de inclusões sólidas que são abrasivas, dificultando ulteriores operações de usinagem.

A eliminação das inclusões decorrentes da desoxidação do aço é governada pela lei de Stockes e aí residem os outros fatores que limitam o emprêgo intensivo do alumínio e do silício como desoxidantes. Os produtos insolúveis da desoxidação para serem removidos exigem elevadas temperaturas do banho para que diminua a sua viscosidade, possibilitando assim a sua ascensão à escória ou à superfície. As partículas devem possuir pequena tensão superficial para que possam coalescer e assim mais facilmente subirem no banho. Sob esse aspecto, o manganês é interessante até teor residual de 0,7%, determinando a constituição de inclusões de fácil escorificação. O silício forma sílica (SiO_2) que se satura com excesso de FeO formando silicatos. Até 50% SiO_2 o ponto de fusão dessas inclusões é mais baixo do que o do ferro, e coalescem dando partículas de tamanho razoável. Além do teor residual do elemento desoxidante, o teor de FeO anterior à desoxidação é importante e governa a composição dos produtos de desoxidação e portanto sua maior ou menor tendência para serem escorificados.

■ A desoxidação simultânea pelo silício e pelo manganês é a que apresenta os melhores resultados, dando lugar à formação de produtos de ponto de fusão abaixo de 1200 °C. Herty (6.3) estudou o problema, tendo chegado à conclusão que o tamanho das partículas varia com a relação Mn/Si na liga desoxidante; para valores dessa relação entre 2,78 e 4,18 as inclusões líquidas têm diâmetros compreendidos entre 292 e $367 \cdot 10^{-4}$ cm, enquanto que para 1,25 e 15,9 o tamanho era respectivamente da ordem de 12 e $15 \cdot 10^{-4}$ cm.

Com relação ao alumínio, o produto resultante da desoxidação é a alumina (Al_2O_3) que, em presença de excesso de FeO, dá lugar a diversos aluminatos, cujos pontos de fusão passam pelo mínimo de 1480 °C para 50% Al_2O_3 . Seu coalescimento é difícil. O excesso de alumínio determina uma suspensão de partículas finamente divididas de alumina, as quais permanecem dispersas no aço solidificado.

Assim, a desoxidação para aço efervescente ou semi-acalmado ("rimmed" ou "semi-killed" steel) pode ser feita à custa somente de manganês, mas para os aços acalmados ("killed steels") usa-se silico-manganês e posteriormente alumínio,

5.2.2 — *Como desulfurante* — A presença de enxôfre nos aços, na forma de sulfeto de ferro, FeS, confere fragilidade a quente, quando trabalhados a temperaturas da ordem de 950 °C para as transformações mecânicas. O FeS ocupa os espaços entre os grãos austeníticos do aço, como que molhando-os, e como fase interdendrítica, comanda o comportamento do material durante o trabalho a quente. O manganês tem o poder de deslocar o enxôfre de FeS para formar MnS que tem ponto de fusão superior ao do FeS, eliminando assim êsse inconveniente.

O enxôfre no banho de aço em refino provém de diversas origens (sucata 40%, calcáreo e dolomita 15%, gusa 33%, combustível 6,5% e fluorita 5,5%). A escória elimina apenas entre metade e terça parte do enxôfre total contido no banho, o restante permanecendo no metal. A relação das porcentagens de enxôfre na escória e no banho depende entretanto da basicidade da escória, conforme mostraram entre outros os estudos de Grant e Chipman (7.3).

No alto-forno a eliminação do enxôfre está ligada à temperatura, conforme ficou claro pela fig. n.º 5, diminuindo o teor de enxôfre residual com o aumento da temperatura. A eliminação do enxôfre é afetada por um coeficiente positivo pela presença de C, Si e Al, e por um coeficiente negativo para Cu e Mn, quanto ao coeficiente de atividade que vai regular a reação de eliminação do enxôfre pelo banho (8.3). Por isso, no gusa a desulfuração é favorecida pelos teores elevados de C e Si comparativamente ao que ocorre nos aços.

Estudos de Oelsen (9.3) estabeleceram a relação dos teores decrescentes de S em equilíbrio com teores crescentes de Mn a diversas temperaturas, mostrando que a solubilidade do MnS formado diminui com o abaixamento da temperatura e com os teores crescentes de Mn.

Sherman e Chipman (10.3) trabalhando com liga semelhante à utilizada por Oelsen, porém desprovida de C e Si, mostraram que a uma dada temperatura e para um determinado nível inicial de Mn, a quantidade de enxôfre em equilíbrio no banho era 5 vezes superior à encontrada por Oelsen. Isso prova que o manganês empregado isoladamente tem fraco poder desulfurante, sendo a presença de C e de Si catalítica.

Entretanto, os óxidos básicos exercem pronunciada influência na desulfuração, exigindo contudo baixa concentração de oxigênio no banho, o que se obtém à custa de ambiente redutor no forno. O óxido de cálcio a 1600 °C apresenta na reação de desulfuração uma constante de equilíbrio de 0,04, comparada a 0,02 para o óxido de manganês e 0,0001 para o óxido de magnésio nas mesmas condições. Assim, o manganês teria como função, segundo alguns

autores, não a desulfuração direta, mas assegurar alto teor de MnO , que funciona como óxido básico na escória.

5.2.3 — *Como elemento de liga* — Convém, de início, distinguir a influência do manganês como elemento de liga sobre a ferrita da influência sobre a cementita.

Do manganês que permanece no aço, uma parte é destinada a combinar-se com o enxôfre, enquanto que o restante se distribue pelos seus constituintes. Assim, uma parte dissolve-se na ferrita, outra na cementita, além daquela que passa às inclusões não-metálicas e nos compostos inter-metálicos.

O manganês dissolve-se na ferrita até 3%, endurecendo-a mas reduzindo-lhe a plásticidade. Na austenita (fase gama) a sua solubilidade é completa e aumenta moderadamente a sua temperabilidade.

O manganês tem fraca tendência como formador de carbonetos, superando-o, em ordem crescente, o cromo, o tungstênio, o molibdênio, o vanádio e o titânio (11.3). Desloca contudo o ferro na série dos elementos formadores de carbonetos.

Com relação à sua influência sobre o diagrama de equilíbrio

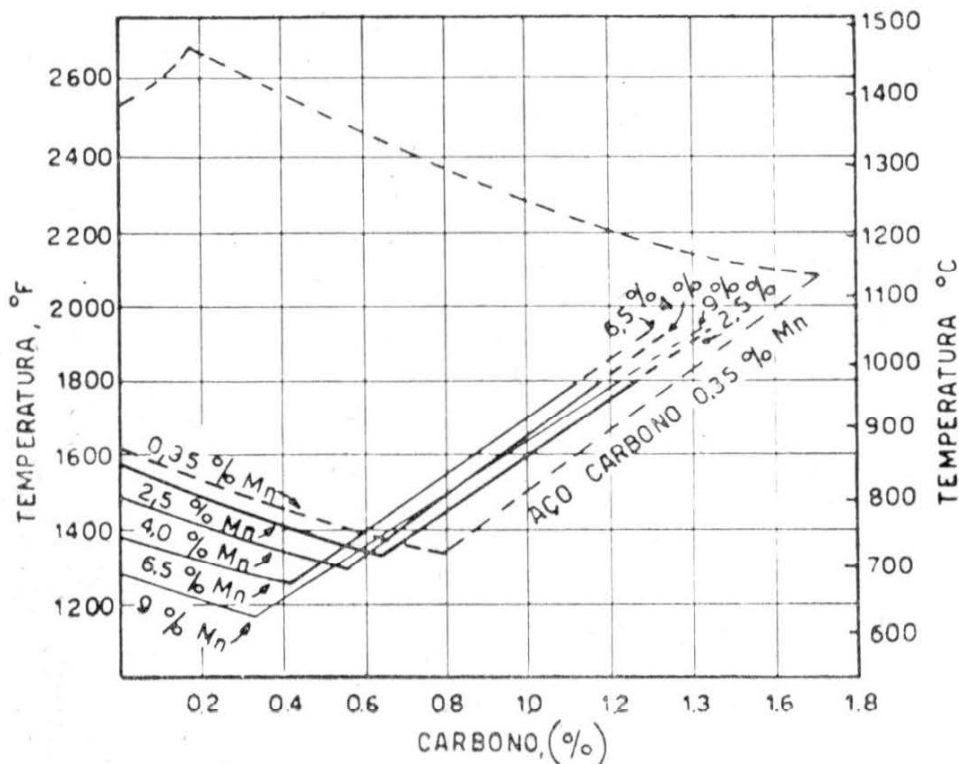


Fig. n.º 7 — Efeito do teor de manganês sobre a temperatura crítica e na composição do eutetóide dos aços. (Extraído de ref. (11.3, pg. 118).

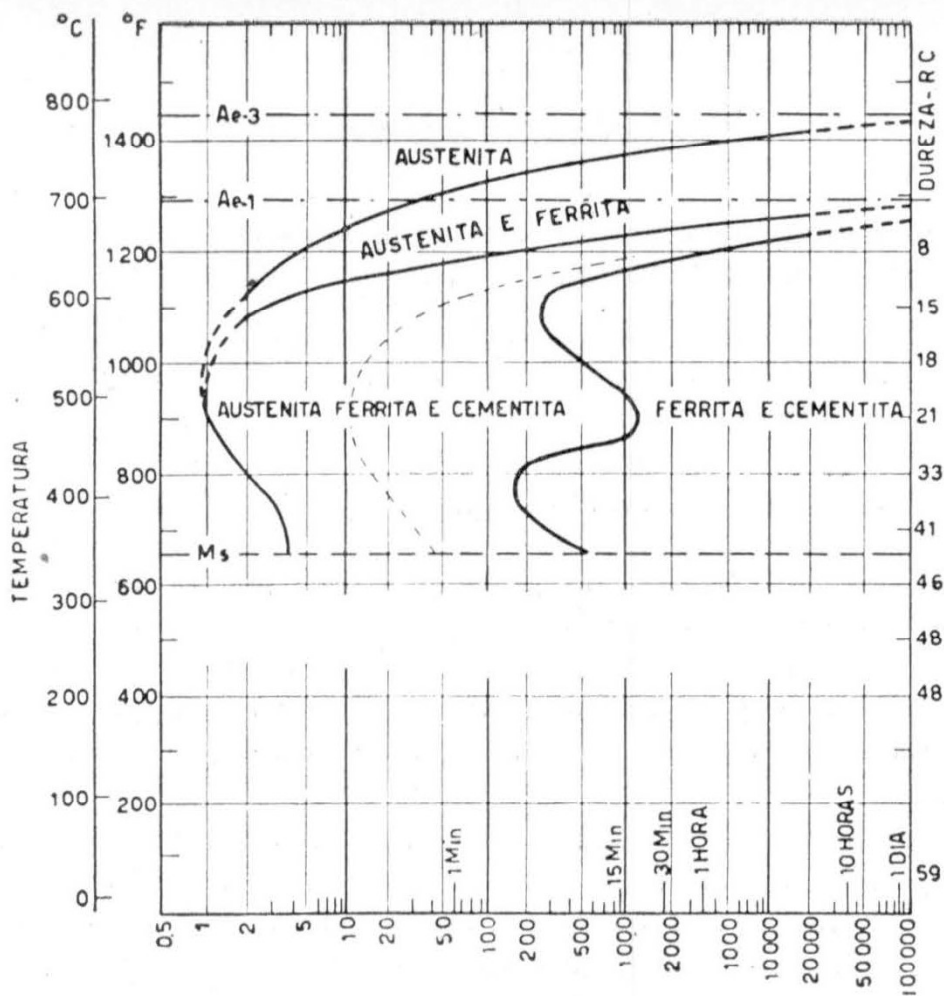


Fig. n.º 8 — Influência do manganês na curva TTT de um aço com 0,35% C. (Extraído de U. S. Steel — Carilloy Steels, pg. 19).

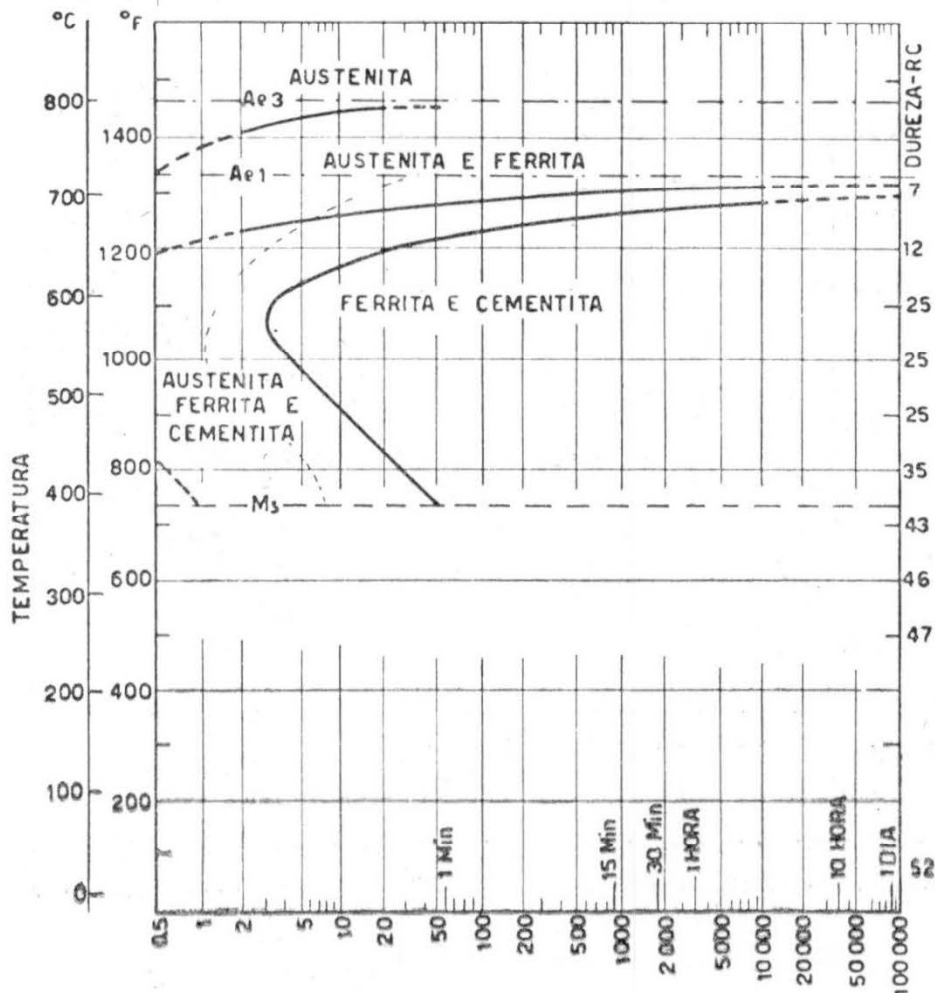


Fig. n.º 9 — Influência do manganês na curva TTT de um aço. (Extraído de U.S. Steel — Carilloy Steels, pg. 20).

Fe-C, tem o manganês a propriedade de baixar a temperatura crítica e o teor de C na composição eutetoide (fig. n.º 7).

O manganês abaixa ainda a temperatura de transição para a zona de fratura frágil, quando em teores acima de 1%.

Sua ação como elemento de liga começa a se manifestar acima de 0,6%, enquanto que como neutralizador do enxôfre começa a ser eficaz a partir da faixa 0,30-0,35% Mn. Quando em teor maior que 1%, aumenta a sensibilidade à fissuração de juntas soldadas.

Retarda também o início e o fim das transformações da austenita nos aços (figs. ns. 8 e 9), o que permite em aços de alto teor de Mn (aços Hadfield) a retenção da austenita à temperatura ambiente, possibilitando ulterior transformação desta em martensita por encruamento. O manganês é usado em aços de alta resistência, destinados por exemplo a trilhos e a agulhas de desvios ferroviários, nos quais entra entre 0,9 e 1,2%.

Os aços estruturais de alto limite de resistência à tração contêm de 1,3 a 1,6% Mn. O tipo Hadfield tem cerca de 15% Mn e é usado em virtude de sua resistência à abrasão e à distorsão e pela sua tenacidade, possuindo limite de resistência à tração elevada (55 a 99 kg/mm²) e excelente ductilidade (50 a 70% de alongamento).

CAPÍTULO IV

ECONOMIA E SUBSTITUTOS DO MANGANÊS NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

1. GENERALIDADES

No Capítulo III foi examinado o papel do manganês e de seu óxido na indústria siderúrgica, tendo sido feito um apanhado das composições e especificações dos diversos ferro-ligas contendo manganês de uso industrial. Convém examinar agora a questão de economia de manganês pela indústria siderúrgica analisando em primeiro lugar os problemas ligados ao uso de minérios inferiores quanto ao seu teor de manganês para depois examinar as possibilidades de redução de consumo dos minérios e dos ferro-ligas.

2. UTILIZAÇÃO DE FERRO-MANGANÊS SUB-PADRÃO

Já foi mostrado (fig. n.º 2) que dentre os ferro-ligas, o mais empregado é o ferro-manganês standard, contendo alto carbono e entre 78 e 82% Mn. Para a produção desse ferro-liga utiliza-se

minério de alto teor (denominado nos países de língua inglesa "ferro-grade") com a seguinte especificação:

Mn	48 % min
Fe	6 % max
SiO ₂	6 % max
Al ₂ O ₃	4 % max
P	0,12 % max

devendo ainda serem baixos os teores de Pb, Zn, As principalmente. Para êsse tipo a relação Mn/Fe deve ser igual ou maior que 7,5 enquanto que a soma SiO₂ + Al₂O₃ deve ser inferior a 11%.

Entretanto, em períodos de anormalidade de abastecimentos, são aceitáveis composições que não satisfazem à especificação citada. É claro que de sua utilização resultam tipos de ferro-manganês que não satisfazem à classe melhor das Especificações já analisadas.

O emprêgo de minérios de mais elevado teor de ferro (com valores da relação Mn/Fe inferior a 7,5) dá lugar a ferro-manganês diluído, aumentando seu teor em silício quando apresentam os minérios maiores limites de sílica. Na produção de sílico-manganês aproveitam-se minérios mais silicatados bem como os minérios ricos em ferro, êstes conduzindo aos tipos de ferro-manganês "sub-padrão", contendo entre 50 e 78% Mn.

A utilização intensiva dêsses ferro-ligas pela indústria siderúrgica, bem como de spiegeleisen, sílico-spiegel e de manganês eletrolítico, possibilitaria a exploração de muitas jazidas de minérios contendo manganês, as quais na atualidade são consideradas marginais por questões econômicas e de comodidade metalúrgica. Porém o seu aproveitamento em maior escala pode determinar um deslocamento do mercado comprador em relação ao minério "ferro-grade". É por essa razão importante que sejam examinadas as possibilidades dessas substituições, analisando as vantagens e as desvantagens dessas mudanças de prática. Êsse aspecto interessa muito de perto ao Brasil, grande fornecedor que é dos minérios de alto teor para o mercado mundial.

A substituição do ferro-manganês padrão pelos tipos inferiores é possível do ponto de vista metalúrgico, devendo-se contudo analisar as vantagens e as desvantagens decorrentes de seu emprêgo. Dentre as vantagens está a de aproveitamento de minérios mais pobres de manganês e na conseqüente economia de minério ferro-grade. Entretanto, a utilização dessa liga inferior, com 50 a 78% Mn, acarretaria para o mesmo nível de consumo de manganês metálico, um maior volume de liga a ser utilizado. Além disso, a quantidade de ferro-liga que pode ser adicionada à panela é limitada pela queda de temperatura que a adição provoca e pela escorificação deficiente dos produtos de reação entre o aço

líquido e o ferro-liga. Assim, maiores quantidades deveriam ser carregadas no forno, ao invés de o serem na panela. Sabe-se que o rendimento dessas adições no forno, no período de ajuste da composição, é da ordem de 60%, enquanto que a incorporação do manganês contido quando a adição é feita na panela pode passar de 90%. Esse desdobramento de adições provoca assim uma maior perda de Mn quando se lança mão de ferro-manganês sub-padrão.

3. UTILIZAÇÃO DE SÍLICO-MANGANÊS

O uso de sílico-manganês como substituto parcial do ferro-manganês vem se firmando na prática siderúrgica, concorrendo com algumas vantagens para os casos particulares em que pode ser utilizado mais intensivamente. O sílico-manganês pode ser fabricado com as composições já anteriormente estudadas principalmente em fornos elétricos; os tipos com 8% ou menos de silício podem ser produzidos em altos-fornos. O sílico-manganês é empregado principalmente na produção de aços de baixo carbono em que não há prejuízo do silício introduzido. Para a produção de sílico-manganês podem ser utilizados minérios de alto teor em sílica, abundantes em muitos países. O uso de sílico-manganês reduz o tempo entre a adição do ferro-liga e o vasamento do forno, devido à maior atividade do silício, o que se traduz em aumento da capacidade de produção do forno. O sílico-manganês pode ser utilizado tanto no forno como na panela. A reação de oxi-

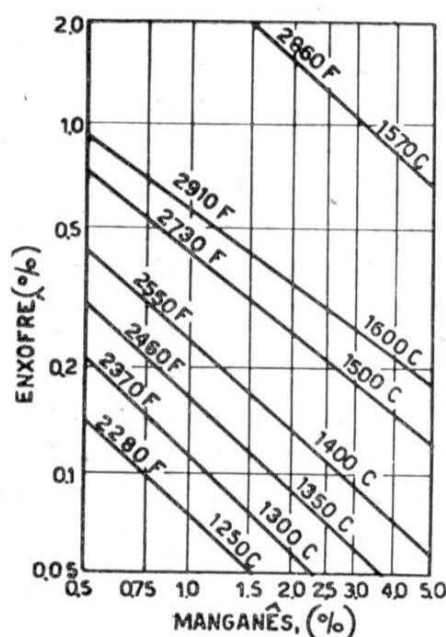


Fig. n.º 10 — Solubilidade de MnS (em termos de S) em aços e gusas em função do teor de manganês. (Extraído de ref. (8.3), pg. 683).

dação do silício, por ser fortemente exotérmica, mantém a temperatura do banho, apesar de o ferro-liga ser carregado frio.

Num relatório apresentado por uma comissão do American Iron and Steel Institute (1.4) calculou-se que, em caso de emergência, poder-se-ia nos Estados Unidos substituir 175.000 t de ferro-manganês padrão e 36.000 t de silício contido em ferro-silício por 200.000 t de sílico-manganês.

Como desoxidante, já foi estudada a vantagem do emprêgo do sílico-manganês decorrente da formação de produtos de reação bastante fusíveis e facilmente coalescíveis.

Quanto à utilização do sílico-manganês como desulfurante, conclue-se que deve ser mais eficiente do que o ferro-manganês dada a presença de silício que favorece a neutralização do enxôfre pelo manganês, conforme foi visto na comparação da desulfuração do gusa com a do aço (ver fig. n.º 10).

4. UTILIZAÇÃO DE SPIEGELEISEN

A possibilidade de substituição de toneladas apreciáveis de ferro-manganês por spiegeleisen já foi estudada (2.4) em 1941 pelo "Technological Committee on Manganese" do "Office of Production Management", dos Estados Unidos, cujas conclusões serão resumidas a seguir.

Tendo o spiegeleisen normal cêrca de 4 vêzes menos manganês que o ferro-manganês padrão, a quantidade de spiegel para deslocar o ferro-liga deveria ser quatro vêzes maior. Para uma produção de 90.000.000 t de lingotes por ano, estimou-se que 600.000 t de spiegel substituiriam 150.000 t de ferro-manganês, muito embora o preço da adição de manganês na forma de spiegel fôsse superior à correspondente ao uso de ferro-manganês.

Entretanto, a utilização de spiegeleisen possibilitaria o aproveitamento de jazidas de minérios de baixo teor em manganês. Não havendo necessidade de novas inversões em equipamento para a produção de spiegel, o qual é o mesmo utilizado na produção de ferro-manganês, ter-se-ia de promover uma produção quadrupla da de ferro-manganês, o que seria obtido pelo deslocamento de alguns altos-fornos que normalmente produziriam gusa.

O spiegel poderia contudo vir a ser produzido com 35 a 40% Mn, em lugar de 20 como habitualmente, o que viria solucionar metade do problema criado e ampliar o seu campo de aplicação a outros tipos de aço.

5. UTILIZAÇÃO DE SÍLICO-SPIEGEL

É um ferro liga de menor uso na atualidade, contendo 25 a 28% Mn, 5 a 6% Si e 4% C, ferro constituindo o restante. Pode

substituir os ferro-silício de 25 e 50% e o sílico-manganês, podendo ser produzido tanto em forno elétrico como em alto-forno.

Na sua obtenção são aproveitados minérios de baixo teor em Mn, os quais podem sofrer concentração prévia. É também possível se fabricar o sílico-spiegel com teores mais elevados em manganês, o que contribuiria para facilitar a sua utilização.

Não existem ainda estimativas acerca das quantidades de sílico-manganês que poderiam ser utilizadas em substituição ao ferro-manganês.

6. UTILIZAÇÃO DE MANGANÊS ELETROLÍTICO

O manganês eletrolítico, embora de uso ainda limitado a aplicações mais nobres em siderurgia (aços inoxidáveis, aços ferramenta e alguns tipos de aços especiais) é um produto que tem tido consumo bastante ampliado e que, a preços mais acessíveis que os da atualidade, abrangerá um campo de bem maiores aplicações. No espaço de 9 anos a produção de manganês eletrolítico nos Estados Unidos cresceu cem vezes, e metade dessa produção foi destinada à produção dos referidos aços.

Na fabricação de manganês eletrolítico podem ser empregados tanto minérios ricos como minérios pobres concentrados. Contudo, mesmo prevendo uma redução do seu custo para o futuro, não é de se prever que possa vir a competir, em igualdade de preço, com o manganês contido na forma de ferro-manganês. Os preços recentes vigentes nos Estados Unidos para partidas limitadas eram de US\$ 772 por t métrica de manganês eletrolítico e de US\$ 330 para a t métrica de Mn contido na forma de ferro-manganês padrão.

7. SUBSTITUTOS EVENTUAIS DO MANGANÊS E DE SEUS MINÉRIOS NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

Nos parágrafos anteriores deste Capítulo foram examinadas as possibilidades de substituição de ferro-manganês padrão, que exige minérios de alto teor, por ferro-ligas de mais baixo teor de manganês, os quais podem ser produzidos à custa de minérios relativamente pobres.

Contudo, a economia de manganês pode ser realizada em termos absolutos, pelo deslocamento parcial desse elemento por outros elementos, ou ligas que os contenham.

7.1. *Substituição dos minérios de manganês como agente oxidante*

Já foi mostrado no Capítulo III que a adição de minério de manganês ao banho como meio de promover as reações de oxidação de determinados constituintes na fase de refino é prática obsoleta. O minério de manganês teria, além do seu fraco poder oxi-

dante, a função de, passando à escória, deslocar o equilíbrio químico, fazendo passar ao banho uma parte do manganês adicionado na forma de minério e dar maior estabilidade ao manganês nele contido.

Contudo, devido ao baixo rendimento inerente ao processo Siemens-Martin do que diz respeito ao manganês, cêrca de 12% apenas, não há interêsse em se manter elevado o teor dêsse elemento durante a fase do refino.

O minério de ferro, além de ser muito mais barato, tem maior poder oxidante que o minério de manganês, sendo seu uso por essa razão generalizado.

7.2. *Substituição do manganês como desoxidante*

O manganês adicionado ao banho na forma de ferro-manganês, é um dos desoxidantes mais fracos, sendo sob êsse ponto de vista superado pelo cromo, pelo silício, pelo titânio, pelo vanádio, pelo zircônio, pelo alumínio, pelo magnésio e pelo cálcio (ver fig. n.º 7).

No parágrafo 5.2.1 do Capítulo III foram apresentadas as razões que aconselham a se usar o manganês juntamente com o silício na desoxidação do aço: determinarem êsses dois elementos usados conjuntamente origem a silicatos saturados de FeO de baixo ponto de fusão, de baixa tensão superficial e de fácil coalescimento, originando partículas grandes de produtos das reações, o que apressa a sua ascensão no banho e a sua dissolução na escória.

O silício, embora seja desoxidante mais enérgico que o manganês, dá origem a partículas de silicatos de ferro (com FeO) de ponto de fusão mínimo de 1230 °C quando com 72% FeO. Assim, quando o banho ainda tem um grande excesso de FeO os produtos da reação coalescem facilmente e são assim facilmente elimináveis. Entretanto, quando baixa o teor de FeO, elevam-se os pontos de fusão, atingindo 1700 °C quando contêm apenas 36% FeO; nessas condições os produtos da reação são sólidos, que dificultam a formação de inclusões maiores a serem escorificadas (3.4).

Poder-se-ia efetuar uma desoxidação completa à custa do silício desde que se procurasse eliminar do banho as inclusões ricas em sílica, o que poderia ser conseguido de várias formas: introduzindo-se cal no banho, utilizando-se um fundente enérgico como a fluorita ou ainda prolongando o período de desoxidação, de modo a dar tempo às partículas formadas de subirem até a escória.

A melhor solução parece a primeira, a segunda oferecendo maiores dificuldades práticas e a terceira acarretando pêrda de capacidade de produção do forno.

A utilização do alumínio na desoxidação só pode ser feita para a eliminação das concentrações de FeO residuais, pois que

as partículas de alumina produto da reação são de difícil eliminação, afetando desfavoravelmente as propriedades dos aços.

7.3. *Substituição do manganês como desulfurante*

O elemento que viesse a substituir o manganês como desulfurante, afora a questão econômica, deveria satisfazer aos seguintes requisitos: a) formar um sulfureto de alto ponto de fusão, superior à temperatura de trabalho a quente dos aços; b) êsse sulfureto deveria não ser frágil a essa temperatura, nem comunicar fragilidade ao aço; e c) o sulfureto deveria ter maior estabilidade do que o sulfureto de ferro.

O titânio foi estudado sob êsse ponto de vista (4.4) e os resultados obtidos foram satisfatórios, a despeito de seu preço atual ser ainda por demais elevado para êsse emprêgo. Na realidade, o titânio, adicionado sob a forma de ferro-titânio com 30% Ti, mostrou-se 3,5 vezes mais ativo que o manganês na desulfuração, embora o rendimento da incorporação fôsse apenas de 65%, contra 90% no caso de manganês. Aos preços do ferro-titânio vigentes em 1953, o custo dessa desulfuração era cêrca de 5 vezes maior do que o obtido à custa de manganês na forma de ferro-manganês.

Essa comparação de custos deve contudo para o futuro melhorar a posição do titânio, não só pela tendência de encarecimento do ferro-manganês como pela tendência oposta de abaixamento do preço do titânio e das ligas ferro-titânio. Atualmente o preço do ferro-titânio de 17-21% Ti e 2-4% C é de US\$ 225.00 por t e o do ferro-manganês padrão (78-82% Mn alto carbono) de US\$ 263.00 por tonelada. Tomando-se em conta os rendimentos apontados e a eficácia 3,5 vezes maior do Ti, a relação atual dos custos seria de 1,5:1 ainda favorável ao ferro-manganês. Entretanto, o titânio não funciona tão somente como desulfurante, melhorando as propriedades dos aços quando baixos os seus teores residuais. Convém observar contudo que, dada a forte afinidade do Ti pelo oxigênio, só poderia ser utilizado após completa desoxidação do banho, sendo assim somente utilizável em substituição ao manganês nos aços acalmados.

O titânio tem também a propriedade de se combinar com o nitrogênio dissolvido formando nitreto de titânio. Além disso, tem a tendência de se combinar com o carbono para dar carboneto de titânio, de influência marcante nas propriedades dos aços. Quando a relação de titânio livre e carbono fôr de quatro para um, êle desloca o ferro da cementita, fazendo esta desaparecer completamente. As quantidades de perlita que compõem a micro estrutura do aço tendem a diminuir com o aumento da concentração de Ti. Devido à estabilidade do carboneto de titânio e à dificuldade com que entra em solução na austenita, a temperatura de cresci-

mento do grão austenítico sobe apreciavelmente, evitando assim a formação de texturas grossas nos aços. O titânio elimina também as texturas “duplex” dos aços, constituídas por grãos grandes e pequenos. Outra apreciável vantagem dos aços com titânio é a eliminação do envelhecimento decorrente de tensões internas, determinado pelo alto grau de desoxidação do aço.

Outro substituto do manganês do ponto de vista da desulfuração é o mischmetal, solução de terras raras em que predomina o cério, de intenso poder desulfurante. Sua aplicação industrial é entretanto menos exequível por razões de ordem econômica.

7.4. *Substituição do manganês como elemento de liga*

Com relação ao endurecimento na ferrita de aços de teor muito baixo de carbono ou com carbonetos esferoidizados, os elementos se dispõem na seguinte ordem quanto à intensidades crescente dê-se efeito: cromo, tungstênio, vanádio, molibdênio, níquel, manganês, silício e fósforo (5.4). Contudo, essa influência sobre a ferrita é desprezível comparada com a influência desses elementos nos carbonetos e que são as que mais profundamente afetam as propriedades dos aços do ponto de vista de seu tratamento térmico. Os carbonetos de quaisquer desses elementos apresentam todos grande dureza. Os fatores que mais afetam esse comportamento são a quantidade, a forma e as dimensões das partículas de carbonetos. A propriedade mais influenciada à temperatura ambiente é a resistência à abrasão, favorecida pelo aumento das dimensões das partículas.

Vê-se assim que, teoricamente, os elementos de liga que têm tendência para formar carbonetos e que na ordem crescente de sua influência são Fe, Mn, Cr, W, Mo, V e Ti, são intercambiáveis na composição de um aço para aplicação simples, se não se levar em consideração o aspecto econômico.

Relativamente aos aços para fins especiais (resistentes ao calor, à corrosão e para trabalho a quente, etc.) há que se levar em conta as propriedades que esses carbonetos conferem aos aços devido à sua maior estabilidade em elevadas temperaturas, resistência à fluência, passividade em relação à corrosão eletroquímica, corrosão química etc.

Todos esses aspectos não podem ser senão apenas enunciados num estudo como o presente e uma análise acurada das propriedades conferidas pelos diversos elementos de liga deveria ser baseada em estudos exaustivos, como os que têm tomado impulso recentemente com as pesquisas de ligas a serem submetidas a elevadas temperaturas, principalmente para motores a jato.

De forma geral, o manganês é utilizado para “purificar” previamente o aço, preparando-o para receber os elementos de liga

própriamente ditos, os quais, por serem muito mais caros que o manganês, não podem substituí-lo em sua função de purificador.

Quando, entretanto, o objetivo é apenas o aumento da temperabilidade, o carbono e o manganês são permutáveis entre si, conforme mostram as curvas experimentais obtidas por Kramer, Siegel e Brooks (6.4). Deve-se considerar neste caso a suscetibilidade a empenamentos e a trincas de têmpera, devidas a cada elemento de liga em particular.

8. ECONOMIA NO CONSUMO E NA PRODUÇÃO DE FERRO-LIGAS CONTENDO MANGANÊS

As dificuldades de obtenção nos períodos de guerra de minérios de manganês de alto teor nos países de grande indústria siderúrgica da Europa Ocidental e nos Estados Unidos, determinaram grandes esforços no sentido de economizar o manganês sem contudo sacrificar a qualidade dos produtos siderúrgicos.

É conveniente frisar inicialmente que, em condições normais de abastecimento de minérios, é bastante limitada a incidência do custo do manganês sobre o custo do produto siderúrgico. Por isso, tôdas as vêzes que cessaram as anormalidades de abastecimento, foram interrompidas as práticas de economia de consumo de manganês, voltando assim os consumos aos níveis normais.

Além dos aspectos já examinados relativos à utilização de ferro-manganês sub-padrão, ou de outros ferro-ligas que apresentem menores teores de manganês, os quais são obtidos geralmente a partir de minérios mais pobres, e afora a substituição parcial do manganês por outros elementos, existe a possibilidade de economizar manganês pela adoção de práticas siderúrgicas mais aperfeiçoadas, as quais correspondem a maiores rendimentos na sua utilização.

Para maior clareza, convém distinguir a economia de minério da economia de consumo de manganês contido nos ferro-ligas na produção dos aços.

8.1. *Economia de minério*

A economia de manganês sob a forma de minério visa principalmente economizar minério "ferro grade". São três as fases nas quais se pode adotar uma marcha mais econômica: na produção do gusa, na fase de refino do aço e na produção dos ferro-ligas.

8.1.1 — *Economia de minério na produção do gusa* — Embora o gusa para refino contenha normalmente cêrca de 2% Mn, boa parte provém do próprio minério de ferro empregado. Assim, por exemplo, nos Estados Unidos, os minérios da Serra Mesabi permitem obter diretamente gusas com 0,85% Mn. O complemen-

to para 2% é conseguido por incorporação à carga do alto-forno de escória de forno Siemens-Martin (contendo em média 8% Mn), complementada parcialmente ou não por adição de minério de baixo teor de manganês. Nos Estados Unidos 90% do minério de manganês empregado para êsse fim contém apenas 10% Mn (7.4).

Geralmente o teor de enxôfre do gusa está compreendido entre 0,03 e 0,075% e a maior freqüência corresponde à faixa 0,035 a 0,040%; para êsses níveis, o teor desejado de Mn é de 1,5%. Maior intensidade de desulfuração exige marcha mais quente, a qual, por sua vez, determina maior co-redução do silício, inconveniente para gusa de refino. Por exemplo, a 1470 °C pode-se reduzir o teor de enxôfre a 0,024%, o que exigiria menor teor de manganês; contudo, nessas condições, o teor de silício subiria a 1,3%, prejudicial ao refino em forno Siemens-Martin pelo conseqüente aumento do volume de escória.

Convém recordar que a maioria das usinas européias têm usado gusa de teor bastante mais elevado de enxôfre e bastante mais baixo de manganês do que é corrente na prática norte-americana. Segundo Hacking e Shanaham (8.4), é comum na Inglaterra a prática de se produzir gusa contendo apenas 1,1% Mn; essa é uma das razões pelas quais em 55% dos altos-fornos ingleses não é feita nenhuma adição de minérios de manganês à sua carga. Nessas gusas, o teor médio de manganês seria de 0,073%, segundo os autores citados. O rendimento da desulfuração no alto-forno é elevado, entre 80 e 90%, dependendo da composição da escória e de sua temperatura.

A desulfuração, conforme estudada em extensos trabalhos experimentais (9.4), é governada principalmente pela concentração dos óxidos básicos na escória e por baixos níveis de oxidação do banho. Nessas condições, é ela tanto mais eficiente quanto menor fôr o teor de oxigênio residual no banho. Essa teoria explica a eliminação do enxôfre, não pela formação do sulfeto de manganês, mas pela troca mútua entre o banho e a escória.

Embora a desulfuração possa ser realizada no próprio alto-forno, a tendência européia é mais no sentido de realizar essa operação em aparelhos metalúrgicos intercalados entre o alto-forno e a aciaria: misturadores ativos e passivos, conversores, painéis e caçambas de desulfuração.

Tudo parece indicar que o manganês não age diretamente como desulfurante, embora haja formação de sulfeto no resfriamento do banho, mas sim principalmente como desoxidante. A comprovação experimental disso foi obtida em grande número de corridas realizadas na usina "Margam Company of Walles" (10.4) na qual o rendimento de eliminação do enxôfre melhorava para valores baixos de $(Mn)/[Mn]$, onde (Mn) é o manganês na escória e [Mn] o manganês no banho. Outra evidência da importância da desoxidação do banho na desulfuração está no uso de

alumínio e magnésio, desoxidantes poderosos, como elementos auxiliares em processos modernos de desulfuração, embora não funcionem diretamente como desulfurantes.

Há entretanto formação de sulfureto de manganês no metal líquido e, conforme a temperatura, há uma quantidade de MnS dissolvido no banho que é dada pelo produto de solubilidade dessa substância a essa temperatura nêsse solvente. O vasamento do forno e a retenção do metal na panela durante certo tempo determinam queda de temperatura e, portanto, diminuição do produto de solubilidade do sulfureto no banho, que tem o valor de 0,07 a 1315 °C. O excedente segrega e sobe à superfície do banho, de onde deve ser retirado para evitar a reversão e facilitar a continuação do processo. Dessa forma, consegue-se baixar o teor de enxôfre no gusa até o limite correspondente ao produto de solubilidade para as condições reinantes. A desulfuração em misturadores ativos pode alcançar com adições de cal até 50% de rendimento, desde que não se pretenda eliminar concomitantemente silício e fósforo, quando o rendimento cai a cêrca de 10%.

Quando intervêm sòmente fatôres econômicos, os limites de desulfuração no alto-forno estão ligados aos custos de operação, sendo as principais variáveis o volume de escória, a relação bases/ácidos na escória, o consumo de coque e o teor de enxôfre no coque. Para cada marcha de alto-forno, em função da composição das matérias primas, existe um índice ótimo de basicidade de escória para promover a desulfuração, dado pela relação de Wi-berg.

Os limites econômicos de desulfuração nos altos-fornos foi estudada recentemente por Canguilhem e Rioseco (11.4) com base em numerosos resultados obtidos na usina de Huachipato.

Quando o limite de desulfuração no alto-forno é insuficiente para garantir os níveis desejados de enxôfre, recorre-se a processos auxiliares, os quais serão examinados a seguir.

-Se o fator econômico perde significado para os de ordem estratégica, no sentido de conseguir economia de manganês, os processos complementares ganham considerável importância. Há contudo perspectivas animadoras para que a desulfuração entre o alto-forno e a aciaria venha a se tornar séria concorrente do processo clássico; cumpre lembrar, contudo, contrariando ou dificultando essa tendência, de um lado a inércia em se adotar novas soluções, e de outro, os investimentos complementares necessários.

A prática de adição de minério de manganês ou de escória de forno Siemens-Martin na carga do alto-forno pode ser posta de lado a fim de se obter uma imediata economia de manganês. Existem opiniões contudo de que essa economia é aleatória, de vez que conseqüentemente reduzir-se-ia o teor de Mn nas escórias de fornos Siemens-Martin, a qual, contendo 8% em média, constitue a base para a recuperação do manganês na siderurgia.

8.1.2 — *Economia de minério na fase de refino* — Já foi mostrado anteriormente que o emprêgo de minério de manganês na fase de refino constitui técnica já obsoleta.

Em conseqüência, o consumo bastante limitado que ainda pode ser encontrado em certas aciarias constituiria a primeira fonte de economia a ser considerada em períodos de dificuldade de obtenção de minérios de manganês.

Ver-se-á, contudo, mais adiante, que é tão reduzido atualmente o consumo de minério de manganês na fase de refino que a completa supressão de seu emprêgo pouco significaria em termos de tonelagem de minério. Com base nos referidos números, o consumo de minério de manganês nessa fase corresponde tão somente a 0,05 kg de Mn contido por t. de lingote. Assim, para um país como os Estados Unidos que produz em média 80 milhões de toneladas de lingotes, o consumo total de minério de 40% Mn seria apenas de 10.000 t/ano.

8.1.3 — *Economia de minério da produção de ferro-ligas* — Cêrca de 70% de todo o minério de manganês consumido na indústria siderúrgica é utilizado para a obtenção dos diversos ferro-ligas contendo manganês, dentre êles predominando o ferro-manganês.

A produção de ferro-manganês decorre do emprêgo tanto de fornos elétricos como de altos-fornos, predominando contudo êstes; os fornos elétricos são reservados para os outros ferro-ligas bem como para a produção de ferro-manganês de médio e de baixo teor de carbono.

De uma maneira geral, há ainda bastante espaço para consideráveis aperfeiçoamentos nos processos de produção de ferro-manganês no que diz respeito às perdas de manganês. O trabalho já citado do U.S. Bureau of Mines (12.4) mostra uma análise detalhada dos rendimentos de utilização de manganês na produção de ferro-manganês em alto-fornos no período 1942-1949. O maior rendimento verificado foi de 92,24% e o menor de 68,4%. A média geral de rendimento de 1949 foi de 83,3%, compreendendo tanto fornos elétricos como altos-fornos; nesse mesmo ano, o rendimento global dos altos-fornos para ferro-manganês atingiu 82%.

As perdas, que em 1949 corresponderam a 16,7% do manganês contido nos minérios, localizam-se principalmente nos finos e sólidos carregados pelos gases e na escória, distribuídas igualmente. Ver-se-á mais adiante que já vem sendo promovida a recuperação do manganês dessas escórias, o que permitirá se prever no futuro maior rendimento global.

8.2. *Economia de manganês contido em ferro-liga*

A possibilidade de economizar manganês na forma de ferro-ligas reside principalmente na adoção de práticas que venham a deslocá-lo de suas funções, usando para isso outros elementos e outros métodos. Assim, serão examinados a seguir as economias decorrentes da desulfuração do gusa para refino, da adoção de melhores técnicas de operação das aciarias no que diz respeito ao rendimento das reações, e, finalmente, da escolha mais judiciosa das matérias primas.

8.2.1 — *Economia por desulfuração do gusa* — Existem presentemente pelo menos quatro processos de desulfuração do gusa oriundo do alto-forno e destinado a refino que não exigem emprêgo de manganês: 1) desulfuração pelo carbonato de sódio (processo Coheur); 2) processo de desulfuração pela cal (processo Kal-Do); 3) desulfuração do gusa e de aços acalmados por reação com escória sintética (processo Perrin); e 4) desulfuração por cal insuflada no banho (processo IRSID).

O processo Coheur (13.4) utiliza carbonato de sódio e permite baixar, em um único tratamento, o teor de enxôfre de entre 0,07 e 0,15% a 0,05%, à custa de consumo de carbonato de sódio entre 4 e 11 kg/t de gusa. Se o teor de S ficar compreendido entre 0,15 e 0,30% há necessidade de duas operações reiteradas; nesse caso o consumo de carbonato de sódio sobe a 15 kg/t. Um aperfeiçoamento desse processo foi realizado pelo grupo ARBED, de Luxemburgo, consistindo em fazer o gusa reagir com o carbonato de sódio em série de painéis dotadas de sifão e dispostas em cascata; em consequência, o consumo de carbonato de sódio pôde ser reduzido à metade. O custo da operação é de cerca de 25 centavos de dollar por tonelada de gusa para teores de S iniciais de 0,07%, subindo a 65 centavos de dollar quando o teor inicial é de 0,25%.

A desulfuração pelo processo Kal-Do desenvolvido por Bo Kalling (14.4) é realizada por reação entre cal moída e o gusa em forno rotativo. Num forno de 25 t a operação para baixar de 0,12 a 0,005% S exige apenas 20 minutos, sendo assim bastante rápida. A quantidade de cal necessária varia entre 6 e 12 vezes a massa de enxôfre a ser eliminada, sendo maior quando baixos os teores de S. O processo permite tratar eficazmente gusas contendo até 1% S. Para as condições vigentes na usina de Domnavert, Suécia, o custo de operação foi estimado em 45 centavos de dollar por t de gusa para 0,1% S inicial, subindo a 81 centavos quando para 0,5% S. O rendimento do processo varia entre 90 e 99%.

A desulfuração pelo processo Perrin (15.4), desenvolvido nas aciarias Ugine na França, utiliza escórias sintéticas especialmente produzidas à custa de cal e alumina; é realizado em um forno ro-

tativo de forma ovóide e no qual há íntimo contacto entre as fases líquidas. O processo tem a vantagem de, numa primeira fase, reduzir o teor de Si; a sílica resultante forma com a cal e a alumina da escória inicial uma escória de alto poder dessulfurante. O rendimento do processo é de cerca de 80%. O teor final de S pode baixar a 0,010 e mesmo a 0,005%. O processo é também aplicável a aços acalmados, devido à absorção de um pouco de alumínio proveniente do excesso de alumina da escória.

Finalmente, o processo desenvolvido pelos pesquisadores do IRSID, na França (16.4), apresenta o característico de promover rapidamente a desulfuração do gusa por cal moída insuflada no banho à custa de gás inerte, por meio de tubos mergulhados no banho líquido. O aparelho empregado presentemente assemelha-se a um conversor; estudam contudo uma panela dotada de tubos de insuflação, a qual serviria para o transporte e a desulfuração do gusa, evitando assim as perdas de temperatura. O gás empregado é nitrogênio industrial, sub-produto das usinas integradas que produzem seu próprio oxigênio. Um característico interessante é a curta duração da sopragem, geralmente de 4 minutos. O rendimento atinge facilmente 95%. No caso de gusas de alto teor de enxôfre convém adicionar alumínio ou magnésio à cal insuflada; nessas condições os rendimentos se aproximam de 99%. O consumo de cal é de 2% do peso do gusa tratado e com a adição de magnésio, consegue-se baixar o teor do enxôfre a 0,004%. O custo de operação é de 150 a 200 francos por tonelada de gusa nos casos em que se reduz o teor de enxôfre de 0,1 a 0,02%.

Os processos mencionados permitem fazer operar os altos-fornos em marcha mais fria, portanto com menor proporção de coque e menor teor de silício no gusa; além da economia de minério de manganês na carga, deve ainda ser levada em conta a maior produtividade da aciaria e do próprio alto-forno.

8.2.2 — *Economia por aperfeiçoamento de técnicas de aciaria* — Convém recordar, de início, que o ferro-manganês pode ser adicionado ao banho de aço no forno ou na panela de vasamento. As adições no forno apresentam menor rendimento de incorporação de manganês, variando, conforme o tipo do aço, entre 60 e 85%, enquanto que nas panelas, para o mesmo tipo de aço, são em geral 10% maiores.

As quantidades adicionadas na panela são entretanto limitadas pelos seguintes fatores:

a) queda de temperatura determinada pela massa do ferro-manganês carregado. Por isso, quando as adições são muito grandes, deve-se fazer uma parte da adição no banho, de modo que a adição na panela não resfrie o banho a menos de 60 °C acima da temperatura de início da solidificação. As adições quando feitas no forno devem ser feitas entre 5 e 12 minutos antes do vasa-

mento, a fim de que se possa promover a sua homogeneização e a eliminação das partículas escorificadas produtos da reação.

b) impossibilidade de eliminação eficiente de impurezas escorificadas pelas adições na panela, devido o maior caminho médio que essas partículas têm de percorrer para acender à escória, uma vez que altura do banho na panela é de cêrca de 5 vêzes maior que no banho no forno.

Quando as adições são volumosas, há necessidade de transferir o aço líquido de uma primeira para uma segunda, e mesmo para uma terceira panela, a fim de assegurar-se de sua homogeneização; essa prática contudo determina grande perda de temperatura.

O rendimento das adições no forno depende grandemente do estado de desoxidação do banho e da basicidade da escória.

No período da última guerra todos os países empenharam-se em economizar manganês. O consumo médio de manganês pelas usinas norte-americanas em 1940 e em 1942 era de 6,2 kg/t (17.4). Essa constância de consumo já indica grande aumento de rendimento, de vez que nêsse período empregaram-se crescentes tonelagens de aços de teores mais elevados de manganês para economizar níquel e cromo. Os fatôres que permitiram essa economia de manganês foram: a) manutenção dos teores de manganês em valores próximos aos do limite inferior da faixa especificada; b) em aços de altos teores de manganês, pode ser reduzido o seu teor à custa de tratamentos térmicos melhor controlados; c) maiores teores residuais no banho de aço devido a contrôle acurado da composição da escória, temperatura de operação, matérias primas e menor proporção de gusa na carga; d) produção de aços contendo fósforo em teores próximos dos máximos tolerados (0,04%) em lugar de 0,015% P, como eram comumente fabricados; e) adição na panela de pelo menos 1/3 do ferro-manganês usado; f) utilização de sucata de alto teor em manganês, deslocando assim o ferro-manganês como adição para elevar o teor de manganês da liga; g) utilização de spiegel como controlador da queda do teor de carbono na fase de refino (18.4) em substituição ao ferro-manganês, e principalmente nos casos de produção de aços com 0,3 a 0,4% C; h) finalmente, emprêgo do sílico-manganês em substituição total ou parcial ao ferro-manganês para os aços acalmados de baixos teores de carbono e aços de altos teores de manganês.

Quanto ao último detalhe, a substituição era feita na base de 1 kg de sílico-manganês em lugar de 1kg de ferro-manganês mais 0,2 kg de alumínio.

Nas aciarias alemãs generalizou-se a técnica de adição na panela, sendo esta mantida sempre inclinada; nessas condições o rendimento é consistentemente superior a 90%. É claro que as adições são feitas nas panelas até o limite permitido pela queda de temperatura e pelo nível das inclusões resultantes; o complemento é sempre carregado no forno, sob a forma de sílico-manganês para a desoxidação prévia e até o limite do silício residual permitido pela especificação. Só se recorre ao ferro-manganês a ser introduzido no forno quando há falta de manganês pelo critério apontado.

Entretanto, na fabricação dos aços especiais prefere-se trabalhar com menor rendimento de manganês com adições no forno, para obtenção de lingotes com poucas inclusões.

As economias de manganês decorrentes da prática descrita variam bastante com o tipo de aço fabricado; dependem, além disso, do teor de silício do gusa e das impurezas contidas na sucata.

8.2.3 — *Economia pela escolha das matérias primas* — Finalmente, outra fonte de economia de manganês reside na escolha cuidadosa das matérias primas e da disponibilidade desses materiais.

A influência do gusa foi examinada no parágrafo 8.2.1.; convém lembrar também que baixo teor de silício corresponde a maior economia de manganês, pela redução do volume de escória de refino. Sob esse ponto de vista, o processo Perrin (15.4) é muito interessante uma vez que, além de desulfurar, elimina o silício, promovendo ainda sua desfosforação parcial.

As outras matérias primas que introduzem impurezas, enxôfre principalmente, são: calcáreo, sucata, óleo combustível e o coque (responsável por 80% do S contido no gusa).

A seleção de sucata deve ser cuidadosa; é contudo impossível se evitar a contaminação de aços de corte fácil (contendo enxôfre e chumbo) bem como de tubos de caldeiras aquecidas por combustão de óleo, que encerram altos teores de enxôfre. Além disso, o óleo combustível deve apresentar o menor teor possível de enxôfre; para isso, em geral as refinarias produzem tipos especiais para serem empregados nos fornos Siemens-Martin.

Com relação ao calcáreo, pode-se evitar a introdução da sílica contida, substituindo-a por uma quantidade adicional de cal disponível, embora esta seja mais cara. O calcáreo tem utilidade quando se quer promover a agitação do banho à custa do CO₂ desprendido, ou quando se quer resfriar o banho quando muito quente.

CAPÍTULO V

CONSUMO E RECUPERAÇÃO DO MANGANÊS NA SIDERURGIA

1. GENERALIDADES

Nos Capítulos III e IV foram analisados os principais aspectos metalúrgicos referentes, respectivamente, ao papel do manganês e à economia de manganês pela indústria siderúrgica, responsável pela utilização de mais de 95% da tonelagem de minérios extraídos em todo o mundo.

Analisar-se-ão agora a estrutura do consumo de manganês, suas tendências na siderurgia moderna e os diversos processos que vêm sendo adotados ou estudados para permitir reduzir a deficiência que quasi todos os países de grande indústria têm de minérios de manganês e para, em eventuais situações de crise de abastecimento, lançar mão de minérios marginais ou de sub-produtos ou resíduos que possam ser tratados.

Muito embora sejam verdadeiramente imensas as reservas conhecidas de minérios de manganês no mundo em face do ritmo de consumo, o que faz com que em períodos normais nenhuma preocupação exista, nem mesmo a de ordem econômica — dada a reduzida incidência do custo do manganês na composição do custo do lingote de aço — o isolamento em que se viram na última guerra países como a Alemanha e o Japão ou a ameaça de dificuldades de abastecimento com que se defrontaram os Estados Unidos, fizeram com que, nesses países, consideráveis esforços fôssem dirigidos a, nesses períodos, diminuir a estrategicidade desses minérios.

2. ANÁLISE DO CONSUMO DE MANGANÊS PELA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

A falta de estatísticas acuradas acêrca da composição do consumo de manganês (nas formas de minério adicionado à carga dos altos-fornos e de ferro-ligas utilizados na produção dos aços, incluindo-se aqui as perdas relativas à produção desses ferro-ligas) pela indústria siderúrgica nacional torna impossível conhecer com razoável segurança a parcela da produção nacional de minério de manganês que é presentemente utilizada no país.

Freqüentemente têm-se tomado um consumo global de minério de 50 kg/t de aço, quando n'outras vêzes utiliza-se, sem maior análise, um dado de 25 kg de manganês por t de aço (1.5). Ver-se-á, a seguir, que ambos êsses dados são errôneos, conduzindo a estimativas de consumo muito diversas das da realidade.

Convém, por isso, analisar as produções siderúrgicas mundiais

nos últimos anos e correlacioná-las com a produção mundial de minérios de manganês. Ter-se-á assim um conjunto de índices anuais de produção de minérios de manganês utilizáveis em siderurgia em relação à produção siderúrgica; êsses índices serão dados, para cada ano, pelo quociente da produção mundial de minérios de manganês, em kg, pela tonelagem da produção siderúrgica (lingotes mais peças fundidas).

Na tabela n.º 20 foram reunidos os dados referentes à produção siderúrgica mundial no período 1946-1955 extraídos de Minerals Yearbook (2.5) e de The Iron Age (3.5) e à produção mundial de minérios de manganês, extraídos também de Minerals Yearbook (4.5) e (5.5); nessa tabela figuram também calculados os valores dos índices “minério médio mundial por t de produção siderúrgica mundial”:

T A B E L A N.º 20

PRODUÇÃO MUNDIAL DE MINÉRIOS DE MANGANÊS COMPARADA À PRODUÇÃO SIDERÚRGICA MUNDIAL

(*lingotes mais peças fundidas*)

<i>Ano</i>	<i>Produção siderúrgica mundial 10³t</i>	<i>Produção mundial de minérios de manganês 10³t</i>	<i>Minério médio mundial/t produção siderúrgica mundial kg/t</i>
1946	109.000	3.700	33,6
1947	133.200	3.900	28,2
1948	151.200	4.200	27,7
1949	156.900	4.800	30,6
1950	185.000	5.500	29,7
1951	207.500	7.000	33,8
1952	207.400	7.700	37,3
1953	234.000	9.500	40,6
1954	222.000	8.800	39,6

Mostram inequivocamente os índices acima que a produção mundial de minérios de manganês não corresponde ao consumo desses minérios pela indústria siderúrgica mundial nesses mesmos anos.

Existem assim necessariamente flutuações de estoque, por decalagens entre a produção e a utilização. Além disso, os teores dos minérios de manganês diferem bastante de país a país. Em consequência, a unidade “minério de manganês” é de escasso sentido prático ao se tentar examinar os índices efetivos de consumo do metal contido.

Em virtude da falta de estatísticas nacionais detalhadas, a análise somente pode ser feita com base nos dados magníficos que

podem ser analisados das publicações especializadas do "United States Bureau of Mines", as quais, além de precisar o teor médio ponderal dos minérios utilizados pela indústria siderúrgica norte-americana, seja os de procedência americana, seja os de importação, distinguem também os minérios carregados diretamente nos altos-fornos, os minérios utilizados para a produção dos ferro-ligas e, finalmente, os consumos totais dos diversos ferro-ligas contendo manganês.

Convém, por isso, proceder a essa análise de tais dados, na ordem citada.

2.1. Consumo de minério de manganês em altos-fornos

Para a produção de 60 milhões de toneladas de gusa pelos altos-fornos dos Estados Unidos em 1954 (6.5) foram empregados 1.480.000 t de minérios de manganês de teores relativamente baixos, dos quais 823.000 t eram de minérios extraídos das jazidas norte-americanas e 585.000 t de minérios importados; todos êsses dados são em toneladas curtas de 2000 lb/t. Para a organização da tabela n.º 21 foram todos os valores convertidos a toneladas métricas:

T A B E L A N.º 21
MINÉRIOS DE MANGANÊS UTILIZADOS NOS ALTOS-FORNOS NORTE-AMERICANOS EM 1954

<i>Tipo</i>	<i>Teor</i> %	<i>Pêso</i> <i>t métrica</i>	
americano baixo teor	5 a 10	726.000	
americano médio teor	10 a 35	17.000	
americano alto teor	mais que 35	2.000	745.000
			334.000
importado baixo teor	5 a 10	116.000	
importado médio teor	10 a 35	42.000	492.000
importado alto teor	mais que 35		1.237.000

Supondo agora que o teor médio ponderal se situe na metade do intervalo da faixa (isto é, seja de 7,5% Mn para os minérios entre 5 e 10% e de 22,5 para os entre 10 e 35%) para os minérios entre 5 e 35% Mn e que os de mais de 35% Mn conttenham 40% Mn, resultará que o conteúdo de manganês metálico incorporado distribue-se da seguinte forma (tabela n.º 22):

TABELA N.º 22

DISTRIBUIÇÃO DA ORIGEM DO MANGANÊS METÁLICO
CONTIDO UTILIZADO NOS ALTOS-FORNOS NORTE-
AMERICANOS EM 1954

<i>Origem</i>	<i>Manganês contido t métricas</i>	
americano baixo teor	54.500	
americano médio teor	3.800	
americano alto teor	800	59.100
importado baixo teor	25.000	
importado médio teor	26.200	
importado alto teor	16.800	68.000
		127.100

Assim, em 1954, de todo o minério de manganês utilizado para a obtenção de gusa nos Estados Unidos (1.237.000 t métricas) 745.000 t (60%) era de procedência americana e 492.000 t (40%) de importação; entretanto os primeiros continham 59.100 t de manganês metálico (47%) quando os segundos continham 68.000 t (53%).

Nessas condições, o consumo global de todos os altos-fornos norte-americanos para gusa correspondeu a 2,12 kg de manganês contido por t de gusa.

2.2. Consumo de minério de manganês na produção de ferro-manganês

Examinam-se agora os dados referentes à utilização de minérios de manganês na produção de ferro-manganês pela indústria norte-americana nos anos de 1946 e 1950, conforme dados extraídos do "Minerals Yearbook". Todos os dados foram convertidos a toneladas métricas, e são os seguintes:

	1946	1950
minério de manganês empregado, t ..	871.000	1.279.000
teor médio do minério, Mn %	47,23	46,77
manganês contido no minério, t	412.000	597.000
ferro-manganês produzido, t	444.000	647.000
manganês contido no ferro-manganês, t	350.000	500.800
teor médio do ferro-manganês, Mn % :	78,69	76,96
rendimento de utilização do manganês do minério no ferro-manganês	85,1	83,9

Depreende-se assim que na produção de ferro-manganês nos Estados Unidos, embora predomine o emprêgo de altos-fornos sobre os fornos elétricos, o rendimento global obtido é bastante elevado (85,1% em 1946 e 83,9% em 1950).

2.3. Consumo de minérios de manganês na produção de spiegeleisen e sílico-manganês

Para a produção de sílico-manganês, e principalmente para a produção de spiegeleisen, empregam-se minérios de mais baixo teor em manganês.

Por falta de dados, supor-se-á aqui que os rendimentos da redução desses minérios para esses ferro-ligas sejam iguais aos registrados na produção de ferro-manganês. Ver-se-ão a seguir, com essa hipótese, quais os conteúdos de metal contido nos minérios empregados para esses ferro-ligas.

2.4. Consumo de ferro-ligas na produção de aço

Analisa-se aqui agora a estrutura do consumo dos ferro-ligas na produção siderúrgica norte-americana em 1950, conforme os dados do "Minerals Yearbook" (7.5) convertidos a toneladas métricas.

Os dados importantes da produção e do consumo dos diversos ferro-ligas são os seguintes:

produção siderúrgica (lingotes mais peças fundidas), t	87.600.000
ferro-ligas empregados:	
ferro-manganês, t	701.000
spiegeleisen, t	69.000
sílico-manganês, t	71.800
consumos específicos:	
ferro-manganês, kg/t	7,99
spiegeleisen, kg/t	0,788
sílico-manganês, kg/t	0,819
teor médio dos ferros-ligas:	
ferro-manganês, Mn %	76,96
sílico-manganês, Mn %	67,5
spiegeleisen, Mn %	20,0
manganês metálico introduzido específico:	
ferro-manganês, kg/t	6,15
spiegeleisen, kg/t	0,158
sílico-manganês, kg/t	0,552
manganês total, kg/t	6,860

Assim, o consumo unitário de manganês metálico contido nos diversos ferro-ligas por t de produção siderúrgica anual média da produção norte-americana, é de apenas 6,86 kg/t para tôdas as operações da aciaria.

Com base nesses elementos, e com a análise feita acêrca dos rendimentos na produção do ferro-manganês a qual foi extrapolada para os outros ferro-ligas contendo manganês, pode ser agora estabelecido um índice de consumo de manganês metálico contido em minério por t de produção siderúrgica:

manganês em minério:	
para a produção de 6,15 kg de manganês sob a forma de ferro-manganês	7,34 kg
para a produção de 0,158 kg de manganês sob a forma de spiegeleisen	0,188 "
para a produção de 0,552 kg de manganês sob a forma de sílico-manganês	0,659 "
	8,287 kg

Êsse índice, se referido ao dos minérios brasileiros que têm sido exportados, e supondo-se que sua média seja apenas de 44% Mn, a qual é provavelmente inferior à realidade, corresponde tão somente a 19,2 kg de minério de manganês por t de aço para tôda a média da produção siderúrgica norte-americana.

2.5. Consumo global de minério de manganês

Tomando o índice encontrado de consumo de manganês contido em minério utilizado diretamente em altos-fornos, de 2,12 kg/t de gusa, e o índice relativo ao refino, de 8,29 kg/t, resulta um consumo total de 10,41 kg de manganês contido em minério por t de produção siderúrgica.

Se se referir êsse índice a minério de 44% Mn, teor provavelmente inferior à média dos minérios nacionais exportados, êsse consumo *total* corresponde tão somente a 23,7 kg de minério de manganês por t de aço.

Se o manganês consumido por tôda a indústria siderúrgica mundial o fôsse na mesma base de eficiência e de consumo da indústria siderúrgica norte-americana, para a produção de 250 milhões de toneladas de aço por ano, seriam necessários tão somente 2.610.000 t/ano de manganês contido em minérios; supondo um teor médio de 35% para todos os minérios de manganês produzidos, ter-se-ia um consumo total de 7.450.000 t de minérios de manganês.

Assim, as produções de minérios de manganês já registradas de 9.500.000 t em 1953, e provavelmente ainda maiores em 1955-6,

indicam simultaneamente a formação de estoques e menor eficiência na utilização e/ou na produção dos ferro-ligas contendo manganês.

3. INFLUÊNCIA DOS PROGRESSOS TECNOLÓGICOS NA PRODUÇÃO DE FERRO-MANGANÊS SÔBRE O CONSUMO DE MINÉRIOS DE MANGANÊS

No parágrafo anterior foi visto que, tomando como índices os verificados na indústria siderúrgica de 1950 nos Estados Unidos, o consumo global de manganês metálico contido em minérios por t de produtos siderúrgicos foi de 10,41 kg/t, sendo que 7,34 kg/t correspondem somente ao ferro-manganês empregado nas aciarias. Convém também notar que, nesse ano, o rendimento médio verificado para toda a produção norte-americana de ferro-manganês fôra de 83,9%, um pouco inferior ao que houvera sido registrado em 1946, que atingira 85,1%.

Embora exista ainda margem para aumento dessa recuperação, é certo que índices dessa ordem decorrem de grandes progressos tecnológicos registrados pelos grandes produtores. Mostra Roush (8.5) que o rendimento de utilização de manganês nos fornos de ferro-manganês nos Estados Unidos fôra de cerca de 60% na primeira guerra mundial, subindo a 70% em 1920, a 75% em 1925 e às visinhanças de 85% desde 1935.

Não houvessem existido os aperfeiçoamentos já referidos na produção de ferro-manganês, e mantidos os níveis de rendimento vigentes em 1920, para a produção de 650.000 t de ferro-manganês em 1950, contendo em média 76,96% Mn, em lugar das 1.279.000 t de minério com 46,77% Mn, teriam sido necessárias nada menos de 1.783.000 t de minério de igual composição. Assim a economia decorrente das pesquisas e dos aperfeiçoamentos tecnológicos monta a cerca de 504.000 t de minério.

Provavelmente em numerosos outros países produtores de ferro-manganês os rendimentos são ainda baixos, talvez de pouco mais de 70%. Para avaliar o que pode representar em consumo de minério essas práticas menos eficientes, o seguinte exemplo é bem ilustrativo: se se admitir para os outros produtores afora os Estados Unidos um nível de produção anual de 1.000.000 t de ferro-manganês de 78% Mn, uma diferença de 14% de rendimento (de 70 para 84%) implicaria em economia de 187.000 t de manganês metálico contido em minérios, ou a 430.000 t de minérios de manganês que contivessem 44% Mn.

As perdas de manganês verificadas nos fornos Siemens-Martin atingem ainda índices elevados, suscetíveis de serem muito melhorados.

Segundo os dados do "Committee of Manganese Conservation" do "American Iron and Steel Institute", para a produção de

65.000.000 t de lingotes de aço foram produzidas 4.472.400 t de escórias de refino Siemens-Martin contendo em média 9,13% Mn, além de 7.226.300 t de escória de acabamento contendo 5,04% Mn. Conteriam assim essas escórias nada menos de 772.600 t de manganês metálico contido, parte da qual poderia ser eventualmente recuperada.

Passar-se-ão em revista, de forma concisa, os principais processos estudados ou utilizados na recuperação de manganês, devendo-se distinguir de início dois grupos de processo distintos: a) processos de recuperação de manganês contido em minérios de baixo teor; b) processos de recuperação de manganês contidos em escórias.

4. RECUPERAÇÃO DE MANGANÊS CONTIDO EM MINÉRIOS POBRES

Convém tornar claro, inicialmente, que minérios de baixo teor de manganês têm distribuição mundial muito mais ampla do que se supõe à primeira vista.

Assim, e como principal exemplo, os Estados Unidos, o maior importador de minérios de manganês e notoriamente deficiente quanto minérios de alto teor, dispõe de consideráveis reservas de minérios pobres. Se, no futuro, um ou mais dos processos enumerados a seguir, ou processos por serem descobertos, vierem a ser aperfeiçoados e diminuídos os custos de produção em relação aos minérios importados, ou se se elevar muito os preços dos minérios que os Estados Unidos importam, então é de se crer que crescentes frações do consumo interno possam ser supridas pelos desenvolvimento locais.

Do levantamento recentemente feito para o "National Security Resources Board" pelo "United States Bureau of Mines" em 1952, figuram os seguintes dados relativos a reservas de minérios de baixo teor de manganês:

Artillery Mountains	20.000.000 t (3-4%)
Batesville	1.000.000 t (15%)
Aroostook County	10.000.000 t (9%)
Cuyuna Range	183.000.000 t (7%)
Leadville	2.000.000 t (5-35%)
Butte	2.500.000 t (18%)
Philipsburg	500.000 t (30%)
Boulder City	14.000.000 t (3%)
Three Kids	10.000.000 t (5-15%)
Gaffney Kings Mountains	30.000.000 t (3-4%)
Chamberlain	77.000.000 t (15%)

Muitos processos vêm sendo estudados para o aproveitamento de alguns desses minérios. Muito embora no momento presente o custo do manganês metálico contido seja mais elevado do que o contido em minérios de alto teor, não é de se crer que tais processos não possam vir a ser aperfeiçoados passando assim a competir com os minérios importados, mormente se o preço destes vier a se elevar.

Passam-se em revista agora os principais processos descritos na literatura moderna:

4.1. *Processos hidrometalúrgicos*

Os processos hidrometalúrgicos visam lixiviar o manganês contido nos minérios, submetidos êstes ou não a tratamentos prévios para transformar os óxidos em óxido mais conveniente, seletivamente aos demais minerais de ganga, e a precipitar ulteriormente o manganês na forma de composto, do qual se possa ulteriormente, por calcinação, chegar a obter óxido de alta pureza para fins metalúrgicos.

A revista feita recentemente por Dean, Leaver e Joseph (9.5) da situação das patentes obtidas, permite aquilatar dos grandes esforços dispendidos nessa direção.

4.1.1. *Lixiviação por ácido sulfuroso*

Os minérios de manganês de baixo teor em Mn e de alto teor em sílica podem ser tratados seletivamente por ácido sulfuroso, insuflado em polpa do minério. A lixiviação pode ser realizada em contra corrente, o que permite maior eficiência na utilização do ácido sulfuroso.

Numa primeira fase ácida há co-dissolução de ferro e de parte do fósforo; êsses compostos em solução podem contudo ser em seguida precipitados numa fase neutra, à qual se segue a separação dos resíduos. O filtrado, solução diluída de sulfato de manganês, pode ser ulteriormente concentrado por evaporação, e os cristais de sulfato de manganês são por fim calcinados. Obtém-se assim óxido de manganês MnO de alta pureza.

Diversas variantes dêsse processo, jogando com concentrações e temperatura do SO_2 bem como com as condições na neutralização final, têm sido estudadas, uma delas tendo sido utilizada em escala piloto para o tratamento do minério de Three Kids, Nevada.

Uma variante dêsse processo foi relatada recentemente por Prasky (10.5) em extensos estudos realizados pelo "United States Bureau of Mines" nos minérios de Cuyuna Range, os quais continham em média 7% Mn e 28% Fe. O processo consiste especialmente numa ustulação sulfatante, realizadas em forno vertical de projeto especial, no qual a polpa de minério é submetida à

ação de gases de alto teor em SO_2 entre 600 e 850 °C. A essa etapa segue-se uma de lixiviação seguida de neutralização e filtração. O filtrado é concentrado por evaporação e os cristais de sulfato de manganês são ulteriormente submetidos à dissociação, a qual assegura a obtenção de óxido de manganês de alto teor, para quaisquer das aplicações metalúrgicas.

O óxido obtido na instalação piloto continha entre 50 e 60% Mn.

4.1.2. *Lixiviação por ácido dithiônico*

Para evitar a etapa de calcinação do sulfato de manganês obtido no processo descrito anteriormente, ainda o "United States Bureau of Mines" estudou em escala piloto um processo pelo qual a solução de sulfato de manganês é tratada por cloreto de cálcio para precipitar hidróxido de manganês. O hidróxido de manganês depois de filtrado é sinterizado, fornecendo óxido de manganês de alta pureza.

As únicas perdas de ditionato (11.5) são aquelas devidas à lavagem incompleta do resíduo e do precipitado. Em usina-piloto que tratava 200 kg/dia de minério encerrando entre 13 e 18% Mn, foram obtidas recuperações de manganês entre 85 e 95%. O consumo de cal foi de 150 a 225 kg/t de minério e o de SO_2 variável entre 1,5 e 2,2 kg/kg de manganês metálico extraído. O produto final sinterizado continha: 61% Mn, 1% Fe, 0,04% P, 0,7% SiO_2 e 7.3% CaO, melhor que o mais puro dos minérios naturais.

4.1.3. *Lixiviação por sulfato ferroso*

Nas usinas siderúrgicas integradas, na etapa de decapagem dos produtos siderúrgicos para a remoção das cascas de oxidação, resultam soluções ácidas de sulfato ferroso, contendo entre 0,5 e 10% de ácido livre e entre 10 e 22% FeSO_4 . O despejo dessas soluções constitui um sério problema nos distritos densamente povoados em virtude dos problemas de poluição dos cursos d'água. O volume anual dessas soluções nos Estados Unidos foi avaliado em 240.000 m^3 .

Por essa razão, Hoak e Coull (12.5) cogitaram de seu emprego na recuperação de minérios de baixo teor. Os estudos realizados de lixiviação do manganês desses minérios, contendo entre 14,7 e 26,9% Mn, mostraram que: 1) as recuperações podem atingir 98%; 2) a precipitação seletiva do ferro pode ser facilmente obtida por adição de leite de cal; 3) o sinter final obtido encerra até 64,5% Mn, e baixos teores de Fe e SiO_2 .

Apesar de interessantes êsses resultados, deve se observar contudo que êsse processo parece fadado a utilização muito res-

trita, uma vez que dificilmente poderia ser econômico o transporte desses resíduos aos locais onde podem ser lavrados os minérios de manganês de baixo teor.

4.1.4. *Lixiviação por carbamato de amônio*

O processo devido a Dean e a Leute de lixiviação por carbamato de amônio foi aplicado com êxito industrial aos minérios de Cuyuna Range, Minnesota, segundo trabalho recente de Welsh e Peterson (13.5), pela "Manganese Chemicals Corporation".

Essa firma instalou em Riverton, Minnesota, usina com a capacidade de 200 t/dia de minério, a qual produz carbonato de manganês destinado a fins especiais (despolarizante de pilhas principalmente) em virtude do alto teor do produto. O minério presentemente utilizado encerra entre 9 e 10% Mn e 25 a 28% Fe. O processo baseia-se numa etapa prévia em que os óxidos de ferro são transformados em Fe_3O_4 e os de manganês em MnO. O produto final encerra apenas 0,1% Fe.

Estimativa dos autores conduz à previsão de, se uma usina viesse a ser construída para produzir a quarta parte do consumo norte-americano de minérios de manganês de alto teor, o custo de produção permitiria competir com minérios importados.

4.2. *Processos piro-metalúrgicos*

Alguns dos processos piro-metalúrgicos permitem aproveitar tanto o manganês de escórias como de minérios de baixo teor; serão contudo examinados no parágrafo seguinte, dedicado principalmente ao exame do problema de recuperação de manganês de escórias.

Alguns dos processos desta classe têm sido já aplicados em escalas relativamente grandes, permitindo a obtenção de considerável experiência técnica e econômica sobre as questões em jôgo.

4.2.1. *Processo Udy*

O processo Udy foi descrito em recente trabalho de Burke (14.5), descrevendo os dados e os resultados obtidos na usina de Niagára Falls, Ontário, Canadá, da "Strategic-Udy Metallurgical and Chemical Processes Ltd.". O processo lança mão presentemente de minérios de manganês contendo 12 a 13,5% Mn e 15 a 20% Fe de ganga silicosa, oriundos de New Brunswick, Canadá. O minério é submetido à redução seletiva num primeiro forno elétrico trifásico, sendo pré-aquecido em um forno de reverbero operando a 1350 °C, cuja alimentação é submetida à secagem em forno rotativo, aquecido por gases de saída do forno de reverbero. Nesse primeiro forno elétrico regulam-se as condições de forma a assegurar uma redução seletiva a uma liga Fe-C contendo 1 a 2% C e

0,1% Mn, a qual é tratada em conversor para aço doce; a escória resultante é reduzida num segundo forno elétrico de arco com nova adição de coque como redutor e fundentes, obtendo-se ferro-manganês de alto teor em carbono ou silico-manganês e escória; o sílico-manganês pode ser tratado num terceiro forno elétrico trifásico para a obtenção de ferro-manganês de médio ou de baixo teor de carbono.

Na comparação econômica feita pelo autor citado, comparando o custo de produção de ferro-manganês padrão pelo processo Udy a partir de minérios canadenses de baixo teor com minérios de altos teor importados, chega-se à conclusão que o custo direto de produção de ferro-manganês em alto-forno é de US\$ 185 por tonelada, subindo a US\$ 196 quando produzido em forno elétrico de redução, e descendo a US\$ 114 pelo processo Udy, utilizando minérios de baixo teor que custariam apenas US\$ 3.00 por tonelada, contra US\$ 68.00 para minérios importados.

5. RECUPERAÇÃO DE MANGANÊS DE ESCÓRIAS DE FORNOS DE REFINO

Conforme foi visto anteriormente, as escórias de refino em fornos Siemens-Martin encerram grande quantidade de manganês. Conforme Vignos (15.5) passa à escória nada menos de 85% do manganês total carregado nos fornos Siemens-Martin.

Inventário recente da situação foi promovido pelo "Committee of Manganese Conservation" do "American Iron and Steel Institute" cobrindo produtores responsáveis por uma produção anual de 65.000.000 t de lingotes de aço; por êsses produtores foram produzidas 4.472.000 t de escórias de refino contendo em média 9,13% Mn, além de 7.226.300 t de escória de acabamento, contendo 5,04% Mn. O conteúdo global de manganês nessas escórias, de 772.600 t, é maior do que todo o consumo anual de ferro-manganês padrão nos Estados Unidos.

É assim evidente o interêsse dos processos que vêm sendo estudados, na Europa e nos Estados Unidos principalmente, para promover o aproveitamento do metal contido.

Passam-se em revista os principais processos de recuperação de manganês de escórias.

5.1. *Processo U. S. Bureau of Mines*

O processo desenvolvido pelo U. S. Bureau of Mines devido ao trabalho de Royes (16.5) e Buehl (17.5) consiste essencialmente em reduzir em forno de cuba as escórias Siemens-Martin, tratar o metal resultante em conversor básico para a obtenção de uma escória de alto teor (60% Mn), a qual é depois reduzida diretamente para a produção de ferro-manganês. É assim um pro-

cesso baseado em redução-oxidação-redução dos óxidos existentes nas escórias Siemens-Martin.

O forno experimental de redução foi posto em funcionamento em 1951 e após numerosas dificuldades, vencidas uma a uma, tem funcionado satisfatoriamente. O metal produzido contém 22% Mn com consumo de 2.000 kg coque por t de metal produzido.

A etapa de conversão é realizada em conversor básico, a qual assegura a obtenção de escória contendo entre 56 e 63% Mn, 2 a 3% Fe, 5 a 20% SiO₂, 3% Al₂O₃ e 0,01 a 0,3% P.

Faltam ainda dados, a se julgar dos trabalhos citados, para se poder avaliar a economia do processo. Salienta contudo Sully (18.5) a importância do processo, o qual permitiria a recuperação de pelo menos 300.000 t/ano de ferro-manganês.

5.2. *Processo Newcastle*

Hosking e Gregory (19.5) desenvolveram na usina de Newcastle, Austrália, para a "The Broken Hill Proprietary Company" um processo de dois estágios para a recuperação do manganês contido em escórias Siemens-Martin.

O processo consiste essencialmente em se proceder a uma redução em forno elétrico de revestimento ácido do ferro contido na escória, produzindo-se assim uma escória rica em MnO, e, em seguida, tratar essa escória em outro forno elétrico de revestimento básico, produzindo-se um ferro-manganês-silício contendo 1,36% C, 24,12% Fe, 54,13% Mn, 18-20% Si e 0,638% P; a escória final deste forno encerra apenas 1,10% MnO.

Acredita-se que em períodos de dificuldade de obtenção de minérios de alto teor este processo contribua para a produção de ferro-manganês-silício na Austrália. O processo poderia também ser aplicado com êxito em outros países.

CAPÍTULO VI

PERSPECTIVAS DE CONSUMO DE MANGANÊS NO BRASIL

1. GENERALIDADES

Antes de se examinar, no Capítulo VII as perspectivas de exportação de minérios de manganês pelo Brasil bem como de ferro-ligas e o significado dessas exportações como fontes de divisas de cuja obtenção decorrerá o ritmo da expansão siderúrgica nacional, convém examinar agora as tendências da expansão da si-

derurgia brasileira e as perspectivas de consumo local dos minérios de manganês.

Êsse exame é de grande importância, já que têm sido formuladas hipóteses de exaustão de depósitos, o que, se se verificasse e em face de níveis extraordinariamente elevados tomados para o consumo de minérios de manganês, indicaria uma política desavisada de conservação dos nossos recursos minerais.

2. EVOLUÇÃO E PERSPECTIVA DA PRODUÇÃO SIDERÚRGICA NACIONAL

A produção siderúrgica nacional tem sido incrementada de maneira fortemente acentuada, principalmente desde a construção da usina de Volta Redonda da Companhia Siderúrgica Nacional.

A despeito de se haver logrado níveis de produção elevados, os mais elevados de tôda a América Latina, o certo é que a produção mal tem podido acompanhar o ritmo da demanda. Por isso, continua a ser o Brasil um país importador de produtos siderúrgicos semi-acabados. Para aliviar essa situação têm se empenhado as nossas principais companhias siderúrgicas em ampliar grandemente a sua capacidade, ao mesmo tempo que têm merecido amplo auxílio governamental, tanto do Governo Federal como dos Governos de São Paulo e de Minas Gerais, respectivamente,

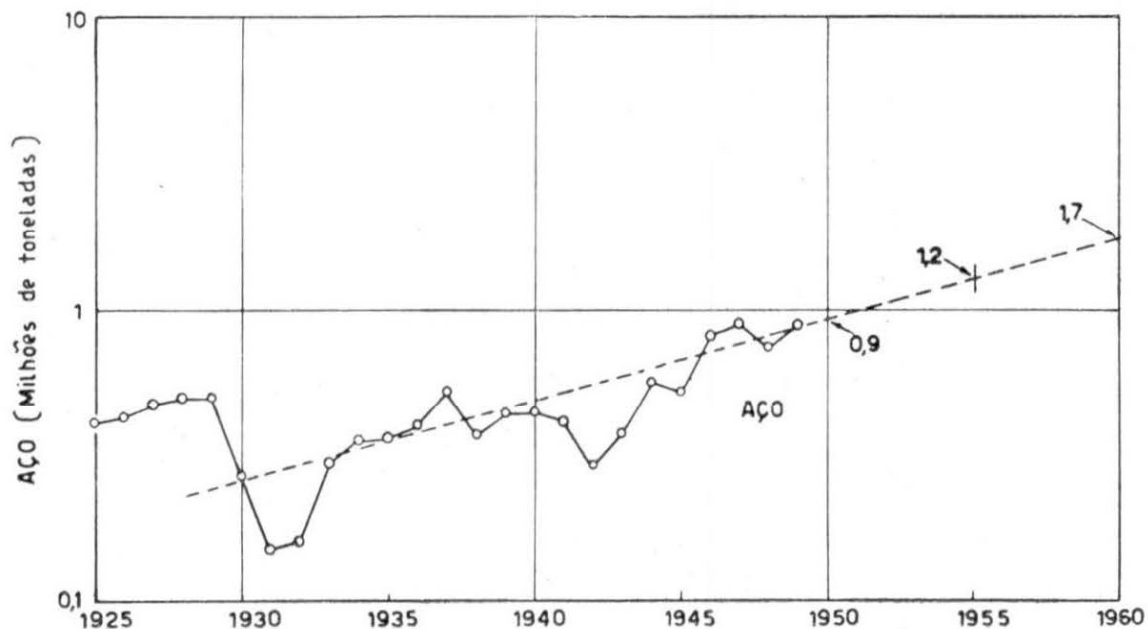


Fig. n.º 11 — Consumo de aço (1925-1949) e previsão de crescimento de consumo de produtos semi-acabados de aço de 1950 a 1960, no Brasil. (Extraído de R. F. Mehl — ref. (1.6).

as duas novas grandes usinas integradas já em início de construção, a Companhia Siderúrgica Paulista “Cosipa” e a Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A “Usiminas”.

A tabela n.º 23 engloba todos os dados relativos à produção siderúrgica nacional (lingotes) nos últimos anos. O exame des-

sa tabela mostra a rápida ascensão verificada na produção; a despeito desses êxitos, a demanda é ainda muito grande e tem de ser suprida por importações, dificultadas no momento atual pelo quadro desfavorável da balança de pagamentos.

A expansão da indústria siderúrgica nacional tem preocupado, e já de longa data aos nossos estadistas, técnicos e economis-

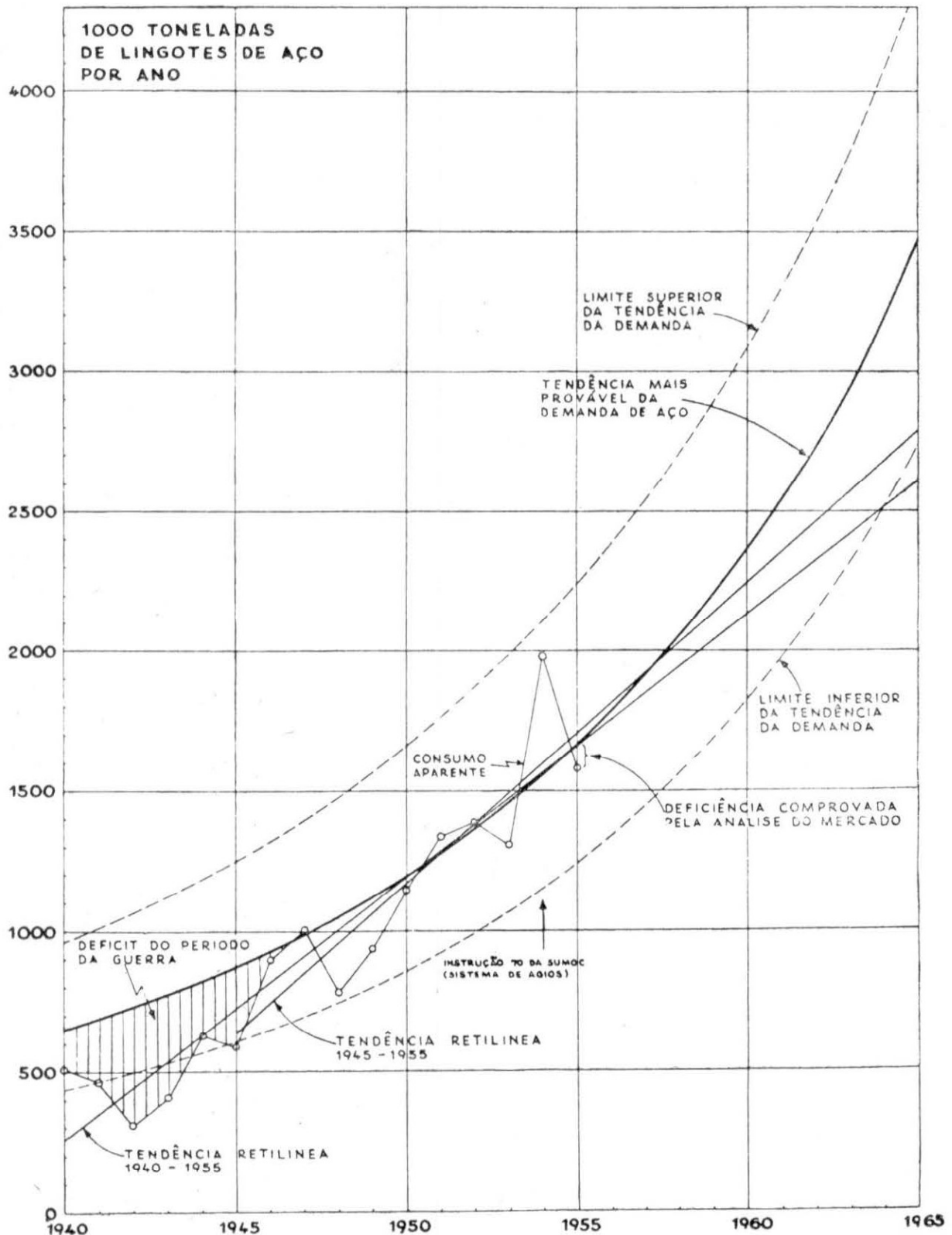


Fig. n.º 12 — Tendência de crescimento do consumo de aço (lingotes) no Brasil em face do consumo verificado entre 1940 e 1955). (Extraído de Companhia Siderúrgica Paulista, ref. (2.6).

tas, e em conseqüência diversos estudos têm sido feitos para prever a tendência do consumo para o futuro, a fim de mel hor permitir prever e planejar as expansões.

Um dos melhores apanhados feitos sôbre a evolução e as perspectivas da indústria siderúrgica nacional foi feita para a Comissão Mixta Brasil-Estados Unidos em 1952 pelo Prof. Robert Franklin Mehl (1.6), acessorado por grupo de experimentados metalurgistas brasileiros. Do trabalho referido foi reproduzida a fig. n.º 11 indicando a previsão do consumo nacional de produtos semi-acabados de aço até 1960, segundo o qual o consumo deverá atingir 1,7 milhões de toneladas nêsse ano, (equivalente a 2 milhões de toneladas de lingotes) para fazer face ao crescente consumo decorrente da rápida industrialização do país.

Outro trabalho mais atualizado de análise da produção e exame das perspectivas foi feito recentemente para a Companhia Siderúrgica Paulista "Cosipa" (2.6). Dêsse trabalho foi reproduzida a fig. n.º 12 segundo a qual a produção siderúrgica nacional para fazer face ao consumo deverá atingir em 1960 2,4 milhões de toneladas e em 1965 3,5 milhões de toneladas.

T A B E L A N.º 23

PRODUÇÃO E CONSUMO APARENTE DE AÇO NO BRASIL

(Produção de lingotes de aço e consumo de aço tomado como a soma da produção e do equivalente de lingotes dos produtos importados)

<i>Ano</i>	<i>Produção</i>	<i>Consumo aparente</i>
1940	141.201	509.934
1941	155.357	465.270
1942	160.139	311.606
1943	185.621	410.676
1944	221.188	630.462
1945	205.935	591.437
1946	342.613	900.387
1947	386.971	1.004.578
1948	483.085	782.325
1949	615.069	941.415
1950	788.557	1.142.048
1951	842.977	1.340.747
1952	893.329	1.390.463
1953	1.016.299	1.309.758
1954	1.148.322	1.980.992
1955	1.156.036	1.581.635
1956	1.364.841	(**)
1957	1.500.000 (*)	(**)

(*) Estimada

(**) Faltam dados.

Verifiquem-se uma ou outra previsão, certo é que o país terá de continuar a envidar grandes esforços para conseguir atingir tais níveis de produção. As inversões necessárias para equipamentos a serem importados montarão a cifras elevadas a essa precisamente constitui a maior dificuldade para a efetivação dessa expansão, em face da generalizada carência de divisas com que tem se defrontado o Brasil crônicamente, e principalmente a partir da 2.^a guerra mundial.

3. PERSPECTIVAS DE CONSUMO DE MANGANÊS PELA SIDERURGIA NACIONAL

Já se disse anteriormente que são absolutamente deficientes os dados existentes acêrca do consumo atual de minérios de manganês pela indústria siderúrgica nacional. Essa deficiência faz com que, tanto para a previsão do consumo atual, como para a projeção do consumo para o futuro, se tenha de recorrer a critérios baseados no consumo de outros países.

Neste parágrafo procurar-se-á estabelecer, tomando índices relacionados com os de prática de países de grande siderurgia, não só os níveis que presentemente devem vigorar no Brasil, como e principalmente, também as tonelagens a serem aqui absorvidas, na hipótese de se verificarem as expansões da indústria siderúrgica nacional.

3.1. *Minérios de manganês para altos fornos de gusa*

Para clareza, convém distinguir o consumo de minérios de manganês de altos fornos para gusa do consumo verificado nas aciarias, quasi exclusivamente na forma de ferro-ligas (ferro-manganês, spiegeleisen e sílico-manganês).

No Capítulo V parágrafo 2.1 foi visto que a média de consumo de minérios de manganês em altos-fornos para produção de gusa correspondeu apenas a 2,12 kg de manganês contido por t de gusa; da análise procedida da estrutura do consumo de minérios de manganês foi visto que 65% do minério para êsse fim carregado nos altos fornos continha apenas entre 5 e 10% Mn.

Abundando no Brasil junto às áreas ferríferas os minérios de manganês de baixo teor (genêricamente contendo até 30% Mn) parece fora de propósito se considerar aqui, para fins de previsão, minérios ricos, de mais de 44% Mn.

Por isso, na estimativa de consumo de minérios de manganês pela siderurgia nacional no que se refere aos altos-fornos para gusa, considerar-se-á que somente venham a ser utilizados os minérios pobres, de escasso valor econômico, e que, por isso mesmo, não entram no mercado de exportação nem foram considerados no cômputo das reservas.

Convém mesmo manifestar o ponto de vista de que a utilização de minérios de manganês de alto teor nos altos-fornos para gusa, se é que é verificada na prática, corresponde a um desperdício, que como tal, deve ser coibido.

3.2. *Minérios de manganês para ferro-ligas*

Conforme explicado, e pela falta de dados estatísticos nacionais, ter-se-á de adotar índices calcados nos verificados nos Estados Unidos, afetados de fatores de correção que levarão em conta não só a diferença de escalas de produção como a experiência ainda relativamente reduzida de que se dispõe no Brasil na produção de ferro-ligas. Não é impossível que os dados reais sejam melhores do que os que vão ser a seguir propostos; entretanto, por prudência, parece preferível estimar o consumo de ferro-ligas contendo manganês e o rendimento na sua obtenção a partir dos minérios de acôrdo com as hipóteses que vão adiante justificadas.

No Capítulo V, parágrafo 2.4 foi visto ser o seguinte o consumo específico de manganês metálico contido na forma dos diversos ferro-ligas na produção de aço:

ferro-manganês	.....	6,15	kg/t
spiegeleisen	.....	0,158	"
sílico-manganês	.....	0,552	"

Supondo que na indústria siderúrgica nacional os consumos sejam 20% superiores aos indicados, ter-se-iam os seguintes consumos de manganês metálico contido por t de lingotes e peças fundidas:

ferro manganês	.....	7,38	kg/t
spiegeleisen	.....	0,188	"
sílico-manganês	.....	0,662	"

correspondendo assim a um consumo total de 8,23 kg Mn/t de lingotes contra 6,86 kg Mn/t nos Estados Unidos.

Supondo que o rendimento da produção de ferro-manganês seja de 75% (contra 83,9% nos Estados Unidos em 1950), o consumo de minério de manganês de 48% Mn para a produção de ferro-manganês de 78% Mn, é de 20,5 kg/t de lingotes. Adotando os mesmos rendimentos e os mesmos teores de minérios na produção de spiegeleisen e de sílico-manganês, os consumos seriam respectivamente de 0,522 e 1,84 kg/t. Resumindo o consumo de minérios de manganês de 48% sob rendimento de 75% para a produção dos ferro-ligas contendo os pesos de manganês metálico assinalados, seria:

minério de manganês de 48% Mn para:

ferro-manganês	20,5	kg/t
spiegeleisen	0,522	"
sílico-manganês	1,84	"
	<hr/>	
	22,862	kg/t

3.3 *Previsão de consumo de minérios de manganês*

Os consumos específicos de minério de manganês para a produção de ferro-ligas destinados às aciarias serão os avaliados no parágrafo precedente, isto é, supondo-se que o consumo de ferro-ligas seja 20% maior do que o registrado nas aciarias norte-americanas e que, na produção desses ferro-ligas a eficiência seja cerca de 14% menor.

A previsão para a produção siderúrgica nacional (lingotes mais peças de aço fundidas) até 1970 foi feita com base na previsão do Relatório Mehl (1.6) diminuindo-se contudo os níveis nos anos do período 1958-1965, dado o fato que, em virtude dos atrasos havidos na realização dos planos de expansão de novas usinas, haverá necessariamente maior tempo para atingir aqueles níveis.

A tabela n.º 24 reúne os dados da previsão.

T A B E L A N.º 24

PREVISÃO DE PRODUÇÃO SIDERÚRGICA NACIONAL (*lingotes mais peças fundidas*) E PREVISÃO DE CONSUMO DE MINÉRIO DE MANGANÊS (48% Mn) PARA FERRO-LIGAS

<i>Ano</i>	<i>Produção siderúrgica brasileira</i> <i>10⁶ t</i>	<i>Consumo previsto de minério de manganês</i> <i>(48 % Mn) para ferro-ligas</i> <i>t</i>
1958	1,8	41.400
1959	2,0	46.000
1960	2,2	50.600
1961	2,5	57.500
1962	2,7	62.100
1963	2,9	66.700
1964	3,1	71.300
1965	3,3	75.900
1966	3,6	82.200
1967	3,9	89.700
1968	4,2	96.600
1969	4,6	105.800
1970	5,0	115.000
		<hr/>
		920.800

Com base nos dados da previsão acima, se lograrmos em 1960 produzir 2.200.000 t de lingotes mais peças fundidas de aço, o consumo de minério de manganês nesse ano teria sido de 50.600 t (minério de 48% Mn) se o consumo corresponder aos índices previstos e se a recuperação do manganês na produção dos ferro-ligas fôr só de 75%.

Ainda com base nesses índices, em 1970 quando se teria conseguido produzir 5.000.000 t de aço, o consumo nesse ano seria de 115.000 t de minério de 48% Mn. N'outras palavras, deste ano (1958) até 1970 inclusive, quando o país deveria ter logrado produzir um total de 41,8 milhões de toneladas de aço, o consumo total de minério de manganês deverá ter sido de 920.800 t, da ordem de grandeza das reservas previstas atualmente para o distrito de Urandí, na Bahia, ou a sétima parte das reservas conhecidas em Minas Gerais.

Esse consumo total desceria a 720.000 t se o consumo específico de manganês na forma dos diversos ferro-ligas e o rendimento de seus minérios na produção desses ferro-ligas se situassem nos mesmos níveis correspondentes aos da indústria siderúrgica norte-americana.

Em face das reservas nacionais de minérios de manganês mesmo os níveis de consumo que podem ser antevistos para depois de 1970 são ainda bastante limitados. Assim, se se estimar que a produção siderúrgica brasileira entre 1970 e 1990 se situe em média em torno de 8 milhões de toneladas por ano (acelerando-se a partir dos 5 milhões previstos para 1970), o consumo de minério de manganês na mesma base dos índices adotados importaria nesses dois decênios em pouco mais de 3,5 milhões de toneladas. Nessas condições, se se contasse apenas com as reservas de Minas Gerais hoje conhecidas, e se nenhuma nova massa de minério viesse lá a ser descoberta, ainda teriam restado em 1990 cerca de 3,2 milhões de toneladas de minério.

CAPÍTULO VII

ASPECTOS ECONÔMICOS DA EXPORTAÇÃO DE MINÉRIOS DE MANGANÊS

1. GENERALIDADES

Examinam-se a seguir os principais aspectos econômicos relacionados com a produção e à exportação de minérios de manganês. O exame desses aspectos é de grande importância para a economia do país, principalmente pela utilização racional das grandes reservas nacionais dos minérios de manganês.

A rápida evolução da economia brasileira, acentuada principalmente no último quinquênio, tornou necessário o atual regime de controle cambial, o qual tem sido sujeito a rápidas e freqüentes alterações das taxas de câmbio para as mercadorias de exportação. É por isso difícil o exame de todos os aspectos econômicos dependentes da receita de exportação dos minérios de manganês, já que os custos são afetados seja pelos componentes de importação (peças de substituição dos equipamentos além de investimentos em maquinaria) seja ainda e principalmente pela elevação de salários, determinada pela necessidade imperiosa de periódicos e freqüentes ajustamentos dos níveis de remuneração do trabalho determinados pela inflação.

Bem compreendendo a incidência desses fatores na formação do custo, têm as autoridades ligadas à política comercial brasileira proporcionado sucessivas correções do valor de conversão das moedas de exportação, visando assim, e de forma realista, incentivar o ritmo dos suprimentos de matérias primas e materiais manufaturados para o exterior, como meio de aumentar o montante das divisas necessárias para fazer face às aquisições forçadas de bens de consumo essenciais requeridas pelo Brasil.

É bem de ver que esses reajustamentos visam apenas corrigir os desequilíbrios dos preços internos. O que mais importa, entretanto, é o problema encarado do ponto de vista de obtenção de divisas. Este, entretanto, é comandado apenas pelos fatores de mercado consumidor exterior, estranhos assim ao país.

2. PREÇOS DOS MINÉRIOS DE MANGANÊS

2.1. *Estrutura dos preços dos minérios de importação*

Diz concisamente Roush (1.7) que o preço do minério de manganês é determinado pelo preço pelo qual pode ser vendido o ferro-manganês ou o sílico-manganês ou o spiegeleisen.

É claro que, além desse determinante, derivado da lei de oferta e procura, contribuem também, e de forma acentuada, para fixá-lo a taxa alfandegária estabelecida pelos países exportadores, a taxa alfandegária pelo país importador, o regime de fretes e seguros marítimos e a situação de relativa certeza ou de relativa incerteza de obtenção de suprimento do exterior. Nos períodos de comoção do comércio internacional, este último, mais que todos os demais, é o principal determinante do valor do minério nos países consumidores.

No mercado norte-americano, principal importador mundial como foi examinado no Capítulo I, a cotação é expressa em centavos de dollar por 10,1605 kg de manganês metálico contido ("long ton unit") para minérios que satisfaçam a determinada especificação. Assim, por exemplo, se a cotação nominal de um

dado minério, numa dada época, fôr de US\$ 1.00 por "long ton unit", o exportador que coloque em pôrto norte-americano uma tonelada de minério de 48,5% Mn, obteria US\$ 47,73. Para a base usual da cotação norte-americana (o chamado índice EMJ "Engineering & Mining Journal Metal and Mineral Markets") entende-se o minério posto a bordo em pôrto norte-americano; include assim frete e seguros, bem como eventuais taxas pelo país exportador. Os direitos alfandegários do país importador são sempre extra-cotação, sendo pagos pelos importadores.

Nos mercados europeus, excetuado o inglês, a cotação é expressa em unidade monetária do país importador (geralmente em base de convertibilidade para dollar de curso estabelecido ou livre) por quilograma de metal contido.

Os preços das cotações EMJ referem-se ao que se chama "spot sales prices", válidos para partidas determinadas, em épocas determinadas, e entre determinado exportador e determinado comprador. Para grandes contratos, de vigência por períodos extensos e determinados, os preços convencionados entre os contratantes são em geral mais baixos que os de "spot sales", justificando-se a diferença tanto pelo volume como pela estabilidade necessária ao desenvolvimento do programa bi-lateral.

2.2. Especificação de minérios

Visto que, e para a maioria dos países importadores, os minérios vão ser empregados principalmente para a produção dos ferro-ligas contendo manganês, e dado que o rendimento de sua utilização depende de sua composição, é lógico que os preços dos minérios dependam da análise do minério, quer quanto ao teor de Mn, quer quanto aos teores das impurezas, principalmente aquelas que afetam desfavoravelmente as propriedades dos aços, quer ainda quanto aos característicos de granulometria, intrínsecos a cada minério.

De uma maneira geral, os minérios utilizados para a produção econômica de ferro-manganês — o principal ferro-liga utilizado, conforme foi visto no Capítulo IV — devem conter cerca de 48% Mn e 6% Fe; seus teores de sílica e de alumina devem ser baixos, sua soma devendo ser sempre inferior a 11%. O minério deve ainda conter no máximo 0,12% P. Outras impurezas presentes (Zn, Sn, Pb, Cu) devem ser também mantidas abaixo de determinados níveis. Existe mercado para minérios mais pobres, de 40% Mn, e até de menor teor; êstes contudo devem ser misturados aos minérios mais ricos de forma a o teor médio apresentar relação Mn/Fe não inferior a 7,5.

Observação importante é a relativa aos característicos físicos dos minérios. Para uso eficiente nos fornos de ferro-manganês, os minérios devem ter fragmentos de dimensões máximas de

120 mm devendo ser mínima a proporção de material pulverulento que passe na peneira de 20 malhas por polegada linear.

Transcrevem-se a seguir as especificações (2.7) relativas a minérios metalúrgicos de alto e de médio teor:

Teores de minérios de manganês de alto teor

Cu + Pb + Zn	0,1 max
Mn	46% min
Fe	8% max
SiO ₂ + Al ₂ O ₃	12% max
P	0,18% max

Teores de minérios de manganês de médio teor

Mn	40% min
Fe	6% max
SiO ₂ + Al ₂ O ₃	15% max
P	0,3% max
Cu	0,25% max
Cu + Pb + Zn	1% max

Naturalmente minérios para fins químicos (despolarizante de pilhas) têm outras especificações e seus preços são consideravelmente mais elevados.

2.3. *Preços dos minérios importados*

Em geral os grandes consumidores de minérios de manganês dependem principalmente de fontes exteriores de suprimento para o suprimento das suas necessidades. Essa circunstância faz com que a indústria local de minérios de manganês seja subsidiada através de preços adicionais pagos por órgãos ligados à política de regularização de estoques de matérias primas minerais essenciais.

Os preços de minérios de manganês de alto teor têm sofrido grandes flutuações nos últimos anos, conseqüentes dos fatores determinantes de sua fixação. Nos Estados Unidos, por exemplo, segundo os dados compilados por Roush (3.7) no período 1913-1937, os preços médios anuais variaram entre o mínimo de 17,00 centavos de dollar por "long ton unit" em 1933 (em conseqüência de grande depressão mundial de 1932-1933) e o máximo de 127,26 centavos de dollar em 1918, na primeira guerra mundial. Deve ser lembrado, entretanto, que a unidade monetária, o dollar, variou de poder aquisitivo nesse período, o que torna menos expressivos os valores reproduzidos. Tomando como 100 o índice relativo a 1913 dos bens de consumo e 250 o índice relativo a esse ano do minério de manganês (25,00 centavos por "long ton unit"), o

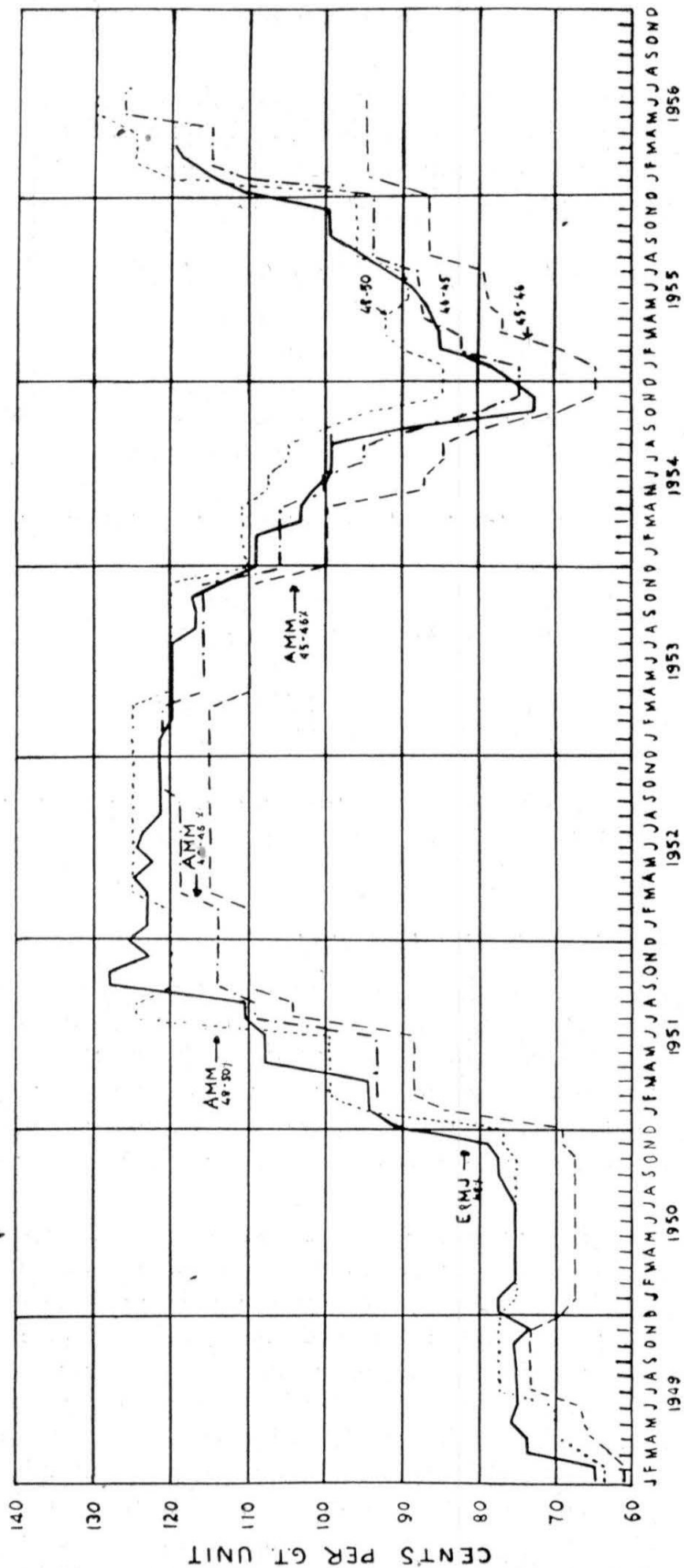


Fig. n.º 13 — Variação dos preços de manganês em centavos de dollar por "gross ton unit" segundo Engineering & Mining Journal e American Metal Markets no período 1949 a junho 1956...

valor máximo verificou-se em 1918(minério de manganês: 676,6) quando o índice dos bens de consumo atingiu o máximo (221,2) em 1920. Em 1937, por exemplo, o índice dos bens de consumo era de 123,6 (23,6% de aumento sôbre o nível de 1913) quando o de minério de manganês era de 448,8 (79% de aumento sôbre o nível de 1913).

Nos últimos dois lustros os preços de minério de manganês de alto teor nos Estados Unidos sofreram mais sensíveis mutações, bem mais acentuadas que a queda de poder aquisitivo da moeda americana. O gráfico da fig. n.º 13 mostra a variação havida nas médias mensais dos índices "Engineering & Mining Journal" e "American Metal Market". Nêsse gráfico convém notar que os teores de referência dos minérios também variaram: assim para os índices EMJ considera-se como base o teor de 48% Mn, quando para os índices AMM distinguem-se as bases para 45-46%, 46-48% e 48-50%. Mostra ainda o gráfico que os preços EMJ subiram violentamente a partir de dezembro de 1951 de níveis entre 64 e 80 centavos a cêrca de 120 vigentes na quadra agôsto 1951 a julho 1953, para cair acentuadamente desde o início de 1954 para atingir os níveis mínimos de 75 centavos em novembro 1954-fevereiro 1955, para novamente subir, ultrapassando mesmo os níveis anteriores, no início de 1956.

Os preços recentes de minérios de manganês de alto teor extraídos do "Engineering & Mining Journal" e do "Engineering & Mining Journal-Metal and Mineral Markets", foram os seguintes:

Preços recentes de minérios de manganês (base 48% Mn) em centavos de dollar por 10,1605 kg ("long ton unit") de manganês metálico contido, cif pôrto-americano, impôsto de exportação pago, impôsto de importação norte-americano a ser pago pelo importador

data da cotação	valor
17- 1-57	164 a 169
25- 4-57	158 a 163
7- 7-57	145 a 147
29- 8-57	140 a 143
3-10-57	140 a 143
26-12-57	136 a 139
23- 1-58	133 a 136
6- 3-58	133 a 136
15- 5-58	123 a 125
17- 7-58	110 a 115
11- 9-58	105 a 110
16-10-58	105 a 110

Verificou-se, conforme mostram os dados acima, uma contínua e progressiva queda do preço de manganês o valor da unidade tendo caído de 164 a 169 centavos em janeiro de 1957 a 105 a 110 centavos em outubro de 1958. Foi assim o mercado de manganês atingido talvez mesmo mais intensamente do que os demais mercados de minérios e produtos metálicos, conforme observou recentemente O'Connell (4.7) no exame da situação do manganês nos Estados Unidos em 1957. Salienta esse autor que no início de 1957 as usinas siderúrgicas norte-americanas operavam entre 97 e 100% da capacidade; as dificuldades encontradas na colocação dos produtos fizeram com que diminuísse gradativamente a produção siderúrgica, para operar pouco acima de 60% da capacidade no fim de 1957. A conseqüência dessa diminuição de consumo foi a enorme elevação dos estoques de minérios de manganês nas usinas: as importações que em 1956 se elevaram a 2.020.000 t métricas subiram ainda em 1957 a 2.590.000 t, ao passo que o consumo de minérios de manganês caiu de 2.190.000 t em 1956 a 2.060.000 t (convindo notar que a produção norte-americana de minérios de manganês se manteve praticamente estacionária: 313.000 t métricas em 1956 e 301.000 t em 1957); por isso os estoques nas usinas subiram de 1.160.000 em 1956 a 1.330.000 t em 1957.

A tendência próxima futura dos preços é ainda a de declinar um pouco, só voltando a se recuperar níveis pouco mais elevados do que os atuais (outubro de 1958) quando houverem sido grandemente diminuídos os estoques de minérios e quando houver aumentado a produção siderúrgica.

2.4. *Preços dos minérios produzidos nos Estados Unidos*

Muitos países de grande indústria siderúrgica dependentes de importação de minérios de manganês têm interesse em manter certa produção nacional. Dada a impossibilidade de competição com os produtores do exterior, pelo fato de se tratar em geral de minérios de economia marginal, sua exploração depende geralmente de subsídios outorgados por departamentos incumbidos de velar pela manutenção dessa indústria. Note-se que nesses países, afóra a proteção aduaneira, a qual entretanto é de escasso significado prático, existem mecanismos de fixação de preços de minérios locais, estabelecidos por períodos razoavelmente longos, que, por isso mesmo, permitem razoável estabilidade da indústria mineral desses minérios, que, doutra forma, seriam eliminados do mercado consumidor nacional.

Estimulada pelas aquisições diretas do govêrno a preços elevados, a produção norte-americana de minérios de manganês passou de 180.000 t métricas em 1954 a 261.000 t em 1955 mantendo-se em 1956 e 1957 em torno de 300.000 t. Até agora, e desde 1953, vigoram para minérios norte-americanos para a base de 48% Mn preços em torno de 230 centavos por "long ton unit".

Êsses preços são quasi 2,2 vêzes maiores do que os preços de minérios importados, na base dos vigentes em outubro de 1958.

3. DIREITOS ALFANDEGÁRIOS

3.1. *Direitos alfandegários sobre minérios*

Diversos países taxam os minérios de manganês, ainda que seja muito limitada a produção local. A taxaçoão tem assim mais um aspecto fiscal do que protecionista da mineraçoão nacional.

Até 1922 nos Estados Unidos os minérios de manganês entravam livres de direitos. A partir dêsse ano, quando entrou em vigor a tarifa da lei Fordney-McCumber (5.7) os minérios foram taxados na base de 1 centavo de dollar por libra de manganês contido, equivalente assim a US\$ 22.40 por tonelada de 2.240 libras. Em 1936 foi negociado acôrdio bilateral com o Brasil, pelo qual, e pela cláusula de "nação mais favorecida" os direitos alfandegários sobre minérios brasileiros foram produzidos a 0,5 centavos de dollar por libra de manganês contido (US\$ 11.20 por tonelada de 2.240 libras). Posteriormente essa redução foi generalizada para outros produtores, tendo vigorado até 1948, quando, em decorrência dos acôrdos de Genebra, os direitos foram baixados a 0,25 centavos de dollar por libra (equivalente a US\$ 5.60 por tonelada de 2.240 libras). Êsses direitos vigoram até o presente, e, conforme foi apontado no parágrafo anterior, são pagos pelo importador extra-cotaçoão.

O significado prático dêsses direitos alfandegários têm diminuído de importância à medida que se eleva a cotaçoão do minério: em 1945 correspondia a 43,1% ad-valorem e aos preços vigentes em outubro de 1958 a pouco menos de 8% ad-valorem. De outro lado, em face dos preços vigentes nos Estados Unidos para os minérios produzidos nos Estados Unidos — pelos quais os órgãos do Governo pagam 2,2 vêzes mais pelo manganês contido do que no caso dos minérios importados — êsses direitos nada representam no sentido de protecção à mineraçoão norte-americana de manganês. No dia que cessarem os subsídios, se é que algum dia venham a ser suprimidos, seria necessário que as tarifas fôsem de cerca de 230% ad-valorem para manter a situaçoão econômica atual.

3.2. *Direitos alfandegários sobre ferro-ligas*

Convém examinar agora os direitos alfandegários vigentes para os diversos tipos de ferro-manganês e para sipegeleisen, principalmente pelo fato de nos últimos anos terem aumentado substancialmente as importaçoões dêsses ferro-ligas pelo mercado consumidor norte-americano.

Essas importaçoões têm crêscido de importância: em 1953 fo-

ram importadas pelos Estados Unidos (6.7): 18.805 t de ferro-manganês de menos de 1% C, 27.718 t de entre 1 e 4% C e 79.995 t de mais de 4% C num valor global de quasi 29 milhões de dollares; em 1954 as tonelagens foram respectivamente de 138, 9.006 e 47.538 (todos os dados em toneladas de 906 kg) no valor de quasi 11 milhões de dollares.

As tarifas em vigor são as seguintes: para ferro-manganês contendo 1% max C 15/16 de centavo de dollar por libra de manganês contido mais 10%, a mesma tarifa vigorando para os teores de carbono entre 1 e 4% sem o adicional, reduzindo-se a 11/16 de centavo por libra de manganês contido para ferro-manganês de mais de 4% C. Para fins de comparação, tomando por base as cotações dos diversos tipos de ferro-manganês em 1948, a tarifa correspondia a 15,2% ad-valorem para a classe de 1% C max, a 7,8% para a classe entre 1 e 4% C e 9,3% para a classe de mais de 4% C.

A tarifa para spiegeleisen em vigor é de 1 7/8 centavos de dollar por libra de manganês contido, equivalente a 24,8% ad-valorem sobre os preços vigentes em 1939.

4. PREÇOS DE FERRO-LIGAS

4.1. *Preços de ferro-manganês padrão*

Variam os preços de ferro-manganês com o tipo particular considerado das especificações, conforme foi examinado no Capítulo III, parágrafo 3. As cotações são estabelecidas para o ferro-manganês padrão, de alto teor de carbono, e para a base 78/82% Mn, vigente até junho de 1953, e para a base 74/82% Mn a partir dessa data. Os outros tipos de ferro-manganês têm adicionais sobre esses valores, tanto maiores quanto menor o teor de C (não sendo contudo linear a relação) e quanto menor o teor de P e S.

Os preços médios nos Estados Unidos desde 1937 foram os seguintes:

Preços médios de ferro-manganês, nos Estados Unidos

ano	c/lb	c/kg	c/kg Mn contido
1937	4,40	9,70	12,10
1938	4,35	9,60	12,00
1939	3,87	8,55	11,10
1940	4,91	10,82	13,50
1941	5,36	11,82	14,80
1942	5,36	11,82	14,80
1943	5,36	11,82	14,80
1944	6,03	13,30	16,60
1945	6,03	13,30	16,60

1946	6,03	13,30	16,60
1947	6,14	13,52	16,90
1948	6,66	14,70	18,40
1949	7,64	16,82	21,05
1950	7,79	17,18	21,42
1951	8,31	18,35	22,96
1952	9,02	19,90	24,90
1953	10,04	22,10	27,80
1954	9,83	21,68	28,90
1955	9,56	21,10	28,10
1956	10,91	24,00	32,00
1957	12,60	27,70	36,90
1958 (out.)	12,25	27,00	36,00

Mostram os dados acima uma contínua elevação do custo do manganês metálico contido na unidade de pêso do ferro-manganês; ligeiro decréscimo verificou-se no correr de 1958, quando caiu de pouco menos de 1 centavo de dollar por kg de Mn contido (0,35 centavos por lb de ferro-manganês de 74 e 76% Mn).

4.2. *Preços de spiegeleisen*

As cotações nos últimos anos de spiegeleisen de 19 a 21% Mn variaram da forma seguinte (7.7):

ano	dollares por 1016 kg	c/kg Mn contido
1952	78,96	3,94
1953	85,58	4,26
1954	86,00	4,30
1955	86,45	4,32
1956	95,08	4,75
1957	102,50	5,12

5. PERSPECTIVAS ECONÔMICAS DECORRENTES DA EXPORTAÇÃO DE MINÉRIOS DE MANGANÊS

Convém frisar, de início, que a exploração das grandes reservas de minérios de manganês do Amapá em 1957 constituiu acontecimento de grande importância no suprimento dos mercados exteriores de minérios.

Essa exportação permitiu que em 1957 passasse o Brasil à posição de principal fornecedor de minérios de manganês aos Estados Unidos, deslocando rapidamente outros fornecedores que anteriormente abasteciam, ao lado de modesta contribuição brasileira, o mercado norte-americano.

Segundo a revista feita por O'Connell (4.7), o Brasil exportara em 1955 apenas 164.000 t (net tons), subindo em 1956 a

237.218 t e em 1957 a entre 850.000 e 900.000 t; parte considerável dêsse total corresponde à produção do Amapá.

Se as exportações pudessem atingir em breve 1 milhão de toneladas por ano, e ainda que o preço do minério caísse a US\$ 1.00 por "long ton unit", ter-se-ia um montante de divisas de cerca de 48 milhões de dólares, o que constituiria um poderoso refôrço à balança comercial brasileira, quasi 33 milhões de dólares a mais do que o país auferiria se houvesse mantido o ritmo de exportação verificado em 1955.

É de se destacar a posição privilegiada do Brasil, e principalmente das jazidas do Amapá, no que se refere a fretes marítimos em relação a outros produtores: os minérios embarcados na Índia pagam fretes da ordem de US\$ 12.00 por tonelada quando os do Amapá pouco mais de US\$ 5.00.

Esse reduzido valor do frete marítimo em face dos fretes ferroviários tornaria competitivas as minas do Amapá em relação às jazidas de Minas Gerais para o suprimento de minério de uma usina que se localisasse em Santos. De fato, o frete atual da E. F. Central do Brasil combinado com o da E. F. Santos a Jundiáí é da ordem de Cr\$ 900,00 por tonelada, maior que o equivalente que seria pago a navios fretados que trouxessem a Santos minérios do Amapá.

6. PERSPECTIVAS DE INDUSTRIALIZAÇÃO DOS MINÉRIOS DE MANGANÊS NO PAÍS

No momento atual não existem condições que permitam o processamento no país de toneladas substanciais de minérios de manganês para ferro-ligas (principalmente ferro-manganês) destinados à exportação.

A produção brasileira de ferro-ligas contendo manganês satisfaz plenamente à capacidade consumidora da nossa indústria siderúrgica e a expansão em curso, através da nova usina, em construção adiantada pela Companhia Siderúrgica Nacional em Água Boa, próximo de Conselheiro Lafaiete, Minas Gerais. Em certos períodos tem mesmo sido possível se exportar ferro-manganês, a despeito de a taxa cambial de exportação ter sido até recentemente bastante desfavorável ao exportador nacional. Trata-se entretanto de partidas relativamente limitadas, sobras momentâneas de abastecimento do mercado interno.

Não é de se crer que, por ainda muitos anos, venha a ser econômica no país a produção de ferro-manganês padrão em altos fornos, em virtude do elevado consumo de coque, da ordem de 2.100 kg/t de ferro-manganês (êsse índice referindo-se contudo a coque de teor de cinza mais baixo do que o presentemente produzido pela Companhia Siderúrgica Nacional a partir de misturas de carvão

nacional beneficiado em Capivari, Santa Catarina, com carvão importado dos Estados Unidos).

Entretanto, o emprêgo dos fornos elétricos de redução vem se generalizando no país, existindo já apreciável experiência acumulada.

Com a efetivação de numerosos grandes projetos de produção de energia hidroelétrica atualmente em desenvolvimento (para citar apenas os maiores: Furnas e Três Marias, em Minas Gerais, além da futura usina de Urubupungá, presentemente em fase de conclusão de projeto pelo Govêrno do Estado de São Paulo) abrir-se-ão grandes perspectivas para uma crescente produção de ferro-manganês para exportação, como conseqüência de usinas que venham a ser construídas dotadas de fornos elétricos.

No presente momento não existem ainda sobras de energia que possam ser utilizadas para a produção de ferro-manganês para exportação. Entretanto, quando vierem a ser concretizados os referidos projetos, entre muitos outros presentemente sendo desenvolvidos, tanto pelo govêrno federal como pelos governos estaduais de São Paulo e Minas Gerais, principalmente, poder-se-á cogitar de produzir ferro-manganês (e outros ferro-ligas) em escala suficientemente grande que permita competir, com real vantagem para o país, com produtos análogos importados pelos países de grande indústria de outras fontes produtoras. Já foi visto, por exemplo, que em 1953 importaram os Estados Unidos cêrca de 29 milhões de dollares de ferro-manganês de diversos tipos, bem como que os direitos alfandegários não parecem constituir óbice maior para a colocação dêsses ferro-ligas naquele grande mercado. Provavelmente condições análogas existem para outros países, europeus e asiáticos, de grande indústria siderúrgica.

Nos fornos elétricos de 3.000 a 5.000 kVA, a produção de ferro-manganês padrão (alto carbono) exige cêrca de 4.000 kWh/t, além de cêrca de 600 kg de coque e entre 80 e 120 kg de eletrodos (carbono amorfo) ou o equivalente de pasta Söderberg para eletrodos contínuos. Nessas condições, uma usina destinada a produzir anualmente 100.000 t de ferro-manganês de 78% Mn alto carbono necessitaria perto de 50.000 kVA instalados. Produziria contudo o equivalente de 27 milhões de dollares ao preço vigente de ferro-manganês nos Estados Unidos. Consumir-se-ia para essa produção cêrca de 240.000 t/ano de minério de manganês de 46% Mn se a recuperação fôsse de apenas 75%, consideravelmente inferior à que é hoje corrente nos Estados Unidos.

Principalmente para os minérios do Urucum, Mato Grosso, e quando vier a ser instalada parte da capacidade geradora da grande usina que será no futuro Urubupungá, abrir-se-ão perspectivas da mais alta importância para a economia do país. Outros sistemas hidro-elétricos (Furnas e Três Marias principalmente) po-

derão também fazer com que o Brasil se torne o principal fornecedor de ferro-manganês para a siderurgia mundial. Nêsse esquema, as jazidas de Minas Gerais poderão contribuir com crescente tonelagem de minério, principalmente se sua exploração puder ser incentivada através do plano preconizado pelo Prof. Pinto de Souza (8.7). Com êsse plano, longe de se determinar a estagnação da mineração de manganês em Minas Gerais, e nos outros Estados e Territórios, subordinar-se-ia o ritmo de exploração às reservas efetivamente determinadas. Sòmente assim é que, ao mesmo tempo zelando pelos interêsses superiores do país em relação às suas reservas de minérios de manganês, propiciar-se-ia um regime capaz de contribuir, poderosamente, para uma contínua e crescente atividade de pesquisa e de determinação de novas reservas desses minérios.

SUMÁRIO E CONCLUSÕES

1. O estado de conhecimento das reservas de minérios de manganês dos principais países produtores não justifica qualquer apreensão quanto a dificuldades que pudessem ocorrer em futuro menos próximo. (Cap. I, 5).

2. Ambos os blocos em que a política internacional divide os países contam com fartas reservas de minérios de manganês. (Cap. I, 3).

3. As reservas reais poderão ser muito superiores às atualmente conhecidas, uma vez que são insuficientes os dados relativos a muitos distritos de minérios de manganês de maior importância. (Cap. I, 5).

4. No Hemisfério Ocidental, com a exceção dos Estados Unidos e do Canadá, as reservas que têm sido cubadas se referem quase exclusivamente a minérios de alto teor e destinados à exportação, uma vez que o consumo para uso próprio para a maioria dos países (com exceção do Brasil) é ainda muito diminuto. As reservas de minérios de teores mais baixos, inclusive daqueles que possam vir a ser concentrados, não tem sido determinadas por falta de interesse econômico em seu aproveitamento motivado pela abundância de minérios de alto teor. (Cap. I, 4).

5. É conveniente se atentar à importância potencial dos minérios da África, os quais poderão no futuro, e se houver conveniência para os consumidores, deslocar alguns dos atuais países produtores. (Cap. I, 3).

6. Os Estados Unidos da América do Norte constituem presentemente os maiores importadores de minérios de manganês (cêrca de 3.500.000 t em 1956), seguindo-se-lhe a Europa Ocidental (cêrca de 2.000.000 t). Boa parte do abastecimento de minérios de manganês à Europa Ocidental cabe à União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (entre 25 e 30% em 1956), outra parte maior cabendo a países da África. (Cap. I, 4).

7. A Europa Ocidental constitui um mercado potencial de particular importância para o Brasil, que poderia vir a competir em parte com as exportações de origem soviética e africana. (Cap. I, 3).

8. O Brasil possui muitas centenas de jazidas de minérios de manganês; o estado atual de conhecimento dos minérios da gran-

de maioria dessas centenas de jazidas indica entretanto serem jazidas de reduzido valor econômico, seja pelo teor, seja por se tratar de minérios ricos em ferro, seja por dificuldades de concentração, seja ainda por serem de reduzidas dimensões as reservas ou menos favorável a localização em relação aos meios de transporte. (Cap. II, 1).

9. O conhecimento real das reservas provadas é ainda muito limitado, mal alcançando 1/5 das reservas totais estimadas. Nos três principais distritos não estão cubadas com rigor nem metade das reservas prováveis, fração que não alcança 1/10 em Urucum. Considera-se de imperioso interesse nacional que o poder público promova ou estimule a determinação dessas reservas adicionais. (Cap. II, 8).

10. No estado atual do conhecimento dos minérios brasileiros, unicamente quatro províncias se apresentam com destaque no quadro da economia mineira do país. As reservas totais (minério medido, indicado e inferido) de minérios de exportação (somente os que contêm mais de 42% Mn), num cálculo que deve ser considerado conservador, são:

Amapá	25.000.000 t
Urucum	55.000.000 t
Minas Gerais	7.700.000 t
Bahia	2.500.000 t
	<hr/>
TOTAL	90.200.000 t
Dêsse total consideram-se provadas as seguintes reservas:	
Amapá	15.000.000 t
Urucum	4.420.000 t
Minas Gerais	1.500.000 t
	<hr/>
TOTAL	20.920.000 t

Acrescentando-se às reservas totais acima discriminadas cerca de 8 milhões de toneladas de minérios de baixo teor bem como de pequenas reservas conhecidas em outros Estados, resulta que as reservas brasileiras de minérios de manganês ora conhecidas são da ordem de 100.000.000. (Cap. II.9).

11. O grosso da tonelagem de minérios de manganês explorados em todo o mundo é absorvido pela indústria siderúrgica, (Cap. III, 2), responsável por cerca de 95%; os outros 5% são consumidos por diversas outras indústrias (pilhas secas, indústrias químicas, indústrias cerâmicas e de vidro e indústria de metais e ligas não-ferrosos, nas quais o manganês é elemento de liga).

12. A comparação entre as curvas de produção siderúrgica e de produção de minérios de manganês em função do tempo, mostra,

no passado, maior correspondência do que a verificada atualmente, as discrepâncias dos valores dos coeficientes de correlação devendo ter explicação principalmente na formação de estoques em países consumidores para fazer face a possível ou eventual emergência. (Cap. III, 2).

13. Foram examinadas de forma crítica (Cap. III, 3) as especificações correntes dos principais tipos de ferro-ligas contendo manganês (ferro-manganês standard de alto carbono, ferro-manganês de médio teor de carbono, ferro-manganês de baixo teor de carbono, spiegeleisen, sílico-manganês) bem como de manganês eletrolítico, destinado a emprêgos especiais.

14. A estrutura do consumo (Cap. III, 4) dos ferro-ligas pela indústria siderúrgica mostra tendência nítida no sentido de maior utilização de ferro-manganês standard em detrimento de consumo de spiegeleisen e de sílico-manganês.

15. As funções desempenhadas pelo manganês e seus óxidos na indústria siderúrgica foram detidamente examinadas com base em literatura moderna e atualizada. (Cap. III, 5).

16. No Cap. IV foram passados em revista os principais aspectos relacionados com a economia e com o possível emprêgo de substitutos do manganês na indústria siderúrgica. Examinaram-se os problemas relacionados com a utilização de ferro-manganês sub-standard, bem como de spiegeleisen e de sílico-manganês em lugar do ferro-manganês padrão, que corresponde à utilização de minérios de manganês bastante mais pobres do que os que normalmente são importados pelos países de grande indústria siderúrgica.

17. Foram examinados também no Cap. IV, parte 8 os meios que conduzem a maior economia de consumo de ferro-ligas e de consumo de minérios na produção dos ferro-ligas, do ferro-manganês padrão principalmente.

18. Os processos de desulfuração do gusa, os quais têm resultado recentemente de notável esforço de pesquisas científicas e tecnológicas, permitem, com economia, reduzir apreciavelmente o consumo de manganês. (Cap. IV, 8.2.1).

19. Grandes progressos foram feitos no sentido de economizar manganês à custa de melhores práticas (baseadas em melhor controle das operações e melhor seleção das matérias primas) nas aciarias. Progressos adicionais podem continuar a ser esperados, principalmente em períodos em que em alguns países se venha a contar com dificuldade de abastecimento de manganês. (Cap. IV, 8.2.2 e 8.2.3).

20. A correlação entre a produção siderúrgica mundial e a produção mundial de minérios de manganês (Cap. V, parte 2 tabela n.º 20) indica grandes flutuações do índice (entre 27,7 e 40,6 kg

de minério/t de lingotes) provavelmente relacionada à formação de estoques em países que dependem principalmente de abastecimentos externos de minérios de manganês.

21. Relativamente ao consumo médio de minérios de manganês nos altos-fornos para gusa, a análise dos dados referentes à indústria siderúrgica norte-americana (Cap. V, parte 2, tabelas ns. 21 e 22) mostra que o consumo corresponde somente a 2,12 kg de manganês contido por t de gusa. Contribuem com 40% desse conteúdo os minérios norte-americanos (principalmente de baixo teor) 60% originando-se de minérios importados (também principalmente de baixo e de médio teores em Mn).

22. Na produção de ferro-manganês, o principal ferro-liga utilizado nas aciarias, a recuperação do manganês contido tem oscilado entre 83,9% e 85,1% no período 1946-1950, consideravelmente mais elevada do que se verificava anteriormente.

23. Na indústria siderúrgica norte-americana o consumo médio (em 1950) de ferro-ligas é de 7,99 kg/t de ferro-manganês, 0,788 kg/t de spiegeleisen e 0,819 kg/t de sílico-manganês, correspondente a conteúdo total de manganês metálico de 6,86 kg/t de lingotes. Se se referir esse índice global aos rendimentos verificados na produção de ferro-ligas e a minério que contivesse 44% Mn, resultaria consumo correspondente de minério de manganês nas aciarias (exclusive altos-fornos para gusa) de apenas 19,2 kg/t de lingotes. Esse índice é muito inferior ao que tem sido apontado em numerosos trabalhos sobre o significado dos minérios de manganês na siderurgia e na política internacional.

24. O consumo total de minérios de manganês em siderurgia (altos-fornos para gusa e aciarias), segundo o índice apresentado pela indústria siderúrgica norte-americana, é de 23,7 kg de minério (base de 44% Mn) por t de lingotes. Esse índice é consideravelmente menor do que o que tem sido tomado para previsões, sem maior exame dos dados existentes. Conseqüentemente, e se toda a indústria siderúrgica mundial apresentasse os mesmos níveis de eficiência de utilização de manganês da indústria siderúrgica norte-americana, para os níveis atuais de produção (250 milhões de toneladas de lingotes por ano) necessitar-se-iam tão somente de 2.610.000 t de manganês metálico contido. Se se admitir que o teor médio da produção mundial de minérios de manganês fôsse de apenas 35% Mn, ter-se-ia então um consumo mundial de 7.450.000 t de minérios de manganês, bastante inferior ao registrado nos últimos anos (em 1953: 9.500.000 t). Com toda a probabilidade essa diferença corresponde à formação de estoques e à menor eficiência na utilização e/ou na produção de ferro-ligas contendo manganês em outros países.

25. Os progressos tecnológicos registrados na produção de

ferro-ligas contendo manganês têm determinado grande aumento de recuperação do metal; os índices médios da indústria norte-americana de produção de ferro-manganês (tanto em altos-fornos como em fornos elétricos) que correspondiam à recuperação de 60% na quadra da primeira guerra mundial, elevaram-se a 70% em 1920, a 75% em 1925 e a cerca de 85% desde 1935. Em muitos países os níveis de recuperação são suscetíveis de grande melhoria, o que determinaria correspondente economia de minérios de manganês. (Cap. V, parte 3).

26. As escórias de refino nos fornos Siemens-Martin encerram elevada proporção de manganês (em torno de 9% Mn) e seu aproveitamento tem sido estudado através de numerosas pesquisas, algumas das quais conduziram a resultados que permitem crer sua próxima industrialização. Os problemas relacionados com o aproveitamento dos minérios pobres e com o aproveitamento de manganês contidos em escória foram passados em revista, bem como as soluções que parecem mais promissoras (Cap. V, parte 4). Alguns dos processos desenvolvidos parecem permitir recuperação econômica do manganês, e a sua industrialização determinaria conseqüentemente redução nas importações de minério.

27. A indústria siderúrgica brasileira tem apresentado grande expansão (tendo aumentado de 10 vezes entre 1941 e 1957 (155.357 t e 1.500.000 t). As expansões presentemente em curso permitem prever que a produção siderúrgica nacional acompanhará a tendência de aumento de consumo, decorrente da industrialização do país, atingindo 2,4 milhões de toneladas em 1960 e 3, 5 milhões de toneladas em 1965. (Cap. VI, partes 1 e 2).

28. Na falta de dados atualizados acêrca do consumo real de ferro-ligas contendo manganês pela indústria siderúrgica nacional, bem como de dados relativos à eficiência de utilização de minérios de manganês nos fornos elétricos de produção de ferro-ligas (o país não dependendo de importações desses ferro-ligas a não ser em quantidades muito reduzidas e para tipos especiais), foi feita a previsão das necessidades até 1970 de minérios de manganês. Essa previsão foi feita supondo-se que o rendimento de utilização dos minérios de manganês na produção de ferro-ligas fôsse de 75% (cêrca de 14% menor que a verificada nos Estados Unidos) e que os consumos específicos dos ferro-ligas nas aciarias fôsem 20% superiores aos índices médios norte-americanos. Dentro dessas hipóteses, provávelmente conservadoras, em 1960 quando a produção siderúrgica brasileira houver logrado atingir 2,2 milhões de toneladas de lingotes, consumiria o equivalente de 50.600 t de minérios de manganês de 48% Mn. As necessidades de minérios de manganês crescerão com a expansão prevista da indústria siderúrgica para atingir 75.900 t em 1965 e 115.000 t em 1970. O consumo total previsto de minérios de manganês pela indústria si-

derúrgica brasileira no período 1958-1970 é de apenas 920.000 t, da mesma ordem de grandeza das reservas conhecidas no novo Distrito de Urandí, Bahia, equivalente à sétima parte das reservas conhecidas em Minas Gerais. (Cap. VI, parte 3.3).

29. Em face das reservas de minérios de manganês conhecidas no Brasil (Cap. II, parte 9) pode ser previsto que se a produção siderúrgica brasileira expandir para a média de 8 milhões de toneladas de aço em lingotes por ano no período 1970-1990 (acelerando-se a partir de 5 milhões, prevista para 1970), ainda assim o consumo adicional de minérios de manganês nesses dois decênios montará a pouco mais de 3,5 milhões de toneladas de minérios de manganês, correspondente a menos da quinta parte das reservas brasileiras hoje efetivamente medidas e a menos de vigésima parte das reservas estimadas. (Cap. VI, parte 3.3).

30. Foram examinadas (Cap. VI, parte 3) as tendências de preços de minérios de manganês no mercado consumidor norte-americano, as quais indicam flutuações sensíveis decorrentes das variações de demanda da indústria siderúrgica. Embora desde janeiro de 1957 e até outubro do ano corrente (1958) tenham sido registradas contínuas baixas (entre 164 e 169 centavos por "long ton unit" ou 10,1605 kg de manganês metálico contido, e 105 a 110 respectivamente), é de se prever que as cotações reajam para atingir níveis pouco mais elevados que os atuais quando houverem sido consumidos os grandes estoques acumulados ultimamente.

31. Os direitos alfandegários cobrados pelos principais países importadores de manganês, e pelos Estados Unidos em particular, tem pequena significação prática como medida protecionista da produção local, uma vez que essa é fortemente subsidiada (presentemente 230 centavos de dollar por "long ton unit"). Também os direitos alfandegários sobre ferro-ligas são moderados, correspondendo a cerca de 9,3% ad-valorem para o ferro-manganês standard. (Cap. VII, partes 3.1 e 3.2).

32. Os preços vigentes nos Estados Unidos de ferro-manganês padrão continuam a apresentar tendência para elevação (a despeito da queda das cotações de minérios) situando-se presentemente em torno de 27 centavos de dollar por kg, equivalente a 36 centavos de dollar por kg de Mn contido.

33. Se o total das exportações brasileiras de minérios de manganês puder dentro em breve atingir 1.000.000 t/ano, e ainda que o preço do minério caísse a 1 dolar (ou equivalente) por "long ton unit", auferiria o Brasil um montante de divisas equivalente a quasi 48 milhões de dollares. Esse total corresponde a um refôrço de quasi 33 milhões de dollares sobre o montante que resultaria se se houvesse congelado a exportação aos níveis de 1955. (Cap. VII, parte 5).

34. A expansão programada e em curso de realização da produção de energia hidro-elétrica no Brasil, e em particular nos grandes sistemas de Furnas, Três Marias e Urubupungá, êste promovido pelo Governo do Estado de São Paulo, permitirá que, para o futuro, se possa implantar no Brasil poderosa indústria de ferro-manganês (e de outros ferro-ligas) para exportação. Quando e se existirem disponibilidades de energia hidro-elétrica aos preços atualmente vigentes, ou a êles correspondentes, poder-se-á cogitar de exportar grandes toneladas de ferro-manganês. Para a produção adicional de 100.000 t de ferro-manganês de 78% Mn e de alto carbono exigir-se-ia cêrca de 250.000 t de minérios de manganês (base de 46% Mn) e em conjunto de fornos demandando cêrca de 50.000 kVA; a receita de divisas dessa exportação orçaria por 27 milhões de dollares. (Cap. VII, parte 6).

35. Os minérios de manganês já contribuem com apreciável montante de divisas para a economia nacional e é necessário e conveniente que a posição do Brasil como exportador de minérios na atualidade se firme para que, num futuro próximo, e propiciado pela expansão da produção de energia hidro-elétrica, possa passar à posição de exportador de ferro-ligas contendo manganês (além de outros tipos de ferro-ligas). Suas reservas são amplas para assegurar a expansão considerável prevista para a nossa indústria siderúrgica e sômente um regime de intensiva exploração das reservas conhecidas será acompanhado de correspondente atividade de pesquisa e de determinação de novas reservas. O Brasil conta com um conjunto de fatores favoráveis para poder deslocar do mercado mundial numerosos produtores atuais ou potenciais e contrariam os altos interêsses do progresso do país quaisquer medidas que viessem a corresponder à pêrda de sua posição em face da siderurgia mundial, tanto a atual, de grande fornecedor de minérios de manganês, como a futura, de potencial grande fornecedor de ferro-ligas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1.1) CONGRESSO GEOLÓGICO INTERNACIONAL — *Resumenes de los trabajos apresentados*, 1954.
- (2.1) CONGRESSO GEOLÓGICO INTERNACIONAL — Idem.
- (3.1) *Mining Journal*, 1956 e 1957.
- (4.1) *Mining Journal*. 1956.
- (5.1) UNITED STATES BUREAU OF MINES — *Manganese* (Pre-printed) Minerals Yearbook, Washington, 1954.
- (6.1) CONGRESSO GEOLÓGICO INTERNACIONAL — *Resumenes de los trabajos apresentados*, 1954.
- (7.1) Ver ref. (5.1).
- (8.1) *Commodity Year Book*, 1955.
- (9.1) *Mining Journal*, 1955 e 1956.
- (10.1) DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL — *Relatório Pouchain*, Rio de Janeiro, 1957.
- (11.1) Ver ref. (3.1).
- (12.1) Ver ref. (8.1).
- (13.1) ROUSH, G. A. — *Strategic Mineral Supplies*, pgs. 41-50, McGraw-Hill Book Co., New York, 1939.
- (14.1) LEITH, C. K. — *Mineral Valuations of the Future*, pg. 87, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 1938.
- (1.2) LEINZ, V. — *Estudo genético do minério de manganês da Serra do Navio, Território do Amapá*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, tomo XX, n.º 2, 211-221, Rio de Janeiro.
- DORR II, J. V. N., PARK JR., C. F. e PAIVA, G. — *Depósitos de manganês do Distrito da Serra do Navio, Território Federal do Amapá*. Divisão de Fomento da Produção Mineral, bol. n.º 85, 80 pgs., Rio de Janeiro, 1950.
- (2.2) LEONARDOS, O. H. — *O manganês do Amapá*. Engenharia, Mineração e Metalurgia, vol. XVII, n.º 108, 273-275, Rio de Janeiro, 1953.
- (3.2) ICOMI — *O manganês do Amapá*. 15 pgs., Rio de Janeiro, 1957.
- (4.2) SOUZA, H. C. A. de — *Manganês na Bahia*. Divisão de Fomento da Produção Mineral, bol. 52, 63 pgs., Rio de Janeiro, 1942.
- (5.2) SOUZA, H. C. A. de — Ob. cit., pgs. 42 a 52.
- (6.2) POUCHAIN, E. — Resposta ao pedido de informações 2.510 de 1957 da Câmara dos Deputados. Departamento Nacional da Produção Mineral. Inédito (Vide Diário do Congresso Nacional 26-9-1957, pgs. 7.662-7.663).
- (7.2) COELHO, I. S. — Comunicação verbal.
- (8.2) DORR II, J. V. N., COELHO, I. S. e HOREN, A. — *Jazidas de manganês de Minas Gerais, Brasil*. Tese apresentada ao XX Congresso Internacional de Geologia. (Inédito).

- (9.2) COELHO, I. S. — Palestra proferida perante o Conselho Nacional de Minas e Metalurgia, 1957 (Inédito).
- (10.2) DORR II, J. V. N. — *Depósitos de manganês e ferro no Morro do Urucum, Mato Grosso, Brasil*. Divisão de Fomento da Produção Mineral, bol. n.º 76, 76 pgs., Rio de Janeiro, 1946.
- (11.2) DORR II, J. V. N. — Ver ref. (10.2) pg. 60.
- (12.2) DORR II, J. V. N., COELHO, I. S. e HOREN, A. — Ob cit.
- (13.2) LEONARDOS, O. H. — *Problema brasileiro do manganês*. Engenharia, Mineração e Metalurgia, vol. XXVII, n.º 155, pgs. 271-276, Rio de Janeiro, 1957.
- (1.3) CHIPMAN, J., GERO, J. B., e WINKLER, T. B. — *The Manganese Equilibrium*, Trans. American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, v. 188, pg. 341, New York, 1950.
- (2.3) JOSEPH, T. L. WASHBURN, T. S. e PLIMPTON, G. L. — *Raw Materials — Basic Open Hearth Steelmaking*, pg. 166, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 1951.
- (3.3.) MATERIALS OFFICE: NATIONAL SECURITY RESOURCES BOARD — *Manganese*, Cap. VI, pg. 4, Washington, 1952.
- (4.3) Id., Cap. XVIII, pg. 10.
- (5.3) CORREA DA SILVA, L. C. — *Fabricação de aço em forno elétrico básico*. Geologia e Metalurgia, n.º 3, pgs. 114-117, Centro Moraes Rego, São Paulo, 1946.
- (-6.3) HERTY, JR. C. H. — *Slag Control*. Trans. American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, v. 140, New York, 1940.
- (7.3) GRANT, N. J. e CHIPMAN, J. — *Sulphur Equilibria Between Liquid Iron and Slag*. Trans. American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, v. 167, pgs. 134-154, New York, 1946.
- (8.3) CHIPMAN, J. — *Physical Chemistry of Liquid Steel in Basic Open Hearth Steelmaking*, pgs. 676-684, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 1951.
- (9.3) OELSEN, W. — *Science and Medicine in Germany*, v. 27, parte 5, pg. 212 — Dieterichsche Verlagbuchhandlung, Wiesbaden, 1939-1946.
- (10.3) SHERMAN, C. W. e CHIPMAN, J. — Trabalho inédito.
- (11.3) BAIN, E. C. — *Alloying Elements in Steel*, pg. 63, American Society for Metals, Cleveland, 1939.
- (1.4) AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE — Relatório para o National Security Resources Board, AISI, Jun., 1949.
- (2.4) TECHNOLOGIC COMMITTEES ON MANGANESE — PM 89 Office of Production Management, 21 fevereiro 1941.
- (3.4) Ver referência (5.3) pgs. 120-124.
- (4.4) ROACH, J. D., STEWART, R. S. — *Titanium Can Replace Manganese for Sulphur Control of Steel*. The Iron Age v. 171, pgs. 150-153 e 126-128, 1953.
- (5.4) BAIN, E. C. — *Alloying Elements in Steel*, pgs. 65-57. American Society for Metals, Cleveland, 1939.
- (6.4) MATERIALS OFFICE: NATIONAL SECURITY RESOURCES BOARD — *Manganese* Cap. VI, pg. 5, Washington, 1952.
- (7.4) Ref. (6.4) pgs. 1-14.
- (8.4) HACKING, R. A. e SHANAHAN, C. E. A. — *La influencia del manganeso en la desulfuración del arrabio*. Segundo Congresso de Técnicos em Siderurgia, CEPAL-ABM-TAA, São Paulo, 1956 (a ser impresso).

- (9.4) HACKING, R. A. e SHANAHAN, C. E. A. — pgs. 2-7.
- (10.4) HACKING, R. A. e SHANAHAN, C. E. A. — pgs. 6-7.
- (11.4) CANGUILHEM, H. e RIOSECO, V. — *Determinacion de los limites practicos de dessulfuracion en el alto horno*. Seguro Congresso de Técnicos em Siderurgia, CEPAL-ABM-TAA, São Paulo, 1956 (a ser impresso).
- (12.4) Ver ref. (6.4) Cap. VI. pg. 22.
- (13.4) COHEUR, P. — *La dessulfuracion del arrabio por medio de carbonato de sódio*. Segundo Congresso de Técnicos em Siderurgia, CEPAL-ABM-TAA, São Paulo, 1956 (a ser impresso).
- (14.4) KALLING, B. e EKETORP, S. — *La dessulfuracion del arrabio y del acero por medio de escória sintetica*. Segundo Congresso de Técnicos de Siderurgia, CEPAL-ABM-TAA, São Paulo, 1956 (a ser impresso).
- (15.4) PERRIN, R. — *La desfosforacion y desulfuracion del arrabio y del acero por medio de escoria sintetica*. Segundo Congresso de Técnicos em Siderurgia, São Paulo, 1956 (a ser impresso), CEPAL-ABM-TAA.
- (16.4) TRENTINI, B., WAHL, L. e ALLARD, M. — *Progressos recientes en la dessulfuracion del arrabio por medio de la cal*. Segundo Congresso de Técnicos em Siderurgia, São Paulo, 1956 (a ser impresso), CEPAL-ABM-TAA.
- (17.4) 25th OPEN HEARTH PROCEEDINGS, pgs. 102-106, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 1942.
- (18.4) 26th OPEN HEARTH PROCEEDINGS, pgs. 177-182, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 1943.
- (1.5) GRÊMIO POLITÉCNICO — *A exportação de manganês e suas conseqüências*. Tese apresentada ao XX Congresso Nacional de Estudantes (1957) (Inédito).
- (2.5) UNITED STATES BUREAU OF MINES — *Minerals Yearbook -1950* pg. 663, Washington, 1953.
- (3.5) THE IRON AGE — *1956 Annual Issue*, 1956.
- (4.5) UNITED STATES BUREAU OF MINES — *Minerals Yearbook 1950* pg. 771, Washington, 1953]
- (5.5) UNITED STATES BUREAU OF MINES — *Minerals Yearbook 1954*. Preprint pg. 20, Washington, 1955.
- (6.5) UNITED STATES BUREAU OF MINES — Ref. (5.5).
- (7.5) UNITED STATES BUREAU OF MINES — Ref. (2.5) pgs. 762-768.
- (8.5) ROUSH, G. A. — *Strategic Mineral Supplies*, pg. 56. McGraw-Hill Book Co., New York, 1939.
- (9.5) DEAN, R. S., LEAVER, E. S., e JOSEPH, T. L. — *United States Bureau of Mines*, Information Circular n.º 6.770, Washington, 1934.
- (10.5) PRASKY, — *Differential High-Temperature Sulfatization of Cuyuna Manganese Ore*. Journal of Metals, v. 9, n.º 3, 377-380, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 1957.
- (11.5) RAVITZ, S. F., WYMAN, W. F., BACK, A. E. e TAME, K. E. — *Metals Technology*, T. P. n.º 2.064, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, v. 13, New York, 1946.
- (12.5) HOAK, R. D. e COULL, J. — *Chemical Engineering* v. 46, n.º 3m pg. 158, 1950.
- (13.5) WELSH, J. Y. e PATERSON, D. W. — *Manganese from Low-grade Ores by the Ammonium Carbamate Process*. Journal of Metals, v. 9, n.º 6, 762-765, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 1957.

- (14.5) BURK, J. J. — *Ferromanganese from Low-Grade Ores*. Journal of Metals, v. 9, n.º 3, 340-342, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 1957.
- (15.5) VIGNOS, J. C. — *Journal of Metals*, vol. 1, n.º 11, pg. 20, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, 1949.
- (16.5) ROYER, M. B. e BUEHL, R. C. — *In A. H. Sully — Manganese*, pgs. 104, 108, Butterworths Scientific Publications, Londres, 1955.
- (17.5) BUEHL, R. C. e ROYER, M. B. — *Transaction American Institute of Mining and Metallurgical Engineers*, v. 194, pg. 1289-1295, New York, 1952.
- (18.5) SULLY, A. H. — *Manganese*, pg. 113, Butterworths Scientific Publications, Londres, 1955.
- (19.5) HOSKING, H. W. e GREGORY, J. A. — *In Sully*, ob cit. pg. 114.
- (1.6) MEHL, R. F. — *Report on the Metallurgical Industry of Brazil including comment on the related Mining Industry*. Comissão Mista Brasil-Estados Unidos para Desenvolvimento Econômico, Rio de Janeiro, 1952.
- (2.6) ECONOMIA E ENGENHARIA INDUSTRIAL S/A — *COSIPA Companhia Siderúrgica Paulista*; Memória técnica, estudos para a construção de uma usina siderúrgica em Piassaguera, Estado de São Paulo, São Paulo, 1956.
- (1.7) ROUSH, G. A. — *Strategic Mineral Supplies*, pg. 58. McGraw-Hill Book Company, New York, 1939.
- (2.7) MATERIALS OFFICE NATIONAL SECURITY RESOURCES BOARD — *Materials Survey Manganese*, pgs. III-a a 11, Washington, 1952.
- (3.7) ROUSH, G. A. — Ref. (1.7) pg. 59.
- (4.7) O'CONNELL JR., J. R. — *Manganese*. Engineering & Mining Journal, vol. 159, n.º 2, pgs. 152-153, McGraw-Hill Publishing Co., New York, 1958.
- (5.7) ROUSH, G. A. — Ref. (1.7) pg. 60.
- (6.7) UNITED STATES BUREAU OF MINES — *Minerals Yearbook 1954 Ferroalloys* (Preprint) pg. 15, Washington 1955.
- (7.7) THE IRON AGE — *103rd Annual Issue*, 2 janeiro 1958, v. 151, n.º 1, 1958.
- (8.7) SOUZA F. J. P. de — *Reservas de minério de manganês no Brasil*. Trabalho apresentado ao XIII Congresso Anual da Associação Brasileira de Metais, Volta Redonda, 21 a 25 de julho de 1958 (a ser publicado).

composto e impresso nas oficinas da
GRÁFICA CANTON LTDA.
São Paulo - Brasil