

**MAGNESITA:
ASPECTOS TECNOLÓGICOS E
ECONÔMICOS**

*Mario Valente Possa
Eduardo Camilher Damasceno*

SED 37

MCT

CNPq

CETEM

CE

LX. 2

PRESIDENTE DA REPÚBLICA: Fernando Henrique Cardoso
VICE-PRESIDENTE DA REPÚBLICA: Marco Antonio Maciel
MINISTRO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA: José Israel Vargas

PRESIDENTE DO CNPq: José Galizia Tundisi
DIRETOR DE DESENV. CIENT. E TECNOLÓGICO: Marisa B. Cassim
DIRETOR DE PROGRAMAS: Eduardo Moreira da Costa
DIRETOR DE UNIDADES DE PESQUISA: José Ubyrajara Alves
DIRETOR DE ADMINISTRAÇÃO: Derblay Galvão

CETEM - CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

CONSELHO TÉCNICO-CIENTÍFICO (CTC)

Presidente: Roberto C. Villas Bôas

Vice-presidente: Juliano Peres Barbosa

Membros Internos: Fernando Freitas Lins; Luis Gonzaga S. Sobral; Vicente Paulo de Souza e João Alves Sampaio (suplente)

Membros Externos: Antonio Dias Leite Junior; Arthur Pinto Chaves; Antônio Eduardo Clark Peres; Celso Pinto Ferraz e Achilles Junqueira (suplente)

DIRETOR: Roberto C. Villas Bôas

DIRETOR ADJUNTO: Juliano Peres Barbosa

DEPTº DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS (DTM): Fernando Freitas Lins

DEPTº DE METALURGIA EXTRATIVA (DME): Ronaldo Luiz C. dos Santos

DEPTº DE QUÍMICA INSTRUMENTAL (DQI): Luis Gonzaga S. Sobral

DEPTº DE ESTUDOS E DESENVOLVIMENTO (DES): Carlos César Peiter

DEPTº DE ADMINISTRAÇÃO (DAD): Antônio Gonçalves Dias



ISSN - 0103-6319

Mario Valente Possa

Engenheiro de Minas, M.Sc. em Engenharia Mineral, Tecnologista Sênior do CETEM.

Eduardo Camilher Damasceno

Geólogo, D.Sc. em Geologia Econômica, Prof. Titular da USP/Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Minas.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia



CETEM - Centro de Tecnologia Mineral

1997

CT00007747-1

SED 37
CE
2012
Tombo: 006252

SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS

CONSELHO EDITORIAL

Editor

Ronaldo Luiz C. dos Santos

Conselheiros Internos

Maria Laura T. M.G. C. Barreto, Carlos César Peiter, Francisco E. de Vries Lapido
Loureiro, Francisco R. C. Fernandes

Conselheiros Externos

Luís Henrique Sanchez (USP), J. R. Andrade Ramos (UFRJ), Eduardo C. Damasceno
(USP), Saul Barisnik Suslick (UNICAMP), Abraham Benzaquem Sicsu (Fundação
Joaquim Nabuco), Helena Maria Lastres (IBICT), Hildebrando Herrmann (UNICAMP),
Rupen Adamian (COPPE/UFRJ)

A **Série Estudos e Documentos** publica trabalhos que busquem divulgar estudos econômicos, sociais, jurídicos e de gestão e planejamento em C&T, envolvendo aspectos tecnológicos e/ou científicos relacionados à área minero-metalúrgica.

Celso de O. Santos COORDENAÇÃO EDITORIAL

Vera Lúcia Ribeiro e Fátima da Silva C. Engel EDITORAÇÃO ELETRÔNICA

Possa, Mario Valente

Magnesita: aspectos tecnológicos e econômicos/Mario Valente Possa; Eduardo Camilher Damasceno - Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1997.

44p.: il. - (Série Estudos e Documentos, 37)

1. Magnesita. 2. Geologia econômica. I. Centro de Tecnologia Mineral. II. Título. III. Série. IV. Damasceno, Eduardo Camilher.

ISBN 85-7227-098-1

ISSN 0103-6319

CDD 553.49

APRESENTAÇÃO

Esta monografia originou-se de um trabalho de curso, ministrado pelo Prof. Eduardo Camilher Damasceno, no CETEM, como parte integrante do Convênio USP/CETEM.

Apresenta os aspectos gerais relativos à magnesita, geologia, reservas, produtos, usos, oferta e demanda etc..., assuntos de interesse do leitor desejoso de situar-se junto ao problema.

Entretanto, apresenta, também fluxogramas, revistos, utilizados pela Magnesita S/A, de interesse técnico, revisão que são de fluxogramas anteriores apresentados em Relatório Técnico do CETEM, referenciado nesta monografia, datada de 1983.

Ao Dr. Renato Ciminelli os agradecimentos dos autores e deste Centro.

Rio de Janeiro, agosto de 1997.

Roberto C. Villas Bôas
Diretor

CETEM
BIBLIOTECA

Reg. N.º 374 Data 21/01/98

	CETEM	
PATRIMÔNIO		
17-B - 7944		
COL. DE	VOL	VOL N.º
DATA	21/01/98	
REG. N.º 7944		
BMB		

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. HISTÓRICO	4
3. GENERALIDADES	5
4. GEOLOGIA	6
5. RESERVAS MUNDIAIS	7
6. PRODUTOS DA MAGNESITA	9
6.1 Magnésia Calcinada Cáustica	9
6.2 Magnésia Calcinada à Morte	10
6.3 Magnésia Fundida (Eletrofundida)	11
7. USOS DA MAGNESITA	12
7.1 Magnesita Natural	12
7.2 Magnésia Calcinada Cáustica	12
7.3 Magnésia Calcinada à Morte	15
7.4 Magnésia Fundida	17
8. OFERTA E DEMANDA MUNDIAL	18
9. MAGNESITA NO BRASIL	23
9.1 Oferta e Demanda	23
10. TECNOLOGIA	26
11. OUTRAS FONTES DE MAGNÉSIA	34
12. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
AGRADECIMENTOS	38
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	39

1. INTRODUÇÃO

A magnesita é o mineral mais conhecido e mais utilizado na produção do óxido de magnésio (magnésia). Sua participação na produção de magnésia é de 77%, ficando o restante a cargo de fontes como água do mar e salmouras. Sua maior aplicação está na fabricação de refratários básicos.

O Brasil destaca-se por deter a quarta maior reserva e ser o sexto produtor mundial de magnesita. As reservas brasileiras distribuem-se nos estados da Bahia (79%) e do Ceará (21%), ficando toda a produção concentrada praticamente no estado da Bahia (98%).

A demanda mundial por magnesita sofreu, nos primeiros anos da década de 90, um declínio, em face da queda de consumo de refratários, provocada principalmente pela redução na produção do setor siderúrgico. Foi observado também neste período um excesso de oferta, que teve como causas principais a liberação de estoques estratégicos dos Estados Unidos e de países da ex-URSS, e pela política de *dumping* adotada pela China.

A partir de 1994, foram adotadas medidas *anti-dumping*, principalmente por países europeus, fazendo com que os preços chineses se situassem em patamares mais realistas. Esta situação, juntamente com o fim da recessão econômica mundial e com a exigência do mercado por produtos de melhor qualidade, têm criado perspectivas de crescimento da demanda de magnesita.

2. HISTÓRICO^(1,2)

Em 1795, J.C. Delanethrie aplicou o termo magnesita a uma série de sais de magnésio (carbonato, sulfato, nitrato e cloreto), e A. Brongmart associou-o a um grupo de minerais incluindo carbonatos e silicatos de magnésio. Os primeiros depósitos de carbonato de magnésio foram descobertos na Morávia, ex-Tchecoslováquia, e foram descritos por C. F. Ludwing como carbonato de talco, em 1803. D. L. G. Karsten, em 1808, foi quem primeiro restringiu o termo magnesita ao carbonato natural de magnésio, passando a ser esse termo gradualmente aceito.

Em 1860, Von Tunner sugeriu a utilização de magnesita como revestimento nos fornos Bessemer e, oito anos depois, H. Caron descreveu o método para a manufatura de tijolos de magnesita. Dez anos mais tarde, Thomas e Gilchrist, descobriram que o revestimento básico à base de magnesita nos fornos reduzia o teor de fósforo na fabricação de aço.

Nessa mesma época foram descobertos depósitos de magnesita na Áustria e na Grécia, sendo que em 1881, em Veitsch, Áustria, foi aberta a primeira mina de magnesita no mundo. Ainda, no final do século 19, foram explorados depósitos no Canadá e, a partir de 1909, passaram a ser exportadas quantidades substanciais de produtos da magnesita para os Estados Unidos. Embora fossem conhecidos depósitos desse bem mineral nos Estados Unidos desde 1886, somente em 1912 foi iniciada a produção de alguns tipos de produtos para substituir importações.

No início dos anos de 1940, a mineração e o processamento de magnesita nos Estados Unidos tiveram uma grande expansão, principalmente na produção de magnésio metálico, devido a sua grande demanda na Segunda Guerra Mundial. Também nessa época, em usinas no Texas (Freeport e Velasco), foi produzido magnésio metálico a partir de cloreto de magnésio extraído da água do mar.

3. GENERALIDADES^(2,3,4,5,6)

O magnésio é o oitavo elemento mais abundante na crosta terrestre sendo encontrado em mais de 60 minerais, dentre os quais o mais abundante é a magnesita. O mineral é um carbonato de magnésio anidro que, quando puro, contém 47,8% de MgO e 52,2% de CO₂. Esse é o mineral mais conhecido e mais largamente explorado como fonte de óxido de magnésio (magnésia).

A magnésia obtém-se por calcinação da magnesita. Dependendo da temperatura do processo, geram-se três produtos: magnésia cáustica, magnésia calcinada à morte e magnésia fundida ou eletrofundida.

Quando a magnesita é calcinada a altas temperaturas, produzindo uma magnésia com estrutura cristalina, alguns autores a denominam de periclásio, uma vez que essa estrutura é semelhante à do mineral de mesmo nome, que é raro e não apresenta depósitos economicamente exploráveis.

A magnesita pura é rara, e quando encontrada é transparente. Normalmente contém quantidades variáveis de carbonatos, óxidos e silicatos de ferro, cálcio, manganês e alumínio. A magnesita pertence ao grupo dos carbonatos, cristaliza no sistema romboédrico, mas apresenta-se tanto sob a forma cristalina como criptocristalina. A magnesita sob a forma cristalina ocorre em poucos depósitos, mas de grande volume; já sob forma criptocristalina há um grande número de depósitos, mas de volume reduzido.

A magnesita na forma cristalina possui dureza de 3,5 a 4,0 (escala Mohs), densidade 3,0 e uma cor que varia do branco ao preto, com tonalidades em amarelo, azul, vermelho ou cinza.

Na magnesita criptocristalina a dureza varia de 3,5 a 5,0 (escala Mohs), densidade entre 2,9 e 3,0, apresentando-se normalmente na cor branca, podendo ter tonalidades em amarelo, laranja ou marrom.

4. GEOLOGIA^(1,3,7,8)

Os depósitos de magnesita cristalina são geralmente encontrados associados a dolomitos ou a calcários com zonas de dolomitização, como é o caso no Brasil. Os maiores depósitos estão localizados na China, Coréia do Norte, CEI, Brasil e Áustria. Todos esses depósitos tiveram atividades orogênicas. Normalmente, tais regiões apresentaram atividades ígneas, e as teorias mais divulgadas associam essas atividades ígneas à presença de dolomitos, onde a magnesita tenha sido formada pela ação de soluções hidrotermais atuando sobre rochas carbonáticas litificadas. Uma extensão dessa teoria postula que as soluções magnesianas tenham sido geradas a partir da calcinação da dolomita a periclásio e calcita, e, em seqüência, pela dissolução do periclásio em soluções hidrotermais carregadas de dióxido de carbono.

Os principais minerais associados à magnesita cristalina são dolomita, talco, serpentina, diopsídio e olivina. São minerais que sugerem sua formação a temperaturas relativamente altas, acima de 300° C.

A magnesita criptocristalina é produto da alteração de serpentinas ou ligada a rochas magnesianas que tenham sido submetidas à ação de águas carbonatadas. A serpentina, por sua vez, foi gerada pela alteração de rochas ultrabásicas. A ação de águas superficiais contendo dióxido de carbono percolando entre as fissuras serpentinizadas pode ter convertido as serpentinas em magnesita e outros minerais. O modo de formação da magnesita criptocristalina, usualmente, limita as impurezas a pequenas quantidades de minerais contendo ferro, óxido de cálcio e sílica.

As ocorrências desse tipo de magnesita são muito comuns no mundo, mas, devido ao seu pequeno volume, raramente constituem jazidas, como são aquelas situadas na Turquia, Índia e Grécia.

* Movimentos que produzem os relevos da crosta terrestre.

5. RESERVAS MUNDIAIS

As reservas mundiais (medidas e indicadas) de magnesita,⁽⁹⁾ em termos de Mg contido, totalizam mais de 3,5 bilhões de toneladas (Tabela 1). Cerca de 70% desse total estão localizados na China, Coréia do Norte e Rússia. O Brasil, que detém a quarta maior reserva, participa com 5,2%.

Tabela 1 - Distribuição das reservas medidas e indicadas de magnesita no mundo (Mg contido)

PAÍSES	10 ⁶ t	(%)
China	1000	28,8
Coréia do Norte	750	21,6
Rússia	730	21,0
Brasil	180	5,2
Turquia	160	4,6
Índia	45	1,3
Grécia	30	0,8
Espanha	30	0,8
Eslováquia	30	0,8
Áustria	20	0,6
Estados Unidos	15	0,4
Sérvia e Montenegro	10	0,3
Outros	480	13,8
Total	3480	100,0

Fonte: Sumário Mineral, 1996.

Na China, os depósitos estão localizados ao norte do país, na Mandchuria e na província Liaoning.

Os principais depósitos da Coréia do Norte estão situados na província de Kankyo, em Tansengunn (ao sul) e em Gosui (ao norte).

Na Rússia são encontrados, em Satka (ao sul dos Montes Urais), e na Sibéria (nas montanhas de Savan).

Os depósitos mais importantes da Áustria estão localizados em Semmering, Veitsch, Breitenau Trieben e Radentheim. Em Veitsch foi aberta a primeira mina de magnesita do mundo, em 1881.

Na Turquia, vários depósitos de magnesita criptocristalina são encontrados nas regiões de Eskisehir e Kutaya.

Os maiores depósitos da Índia estão localizados próximos a Salem e em Almora de Uttar Pradesh, ao norte do país.

Na Grécia, estão localizados em Vavdos e nas ilhas Euboea e Ormylia.⁽³⁾

6. PRODUTOS DA MAGNESITA

A magnesita é um importante mineral industrial, cujas aplicações são quase que exclusivamente sob a forma de magnésia obtida a partir da sua calcinação.

No processo de calcinação da magnesita, o aumento da temperatura e do tempo promove uma maior liberação de CO_2 . Com o aumento da temperatura, há também um aumento do peso específico, do tamanho do cristal e uma diminuição considerável da tendência à hidratação.

Comercialmente, são gerados três tipos de produtos calcinados que possuem características próprias para atender usos específicos: magnésia calcinada cáustica, magnésia calcinada à morte e magnésia fundida (eletrofundida).

6.1 Magnésia Calcinada Cáustica^(10,11)

É o produto da calcinação da magnesita a temperaturas abaixo de 900°C , geralmente realizada em fornos verticais tipo Herreshoff.

A magnésia calcinada cáustica contém um pouco de gás carbônico (1 a 4% de $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) e apresenta a propriedade de reabsorver o gás carbônico e a umidade da atmosfera.

Os cristais da magnésia calcinada cáustica apresentam um diâmetro em torno de 1 micrômetro e um teor de 85% de MgO , em média.

6.2 Magnésia Calcificada à Morte^(5,11,12)

A magnésia calcificada à morte é produzida a partir da magnesita calcificada a uma temperatura acima de 1400° C, provocando, com isso, a expulsão de todo o gás carbônico e a cristalização do óxido de magnésio, cujos grãos atingem diâmetros de 30 a 160 micrômetros (alguns autores denominam a magnésia calcificada à morte de periclásio). Um maior diâmetro dos cristais confere ao produto uma maior resistência ao desgaste.

Durante o aquecimento há um aumento da densidade devido a contração, sendo que o produto não é capaz de reabsorver o gás carbônico.

A magnésia calcificada à morte de qualidade inferior é geralmente produzida em fornos de calcinação rotativos. O teor de MgO varia de 80 a 90%, e a densidade está na faixa de 3,10 a 3,35. Suas principais impurezas são SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO e B₂O₃.

Os produtos de melhor qualidade contém cerca de 90 a 99% de MgO, com densidades variando de 3,40 a 3,45. Possuem teores de impurezas inferiores ao do tipo anterior. A sua obtenção se dá através de um duplo processo de calcinação. Após a magnesita ser calcificada, é briquetada a alta pressão e, em seguida, calcificada num forno rotativo a 1650°C ou num forno tipo túnel a uma temperatura acima de 2000 °C.

Há um grande número de especificações para a comercialização da magnésia calcificada à morte. Na Tabela 2 são apresentadas as principais características para as diferentes classes.

Tabela 2 - Especificações da magnésia calcificada à morte para diferentes classes

Classe	MgO %	Razão CaO:SiO ₂	Densidade	Cristal μm	Fe ₂ O ₃ %
LCA 1	> 97	> 4:1	> 3,43	> 110	-
A1	> 97	> 3:1	> 3,40	-	-
B1	> 96	> 2:1	> 3,33	-	-
B2	> 95	< 2:1	> 3,25	-	-
C1	> 90	< 2:1	> 3,10	-	-
FE	> 85	> 2:1	> 3,20	-	> 4

Fonte: Clarke, G. - Industrial Minerals, 1992.

6.3 Magnésia Fundida (Eletrofundida)^(5,11,12)

É produzida pela fusão da magnésia calcificada cáustica em fornos a arco elétrico a uma temperatura superior a 2750° C. A magnésia no forno atua como seu próprio refratário, uma vez que somente uma pequena porção central é que será fundida.

A magnésia fundida tem qualidade superior à da calcificada cáustica em termos de resistência mecânica, abrasão e estabilidade química. A densidade é superior a 3,45 e o diâmetro dos cristais excede a 500 micrômetros.⁽¹²⁾

7. USOS DA MAGNESITA

7.1 Magnesita Natural^(3,13)

A magnesita natural ou crua (não calcinada) tem poucas aplicações comerciais. É utilizada, principalmente, para a obtenção de sal de Épson pela reação com ácido sulfúrico, formando um sulfato de magnésio hidratado que tem aplicações na indústria química.

7.2 Magnésia Calcinada Cáustica^(1,2,3,14)

7.2.1 Agricultura/Ração Animal

A magnésia calcinada cáustica é empregada como fertilizante de solos ou na alimentação de animais (ração balanceada). Como fertilizante, a magnésia (MgO) tem a função de suprir a necessidade das plantas em magnésio, que é o único metal presente no complexo alimentar do ciclo da clorofila. Como aditivo na ração animal, a magnésia calcinada cáustica tem a função de evitar a doença hypomagnesimias.

7.2.2 Isolantes Térmicos

A magnésia calcinada cáustica, misturada com fibras de asbesto, forma um isolante térmico com aplicações na construção civil que é conhecido comercialmente pelos nomes de "carbonato de magnésia básica", ou "magnésia alva".

7.2.3 Indústria Química

As indústrias químicas utilizam consideráveis quantidades de compostos de magnésio sob a forma de: sulfato, óxido, carbonato, hidróxido, citrato, fosfato, iodeto, cloreto, trissilicato, salissilicato, etc. Para a indústria farmacêutica é essencial a

ausência de cobre e zinco, enquanto o chumbo e o arsênio não podem exceder 20 ppm e 5 ppm, respectivamente.

O carbonato de magnésio tem aplicações nobres como constituinte de uma variedade de produtos de beleza, pastas dentífricas e antiácidos, como o leite de magnésia.

7.2.4 Filtrante

É empregada como elemento filtrante de lubrificantes de petróleo, de fluidos para limpeza a seco e de outros fluidos não reativos.

7.2.5 Indústria de Papel

É utilizada principalmente na fabricação de papel tipo *kraft*. Embora com custos maiores do que o processo que emprega CaO ou dolomita, o uso de sulfetos de magnésio proporciona vantagens operacionais, pois é mais solúvel que os de cálcio. Esse produto é conhecido por sulfito.

7.2.6 Magnésio Metálico

O magnésio metálico, obtido a partir da magnésia calcinada cáustica, revestiu-se de grande importância durante a Segunda Guerra Mundial pelas suas aplicações na indústria bélica.

A principal aplicação do magnésio metálico se dá em ligas com alumínio e zinco, conferindo maior dureza e resistência à corrosão. É utilizado também como agente redutor na metalurgia de titânio, zircônio, háfnio e berílio.

As especificações do magnésio metálico primário, segundo a ASTM, estão mostradas na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 - Especificações para o magnésio metálico primário - ASTM

IMPUREZAS, máximo		(%)
	Total de impurezas	0,20
	cobre	0,02
	chumbo	0,01
	manganês	0,15
	níquel	0,001
	estanho	0,01
	outras impurezas, cada	0,05
MAGNÉSIO, mínimo		99,80

Fonte: Clarke, G. *Industrial Minerals*, 1992.

7.2.7 Outros Usos

Na indústria têxtil, a magnésia calcinada cáustica é empregada na fabricação de seda artificial tipo viscose, sob a forma de cloreto de magnésio.

Na fabricação do cimento sorel (oxicloreto de magnésio) é adicionada à magnésia calcinada cáustica, finamente cominuída, uma solução de cloreto de magnésia, gerando um produto que tem um tempo de pega de 3 a 4 horas.

Na produção de plásticos, a magnésia calcinada cáustica é usada na fabricação de elastômeros e termoplásticos (novos materiais).

7.3 Magnésia Calcinada à Morte^(2,5,15)

Cerca de 85 - 90% da produção mundial de todos os tipos de magnésia são utilizadas como refratários básicos, dos quais, 73% têm como fonte a magnesita, após ser calcinada à morte.

A principal utilização da magnésia calcinada à morte como refratário está na siderurgia, pois apresenta uma grande resistência às escórias básicas e, geralmente, uma estrutura muito compacta.

A adição de cromo no processo de fabricação de refratários de magnesita confere, a esses materiais uma maior estabilidade volumétrica em temperaturas elevadas.

Refratários de magnesita são também usados em fornos rotativos para a fabricação de cimento. Neste caso, estão sendo empregados atualmente refratários de magnesita-alumina, que contém magnésia e alumina em teores de cerca de 84% e 12%⁽¹⁸⁾, respectivamente.

Na fabricação de vidros são utilizados largamente como refratários com baixo teor de ferro.

Na Tabela 4, a seguir, são apresentadas as análises típicas de magnésias calcinadas à morte de diferentes fabricantes em suas diferentes classes.

Tabela 4 - Análises Típicas de Magnésias Calcinadas à Morte

Classe	Empresa	País	Fonte	Tipo	MgO (%)	CaO (%)	SiO ₂ (%)
LCA1	Premier Periclase	IRL	A	Premier LC	97,20	2,10	0,25
	Química Del Rey	MEX	S	FY-99-SAD	98,77	0,80	0,15
	QMAG	ATL	M	QMAG	97	-	-
A1	UBE Chemical	JAP	A	UBE 98 HD	98,1	1,30	0,35
	Biliton Refrac	HOL	S	NEDMAG SD	98,5	0,69	0,12
	SMZ	TCH	M	HAMAG DBA	99,5	0,35	
B1	Magnesita	BRA	M	M-40	96,3	2,9	0,8
	Liaoning	CHI	M	9830	98,05	1,0	0,25
	UBE Chemical	JAP	A	UBE 99-5	99,1	0,45	0,20
	Radex Group	AUS	M	Low Iron	96,0	1,8-3,5	0,5-2,5
B2	Magnesita AS	TUR	M	MAS 95,5a	95,5	3,0	2,0
	Magnesita	BRA	M	M-30	97,71	0,63	0,52
	American Premier	EUA	A	PORT ST JOE	98,5	0,50	0,50
C1	Grecian Magnesite	GRE	M	LH 4/4	90,0	4,0	4,5
	American Premier	EUA	M	GANNIS	93,0	2,5	2,5
	Steeley Mag.	GRB	A	BRITAMAG 323	90,7	3,1	2,25
FE	Radex Group	AUS	M	BRICK GRADE	91,0	2,0-3,5	0,4-0,6
	SMZ	TCH	M	TS 1	87-89,0	2,4-3,0	0,6-1,2

Notas: M = Magnesita; A = água do mar; S = salmouras.

Fonte: Clarke, G - Industrial Minerals, 1992.

Tabela 4a - Análises típicas de magnésias calcinadas à morte

Classe	Empresa	Fe ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	B ₂ O ₃ (%)	C:S*	DENS.	Tamanho Cristal (µm)
LCA1	Premier Periclase	0,20	0,07	0,010	8,4	3,43	150
	Química Del Rey	0,10	0,10	0,005	5,3	3,45	115-125
	QMAG	-	-	0,005	4,0	3,43	140
A1	UBE Chemical	0,07	0,07	0,04	3,7	3,45-3,50	-
	Biliton Refrac	0,48	0,06	0,01	5,3	3,43	80
	SMZ	0,15		0,001	-	3,40	-
B1	Magnesita	0,50	0,08	0,007	3,8	3,42	160
	Liaoning	0,6-0,8	0,2-0,4	-	4,0	3,36-3,40	-
	UBE Chemical	0,06	0,06	0,02	2,3	3,40-3,35	-
	Radex Group	0,30	0,15	-	2,0	3,36-3,42	-
B2	Magnesita AS	0,40	0,10	-	1,5	3,36	100
	Magnesita	0,70	0,08	0,007	1,2	3,33	140
	American Premier	0,12	0,13	0,25	1,0	3,25-3,30	-
C1	Grecian Magnesite	1,00	0,03	-	0,9	3,33	-
	American Premier	0,75	0,75	-	1,0	3,25-3,30	-
	Steeley Mag.	3,10	0,70	0,18	1,4	3,20	-
FE	Radex Group	4,6	0,5	-	5,5	3,30-3,41	-
	SMZ	7,5-8,5	0,5	-	2,5-4,0	3,25-3,35	-

Fonte: Clarke, G. - Industrial Minerals, 1992.

* C:S = CaO/SiO₂

7.4 Magnésia Fundida^(5,11)

Ela é usada como refratário básico de alta qualidade (premium) em fins específicos, como, por exemplo, isolante térmico e elétrico em equipamentos de alta tecnologia.

Os minerais substitutos ou alternativos aos usos da magnésita e da magnésia são:

- dolomita, calcário e talco: alimentação animal e suplemento; andalusita, bauxita, cromita, cianita, dolomita, grafite, olivina, pirofilita, areias refratárias, sílica, silimnita e zircão: refratários; soda cáustica, cal e barrilha: reagentes de neutralização.

8. OFERTA E DEMANDA MUNDIAL

A produção mundial de magnesita (Mg contido) sofreu no período de 1990 a 1994 uma queda de cerca de 18,5% (Tabela 5). Observa-se, no entanto, que nem todos os países apresentaram queda de produção.

Tabela 5 - Produção Mundial de Magnesita (Mg contido)

Países	1990		1991		1992		1993		1994	
	(10 ³) t	(%)	(10 ³) t	(%)	(10 ³) t	(%)	(10 ³) t	(%)	(10 ³) t	(%)
China	650	15,3	575	17,7	750	23,0	750	24,1	430	14,1
Coreia do Norte	580	14,6	435	13,3	460	14,0	460	14,8	460	15,0
Rússia	530	14,0	460	14,1	350	10,7	300	9,7	200	6,5
Turquia	350	9,2	230	7,1	240	7,3	450	14,5	370	12,1
Brasil	395	10,4	277	8,5	280	8,6	278	8,9	280	9,1
Áustria	350	9,2	350	10,8	320	9,8	250	8,0	280	9,1
Grécia	260	6,9	250	7,7	250	7,6	100	3,2	90	2,6
Espanha	210	5,6	175	5,3	140	4,3	144	4,6	120	3,9
Eslováquia	170	4,5	160	4,9	150	4,6	100	3,2	330	10,8
Índia	120	3,2	140	4,3	140	4,3	150	4,8	140	4,6
Outros	140	3,7	125	3,8	190	5,8	130	4,2	370	12,2
TOTAL	3755	100,0	3257	100,0	3270	100,0	3112	100,0	3060	100,0

Notas: Dados em Mg contido
Fonte: Sumário Mineral, 1990-1996.

A China, ao final dos quatro primeiros anos, apresentou um crescimento da ordem de 15% (de 650 para 750 x 10³t de Mg contido), graças a sua política de *dumping*, o que provocou uma retração na produção de países europeus. No entanto, devido às pressões *anti-dumping*, principalmente desses países, fizeram com que, em 1994, a China produzisse pouco mais da metade (57%) do que produzira no ano anterior. Esse fato fez com que a China perdesse a condição de ser o maior produtor mundial, sendo suplantada pela Coreia do Norte. Em 1993, a Áustria diminuiu a sua produção, mas, em contrapartida, empresas austríacas na Turquia aumentaram suas produções,

promovendo um aumento de quase 100% em relação a 1992. Outro grande produtor europeu, a Grécia, fechou, em 1993, a Mina Mantoudi, situada na Ilha Euboea, acarretando uma acentuada queda (60%) em sua produção.

A queda na demanda de magnesita no período 1990-1994 é atribuída, principalmente, à recessão nos principais países industrializados, o que provocou um menor consumo de refratários nos setores de produção de aço, não-ferrosos, vidro e cimento. Aliado ao fato da recessão, houve queda no consumo de refratários devido à substituição dos fornos tradicionais por fornos a arco elétrico, e também, na siderurgia, com a adoção de conversores com injeção de oxigênio que consomem uma menor quantidade de refratários. Enquanto os fornos Siemens-Martin têm um consumo de refratários de 30 kg/t de aço produzido, o consumo cai para a metade nos conversores a oxigênio. Outra causa para o declínio no consumo de refratários é a sua melhor qualidade, o que acarreta uma maior durabilidade.

A retração no consumo de magnésia não foi maior devido ao crescimento na demanda de magnésia calcinada cáustica, utilizada, principalmente, no tratamento de água e efluentes e na indústria de plásticos do tipo resistente à queima (novos materiais).

No final de 1994, a economia mundial já começava a reagir, revertendo o quadro de recessão⁽¹³⁾. Essa situação vem, desde então, provocando um clima de otimismo para os principais produtores de magnesita, acrescentando-se ao fato de que a era dos preços baixos da China chegou ao fim.

Levando em consideração a produção de magnésia calcinada (cáustica, calcinada à morte e fundida) a partir das fontes magnesita, água do mar e salmouras, a distribuição dos principais países produtores é diferente daquela apresentada na Tabela 5 (fonte magnesita). Na Tabela 6, a seguir, é apresentada a produção mundial de magnésia (MgO) em 1994.

Tabela 6 - Produção mundial de magnésia (MgO) em 1994

Países	Fonte		Produção	
	Magnesita (10 ³ t) ^(p)	Água do Mar (10 ³ t) ^(c)	Total (10 ³ t)	(%)
China	2250	-	2250	29,5
Coreia do Norte	900	-	900	11,8
Rússia	800	-	800	10,5
Estados Unidos	-	664	665	8,7
Japão	-	415	415	5,4
Áustria	349	-	349	4,6
Eslováquia	330	-	330	4,3
Brasil	250	-	250	3,3
Turquia	250	-	250	3,3
Grã-Bretanha	-	200	200	2,6
Grécia	200	-	200	2,6
Índia	190	-	190	2,5
Espanha	140	-	140	1,8
Itália	-	130	130	1,7
Outros	220	345	565	7,4
Total	5879	1755	7634	100,0
%	77,0	23,0		

Notas: (p) - valores preliminares ou estimados
(c) - capacidade de produção efetiva

Fonte: Coppe, B. M. - Metals and Minerals Annual Review, 1994.

Os preços de magnesita e produtos praticados nos principais portos da Europa e no Brasil, em dezembro de 1995^(9,16), são apresentados na Tabela 7.

Os preços praticados no Brasil para a magnésia cáustica são competitivos no mercado mundial. Mas, para a magnésia calcinada à morte, a China continua a ser um grande concorrente.

Os maiores consumidores (consumo aparente) de magnesita e magnésia (fontes: magnesita, água do mar e salmoura), segundo dados disponíveis de 1995⁽¹⁷⁾, estão apresentados na Tabela 8. Destacam-se a Coreia do Norte e a ex-URSS, com um consumo de 1,4 bilhão de toneladas por ano de magnesita, e os Estados Unidos, o Japão e a ex-URSS como os maiores

consumidores de magnésia, com mais de 500 mil toneladas por ano.

Tabela 7 - Preços de magnesita e produtos nos principais portos da Europa

Magnesita Bruta (Grécia)	-	45-50	US\$/t FOB
Magnésia Cáustica	Agricultura	63-72	US\$/t CIF
	Natural	88-169	US\$/t CIF
Brasil (Brumado-Ba) (água do mar e salmoura)	Natural	129	US\$/t FOB
	Sintética	100-169	US\$/t ex-works
Magnésia Calcinada à Morte			
China	(90-92% MgO)	115-130	US\$/t FOB
China	(94-95% MgO)	135-155	US\$/t FOB
Brasil (Contagem-MG)	-	250	US\$/t FOB

Fontes: Sumário Mineral, 1996, e Industrial Minerals, 1995.

Tabela 8 - Consumo aparente de magnesita e magnésia

Países	Magnesita (t)	Países	Magnésia (t)
Coreia do Norte	1.416.400	Estados Unidos	767.994
ex-URSS	1.400.000	Japão	681.997
China	1.059.611	ex-URSS	542.392
Turquia	1.037.897	Alemanha	452.710
Áustria	947.010	Grã-Bretanha	225.550
Grécia	613.593	França	205.136
Índia	541.141	Polônia	174.000
Brasil	400.000	Coreia do Sul	132.192
Espanha	386.858	Holanda	113.552
Austrália	368.827	Itália	88.209
ex-Iugoslávia	240.036	África do Sul	80.000

Fonte: Harben, P.W. - The Industrial Minerals Handbook, 1995.

O efeito da reciclagem no consumo de magnésia é limitado pelo fato de que cerca de 50% do produto são consumidos durante a sua vida útil como refratários básicos usados em revestimentos nos fornos de siderurgia e da indústria de vidros. Além disso, metade dessa magnésia residual fica contaminada, tornando inviável a sua reciclagem como refratários. Um campo de utilização alternativo tem sido o seu uso em agregados granulares na construção civil, como abrasivos ou como condicionador de escórias na siderurgia⁽¹⁷⁾.

9. MAGNESITA NO BRASIL

9.1 Oferta e Demanda

O Brasil possui a quarta maior reserva de magnesita no mundo, com uma participação de 5,2%. (Tabela 1)

Segundo os últimos dados oficiais brasileiros (Tabela 9)⁽¹⁸⁾, as maiores reservas medidas estão localizadas nos estados da Bahia (79%) e Ceará (21%).

Tabela 9 - Distribuição das reservas brasileiras de magnesita

Estados	Municípios	Reservas de Magnesita (10 ³ t)			
		Medida	Indicada	Inferida	Total
Bahia		244.007	284.879	436.311	965.197
	Brumado	238.161	279.737	426.726	-
	Santo Sé	5.711	4.898	9.585	-
	Aracatu	135	244	-	-
Ceará		64.780	55.502	1.555	121.837
	Iguatu	49.442	55.502	857	-
	Oros	9.037	-	698	-
	Jucas	6.301	-	-	-
Total		308.787	340.381	437.866	1.087.034

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro, 1991.

No Ceará, os depósitos de magnesita são encontrados na região entre Carius e Orós, sob a forma de grandes lentes encaixadas em calcários, estando associada com talco, quartzo, pirla, limonita e hematita^(1,6). Na Bahia, destaca-se o município de Brumado, que detém 77% das reservas totais medidas, encontrando-se as principais jazidas de magnesita na Serra das Éguas, onde os dolomitos são as rochas encaixantes. A mineralogia associada a esse depósito é constituída de minerais de ferro, piroxênio e anfibólio, quartzo,

silicatos de alumínio e minerais associados (rutílo, cianita, turmalinas, epidoto, pirlita etc.).^(1,6)

A produção nacional de magnesita bruta atingiu, em 1994⁽⁹⁾, mais de 1 milhão de toneladas, enquanto a beneficiada nesse mesmo ano, alcançou cerca de 280 mil toneladas. O estado da Bahia responde por mais de 97% da produção (bruta e beneficiada), e o restante, o estado do Ceará.

Na Tabela 10 estão apresentados dados de produção, importação, exportação e consumo aparente da magnesita no período 1990-1995.

Tabela 10 - Produção, importação, exportação e consumo aparente de magnesita de 1990 a 1995 (t)

Magnesita		1990	1991	1992	1993	1994	1995
Produção	Bruta	1.432.741	879.477	1.101.724	974.161	1.019.688	1.230.955
	Beneficiada	257.159	242.256	273.014	232.367	279.751	318.745
Importação	Bruta	1.259	1.042	-	1.177	-	-
	Beneficiada ⁽¹⁾	3.034	5.201	5.411	5.460	12.640	11.181
Exportação	Bruta	5	36	61	498	240	10.343
	Beneficiada	97.108	141.007	142.240	101.164	118.510	166.792
Consumo Aparente ⁽²⁾	Bruta	1.433.995	880.483	978.997	974.840	1.019.448	1.220.612
	Beneficiada	163.085	206.450	136.185	136.663	199.325	163.134

Notas: (1) inclui magnesita eletrofundida, calcinada, refratários etc
(2) produção + importação - exportação

Fonte: Sumário Mineral, 1990-1996

A quase totalidade (95 a 98%) da produção está a cargo da empresa Magnesita S.A., sendo o restante produzido pela IBAR Nordeste S.A., REFRANOR - Refratários Nordeste S.A. e Indústria Química Xilolite Ltda.

O mercado de magnesita no Brasil foi muito afetado pela recessão econômica e mudanças ocorridas na política brasileira no final da década de 80. Em 1989, a produção de

magnesita beneficiada alcançou 260 mil toneladas, experimentando uma queda de cerca de 35% quando comparada com as produções de 1987 e 1988, que atingiram mais de 400 mil toneladas. Ocorreu, também, uma queda de 36% no consumo aparente de magnesita beneficiada. O consumo aparente que foi cerca de 315 mil toneladas em 1988, caiu para 202 mil toneladas em 1989.

Na década de 90, período 1990-1995, a produção de magnesita beneficiada variou numa faixa de 230 a 280 mil toneladas. Seu consumo aparente caiu nos anos de 1992 e 1993, aumentando a partir de 1994. Em 1991, foi verificado um consumo expressivo (206 mil toneladas) devido à substituição de refratários nos altos fornos em um grande número de siderurgias, refletindo também em um aumento de importação. Em 1994, com a retomada do crescimento econômico, o consumo aparente de magnesita beneficiada cresceu (atingiu cerca de 200 mil toneladas) o mesmo acontecendo com a importação (cerca de 5 mil toneladas em 1991-1993 para 12 mil, em 1994). Quanto à exportação, foi verificado um aumento significativo nos anos de 1991, 1992 e 1995. A importação da magnesita bruta é muito pequena. As importações provêm, principalmente, dos Estados Unidos, Canadá, Alemanha, Itália e Países Baixos.⁽⁹⁾

Quanto à exportação, em 1995 foi constatado um grande aumento, tanto para magnesita bruta quanto beneficiada. Este fato deveu-se, praticamente, à exportação feita para o Canadá. O aumento das exportações da magnesita beneficiada foi resultado de um maior consumo de sínter no mercado mundial, sendo que os principais países compradores foram Alemanha, Polônia, Argentina e Áustria.

No ano de 1995, a quase totalidade da produção de magnesita calcinada à morte foi destinada para a fabricação de refratários básicos, cujos maiores consumidores são a siderurgia e a indústria cimenteira. Quanto à magnesita calcinada cáustica, 50% foram consumidos pela indústria de fertilizantes, sendo o restante destinado para a fabricação de abrasivos, rações, siderurgia, entre outros.⁽⁹⁾

10. TECNOLOGIA

O aproveitamento tecnológico da magnesita no mundo envolve, de um modo geral, os seguintes processos:

- lavra: a céu aberto
- beneficiamento: britagem; classificação; catação manual; separação magnética; separação em meio denso; moagem; flotação; calcinação, e sinterização

A quase totalidade das minas no mundo é lavrada a céu aberto, em bancadas e de modo seletivo.

No beneficiamento, o minério lavrado sofre uma redução de sua granulometria em britadores primários (britadores cônicos ou de mandíbulas) e secundários (britadores cônicos) quando necessário.⁽⁸⁾

Segue-se uma classificação, geralmente através de peneiramento, sendo, posteriormente, o minério concentrado por catação manual ou ótica. Caso hajam impurezas magnéticas, o produto da catação manual é submetido à separação magnética. O concentrado poderá ser enriquecido utilizando-se separação em meio denso. No entanto, geralmente após a britagem, o minério é moído e flotado. A flotação pode ser direta ou inversa (o produto flotado é rejeito). O coletor mais utilizado para a flotação da magnesita é o ácido oléico. O concentrado final das etapas anteriores é posteriormente calcinado em fornos rotativos, ou fornos de soleiras múltiplas, a diferentes temperaturas, dependendo do tipo de magnésia desejado.⁽⁸⁾

Na Bahia, município de Brumado, na Serra das Éguas, está localizado o complexo industrial da Magnesita S.A. com suas maiores minas: mina Pedra Preta e mina Pomba.

A mina Pedra Preta é a principal mina da empresa. A lavra é a céu aberto, altamente mecanizada, e o minério é lavrado de

modo seletivo. Dependendo do teor de MgO são denominados M 10, M 20 e M 30, que se confundem em denominações com os seus respectivos produtos. O teor médio de MgO no minério é de 46%.

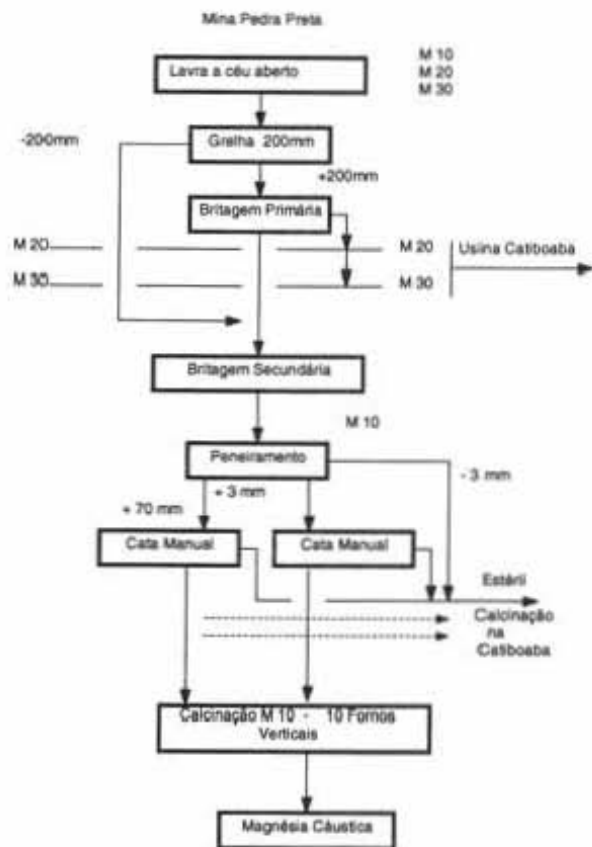
Os três tipos de minério sofrem uma redução abaixo de 200 mm sendo que os tipos M 20 e M 30 são transportados para a usina Catiboaba. O minério M 10 é novamente cominuído e classificado em peneiras nas granulometrias 70 mm e 3 mm, onde o retido nessas frações sofre catação manual. O rejeito da catação manual juntamente com o passante em 3 mm constituem o rejeito final. O concentrado da catação manual é calcinado em fornos verticais, sendo produto final a magnésia calcinada cáustica.

Na mina Pomba a lavra também é a céu aberto e feita de modo seletivo, sendo lavrado o do tipo M 30. O minério M 30 da mina Pomba juntamente com os de outras minas, é cominuído abaixo de 25 mm em circuito fechado em um britador de impacto. A seguir, é classificado abaixo de 1,6 mm em circuito fechado com um britador de rolos e, finalmente, classificado em ciclones abaixo de 0,2 mm, em circuito fechado, com um moinho com bolas. Posteriormente, o minério é deslamado em ciclones e o talco flotado. O rejeito da flotação do talco é deslamado e a magnesita é flotada. O concentrado de magnesita é espessado, filtrado e conduzido para a calcinação.

Na etapa de calcinação, o concentrado do minério tipo M 10 é calcinado em um forno vertical, constituindo o produto chamado de magnésia calcinada cáustica. Os concentrados de minério dos tipos M 20 e M 30 são calcinados em um sistema denominado Harbson Walker, sendo que o tipo M 20 sofre previamente uma cominuição abaixo de 6 mm. O sistema Harbson Walker é constituído por um forno vertical tipo Herreshof onde a magnesita sofre uma primeira queima. A seguir, o produto é britado e classificado, sendo os finos novamente briquetados. O produto classificado dentro de uma faixa de tamanhos adequada é sinterizado em um forno vertical que após o resfriamento, constitui o produto final: magnésia calcinada à morte.

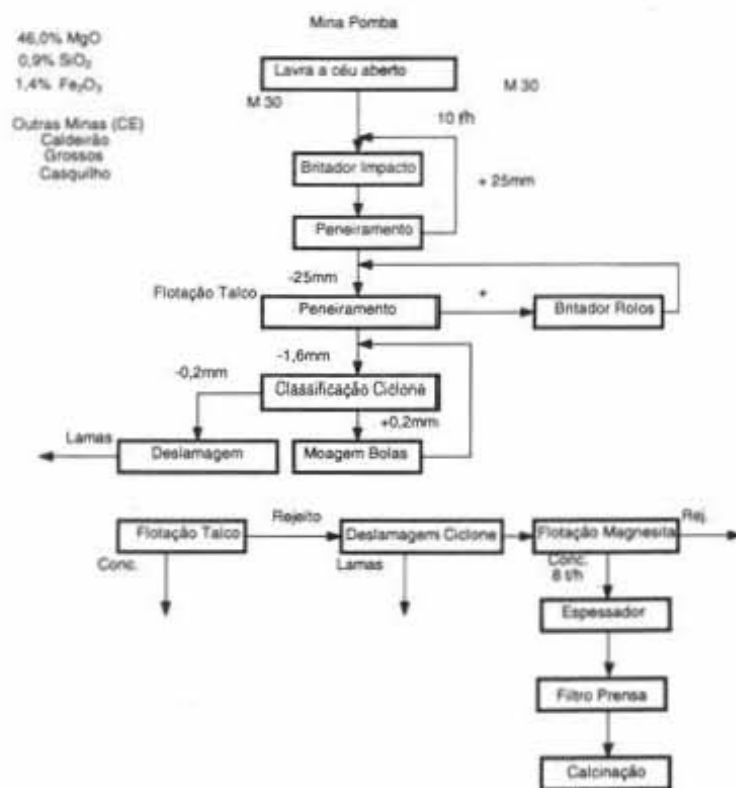
Nas Figuras 3, 4 e 5^(19,20) estão apresentados de forma simplificada os fluxogramas de beneficiamento das minas Pedra Preta e Pomba, e da etapa de calcinação de todas as minas.

46,0% MgO
1,3% SiO₂
1,8% Fe₂O₃



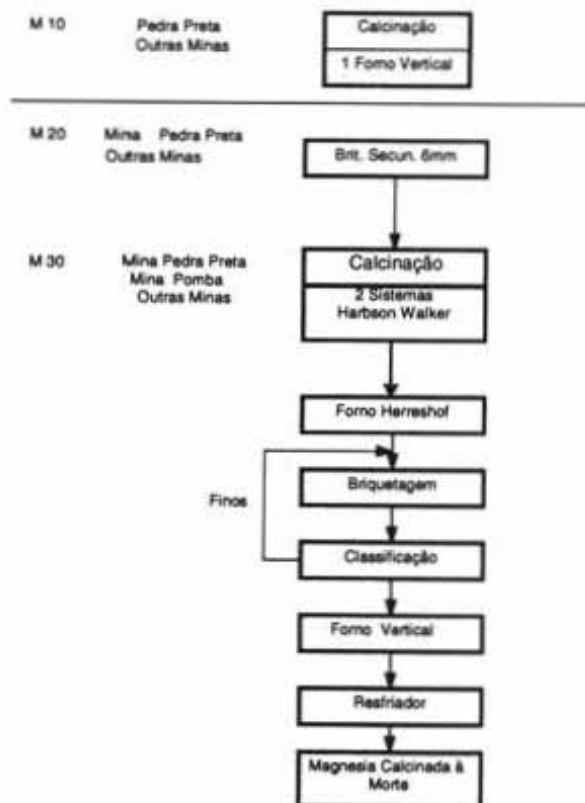
Fontes: Vidal, F. W. H.; Munhoz, N.R.G. - Projeto Usinas de Beneficiamento de Magnesita, 1983, e Ciminelli, R.R. - Magnesita S.A., 1997.

Figura 3 - Fluxograma simplificado do beneficiamento da Mina Pedra Preta



Fontes: Vidal, F.W.H.; Munhoz, N.R.G. - Projeto Usinas de Beneficiamento de Magnesita, 1983, e Ciminelli, R.R. - Magnesita S.A., 1997.

Figura 4 - Fluxograma simplificado do beneficiamento da Mina Pomba



Fontes: Vidal, F.W.H.; Munhoz, N.R.G. - Projeto Usinas de Beneficiamento de Magnesita, 1983, e Ciminelli, R. R. - Magnesita S.A., 1997.

Figura 5 - Fluxograma simplificado da etapa de calcinação

Na Tabela 11 estão especificadas as características dos produtos calcinados M 10, M 20 e M 30-B da Magnesita S.A.⁽²¹⁾

Tabela 11 - Propriedades dos produtos calcinados

Composição (%)	Produtos Calcinados		
	M 10	M 20	M 30-B
MgO	94,79	95,29	97,71
CaO	0,50	0,46	0,63
SiO ₂	1,39	1,28	0,52
Al ₂ O ₃	0,32	0,28	0,08
Fe ₂ O ₃	2,13	1,88	0,70
MnO	0,87	0,82	0,37
B ₂ O ₃	0,007	0,007	0,007
Densidade	3,02	3,29	3,33
Porosidade(%)	16	4	2
Tamanho Cristal (µm)	60	80	140

Fonte: Gonsalves, G.E.; Duarte, A.K.; Brant, P.O.R.C. - American Ceramic Society Bulletin, 1993.

Na Figura 6, é apresentado um fluxograma simplificado envolvendo as etapas de fabricação de tijolos refratários.⁽¹⁾

A magnésia calcinada à morte passa por uma etapa de cominuição em um moinho com bolas, sendo após classificada em uma faixa granulométrica específica. São adicionados aglutinantes (argila e dextrina) e aditivos como cromo e zircônio (ou outros), e grafite ou alumina, com a finalidade de dar ao produto propriedades especiais para usos específicos. Posteriormente, o material é prensado a alta pressão e calcinado.



Fontes: Siva, J. C. - Perfil Analítico da Magnesita, 1973 e Cimínelli, R.R. - Magnesita S.A., 1997.

Figura 6 - Fluxograma simplificado da etapa de fabricação de tijolos refratários

Na Tabela 12 são apresentadas, ainda, as características de três tipos principais de refratários.^(7,21)

Tabela 12 - Propriedades de alguns refratários principais

Compostos (%)	Refratários		
	Magnésia	Mag-Cromo*	Mag-Alum-Espin**
SiO ₂	0,4-4,5	1,8-7,0	> 1,0
Al ₂ O ₃	0,1-1,0	6,0-13,0	10,0-14,0
Fe ₂ O ₃	1,0-2,3	2,0-12,0	-
CaO	0,6-3,8	0,6-1,5	1,0
MgO	91-98	50-82	82-87
Cr ₂ O ₃	0,0-0,9	6,0-15,0	-
Densidade Aparente	2,8-3,0	2,9-3,0	2,9-3,0
Porosidade Aparente (%)	15-19	17-20	15-17

Notas: * Magnésia-Cromo

** Magnésia-Alumina-Espinélio

Fontes: Refractories - Encyclopedia of Chemical Technology, 1982 e Gonsalves, G.E.; Duarte, A.K.; Brant, P.O.R.C. - American Ceramic Society Bulletin, 1993.

11. OUTRAS FONTES DE MAGNÉSIA

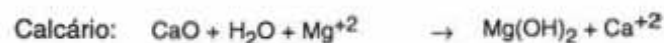
Além da magnesita, outras duas fontes importantes de magnésia são a água do mar e as salmouras.

A magnésia é obtida a partir da calcinação do hidróxido de magnésio $Mg(OH)_2$.

O hidróxido de magnésio é preparado através da precipitação de sais de magnésio pela adição de compostos de reação característica de uma base forte, sendo os mais usados o CaO e a mistura CaOMgO.

As fontes de CaO e de CaOMgO são, respectivamente, o calcário ($CaCO_3$) e a dolomita ($CaCO_3MgCO_3$), após calcinação dos seus carbonatos.

As reações de obtenção de $Mg(OH)_2$ para os dois tipos de bases fortes são:⁽¹¹⁾



O uso de dolomita reduz à metade o consumo de água do mar ou salmoura requerido para a produção de magnésia, uma vez que a outra metade provém da própria dolomita calcinada.

A água do mar contém cerca de 1294 ppm de Mg^{+2} , que é equivalente a 2150 g de MgO por metro cúbico⁽¹¹⁾. Caso seja usado calcário, aproximadamente 1400 g são necessários para precipitar 1000 g de MgO e com dolomita 1200 g. Antes da reação da água do mar com a base forte, ela sofre um pré-tratamento com uma pequena quantidade de CaO, para que seja precipitado e removido o carbonato sob a forma de bicarbonato de cálcio.

Caso este não seja retirado do processo, o bicarbonato reage com o hidróxido de cálcio durante a reação principal, formando um precipitado insolúvel que não pode ser separado do produto.

O produto da reação principal é floculado, espessado e após é lavado com água fresca, em contra-corrente, para a remoção dos sais solúveis.

A seguir, o produto é filtrado e obtém-se um *cake* contendo cerca de 50% de $Mg(OH)_2$.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário do mercado da magnesita nos primeiros anos desta década foi caracterizado pela queda de sua demanda, provocada, principalmente, pela recessão na economia mundial que afetou notadamente os países industrializados. Diminuiu a produção na siderurgia, metais não-ferrosos, cimento, indústria química, vidro e cerâmica e, com isso, caiu o consumo de refratários. Além disso, observou-se o crescimento no mercado da utilização de novos materiais em substituição aos produtos tradicionais.

Paralelamente à queda de consumo, ainda nos primeiros anos da década de 90, ocorreu um excesso de oferta de magnesita, em decorrência do fim da Guerra Fria. Estoques estratégicos dos Estados Unidos e da ex-URSS, principalmente, foram colocados no mercado, pressionando a queda dos preços. Também a agressiva política de *dumping* adotada pela China, fez com que ela, até 1993, ocupasse a posição de maior produtor mundial de magnesita.

A partir de 1994, começaram a ser postas em prática medidas *anti-dumping*, lideradas por países europeus. Tais medidas fizeram com que o governo chinês revisse sua política de exportação. Obteve-se como resultado um aumento nos preços de magnesita e uma queda na produção chinesa.

Essa situação, aliada à diminuição do nível da recessão mundial, tem criado um novo cenário para a magnesita. Com preços mais realistas, produtos de melhor qualidade e novos campos de aplicação, como componente em plásticos resistentes à queima, no tratamento de água e efluentes industriais, há perspectivas para o crescimento da demanda de magnesita nos próximos anos.

No Brasil, a Magnesita S.A. vem se dedicando ao desenvolvimento de produtos refratários de maior qualidade,

como o sinter M 40, e buscando novos mercados na América do Sul.

De acordo com o plano plurianual para o desenvolvimento do setor mineral,⁽²²⁾ realizado pelo DNPM, as perspectivas para a magnesita são bastante otimistas. É estimado para o ano 2010 um consumo aparente anual de quase 800 mil toneladas, contra o atual de 130 mil toneladas. As exportações deverão praticamente duplicar, atingindo 260 mil toneladas. As reservas disponíveis são suficientes e o investimento necessário para atender essa demanda seria de 325 milhões de dólares.

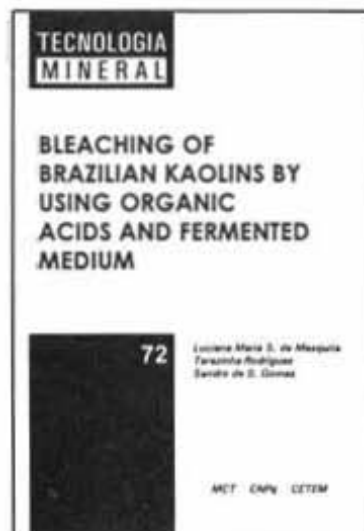
AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração especial e valiosa do Dr. Renato Ribeiro Ciminelli na atualização dos dados do item (10) Tecnologia.

12. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. SILVA, J. C. - Perfil Analítico da Magnesita - Bol. 17, DNPM, 1973.
2. KRAMER, D.A. - Magnesium - Mineral Facts and Problems 1985 - Bureau of Mines, Bulletin 675.
3. DUNCAN, L.R.; McCracken, W. H. - Magnesite and Magnesia. In: Industrial Minerals and Rocks, DONALD D. CARR - Editor, SMME, p. 643-54, 1994.
4. ABREU, S. F. - Recursos Minerais do Brasil. Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, v. 1, p. 177-84, 1973.
5. COPP, A. N. - Magnesita/Magnesite - In: American Ceramic Society Bulletin N° 6, v. 74, June 1995.
6. DANA, J. D. - Manual de Mineralogia. Editora Universidade de São Paulo, v. 2, p. 366-8, 1974.
7. Refractories - In: Encyclopedia of Chemical Technology. John Wiley & Sons, v. 20, p. 1-37, 1982.
8. RAU, E. - Magnesium Minerals - In: SME Mineral Processing Handbook - Magnesium Minerals. p. 29-14, 1985.
9. CORREIA, D.M.B. - Magnesita. In: Sumário Mineral Brasileiro, DNPM, 1990-1996.
10. COPPE, B. M. Magnesite/Magnesia - In: Mining Engineering n. 6, v. 44, June, 1992.
11. Magnesium Compounds - In: Encyclopedia of Chemical Technology. John Wiley & Sons, v. 14, p. 615-45, 1982.
12. CLARKE, G. - Magnesia Around the World: Hard Times in Soft Markets Again - In: Industrial Minerals - April 1992. p. 45-77.
13. COPPE, B. M. - Magnesite and Magnesia - In: Metals and Minerals Annual Review, 1991, 1992, 1993 e 1994.
14. O'DRISCOLL, M. - Caustic Magnesia Markets - Playing With Fire - In: Industrial Mineral, p. 23-45, March, 1994.

15. EVANS, R. M. - Magnesia-Alumina-Spinel - Raw Materias Production and Preparation - In: American Ceramic Society Bulletin, n. 4, v. 72, April, 1993.
16. Industrial Minerals, n. 339, p. 65, Dec., 1995.
17. HARBEN, P. W. The Industrial Minerals Handbook. A Guide to Markets, Specifications & Prices, p. 100-4, 1995.
18. Anuário Mineral Brasileiro, 1991.
19. VIDAL, F.W.H.; MUNHOZ, N.R.G.- Projeto Usinas de Beneficiamento de Magnesita, RT-38-83, DNPM/CETEM, 1983.
20. CIMINELLI, R.R. - Magnesita S.A., consulta pessoal, 1997.
21. GONSALVES, G. E.; DUARTE, A. K.; BRANT, P. O. R. C. - Magnesia-Spinel Brick for Cement Rotary Kilns - In: American Ceramic Society Bulletin N. 2, v. 72, February, 1993.
22. DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral - Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral, v.1, 1994.



NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE TECNOLOGIA MINERAL

1. Flotação de Carvão: Estudos em Escala de Bancada - Antonio R. de Campos, Salvador L. M. de Almeida e Amílcar T. dos Santos, 1979. (esgotado)
2. Beneficiamento de Talco: Estudos em Escala de Bancada - Nelson T. Shimabukuro, Carlos Adolpho M. Baltar e Francisco W. Hollanda Vidal, 1979. (esgotado)
3. Beneficiamento de Talco: Estudos em Usina Piloto - Nelson T. Shimabukuro, Carlos Adolpho M. Baltar e Francisco W. Hollanda Vidal, 1979. (esgotado)
4. Flotação de Cianita da Localidade de Boa Esperança (MG) - Ivan O. de Carvalho Masson e Tulio Herman A. Luco, 1979. (esgotado)
5. Beneficiamento de Diatomita do Ceará - José A. C. Sobrinho e Adão B. da Luz, 1979. (esgotado)
6. Eletrorecuperação de Zinco: uma Revisão das Variáveis Influentes - Roberto C. Villas Bôas, 1979. (esgotado)
7. Redução da Gipsita com Carvão Vegetal - Ivan O. de Carvalho Masson, 1980. (esgotado)
8. Beneficiamento do Diatomito de Canavieira do Estado do Ceará - Franz Xaver H. Filho e Marcello M. da Veiga, 1980. (esgotado)
9. Moagem Autógena de Itabirito em Escala Piloto - Hedda Vargas Figueira e João Alves Sampaio, 1980. (esgotado)
10. Flotação de Minério Oxidado de Zinco de Baixo Teor - Carlos Adolpho M. Baltar e Roberto C. Villas Bôas, 1980. (esgotado)
11. Estudo dos Efeitos de Corrente de Pulso Sobre o Eletrorefino de Prata - Luiz Gonzaga dos S. Sobral, Ronaldo Luiz C. dos Santos e Delfin da Costa Laureano, 1980. (esgotado)
12. Lixiviação Bacteriana do Sulfeto de Cobre de Baixo Teor Carajá - Vicente Paulo de Souza, 1980. (esgotado)
13. Flotação de Minérios Oxidados de Zinco: uma Revisão de Literatura - Carlos Adolpho M. Baltar, 1980. (esgotado)
14. Efeito de Alguns Parâmetros Operacionais no Eletrorefino do Ouro - Marcus Granato e Roberto C. Villas Bôas, 1980. (esgotado)
15. Flotação de Carvão de Santa Catarina em Escala de Bancada e Piloto - Antonio R. de Campos e Salvador L. M. de Almeida, 1981. (esgotado)
16. Aglomeração Seletiva de Finos de Carvão de Santa Catarina: Estudos Preliminares - Lauro Santos N. da Costa, 1981. (esgotado)
17. Briquetagem e a sua Importância para a Indústria - Walter Shinzel e Regina Célia M. da Silva, 1981. (esgotado)
18. Aplicação de Petrografia no Beneficiamento de Carvão por Flotação - Ney Hamilton Porphírio, 1981. (esgotado)
19. Recuperação do Cobre do Minério Oxidado de Carajá por Extração por Solventes em Escala Semipiloto - Ivan O. C. Masson e Paulo Sérgio M. Soares, 1981. (esgotado)
20. Dynawhirpool (DWP) e sua Aplicação na Indústria Mineral - Hedda Vargas Figueira e José Aury de Aquino, 1981. (esgotado)

21. Flotação de Rejeitos Finos de Scheelita em Planta Piloto - José Farias de Oliveira, Ronaldo Moreira Horta e João Alves Sampaio, 1981. (esgotado)

22. Coque de Turfa e suas Aplicações - Regina Célia M. da Silva e Walter Schinzel, 1982.

23. Refino Eletrolítico de Ouro, Processo Wohlwill - Juliano Peres Barbosa e Roberto C. Villas Bôas, 1982. (esgotado)

24. Flotação de Oxidados de Zinco: Estudos em Escala Piloto - Adão Benvindo da Luz e Carlos Adolpho M. Baltar, 1982.

25. Dosagem de Ouro - Luiz Gonzaga S. Sobral e Marcus Granato, 1983.

26. Beneficiamento e Extração de Ouro e Prata de Minério Sulfetado - Márcio Torres M. Penna e Marcus Granato, 1983.

27. Extrações por Solventes de Cobre do Minério Oxidado de Caraíba - Paulo Sérgio M. Soares e Ivan O. de Carvalho Masson, 1983.

28. Preparo Eletrolítico de Solução de Ouro - Marcus Granato, Luiz Gonzaga S. Sobral, Ronaldo Luiz C. Santos e Delfin da Costa Laureano, 1983. (esgotado)

29. Recuperação de Prata de Fixadores Fotográficos - Luiz Gonzaga dos Santos Sobral e Marcus Granato, 1984. (esgotado)

30. Amostragem para Processamento Mineral - Mário V. Possa e Adão B. da Luz, 1984. (esgotado)

31. Indicador de Bibliotecas e Centros de Documentação em Tecnologia Mineral e Geociências do Rio de Janeiro - Subcomissão Brasileira de Documentação em Geociências - SBDG, 1984.

32. Alternativa para o Beneficiamento do Minério de Manganês de Urucum, Corumbá-MS - Lúcia Maria Cabral de Góes e Silva e Lélvio Fellows Filho, 1984.

33. Lixiviação Bacteriana de Cobre de Baixo Teor em Escala de Bancada - Teresinha R. de Andrade e Francisca Pessoa de França, 1984.

34. Beneficiamento do Calcário da Região de Cantagalo-RJ - Vanilda Rocha Barros, Hedda Vargas Figueira e Rupen Adamian, 1984.

35. Aplicação da Simulação de Hidrociclones em Circuitos de Moagem - José Ignácio de Andrade Gomes e Regina C. C. Carriso, 1985. (esgotado)

36. Estudo de um Método Simplificado para Determinação do "Índice de Trabalho" e sua Aplicação à Remoagem - Hedda Vargas Figueira, Luiz Antonio Pretti e Luiz Roberto Moura Valle, 1985. (esgotado)

37. Metalurgia Extrativa do Ouro - Marcus Granato, 1986. (esgotado)

38. Estudos de Flotação do Minério Oxidado de Zinco de Minas Gerais - Francisco W. Hollanda Vidal, Carlos Adolpho M. Baltar, José Ignácio de A. Gomes, Leonardo A. da Silva, Hedda Vargas Figueira, Adão B. da Luz e Roberto C. Villas Bôas, 1987.

39. Lista de Termos para Indexação em Tecnologia Mineral - Vera Lúcia Vianna de Carvalho, 1987.

40. Distribuição de Germânio em Frações Densimétricas de Carvões - Luiz Fernando de Carvalho e Valéria Conde Alves Moraes, 1986.

41. Aspectos do Beneficiamento de Ouro Aluvionar - Fernando A. Freitas Lins e Leonardo A. da Silva, 1987. (esgotado)

42. Estudos Tecnológicos para Aproveitamento da Atapulgita de Guadalupe-PI - Adão B. da Luz, Salvador L. M. de Almeida e Luciano Tadeu Silva Ramos, 1988.

43. Tratamento de Efluentes de Carvão Através de Espessador de Lamelas - Francisco W. Hollanda Vidal e Franz Xaver Horn Filho, 1988.

44. Recuperação do Ouro por Amalgamação e Cianetação: Problemas Ambientais e Possíveis Alternativas - Vicente Paulo de Souza e Fernando A. Freitas Lins, 1989. (esgotado)

45. Geopolítica dos Novos Materiais - Roberto C. Villas Bôas, 1989. (esgotado)

46. Beneficiamento de Calcário para as Indústrias de Tintas e Plásticos - Vanilda da Rocha Barros e Antonio R. de Campos, 1990. (esgotado)

47. Influência de Algumas Variáveis Físicas na Flotação de Partículas de Ouro - Fernando A. Freitas Lins e Rupen Adamian, 1991.

48. Caracterização Tecnológica de Caulim para a Indústria de Papel - Rosa Malena Fernandes Lima e Adão B. da Luz, 1991.

49. Amostragem de Minérios - Maria Alice C. de Goes, Mário V. Possa e Adão B. da Luz, 1991.

50. Design of Experiments in Planning Metallurgical Tests - Roberto C. Villas Bôas, 1991. (esgotado)

51. Eletrorecuperação de Ouro a partir de Soluções Diluídas de seu Cianeto - Roberto C. Villas Bôas, 1991.

52. Talco do Paraná - Flotação em Usina Piloto - Salvador Luiz M. de Almeida, Adão B. da Luz e Ivan F. Pontes, 1991.

53. Os Novos Materiais e a Corrosão - Roberto C. Villas Bôas, 1991.

54. Aspectos Diversos da Garimpagem de Ouro - Fernando Freitas Lins (coord.), José Cunha Cotta, Adão B. da Luz, Marcello M. da Veiga, Fernando Freitas Lins, Luiz Henrique Farid, Márcia Machado Gonçalves, Ronaldo Luiz C. dos Santos, Maria Laura Barreto e Irene C. M. H. Medeiros Portela, 1992. (esgotado)

55. Concentrador Centrifugo - Revisão e Aplicações Potenciais - Fernando Freitas Lins, Lauro S. Norbert Costa, Oscar Cuéllar Delgado, Jorge M. Alvares Gutierrez, 1992. (esgotado)

56. Minerais Estratégicos: Perspectivas - Roberto C. Villas Bôas, 1992. (esgotado)

57. O Problema do Germânio no Brasil - Roberto C. Villas Bôas, Maria Dionísia C. dos Santos e Vicente Paulo de Souza, 1992.

58. Caracterização Tecnológica do Minério Aurífero da Mineração Casa de Pedra-Mato Grosso - Ney Hamilton Porphírio e Fernando Freitas Lins, 1992.

59. Geopolitics of the New Materials: The Case of the Small Scale Mining and New Materials Developments - Roberto C. Villas Bôas, 1992. (esgotado)

60. Degradação de Cianetos por Hipoclorito de Sódio - Antonio Carlos Augusto da Costa, 1992.

61. Paládio: Extração e Refino, uma Experiência Industrial - Luiz Gonzaga S. Sobral, Marcus Granato e Roberto B. Ogando, 1992.

62. Desempenho de Ciclones e Hidrociclones - Giulio Massarani, 1992.

63. Simulação de Moagem de Talco Utilizando Seixos - Regina Coeli C. Carriso e Mário Valente Possa, 1993.

64. Atapulgita do Piauí para a Indústria Farmacêutica - José Pereira Neto, Salvador L. M. de Almeida e Ronaldo de Miranda Carvalho, 1993.

65. Caulim: um mineral industrial importante - Adão B. da Luz e Eduardo C. Damasceno, 1993.

66. Química e Tecnologia das Terras-Raras - Alcídio Abrão, 1994.

67. Tiouréia e Bromo como Lixivantes Alternativos à Cianetação do Ouro. Roberto de Barros E. Trindade, 1994.

68. Zeólitas: Propriedades e Usos Industriais - Adão Benvindo da Luz, 1994.

69. Caracterização Tecnológica de Lascas de Quartzo - Marília Inês Mendes Barbosa e Ney Hamilton Porphírio, 1994.

70. Froth Flotation: Relevant Facts and the Brazilian Case - Armando Corrêa de Araújo e Antônio Eduardo Clark Peres, 1995.

71. Uma revisão da Síntese de Pós Cerâmicos Via Alcoxidos - Estudo de Caso: alcoxidos de Terras-Raras - Plínio Eduardo Praes e Maurício Moutinho da Silva, 1995.

**DETERMINAÇÃO
POTENCIOMÉTRICA DE
CIANETOS EM EFLUENTES
DE MINERAÇÃO**

15 *Rozane Valente Martins*

MT7 CNPq CETEM

**NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE
TECNOLOGIA AMBIENTAL**

1. Poconé: Um Campo de Estudos do Impacto Ambiental do Garimpo - Marcello M. da Veiga, Francisco R. C. Fernandes, Luiz Henrique Farid, José Eduardo B. Machado, Antônio Odilon da Silva, Luis Drude de Lacerda, Alexandre Pessoa da Silva, Edinaldo de Castro e Silva, Evaldo F. de Oliveira, Gercino D. da Silva, Hélcias B. de Pádua, Luiz Roberto M. Pedroso, Nelson Luiz S. Ferreira, Saete Kiyoka Ozaki, Rosane V. Marins, João A. Imbassahy, Wolfgang C. Pfeiffer, Wanderley R. Bastos e Vicente Paulo de Souza (2ª edição), 1991. (esgotado)

2. Diagnóstico Preliminar dos Impactos Ambientais Gerados por Garimpos de Ouro em Alta Floresta/MT: Estudo de Caso (versão Português/Inglês) - Luiz Henrique Farid, José Eduardo B. Machado, Marcos P. Gonzaga, Saulo R. Pereira Filho, André Eugênio F. Campos, Nelson S. Ferreira, Gersino D. Silva, Carlos R. Tobar, Volney Câmara, Sandra S. Hacon, Diana de Lima, Vangil Silva, Luiz Roberto M. Pedroso, Edinaldo de Castro e Silva, Laís A. Menezes, 1992.

3. Mercúrio na Amazônia: Uma Bomba Relógio Química? - Luis Drude Lacerda e Win Salomons, 1992. (esgotado)
4. Estudo dos Impactos Ambientais Decorrentes do Extrativismo Mineral e Poluição Mercurial no Tapajós - Pré-Diagnóstico - Rita Maria Rodrigues et al., 1994.
5. Utilização do Aguapé no Tratamento de Efluentes com Cianetos - Marcus Granato, 1995.
6. Are Tropical Estuaries Environmental Sinks or Sources? - Egbert K. Duursma, 1995.
7. Assessment of the Heavy Metal Pollution in a Gold "Garimpo" - Saulo Rodrigues Filho e John Edmund L. Maddock, 1995.
8. Instrumental Multielement Analysis in Plant Materials - A Modern Method in Environmental Chemistry and Tropical Systems Research - Bernd Market, 1995.
9. Heavy Metals in Estuarine Sediments: Mangrove Swamps of the Subaé and Paraguaçu Tributary Rivers of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil - J. F. Paredes, A. F. S. Queiroz, I. G. Carvalho, M. A. S. B. Ramos, A. L. F. Santos e C. Mosser, 1995.
10. Metais Pesados nas Sub-bacias Hidrográficas de Poconé e Alta Floresta - Saulo Rodrigues Pereira Filho, 1995.
11. Diagnóstico Ambiental das Áreas Submetidas à Garimpagem de Ouro em Rio Preto - MG - Antonio José L. de A. Ramos e Saulo Rodrigues Pereira Filho, 1996.
12. Batch and Continuous Heavy Metals Biosorption by a Brown Seaweed - Antonio Carlos A. da Costa, Luciana Maria S. de Mesquita e João Tornovsky, 1996.
13. Emissões de Mercúrio na Queima de Amálgama: estudo da contaminação de ar, solos e poeira em Poconé, MT - Alexandre Pessoa da Silva, Volney Câmara, Osmar da Cruz N. Nascimento, Lázaro J. Oliveira, Edinaldo C. Silva, Fátima Piveta e Paulo R. G. e Barrocas, 1996.
14. Desativação de Minas - Adão Benvindo da Luz e Eduardo Camilher Damasceno, 1996.

**NOTAS SOBRE O
LABORATÓRIO DA
PRODUÇÃO MINERAL:
LPM/DNPM**

10 *Heidi Vargas de O. Figueira*

MT7 CNPq CETEM

**NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE
QUALIDADE E PRODUTIVIDADE**

1. Qualidade na Formulação de Misturas - Roberto C. Villas Bôas, 1992. (esgotado)
2. La Importância del Método em la Investigación Tecnológica - Roberto C. Villas Bôas, 1992.
3. Normalización Minerometalúrgica e Integración Latinoamericana - Rômulo Genuino de Oliveira, 1993.
4. A Competitividade da Indústria Brasileira de Alumínio: Avaliação e Perspectivas - James M. G. Weiss, 1993. (esgotado)
5. O Gerenciamento Ambiental: Estudo de Caso de Cinco Empresas de Mineração no Brasil - José Antônio Parizotto, 1995.
6. Situação Atual e Perspectivas da Indústria Mineral no Brasil - Ulysses Rodrigues de Freitas, 1995.
7. The Profile of the Brazilian Mining Professionals - Arthur Pinto Chaves, 1995.
8. Certification and Use of Reference Materials - Maria Alice C. de Goes, 1995.
9. Arranjos Ortogonais de Taguchi: os $L_n(2^k)$ - Roberto C. Villas Bôas, 1996.

NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE
ESTUDOS E DOCUMENTOS



1. Quem é Quem no Subsolo Brasileiro - Francisco R. C. Fernandes, Ana Maria B. M. da Cunha, Maria de Fátima Faria dos Santos, José Raimundo Coutinho de Carvalho e Maurício Lins Arcoverde, (2ª edição) 1987. (esgotado)

2. A Política Mineral na Constituição de 1967 - Ariadne da Silva Rocha Nodari, Alberto da Silva Rocha, Marcos Fábio Freire Montysuma e Luis Paulo Schance Heler Giannini, (2ª edição) 1987.

3. Mineração no Nordeste - Depoimentos e Experiências - Manuel Correia de Andrade, 1987. (esgotado)

4. Política Mineral do Brasil - Dois Ensaio Críticos - Osny Duarte Pereira, Paulo César Ramos de Oliveira Sá e Maria Isabel Marques, 1987. (esgotado)

5. A Questão Mineral da Amazônia - Seis Ensaio Críticos - Francisco R. C. Fernandes, Roberto Gama e Silva, Wanderlino Teixeira de Carvalho, Manuela Carneiro da Cunha, Breno

Augusto dos Santos, Armando Álvares de Campos Cordeiro, Arthur Luiz Bernardelli, Paulo César de Sá e Maria Isabel Marques, 1987. (esgotado)

6. Setor Mineral e Dívida Externa - Maria Clara Couto Soares, 1987.

7. Constituinte: A Nova Política Mineral - Gabriel Guerreiro, Octávio Elísio Alves de Brito, Luciano Galvão Coutinho, Roberto Gama e Silva, Alfredo Ruy Barbosa, Hildebrando Herrmann e Osny Duarte Pereira, 1988. (esgotado)

8. A Questão Mineral na Constituição de 1988 - Fábio S. Sá Earp, Carlos Alberto K. de Sá Earp e Ana Lúcia Villas-Bôas, 1988. (esgotado)

9. Estratégia dos Grandes Grupos no Domínio dos Novos Materiais - Paulo Sá, 1989. (esgotado)

10. Política Científica e Tecnológica no Japão, Coréia do Sul e Israel. - Abraham Benzaquen Sicsú, 1989. (esgotado)

11. Legislação Mineral em Debate - Maria Laura Barreto e Gildo Sá Albuquerque (organizadores), 1990. (esgotado)

12. Ensaio Sobre a Pequena e Média Empresa de Mineração - Ana Maria B. M. da Cunha (organizadora) 1991. (esgotado)

13. Fontes e Usos de Mercúrio no Brasil - Rui C. Hasse Ferreira e Luiz Edmundo Appel, (2ª edição) 1991.

14. Recursos Minerais da Amazônia - Alguns Dados Sobre Situação e Perspectivas - Francisco R. C. Fernandes e Irene C. de M. H. de Medeiros Portela, 1991. (esgotado)

15. Repercussões Ambientais em Garimpo Estável de Ouro - Um Estudo de Caso - Irene C. de M. H. de Medeiros Portela, (2ª edição) 1991.

16. Panorama do Setor de Materiais e suas Relações com a Mineração: Uma Contribuição para Implementação de Linhas de P & D - Marcello M. Veiga e José Octávio Armani Pascoal, 1991.

17. Potencial de Pesquisa Química nas Universidades Brasileiras - Peter Rudolf Seidl, 1991.

18. Política de Aproveitamento de Areia no Estado de São Paulo: Dos Conflitos Existentes às Compatibilizações Possíveis - Hildebrando Hermann, 1991.

19. Uma Abordagem Crítica da Legislação Garimpeira: 1967-1989 - Maria Laura Barreto, 1993. (esgotado)

20. Some Reflections on Science in the Low-Income Economies - Roald Hoffmann, 1993. (esgotado)

21. Terras-raras no Brasil: depósitos, recursos identificados e reservas - Francisco Eduardo de V. Lápido Loureiro, 1994.

22. Aspectos Tecnológicos e Econômicos da Indústria de Alumínio, Marisa B. de Mello Monte e Rupen Adamian, 1994

23. Indústria Carbonífera Brasileira: conveniência e viabilidade - Gildo de A. Sá C. de Albuquerque, 1995.

24. Carvão Mineral: Aspectos Gerais e Econômicos - Regina Coeli C. Carrisso e Mário Valente Possa, 1995.

25. "Sustainable Development: materials technology and industrial development in Brazil" - Roberto C. Villas Bôas, 1995.

26. Minerais e Materiais Avançados - Heloísa Vasconcellos de Medina e Luis Alberto Almeida Reis, 1995.

27. Poluição Mercurial: parâmetros técnico-jurídicos - Maria Laura Barreto e Anna Christiana Marinho, 1995.

28. Aspectos Técnicos e Econômicos do Setor de Rochas Ornamentais - Cid Chiodi Filho, 1995.

29. Mineração e Desenvolvimento Econômico: a questão nacional nas estratégias de desenvolvimento do setor mineral (1930-1964), Vol. I - Ana Lucia Villas-Bôas, 1995.

29. Mineração e Desenvolvimento Econômico: o projeto nacional no contexto da globalização (1964-1994), Vol. II - Ana Lúcia Villas-Bôas, 1995.

30. Elementos Estratégicos e Geopolíticos da Evolução Recente dos Materiais - Sarita Albagli, 1996.

31. A Produção de Fosfato no Brasil: uma apreciação histórica das condicionantes envolvidas - Gildo de A. Sá C. de Albuquerque, 1996.

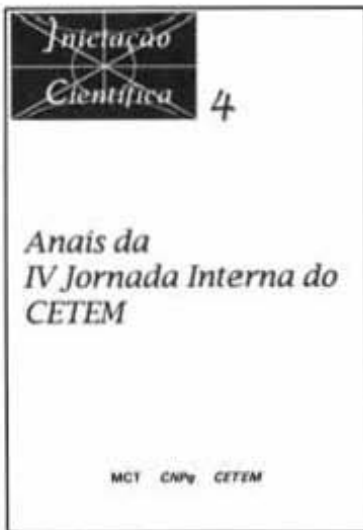
32. Pequena Empresa: a base para o desenvolvimento da mineração nacional - Gilson Ezequiel Ferreira, 1996.

33. Gestão Ambiental: uma avaliação das negociações para a implantação da ISO 14.000 - Gisela A. Pires, do Rio, 1996.

34. Guias Prospectivos para Mineralizações em Rochas Granitóides - Cid Chiodi Filho, 1997.

35. Política e Administração da Exploração e Produção de Petróleo - Luiz Augusto Milani Martins, 1997.

36. Quartzo: efeitos da tecnologia sob sua demanda - Adão Benvindo da Luz e Eliezer Bras, 1997.



NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

1. Anais da I Jornada Interna do CETEM, 1994.
2. Anais da II Jornada Interna do CETEM, 1995.
3. Anais da III Jornada Interna do CETEM, 1996

PUBLICAÇÕES AVULSAS EDITADAS PELO CETEM OU EM CO-EDIÇÃO

1. Programação Trienal: 1989/1991. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1989.
2. Manual de Usinas e Beneficiamento. Editor: Adão Benvido da Luz, Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1989. (esgotado)
3. Garimpo, Meio Ambiente e Sociedades Indígenas. Organizadores: Lívia Barbosa, Ana Lúcia Lobato, José Augusto Drummond (CETEM/CNPq/EDUFF), 1992. (esgotado)
4. Programação Trienal: 1992/1994. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq).
5. Impactos Ambientais. Editores: H. Rattner (SPRU/USP/CNPq), 1993.
6. Relatório de Atividades de 1993. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1994.
7. Programação Trienal: 1995/1997. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1995.
8. Relatório Anual de Atividades 1994. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1995. (esgotado)
9. 2nd Swedish-Brazilian Workshop on Mineral Technology. Editores: Eric Forssberg and Roberto C. Villas Bôas, (CETEM/CNPq/LULEÅ/EPUSP), 1995. (esgotado)
10. Tratamento de Minério. Editores: Adão B. da Luz, Lauro N. Costa, Mário Valente Possa e Salvador Luiz M. de Almeida, (CETEM/CNPq), 1995. (esgotado)
11. Sustainable Development and the Advanced Materials: The Brazilian Case. Editor: Roberto C. Villas Bôas (IDRC/CRDI - CETEM/CNPq), 1995.
12. The Future of Extractive Metallurgy. Editor: Roberto C. Villas Bôas, (Laval/CETEM), 1996.
13. Relatório Anual de Atividades. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1995.

Pedidos ao

CETEM / CNPq - Centro de Tecnologia Mineral

Biblioteca

Rua 4 - Quadra D - Cidade Universitária - Ilha do Fundão

21949-590 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Solicita-se permuta

We ask for interchange
