

DESEMPENHO DE CICLONES E HIDROCICLONES

62

Giulio Massarani



PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Itamar Franco

MINISTRO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

José Israel Vargas

PRESIDENTE DO CNPq

Lindolpho de Carvalho Dias

DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

José Ubirajara Alves

DIRETOR DE PROGRAMAS

Eduardo Moreira da Costa

CETEM - Centro de Tecnologia Mineral

DIRETOR

Roberto C. Villas Bôas

DIRETOR ADJUNTO

Peter Rudolf Seidl

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS - DTM

Adão Benvindo da Luz

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRATIVA - DME

Juliano Peres Barbosa

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA INSTRUMENTAL - DQI

Roberto Rodrigues Coelho

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E DESENVOLVIMENTO - DES

Ana Maria B. M. da Cunha

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO - DAD

Denyr Pereira da Silva

DESEMPENHO DE CICLONES E HIDROCICLONES

Giulio Massarani (*)

FICHA TÉCNICA

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Francisco R. C. Fernandes

REVISÃO

Dayse Lúcia Moraes Lima

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA

Márcio Luís D. Lima

Alessandra S. Wisnerowicz

ILUSTRAÇÃO

Jacinto Frangella

Pedidos ao:

CETEM/CNPq - Centro de Tecnologia Mineral
Departamento de Estudos e Desenvolvimento - DES
Rua 4 - Quadra D - Cidade Universitária - Ilha do Fundão
21941-590 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil
Fone: (021) 260-7222 - Ramal: 218 (BIBLIOTECA)

Solicita-se permuta.
We ask for change.

Massarani, Giulio

Desempenho de Ciclones e Hidrociclones / por Giulio
Massarani. - Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1992.

14p. - (Série Tecnologia Mineral; 62)

1. Classificação (Beneficiamento de Minério). 2. Hidroci-
clones. I. Centro de Tecnologia Mineral. II. Título. III. Série.

ISSN 0103-7382
ISBN 85-7227-034-5

CDD 622.751

APRESENTAÇÃO

O Dr. Giulio Massarani, Professor Titular da COPPE/ UFRJ, é profissional sobejamente conhecido nas áreas de engenharia química e metalúrgica pelos seus inúmeros trabalhos relacionados às separações sólido-fluido.

Esta presente monografia, estudando o desempenho de ciclones e hidrociclones é mais uma das suas inúmeras contribuições aos aspectos quantitativos da Engenharia:

É com muito orgulho que o CETEM publica esta contribuição do Prof. Massarani, na certeza de que aqueles que militam na engenharia de minas e metalurgia, além da química, vão encontrar referencial seguro para o entendimento do sistema sólido-fluido em foco.

Rio, 5 de outubro de 1992

ROBERTO C. VILLAS BÔAS

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. A FORMULAÇÃO	3
REFERÊNCIAS	13

RESUMO

Procura-se apresentar, numa mesma formulação, a dependência do diâmetro de corte, queda de pressão, eficiências individual e global de coleta com as propriedades físicas do sistema sólido-fluido, a distribuição granulométrica das partículas, as condições operacionais com a configuração do equipamento. São estudadas neste contexto os ciclones a gás Lapple e Stairmand, e os hidrociclones Rietema e Bradley.

ABSTRACT

The dependence of the performance variables such as cut size, pressure drop, grade and overall efficiencies upon the design variables and operational conditions such as physical properties of the solid-fluid system, size distribution, and equipment configuration is described in a unified formulation applicable to Lapple and Stairmand gas cyclones and Rietema and Bradley hydrocyclones.

1. INTRODUÇÃO

O procedimento clássico estabelecido por Lapple para o projeto e a análise do desempenho do ciclone a gás que leva o seu nome pode ser estendido com vantagens à análise de ciclones de outras configurações, e mesmo no estudo de hidrociclones (Perry, Green e Maloney, 1984; Massarani, 1987). Tal procedimento faz uso da seguinte formulação:

(a) equação que permite relacionar o diâmetro de corte reduzido D^* - diâmetro das partículas que são coletadas com eficiência de 50% por ação do campo centrífugo que se forma no ciclone - com as propriedades físicas do sistema, as dimensões do equipamento e com as condições operacionais;

(b) a relação entre a vazão do fluido e a queda de pressão no ciclone, o que permite especificar o soprador e a bomba;

(c) a função eficiência de coleta da partícula de diâmetro D , que depende do diâmetro de corte reduzido D^* e da configuração do equipamento;

(d) cálculo da eficiência global de coleta, função da eficiência individual, condições operacionais e da distribuição granulométrica das partículas.

Este trabalho restringe-se ao estudo de quatro famílias distintas de ciclones, caracterizadas por proporções geométricas específicas ou, em outras palavras, caracterizadas por configurações diferentes. Entre os ciclones a gás, Figura 1, foram escolhidos o clássico ciclone Lapple e o ciclone Stairmand de alta eficiência (Koch e Licht, 1977). Quanto aos hidrociclones, foram incorporadas as únicas famílias conhecidas, Rietema e Bradley, Figura 2, oferecendo a segunda uma alta eficiência de coleta (Svarovsky, 1984).

2. A FORMULAÇÃO

O conjunto de equações que permite projetar e analisar o desempenho de uma bateria de ciclones é apresentado na Tabela 1, com dados complementares fornecidos na Tabela 2. Cada família de ciclones apresenta características próprias, as quais conduzem a resultados distintos; houve, no entanto, a intenção de tentar, sempre que possível, unificar os resultados similares através de valores médios.

Os dados para os ciclones a gás nas configurações Lapple e Stairmand foram compilados a partir dos trabalhos de Stairmand (1951), Koch e Licht (1977), Perry, Green e Maloney (1984), Franulic (1986) e Araújo (1988), depois de submetidos a uma análise de coerência. Os resultados para os hidrociclones Rietema e Bradley, disponíveis na literatura em número limitado, foram reunidos a partir dos trabalhos de Medronho (1984) e Antunes (1989).

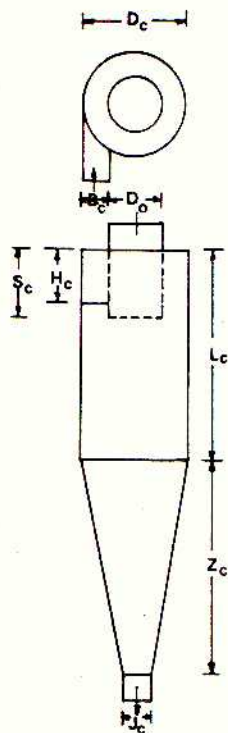


FIG. 1. CICLONES LAPPLE E STAIRMAND (KOCH E LICHT, 1977).

	CICLONE	
	Lapple	Stairmand
B_c/D_c	0,25	0,20
D_o/D_c	0,50	0,50
H_c/D_c	0,50	0,50
L_c/D_c	2	1,50
S_c/D_c	0,62	0,50
Z_c/D_c	2	2,50
J_c/D_c	0,25	0,37

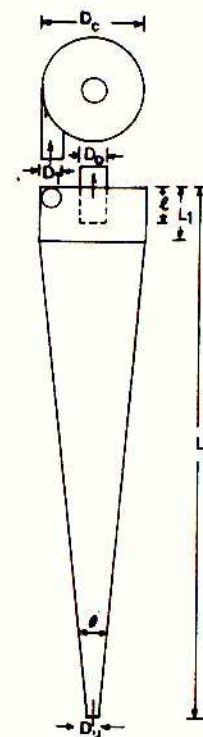


FIG. 2. HIDROCICLONES RIETEMA E BRADLEY (RIETEMA, 1961; BRADLEY, 1965 P.123).

	HIDROCICLONE	
	Rietema (Separação)	Bradley
D_i/D_c	0,28	1/7
D_o/D_c	0,34	1/5
L/D_c	5	-
L_1/D_c	-	1/2
l/D_c	0,40	1/3
θ	10° - 20°	9°

TABELA 1: Projeto e análise do desempenho de ciclones e hidrociclones: formulação.

Diâmetro de corte na separação centrífuga (Svarovsky, 1984)	
$\frac{D^*}{D_c} = K \left[\frac{\mu D_c}{Q(\rho_s - \rho)} \right]^{1/2} f(R_L) g(C_V)$	(1)
$\lim_{R_L \rightarrow 0} f(R_L) = 1$, $\lim_{C_V \rightarrow 0} g(C_V) = 1$	
$f(R_L) = \frac{1}{1 + AR_L}$	(2)
Relação entre as vazões de fluido na corrente densa e na alimentação, R_L	
$R_L = B[D_u/D_c]^C$	(3)
Relação vazão-queda de pressão	
$\beta = \frac{-\Delta p}{\rho u_c^2/2}$, $u_c = \frac{Q}{\pi D_c^2/4}$	(4)
Função eficiência individual de coleta no campo centrífugo	
$\eta = \eta(D/D^*)$	(5)
Eficiência global de coleta (campo centrífugo + efeito "T")	
$\bar{\eta} = (1 - R_L) \int_0^1 \eta dx + R_L$	(6)

TABELA 2: Complementação da Tabela (1)

CICLONE	K Eq. (1)	A Eq. (2)	Eq. (3)	
			B	C
Lapple	0,095	? ⁽¹⁾	? ⁽¹⁾	? ⁽¹⁾
Stairmand	0,041	3,90 ⁽²⁾	? ⁽¹⁾	? ⁽¹⁾
Rietema	0,039	1,73	145	4,75
Bradley	0,016	1,73	55,3	2,63
CICLONE	β Eq. (4)	$\eta = \eta(D/D^*)$ Eq. 5		
Lapple	315	$\frac{(D/D^*)^2}{1 + (D/D^*)^2}$		
Stairmand	400	$\frac{\exp(5D/D^*) - 1}{\exp(5D/D^*) + 146}$		
Rietema	1200			
Bradley	7500			
CICLONE	FAIXA DE VALORES			
	u ou Re		D_u/D_c	
Lapple	5 < u < 20m/s ⁽³⁾		—	
Stairmand	10 < u < 30m/s ⁽³⁾		—	
Rietema	5 x 10 ³ < Re < 50 x 10 ³ ⁽⁴⁾		0,10 - 0,30	
Bradley	3 x 10 ³ < Re < 20 x 10 ³ ⁽⁴⁾		0,07 - 0,15	

(1) Os dados da literatura se referem à situação em que a descarga de sódio é selada.

(2) Sage e Wright (1986).

(3) $u = Q / (B_c H_c)$.

(4) $Re = D_c U_c \rho / \mu$.

A influência da concentração de sólidos no diâmetro de corte pode ser quantificada para o hidrociclone através do conhecimento comum da fluidodinâmica de partículas. Assim, na Equação 1, segundo Damasceno, Clark e Massarani (1990), para partículas arredondadas,

$$g(c_v) = 1/[4,8(1-c_v)^2 - 3,8(1-c_v)]^{0,5}, \quad (7)$$

sendo c_v concentração de sólidos na alimentação do ciclone. No caso do ciclone a gás a literatura reporta que, ao contrário do que ocorre no hidrociclone, o aumento da concentração de sólidos acarreta a diminuição no valor do diâmetro de corte (Svarovsky, 1987). Tal efeito seria resultante de um complexo processo de aglomeração das partículas por ação de cargas elétricas.

Finalmente, cabe ressaltar que, em muitas situações, a distribuição granulométrica das partículas pode ser expressa de modo satisfatório através do modelo de Rosin-Rammler-Bennet,

$$X = 1 - e^{-(D/D')^n}, \quad (8)$$

onde X é a fração em massa das partículas com diâmetro inferior a D ; D' e n são os parâmetros do modelo, respectivamente o diâmetro da partícula que corresponde a $x = 0,632$ e a dispersão. Neste caso específico, a eficiência global de coleta no campo centrífugo

$$I = \int_0^1 \eta dX \quad (9)$$

está relacionada com os parâmetros da distribuição granulométrica D' e n , Equação 8, e com o diâmetro de corte reduzido D^* , Equações 1 e 5 do modo:

Ciclones Lapple & Stairmand

$$I = \frac{\frac{1,11n}{0,118+n}}{1,81 - 0,322n + [D'/D^*]} \cdot \left[\frac{D'}{D^*}\right]; \quad (10)$$

Hidrociclones Bradley & Rietema

$$I = \frac{\frac{1,13n}{0,138+n}}{1,44 - 0,279n + [D'/D^*]} \cdot \left[\frac{D'}{D^*}\right]. \quad (11)$$

As correlações empíricas expressas pelas Equações 10 e 11, válidas para $0,5 \leq n \leq 3$, foram estabelecidas a partir dos resultados da integração numérica da Equação 9. Estas correlações permitem calcular de forma expedita o diâmetro de corte correspondente à eficiência global de coleta desejada, e a partir desse valor, conhecidas as condições operacionais, é possível dimensionar a bateria de ciclones.

EXEMPLO 1

Deseja-se especificar a bateria de ciclones Lapple para operar com $100\text{m}^3/\text{min}$ de gás carregado com cinzas de carvão ($\rho_s = 2,3\text{g}/\text{cm}^3$). São as seguintes as propriedades do gás: $\rho = 4,43 \cdot 10^{-4}\text{g}/\text{cm}^3$ e $\mu = 0,035\text{cp}$. A bateria deve funcionar com descarga de sólidos selada e a eficiência global de coleta deve ser superior a 85%. A distribuição granulométrica de sólidos na alimentação segue o modelo RRB, Equação 8, com $D' = 37,7\mu\text{m}$ e $n=1,5$.

RESPOSTA

O diâmetro de corte correspondente à eficiência global de coleta de 85% é, de acordo com a Equação 19, $D^* = 6,0\mu\text{m}$. A partir desse resultado, com o auxílio das Equações 1 e 4, chega-se à especificação: *quatro unidades em paralelo com diâmetro $D_c = 0,48\text{m}$; velocidade do gás na seção B_cH_c , $u = 14,5\text{m}/\text{s}$ (dentro da faixa recomendada); potência do soprador 2cv .*

EXEMPLO 2

Deseja-se estimar o valor da concentração final de uma suspensão aquosa de barita que pode ser alcançada na operação de uma bateria de cinco hidrociclones Bradley em paralelo, $D_c = 5\text{cm}$, operando a uma queda de pressão de 5atm e com $D_u/D_c = 0,15$ (descarga livre). A concentração inicial de sólidos é 180g de barita/ λ de suspensão. A distribuição granulométrica de partículas na alimentação segue o modelo RRB, Equação 8, com $D' = 12\mu\text{m}$ e $n = 1,5$. Propriedades físicas do sistema:

$$\rho = 1\text{g}/\text{cm}^3, \mu = 0,8\text{cp} \text{ e } \rho_s = 4,2\text{ g}/\text{cm}^3.$$

RESPOSTA

Segundo a Equação 4, a capacidade de cada hidrociclone é $2,7\text{m}^3/\text{h}$ de suspensão. A Equação 3 fornece o valor do quociente entre as vazões de fluido na descarga de sólidos e na alimentação, $R_L = 0,38$. Resulta das Equações 2, 7 e 1 o diâmetro de corte reduzido $D^* = 2,4\mu\text{m}$, valor compatível com aqueles determinados experimentalmente por Antunes (1989). As Equações 11 e 6 conduzem ao valor da eficiência global de coleta $\bar{\eta} = 0,91$. *O produto concentrado do hidrociclone contém 430g de barita/ λ de suspensão; as perdas de sólido são da ordem de 10%.*

NOMENCLATURA DAS TABELAS 1 E 2

- A - constante adimensional da Equação 2
- B - constante adimensional da Equação 3
- C - constante adimensional da Equação 3
- C_v - concentração volumétrica de sólidos, adimensional
- D^* - diâmetro de corte, L
- D_c - diâmetro da parte cilíndrica do ciclone, Figuras 1 e 2, L
- D_u - diâmetro da descarga da suspensão concentrada, Figura 2, L
- K - constante adimensional na Equação 1
- Δp - queda de pressão no ciclone medida entre a alimentação e a descarga de suspensão diluída, $\text{M}/(\text{L}\theta^2)$
- Q - vazão de suspensão na alimentação, L^3/θ
- Q_{LA} - vazão de líquido na alimentação, L^3/θ

Q - vazão de suspensão na alimentação, L^3/θ

Q_{LA} - vazão de líquido na alimentação, L^3/θ

Q_{LD} - vazão de líquido na descarga de sólidos, L^3/θ

$R_L = Q_{LD}/Q_{LA}$ - quociente entre vazões de líquido, adimensional

$u = Q/(B_c \cdot H_c)$ - velocidade da suspensão na seção de alimentação, L/θ

$u_c = Q/[\pi \cdot D_c^2/4]$ - velocidade da suspensão em base à seção cilíndrica do ciclone, L/θ

$Re = D_c \cdot u_c \cdot \rho / \mu$ - número de Reynolds, adimensional

β - constante adimensional da Equação 4

ρ - densidade do fluido, M/L^3

ρ_s - densidade do sólido, M/L^3

μ - viscosidade do fluido, $M/(L\theta)$

η - eficiência individual de coleta, adimensional

$\bar{\eta}$ - eficiência global de coleta, adimensional.

Referências

- 1- ANTUNES, M. *Hidrociclones de Bradley: Dimensionamento e Análise do Desempenho*, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1989. 81 p. Tese (Mestrado).
- 2- ARAÚJO, I. *Análise de Desempenho do Ciclone Stairmand*, Rio de Janeiro: COOPE/UFRJ, 1988. 75 p. Tese (Mestrado).
- 3- BRADLEY, D. *The Hydrocyclone*. Londres: Pergamon Press, 1965. 330 p.
- 4- Damasceno, J. J. R. CLARK, S; MASSARANI, G. *Reologia de Suspensões e Efeito de Concentração na Dinâmica de Partículas II*, In: ENEMP, 17., Friburgo, 1990. *Anais*.
- 5- FRANULIC, S. I. B. *Análise do Desempenho do Ciclone NIIGAS-11*, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1986. 67 p. Tese (Mestrado).
- 6- KOCH, W. H; e LICHT, W. *New Design Approach Boots Cyclone Efficiency*. Chem. Engineering, p.80-87, Nov. 1977.
- 7- MASSARANI, G. *Dimensionamento de Ciclone a Gás e de Hidrociclones*, In: ENCONTRO DO HEMISFERIO SUL SOBRE TECNOLOGIA MINERAL, 2., Rio de Janeiro, 1987. *Anais*. Rio de Janeiro. CAPES, 1987. v.1, p.674.
- 8- MEDRONHO, R. A. *Scale-up of Hydrocyclones at Low Feed Concentrations*. [Bradford]: University of Bradford, 1984. 323 p. Tese (Mestrado)
- 9- PERRY, R. H.; MALONEY, J. O. (Eds.) *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. 6.ed. New York: McGraw-Hill, 1984.
- 10- RIETEMA, K. *Performance and Design of Hydrocyclones: Parts I to IV*. Chem. Eng. Science, v.15, p.298-325, 1961.

- 11- SAGE, P. W.; WRIGHT, M. A. *The Use of Gas Bleeds to Enhance Cyclone Performance.* Filtration & Separation, p.32, Jan./Fev. 1986.
- 12- STAIRMAND, C. J. *The Design and Performance of Cyclone Separators,* Trans. Instr. Chem. Engrs., v.28, p.356, 1951.
- 13- SVAROVSKY, L. *Hydrocyclone.* Londres: Holt, Rinchart & Winston, 1984. 198p.
- 14- SVAROVSKY, L. 1984. *Continuing Education Course: Gas Cyclones.* [Bradford]: Institution of Chemical Engineers: University of Bradford, 1987. 101p.

NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE TECNOLOGIA MINERAL

- 01 - Flotação de Carvão Estudos em Escala de Bancada; - Antonio R. de Campos, Salvador L. M. de Almeida e Amílcar T. dos Santos, 1979. (esgotado)
- 02 - Beneficiamento de Talco Estudos em Escala de Bancada; - Nelson Takessi Shimabukuro, Carlos Adolpho Magalhães Baltar e Francisco Wilson Hollanda Vidal, 1979. (esgotado)
- 03 - Beneficiamento de Talco Estudos em Usina Piloto; - Nelson Takessi Shimabukuro, Carlos Adolpho Magalhães Baltar e Francisco Wilson Hollanda Vidal, 1979. (esgotado)
- 04 - Flotação de Cianita da Localidade de Boa Esperança (MG) - Ivan O. de Carvalho Masson e Tulio Herman Araya Luco, 1979.
- 05 - Beneficiamento de Diatomita do Ceará - José A. C. Sobrinho e Adão B. da Luz, 1979. (esgotado)
- 06 - Eletrorecuperação de Zinco uma Revisão das Variáveis Influentes - Roberto C. Villas Bôas, 1979. (esgotado)
- 07 - Redução da Gipsita com Carvão Vegetal; - Ivan O. de Carvalho Masson, 1980. (esgotado)
- 08 - Beneficiamento do Diatomito de Canavieira do Estado do Ceará - Franz Xaver Horn Filho e Marcello Mariz da Veiga, 1980. (esgotado)
- 09 - 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 Santos Sobral, Ronaldo Luiz Correia dos Santos e Delfin da Costa Laureano, 1980. (esgotado)
- 12 - Lixiviação Bacteriana do Sulfeto de Cobre de Baixo Teor Caraíba - Vicente Paulo de Souza, 1980. (esgotado)
- 13 - Flotação de Minérios Oxidados de Zinco uma Revisão de Literatura - Carlos Adolpho Magalhães 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 Rodrigues de Campos e Salvador L. Matos de Almeida, 1981. (esgotado)
- 16 - Aglomeração Seletiva de Finos de Carvão de Santa Catarina Estudos Preliminares - Lauro Santos N. da Costa, 1981.
- 17 - Briquetagem e a sua Importância para a Indústria (em revisão) - Walter Shinzel e Regina Célia M. da Silva, 1981. (esgotado)
- 18 - Aplicação de Petrografia no Beneficiamento de Carvão por Flotação - Ney Hamilton Porphirio, 1981.
- 19 - Recuperação do Cobre do Minério Oxidado de Caraíba por Extração por Solventes em Escala Semipiloto - Ivan O. C. Masson e Paulo Sergio M. Soares, 1981. (esgotado)
- 20 - Dynawhirlpool (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, 1982. (esgotado)
- 22 - Coque de Turfa e suas Aplicações - Regina Célia Monteiro 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 Oxidatos 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 - Extração por Solventes de Cobre do Minério Oxidado de Caraíba - Paulo Sérgio Moreira 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.
- 29 - Recuperação de Prata de Fixadores Fotográficos - Luiz Gonzaga Santos Sobral e Marcus Granato, 1984. (esgotado)
- 30 - Amostragem para Processamento Mineral - Mário Valente Possa e Adão Benvindo 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 Lélío Fellows Filho, 1984.
- 33 - Lixiviação Bacteriana de Cobre de Baixo Teor em Escala de Bancada - Teresinha Rodrigues 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. Carrisso, 1985.
- 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.
- 37 - Metalurgia Extrativa do Ouro - Marcus Granato, 1986.
- 38 - Estudos de Flotação do Minério Oxidado de Zinco de Minas Gerais - Francisco Wilson Hollanda Vidal, Carlos Adolfo Magalhães Baltar, José Ignácio de Andrade Gomes, Leonardo Apparício da Silva, Hedda Vargas Figueira, Adão Benvindo da Luz e Roberto C. Villas Bôas, 1987.
- 39 - Lista de Termos para Indexação em Tecnologia Mineral - Vera Lucia 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 Antonio Freitas Lins e Leonardo Apparício da Silva, 1987.
- 42 - Estudos Tecnológicos para Aproveitamento da Atapulgita de Guadalupe-PI - Adão Benvindo da Luz, Salvador Luiz M. de Almeida e Luciano Tadeu Silva Ramos, 1988.
- 43 - Tratamento de Efluentes de Carvão Através de Espessador de Lamelas - Francisco Wilson 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 Antonio Freitas Lins, 1989.
- 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 Rodrigues de Campos, 1990.
- 47 - Influência de Algumas Variáveis Físicas na Flotação de Partículas de Ouro - Fernando Antonio Freitas Lins e Rupen Adamian, 1991.
- 48 - Caracterização Tecnológica de Caulim para a Indústria de Papel - Rosa Malena Fernandes Lima e Adão Benvindo da Luz, 1991.
- 49 - Amostragem de Minérios - Maria Alice Cabral Goes, Mario Valente Possa e Adão Benvindo da Luz, 1991.
- 50 - Design of Experiments in Planning Metallurgical Tests - Roberto C. Villas Bôas, 1991.
- 51 - Eletrorrecuperação 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 Benvindo da Luz e Ivan Falcão Fontes, 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 Benvindo da Luz, Marcello Mariz 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.
- 55 - Concentrador Centrífugo - Revisão e Aplicações Potenciais - Fernando Freitas Lins, Lauro S. Norbert Costa, Oscar Cuéllar Delgado, Jorge M. Alvares Gutierrez, 1992.
- 56 - Minerais Estratégicos: Perspectivas - Roberto C. Villas Bôas, 1992.
- 57 - O Problema do Germânio no Brasil - Roberto C. Villas Bôas, Maria Dionízia 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.
- 60 - Degradação de Cianetos por Hipoclorito de Sódio - Antonio Carlos Augusto da Costa, 1992.
- 61 - Paládio: Extração e Refino, uma Experiência Industrial - Luís Gonzaga S. Sobral, Marcos Granato e Roberto B. Ogando, 1992.
- 62 - Desempenho de Ciclones e Hidrociclones - Giulio Massarani, 1992.

NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS

- 01- Quem é Quem no Subsolo Brasileiro - Francisco Rego Chaves 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
- 02- 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
- 03- Mineração no Nordeste - Depoimentos e Experiências - Manuel Correia de Andrade, 1987 (esgotado)
- 04- Política Mineral do Brasil - Dois Ensaio Críticos - Osny Duarte Pereira, Paulo César Ramos de Oliveira Sá e Maria Isabel Marques, 1987 (esgotado)
- 05- A Questão Mineral da Amazônia - Seis Ensaio Críticos - Francisco Rego Chaves 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 Isabel Marques, 1987 (esgotado)
- 06- Setor Mineral e Dívida Externa - Maria Clara Couto Soares, 1987
- 07- 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)
- 08- A Questão Mineral na Constituição de 1988 - Fábio S. Sá Earp, Carlos Alberto K. de Sá Earp e Ana Lúcia Villas-Bôas, 1988 (esgotado)
- 09- 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
- 11- Legislação Mineral em Debate - Maria Laura Barreto e Gildo Sá Albuquerque, (organizadores) 1990

- 12- Ensaio Sobre a Pequena e Média Empresa de Mineração - Ana Maria B. M. da Cunha, (organizadora) 1991
- 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. Chaves Fernandes e Irene C. de M. H. de Medeiros Portela, 1991
- 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

NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

- 01 - Poconé: Um Campo de Estudos do Impacto Ambiental do Garimpo - Marcello M. Veiga, Francisco R. C. Fernandes, Luiz Henrique Farid, José Eduardo B. Machado, Antônio Odilon da Silva, Luís 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, Salete Kiyoka Ozaki, Rosane V. Marins, João A. Imbassahy, Wolfgang C. Pfeiffer, Wanderley R. Bastos e Vicente Paulo de Souza, (2ª edição) 1991.
- 02 - 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.
- 03 - Mercúrio na Amazônia: Uma Bomba Relógio Química ? - Luis Drude Lacerda e Win Salomons, 1992.

NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

- 01- Qualidade na Formulação de Misturas - Roberto C. Villas Bôas, 1992.
- 02- La Importância Del Método En La Investigación Tecnológica - Roberto C. Villas Bôas, 1992.

