

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Minas



BT/PMI/023

**O Lado Nocivo do Elemento
Quartzo no Desgaste Abrasivo
de Mandíbula de Britadores**

Fernando Fujimura

São Paulo - 1992

0842913

Fujimura, Fernando

O lado nocivo do elemento quartzo no desgaste
abrasivo de mandíbula de britadores / F. Fujimura.

-- São Paulo : EPUSP, 1992.

6p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica
da USP, Departamento de Engenharia de Minas,
BT/PMI/023)

1. Minérios - Moagem I. Universidade de São Pau
lo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia
de Minas II. Título III. Série

CDU 622.73

O LADO NOCIVO DO ELEMENTO QUARTZO
NO DESGASTE ABRASIVO DE MANDIBULA DE BRITADORES

Fernando Fujimura (*)

Resumo

O presente trabalho apresenta alguns resultados preliminares obtidos da pesquisa recentemente iniciada no âmbito do Departamento de Engenharia de Minas da EPUSP, abordando a influência de componentes mineralógicos da rocha no desgaste abrasivo de mandíbulas de britadores, no qual o elemento quartzo tem uma destacada influência.

Abstract

Some preliminary results about abrasive wear of jaw crusher faces by mineralogical components of rock are presented. This research program was recently initiated in the Mining Engineering Department of EPUSP and indicates a strong quartz element influence.

* Prof.Dr. - Departamento de Engenharia de Minas da Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo

1. INTRODUÇÃO

Normalmente, o desgaste é entendido e aceito como um processo natural de destruição progressiva de materiais, peças e componentes, advindo de uso de ferramentas, maquinários, equipamentos e da própria rotina de atividades cotidianas.

Esta noção do fenômeno é uma das principais causas da falta de melhor conhecimentos científicos sobre o mecanismo de perdas por desgaste, que no mundo industrializado desempenha uma enorme importância econômica.

Uma estimativa realizada por ZUM-GUHR (1987), cita perdas anuais entre 1 e 5% do Produto Nacional Bruto. Admitindo para o caso brasileiro um índice de 3%, poderia obter uma impressionante cifra de 10 bilhões de dólares de perdas por desgaste, valor este mais do que suficiente para motivar um amplo programa de pesquisa à nível nacional.

Os esforços desenvolvidos no País, nesta área, infelizmente são esporádicos e realizados por pequeno número de empresas, universidade e instituições de pesquisa, denotando uma falta de incentivo no estudo do assunto.

Na mineração a ausência de pesquisa correlata ao tema é ainda mais contundente, apesar das instalações de britagem de rochas e minérios apresentarem em geral um elevado índice de desgaste, devido ao próprio sistema e volume de material britado. Para se ter uma idéia só o Estado de São Paulo produziu em 1988 mais de 32 milhões de toneladas de britas, segundo levantamento da Pro-Minério (1990).

Dos vários tipos de desgaste ocorridos, o desgaste abrasivo é o mais destrutivo deles, sendo responsável pelas maiores perdas econômicas, nas quais o consumo metálico de mandíbulas representa a parcela mais significativa de custos numa instalação de britagem.

2. CONHECIMENTO ATUAL DO PROBLEMA

Algumas literaturas técnicas comprovam a importância do tema:

Waganof (1956), por exemplo, estimou que um par de mandíbulas de aço manganês de um britador de porte médio, é capaz de produzir 1000 a 1500 m³ de agregados, equivalentes a 800 a 1000 horas de trabalho, na britagem de rochas de resistência mecânica situada entre 10 MPa a 75 MPa.

Taggart (1972), cita durações média de mandíbulas de aço manganês de 3 a 6 meses em britadores tipo Blake. As durações extremas são de 40 dias para o caso mais crítico (granito abrasivo) e de 2 a 4 anos para casos mais favoráveis (folhelho duro, dando um consumo de aço manganês, de 4,5 a 30g/t de rocha britada.

Molling (1962), já havia estudado essa variação e chegou a ordena-la em função da abrasividade em escala denominada de Série Molting.

S É R I E M O L L I N G

Rocha e Minério		Produção (t/mandíbula)
A	quartzito	5.000
B	pórfiro	
R C	granito	D E
A R	minério de zinco	E C
S E	quartzito	S R
I S	gabro	G E
V C	diorito	A S
I E	magnetita	S C
D N	sienito	T E
A T	arenito	E N
D E	minério de cobre	T
E	dolomita	E
	calcáreo	100.000 a 250.000

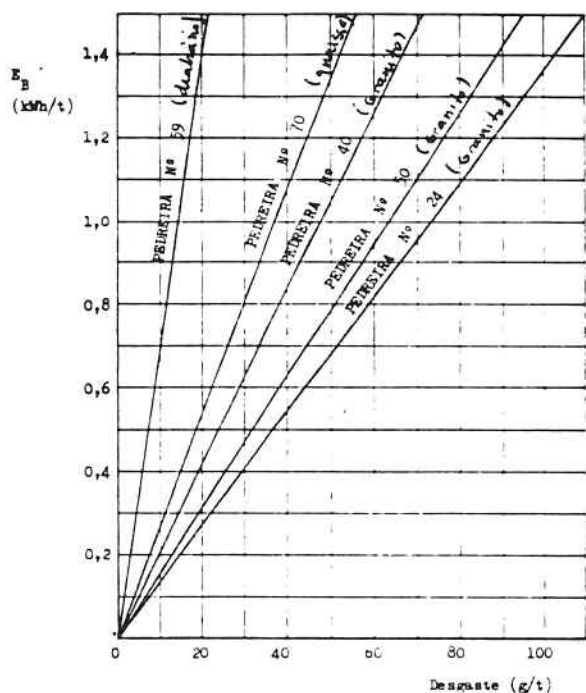
Esta classificação de rochas e minérios, em função da sua abrasividade, no fundo já revela a grande influência das características mineralógicas e resistência mecânica no problema de desgaste abrasivo.

Siriani(1972), na sua tese de doutoramento, conduziu uma série expressiva de experimentos nesse assunto, levantando dados de 84 instalações de predreira e realizando mais de uma centena de testes de desgaste no laboratório. As principais conclusões obtidas foram:

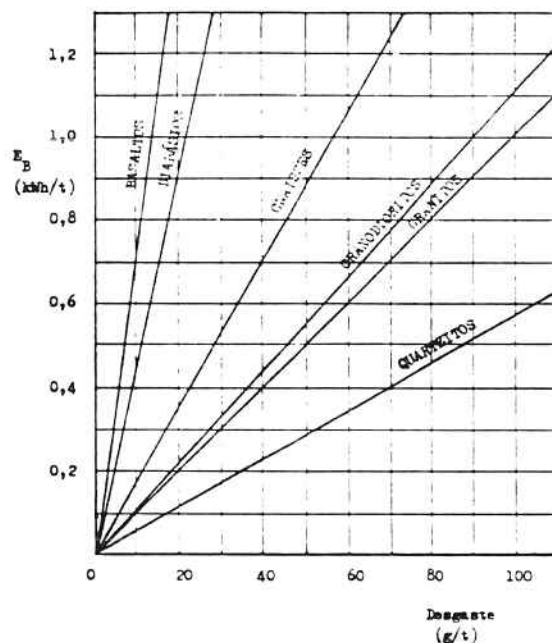
1) A abrasividade crescente ocorre na seguinte ordem: calcáreo, basalto, diabásio, gnaiss, granodiorito, granito e quartzito.

2) O rendimento útil da mandíbula, calculado como uma relação entre o peso inicial e o peso final da mandíbula após o desgaste, apresenta valor médio de 37,1%, o que corresponde à uma perda por sucata de 62,9% em média.

3) A energia consumida versus desgaste é uma relação linear, distinta para cada tipo de rocha e crescente com o desgaste. As figuras 1 e 2 mostram os resultados, respectivamente, para os ensaios de laboratório e nas instalações industriais.



- ANÁLISE CONJUNTA DOS DESGASTES DAS ROCHAS ENSAIADAS EM LABORATÓRIO.



- DESGASTE DE MANDÍBULAS FIXAS EM FUNÇÃO DA ENERGIA CONSUMIDA CALCULADA, EM BRITADORES E REBRITADORES DE 1 EIXO, PARA VÁRIOS TIPOS DE ROCHAS.

3. ESTUDOS REALIZADOS E CONCLUSÕES OBTIDAS

Na atual fase da pesquisa foram estudadas as seguintes rochas: basalto, diabásio, granito, gnaiss, granodiorito. Nestas o silicato é o principal óxido, razão pela qual o desgaste abrasivo foi analisado para os componentes mineralógicos mais frequentes e duros, isto é, quartzo e feldspato de dureza 7 e 6 na escala Mohs.

A influência do quartzo foi examinada em rochas graníticas, gnaissicas e granodioríticas, enquanto para o basalto e diabásio o mineral analisado foi o plagioclásio do grupo de feldspato e piroxênio, de dureza 6 e 5,5. Nestas últimas o elemento quartzo está ausente.

As tabelas 1 e 2, apresentam respectivamente os resultados obtidos em ensaios de laboratório e dados de desgaste abrasivo coletados nas mandíbulas de instalações industriais. Parte dos dados foi complementada com o levantamento realizado pela FAÇO - Aços Paulista, uma empresa fabricante de britadores.

Os quatro primeiros gráficos que procuram relacionar a influência do conteúdo quartzo e conteúdo plagioclásio, seja em ensaios de laboratório como em instalações industriais, parecem sugerir que os componentes minerais quando tratados individualmente não são capazes de explicar a propriedade abrasiva da rocha. Esta premissa foi admitida por MacFeat-Smith em 1977.

No entanto, é bastante visível a influência do aumento porcentual do plagioclásio na diminuição de desgaste, verificada principalmente nos basaltos, nos quais o quartzo não comparece.

Em 1981, West sugeriu uma nova correlação onde a proporção de cada mineral é multiplicado pela sua dureza e somado para dar um valor numérico ponderado para a rocha, denominado de "dureza média".

A dureza mineral utilizada foi aquela da Escala Mohs e Escala Rosival, assim definidas:

Mineral	Dureza	
	Escala Mohs	Escala Rosival
Diamante	10	140.000
Corindon	9	1.000
Topazio	8	175
Quartzo	7	120
Feldspato	6	37
Apatita	5	6.5
Fluorita	4	5
Calcita	3	4.5
Gipsita	2	0.25
Talco	1	0.03

A dureza média calculada para cada uma das escalas acha-se também apresentada nas tabelas 1 e 2.

Os gráficos de desgaste abrasivo x dureza média revelam uma correlação melhor do que as verificadas com minerais individuais, sendo que o gráfico da dureza média em Escala Mohs indica uma dispersão menor.

Estes resultados sugerem a existência de uma multiplicidade de fatores influenciando na abrasividade das rochas, não existindo um método simples de determiná-la. Porém os resultados obtidos até o momento são animadores e outras correlações como a influência do estado de alteração dos minerais, tamanho dos grãos cristalinos, resistência mecânica, etc, deverão ser buscadas neste projeto de pesquisa.

4. BIBLIOGRAFIA

1. MacFEAT-SMITH, I. - Rock properties testing for the assessment of tunnelling machine performance. Tunnels and Tunnelling, 1977, 9, (2), 29-33.
2. MOLLING, H.A. - Gesichtspunkte fur den Entwurf von Dopperkneibel - Backembre Chern, System Blake - aufbereitungs Technik - Teil 1, 1962
3. SIRIANI, F. A. - Caracterísiticas gerais de desgaste de mandíbulas em britadores. - Tese de Doutorado - EPUSP, 1972, 281p.
4. TAGGART, A. F. - Handbook of mineral dressing - John Viley & Sons, 1972
5. WAGANOF, N. P. - Trituración, molienda y separacion de minerales - Liberia y Editorial Alsina - Bueno Ayres, 1956
6. WEST, G. - A review of rock abrasiveness testing for tunnelling. Proc. of the Int. Symposium on weak rock. - Tokyo, sept.1981, 585-94.

TABELA - 1 DESGASTE ABRASIVO VERSUS COMPONENTES MINERALÓGICOS
ENSAIOS DE LABORATÓRIO

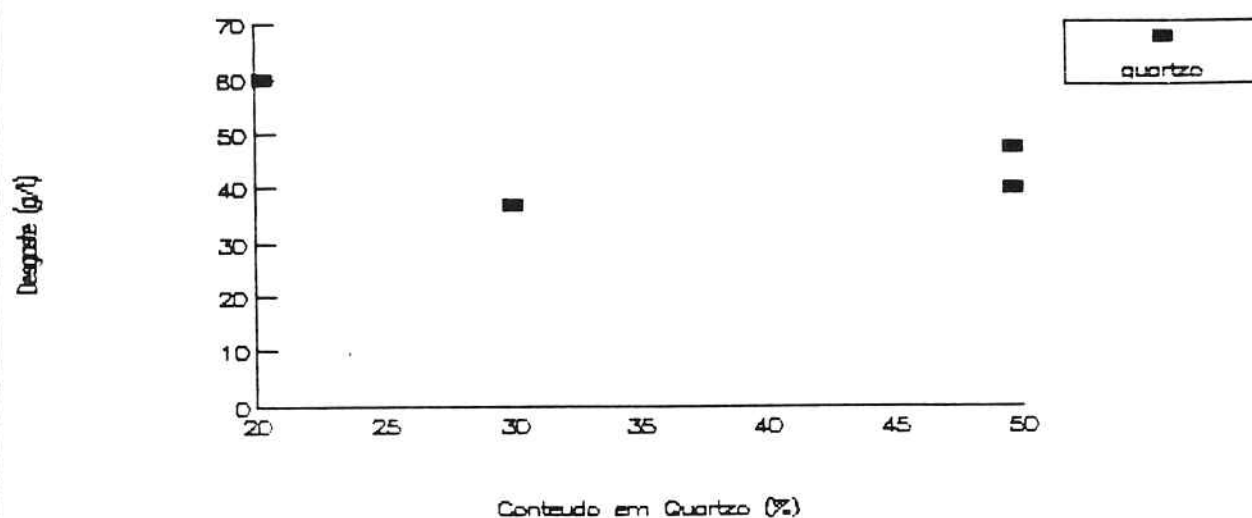
Amostra	Rocha	Desgaste (g/t)	Componentes Mineralógicos				Dureza Média	
			Quartzo(%)	Plagicl.(%)	Pertita(%)	Piroxenio(%)	Mohs	Rosival
24	granito	47.0	50	5	40	**	6.40	79.85
40	granito	36.9	30	62	**	**	5.82	58.94
50	granito	59.6	20	10	44	**	4.86	47.50
70	gnaisse	39.6	50	30	**	**	5.30	71.10
59	diabasio	13.4	**	40	**	35	4.33	16.73

TABELA - 2 DESGASTE ABRASIVO VERSUS COMPONENTES MINERALÓGICOS
INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

Amostra	Rocha	Desgaste (g/t)	Componentes Mineralógicos				Dureza Média	
			Quartzo(%)	Plagicl.(%)	Pertita(%)	Piroxenio	Mohs	Rosival
2	granod.	44.7	20	30	20	**	4.50	44.10
23	granod.	35.6	50	30	16.5	**	6.37	78.52
4	granito	6.4	30	60	**	**	5.70	58.20
15	granito	48.9	31	15	50	0.5	6.35	65.28
19	granito	13.5	25	20	40	**	5.55	55.40
24	granito	24	50	5	40	**	6.40	79.85
26	granito	32.2	25	30	25	**	5.17	52.35
11	granito	37.2	40	8	40	**	5.88	68.96
18	gnaisse	24.8	50	32	5	**	5.75	74.09
20	gnaisse	5	20	40	20	**	5.10	47.80
27	gnaisse	5.2	40	15	30	**	5.65	67.05
31	gnaisse	15.1	20	30	30	**	5.15	48.60
32	gnaisse	30.7	30	10	47	**	5.76	60.85
34	gnaisse	4.8	35	9	35	**	5.27	61.08
35	gnaisse	30.9	37	3	50	**	6.02	68.01
3	basalto	2	**	40	**	35	4.33	16.73
5	basalto	3.5	**	50	**	35	4.92	20.43
6	basalto	9.5	**	40	**	35	4.33	16.73
7	basalto	2.8	**	35	**	25	3.48	14.32
8	basalto	5.6	**	40	**	30	4.05	16.45
10	basalto	5.8	**	45	**	35	4.63	18.57
21	basalto	4	**	40	**	30	4.05	16.45
13	diabasio	13.8	**	40	**	35	4.33	16.73
16	diabasio	8.5	**	45	**	35	4.63	18.57
17	diabasio	4.5	**	35	**	30	3.75	14.60
29	diabasio	8.8	**	30	**	30	3.45	12.75

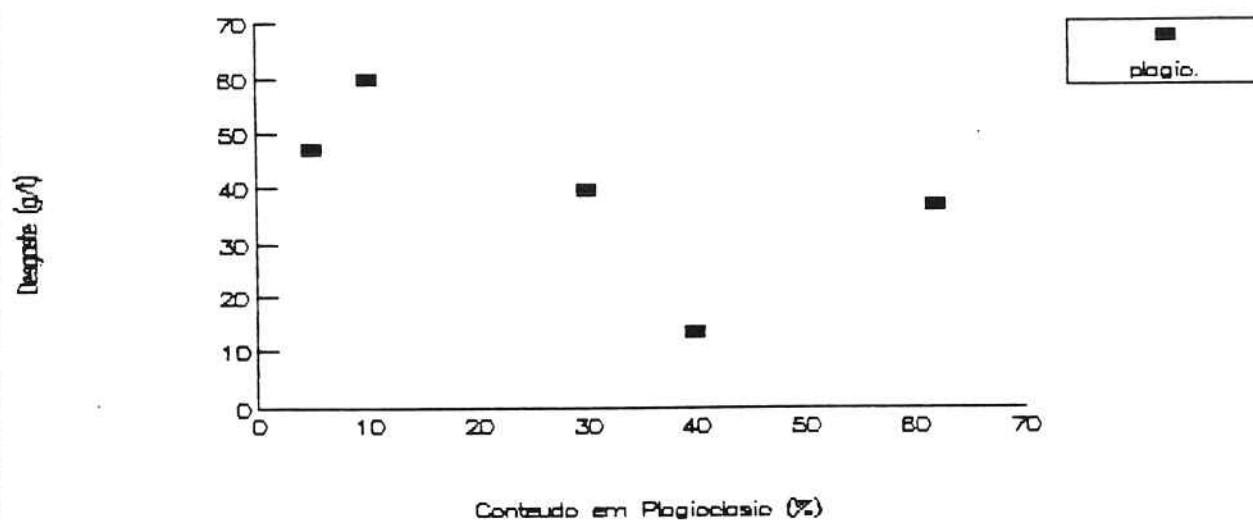
DESGASTE ABRASIVO X QUARTZO

Ensaio de Laboratorio



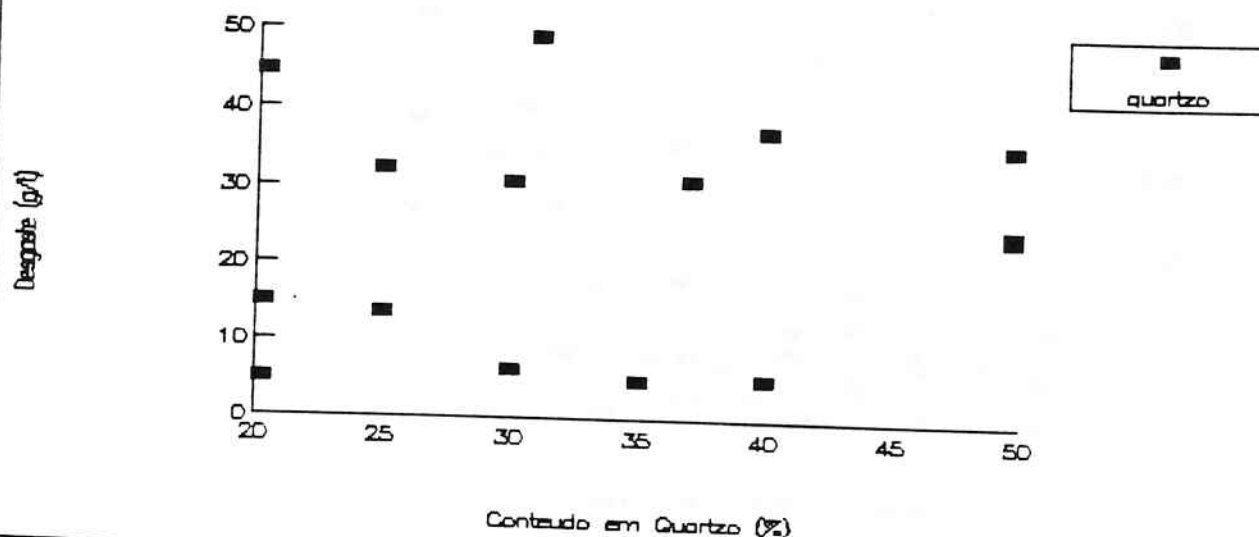
DESGASTE ABRASIVO X PLAGIOCLASIO

Ensaio de Laboratorio



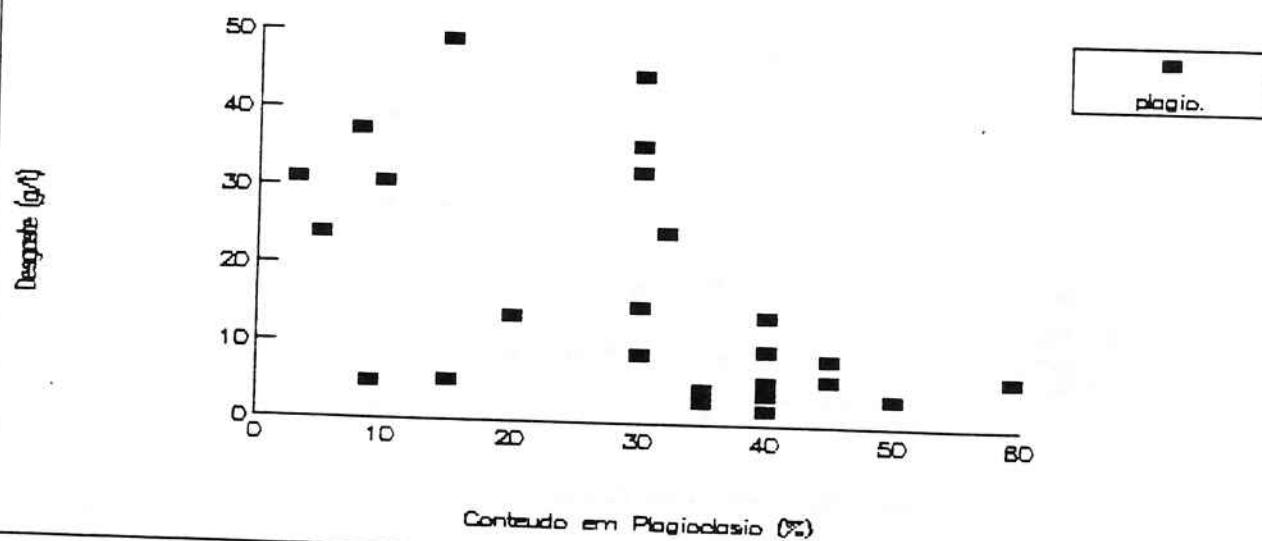
DESGASTE ABRASIVO X QUARTZO

Instalacoes Industriais



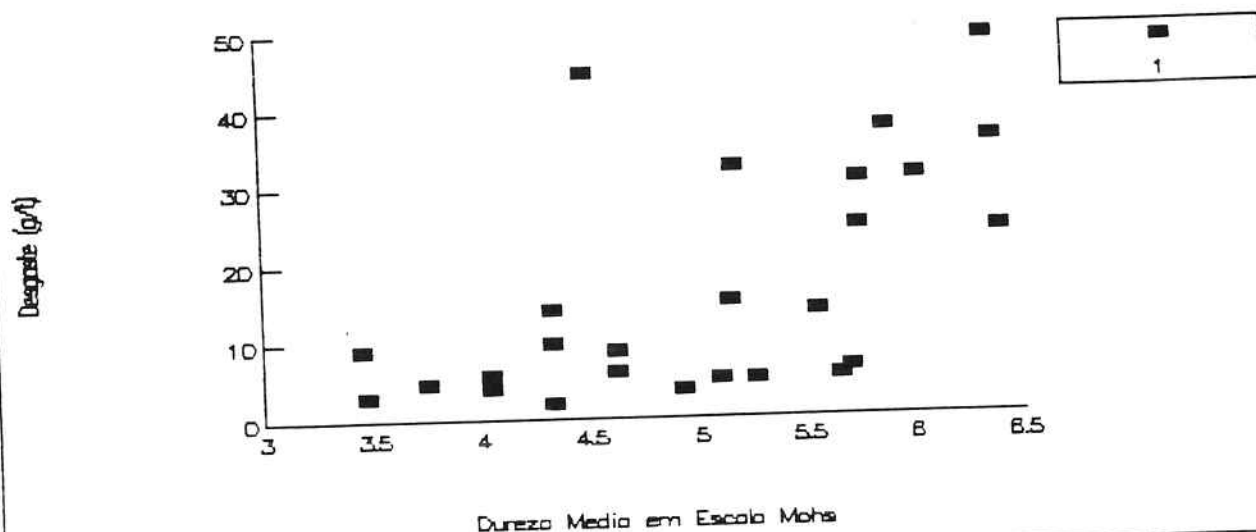
DESGASTE ABRASIVO X PLAGIOCLASIO

Instalacoes Industriais



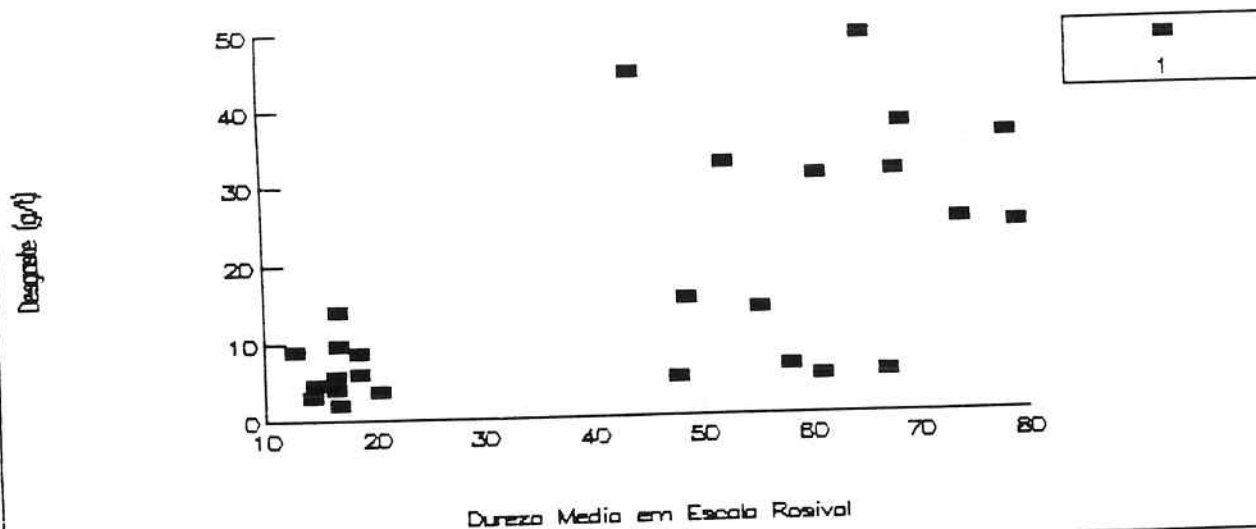
DESGASTE ABRASIVO X DUREZA MEDIA

Ponderada em Escala Mohs



DESGASTE ABRASIVO X DUREZA MEDIA

Ponderada em Escala Rosival



BOLETIM TÉCNICO - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PMI/001 - Características Geométricas da Escavação Mecânica em Mineração: Exemplo da Escavadora de Caçamba de Arraste - ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/002 - Prospecção Geoquímica Experimental na Ocorrência de Ouro Tapera Grande - PAULO BELJAVSKIS, HELMUT BORN
- BT/PMI/003 - Estudo do Processo de Dupla Flotação visando o Beneficiamento do Minério Carbonático de Fosfato de Jacupiranga - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/004 - Desenvolvimento de um Equipamento Não-Convencional em Beneficiamento Mineral: A Célula Serrana de Flotação Pneumática - RICARDO NEVES DE OLIVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/005 - Ajuste de Modelos Empíricos de Operação de Ciclones - HOMERO DELBONI JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/006 - Contribuição ao Estudo dos Explosivos Permissíveis - AMILTON DOS SANTOS ALMEIDA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/007 - Contribuição ao Dimensionamento de Pilares em Minas Subterrâneas de Manganês - LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/008 - Exploração Mineral: Conceitos e Papel do Estado - LUIZ AUGUSTO MILANI MARTINS, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/009 - Conditional Simulation Method for Design of Blending Piles - FLÁVIO MOREIRA FERREIRA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/010 - Considerações Gerais sobre Desmonte de Rocha: Análise de Custo - Índice de Produtividade e Otimização da Malha de Perfuração - MARCO ANTONIO REZENDE SILVA, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/011 - Aglomeração de Rejeitos de Fabricação de Brita para sua Reciclagem - ARTHUR PINTO CHAVES, BRADDLEY PAUL
- BT/PMI/012 - Método de Dimensionamento de Peneiras para a Classificação Granulométrica de Rochas ou Minérios - FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/013 - Processo de Beneficiamento para Obtenção de uma Carga Mineral Nobre a partir do Fosfogesso - WALTER VALERY JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/014 - Estudo da Carboxi-Metil-Celulose como Aglomerante para Pelotização - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/015 - A influência do Amido de Milho na Eficiência de Separação Apatita/Minerais de Ganga via Processo Serrana - LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/016 - Beneficiamento de Crielita Natural - Estado da Arte - HENRIQUE KAHN, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/017 - Estudo da Variação do Índice Energético Específico - W_i , segundo a Granulometria do Ensaio, Obtida através de um Moinho de Bolas Padrão, em Circuito Fechado - MARIO SHIRO YAMAMOTO, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/018 - Fluorita - FERNANDO FUJIMURA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/019 - O Aproveitamento de Recursos Minerais: Uma Proposta de Abordagem a Nível Nacional - CELSO PINTO FERRAZ, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/020 - Comparação de duas Metodologias - A de Bieniawski e a de Panek, para Dimensionamento de Tirantes em Galerias Subterrâneas de Seção Retangular em Camadas Estratificadas - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/021 - Caracterização de Maços Rochosos através de Envolvimentos de Resistência por Tratamento Estatístico utilizando Dados de Laboratório do IPT Simulando Condições Geotécnicas do Maço - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/022 - Avaliação de Impactos Ambientais na Mineração de Combustíveis Fósseis Sólidos - GILDA CARNEIRO FERREIRA, ANTONIO STELLIN JUNIOR

