

M1996b

DEDALUS - Acervo - EPMI



31700006317

CÉSAR MING PEREIRA DA SILVA

PROJETO DE CONCENTRAÇÃO DE CALCÁRIO POR FLOTAÇÃO

Trabalho apresentado ao
"Prêmio José Ermírio de Moraes - 1996"

Área de Concentração:
Engenharia Mineral - Beneficiamento
de Minérios

Orientador:
Prof. Dr. Laurindo de Salles Leal Filho

Apoio:
Companhia Cimento Portland
Gaúcho - Grupo Votorantin

São Paulo

- 1996 -

*Não sou nada.
Nunca serei nada.
Não posso querer ser nada.
À parte disso, tenho em mim todos os sonhos do mundo.*

(Tabacaria, Poesias de Álvaro de Campos - Fernando Pessoa, 1928)

Agradecimentos

Gostaria de manifestar meus mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas e entidades que direta ou indiretamente colaboraram para a execução deste trabalho. Em especial gostaria de agradecer:

Ao Prof. Dr. Laurindo de Salles Leal Filho, meu orientador neste trabalho, por seus ensinamentos e conduta de trabalho;

À Companhia Cimento Portland Gaúcho - Grupo Votorantin, pela cessão de amostras e todo o suporte econômico dispensado;

Aos pesquisadores e colaboradores do Laboratório de Caracterização Tecnológica do Departamento de Engenharia de Minas da EPUSP: Prof. Dr. Henrique Kahn, Giuliana Ratti e Dora, pelo auxílio nos estudos mineralógicos, químicos e granulométricos;

Ao Grupo Votorantin, pelo exemplo e incentivo às atividades de pesquisa no Brasil;

À auxiliar de bibliotecária Maria Cristina Gambetta, do Serviço de Bibliotecas do Departamento de Engenharia de Minas;

À minha família e à Renatta, pessoas do meu convívio, que sempre me estimularam e me ajudaram nos mais diversos aspectos.

ÍNDICE

I.	Resumo	1
II.	Introdução	2
III.	Fundamentos Teóricos	3
III.1.	Noções Gerais	3
III.2.	Fatores que Afetam o Processo de Flotação	5
III.2.1.	Fatores Ligados à Mineralogia	5
III.2.2.	Fatores Ligados à Preparação de Minério	6
III.2.3.	Fatores Ligados ao Processo de Flotação em si	6
IV.	Preparação de Amostras para Ensaios	9
IV.1.	Britagem e Homogeneização	9
IV.2.	Caracterização Tecnológica Expedita	10
IV.3.	Preparação Final do Minério para os Ensaios	10
V.	Procedimentos para a Execução dos Ensaios	13
VI.	Flotação Catiônica Reversa de Silicatos em Polpa Natural	14
VII.	Estudos Visando Modificar a Composição Iônica da Polpa de Flotação	16
VIII.	Ensaios de Flotação Catiônica Reversa de Silicatos com Polpa Modificada com CO ₂	18
IX.	Ensaios de Flotação Aniônica Direta dos Carbonatos com Polpa Modificada com CO ₂	19
IX.1.	Ensaios Cinéticos com a Etapa Rougher	21
IX.2.	Ensaios Cinéticos com Etapas Cleaner	22
X.	Ensaios de Simulação com Recirculação de Mistos	25
X.1.	Aspectos Gerais	25
X.2.	Ensaios e Análises	26

X.3.	Recomendações	30
XI.	Conclusões	31
XII.	Anexos	
	Anexo 1 - Fotografias do Minério Tiradas a Partir de Estudos de Liberação em Microscópio Eletrônico	32
	Anexo 2 - Análise Granulométrica do Overflow da Deslamagem	38
	Anexo 3 - Análise Granulométrica dos Produtos dos Ensaios com Recirculação	40
	Anexo 4 - Análise Química dos Produtos dos Ensaios com Recirculação	56
XIII.	Bibliografia	58

I. Resumo

Este estudo foi elaborado no intuito de se desenvolver um processo de concentração por flotação de um minério de calcário.

Proveniente da jazida da Companhia Cimento Portland Gaúcho, do Grupo Votorantin, trata-se de um minério com baixos teores de carbonatos e muito rico em sílica, que circundava um jazimento de calcário rico em carbonatos, já explotado pela referida Companhia do Sul do Brasil.

Visando dar continuidade às atividades da empresa no local onde já se encontra toda a estrutura física, humana e demais investimentos, procurou-se desenvolver um processo que permitisse tal aproveitamento.

I. Abstract

This study was elaborated with the purpose of develop a concentration process by froth flotation of a limestone ore.

Proceeding from the Companhia Cimento Portland Gaúcho's Mine, of the Votorantin Group, it is a low carbonates and high silica grades ore, that sorrounded a limestone mine rich in carbonates, already explored by the Brazilian Southern Company above-mentioned.

With the purpose of giving continuity to the enterprise activities in the site where all the investments, physical and human substructures are located, tried to develop a process that allowed that utilization.

II. Introdução

O processo de concentração por flotação possui como importante característica a presença de uma vasta gama de fatores que têm fundamental influência em seu desempenho.

Para a determinação de um processo de concentração por flotação, é indispensável o levantamento e estudo das inúmeras variáveis que podem influenciar o processo de modo que se possa obter um concentrado em quantidades e teores compatíveis com as necessidades e disponibilidades do empreendimento planejado.

Não raro, na tentativa de se elevarem os teores de um minério por processo de flotação, a recuperação pode se reduzir de tal modo que um processo pode simplesmente se tornar inviável.

Como setor industrial, a mineração vê os estudos de viabilidade de implantação de novas minas ou de expansão das já existentes, fortemente ligados a fatores como descobertas de novos jazimentos, análises de risco e mercado e complexos estudos de previsões de rentabilidade, considerando-se os parâmetros técnicos já existentes como imutáveis (constantes).

Raramente atenta-se para o fato de que a mineração não é uma atividade estagnada no tempo. Pelo contrário, muito já se foi feito e poderá se fazer ainda muito mais em prol do progresso tecnológico do setor mineral, podendo proporcionar vantagens econômicas incalculáveis àqueles que procurarem investir em tecnologia, atentando para sua importância.

Este trabalho é um claro exemplo onde a tecnologia viabilizou um projeto, outrora tido como inviável.

III. Fundamentos Teóricos

Não é objetivo deste trabalho discutir toda a teoria envolvida no processo de concentração por flotação, mas sim desenvolver um processo a partir de seus fundamentos, tão amplamente discutidos em inúmeras publicações hoje existentes.

Apenas para situar aqueles leitores que porventura se interessem pelo assunto tratado neste estudo e não possuam conhecimento algum a respeito do processo de concentração por flotação, serão apresentados alguns esclarecimentos básicos a respeito de determinados aspectos relacionados ao assunto.

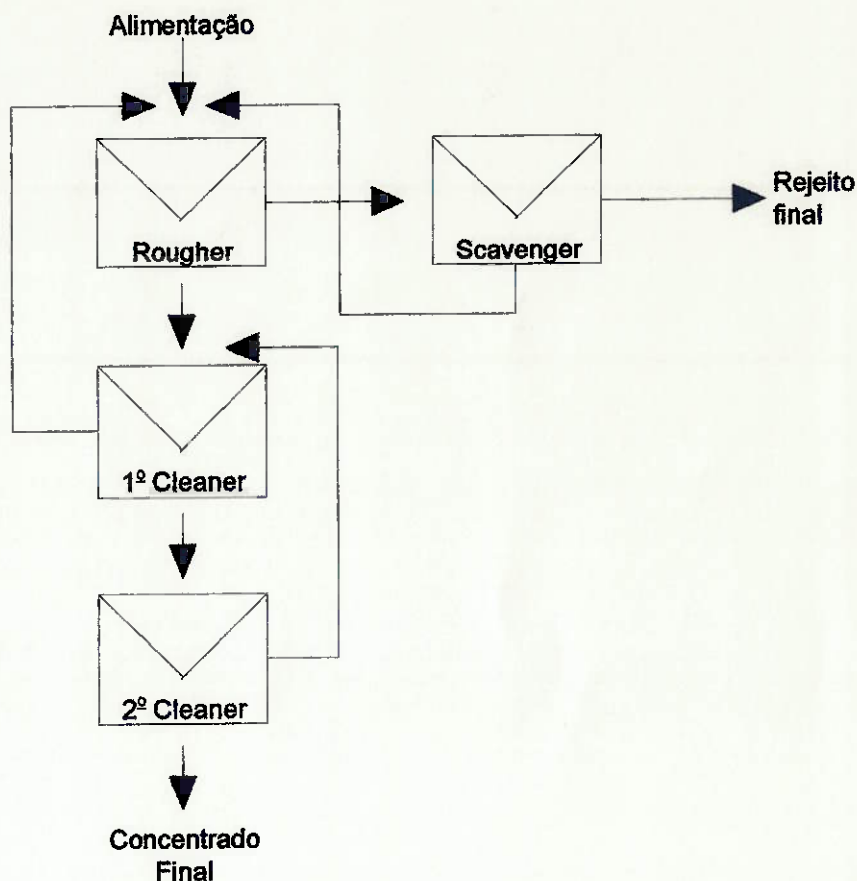
III.1. Noções Gerais⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

A FLOTAÇÃO é uma separação feita numa suspensão em água (polpa), na qual as partículas são obrigadas a percorrer um trajeto descendente e num dado instante as partículas que se desejam flotar são levadas a abandoná-lo, tomando um rumo ascendente. Neste processo, a característica que diferenciará as espécies minerais será a capacidade de suas partículas se prenderem a bolhas de gás. Se uma partícula consegue capturar um número suficiente de bolhas, a densidade do conjunto partícula-bolhas torna-se menor que a do fluido e o conjunto se desloca verticalmente para a superfície, onde fica retido e é separado numa espuma, enquanto que as partículas das demais espécies minerais mantêm inalterada a sua rota.

São naturalmente hidrofóbicos apenas alguns tipos de hidrocarbonetos sólidos (grafite, enxofre, talco e carvão). Todas as demais substâncias são naturalmente hidrofílicas, e para tornarem-se hidrofóbicas necessitam tratamento com substâncias químicas denominados coletores, que são adicionados à polpa. Esse reagente recobre seletivamente a superfície das partículas minerais que se desejam coletar na espuma, tornando-as hidrofóbicas em função de sua cadeia orgânica.

Um outro tipo de reagente utilizado no processo de flotação são os denominados espumantes, cuja função é proporcionar a produção de espuma com a persistência e a estrutura convenientes, de forma a propiciar a coleta das partículas hidrofóbicas. Geralmente são substâncias orgânicas não ionizáveis (álcool, éster, etc.).

A eficiência da separação por flotação depende da seletividade da ação dos reagentes. De qualquer forma, essa eficiência nunca atinge 100%, sempre apresentando no rejeito ainda algumas partículas de mineral que deveriam ter sido coletadas e no concentrado algumas partículas que deveriam ter sido rejeitadas. Devido a isso, para melhorar a eficiência da concentração, ambos os produtos são levados novamente a outra separação por flotação.



Como se observa no circuito acima, as operações de separação classificam-se em três tipos:

- flotação rougher: realizada em quantos estágios sejam necessários, onde se procura recuperar ao máximo possível os grãos de mineral que se deseja coletar (estágio de desgaste grosseiro).

- flotação scavenger: estágio onde tenta-se recuperar partículas do mineral que se deseja coletar mas que foram afundadas como rejeito.

- flotação *cleaner*. também realizada em vários estágios conforme a necessidade, na qual se procura rejeitar ao máximo os grãos de minerais de ganga que impurificam o concentrado (estádio de limpeza, elevação do teor).

Existem vários processos de flotação, como flotação direta, flotação inversa, flotação coletiva ("bulk flotation") e flotação diferencial ou seletiva, sendo os dois primeiros os de maior interesse no momento:

- Flotação Direta: Ocorre quando os minerais úteis são separados na espuma ficando os minerais de ganga na fase aquosa. São os casos mais comuns.

- Flotação Inversa: Ocorre quando o mineral útil é recuperado na fase aquosa, sendo a ganga coletada na espuma.

III.2. Fatores que Afetam o Processo de Flotação⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

Os resultados obtidos em um processo de concentração por flotação depende de uma grande variedade de fatores. Ainda hoje não se consegue entender claramente o efeito de todos esses fatores devido à sua grande complexidade, o que faz com que a flotação apresente ainda um pouco de arte e empirismo entremeados pela ciência.

Os fatores mais importantes podem ser classificados em 3 grupos, a saber:

1. Fatores ligados ao minério;
2. Fatores ligados à preparação do minério; e
3. Fatores ligados ao processo de flotação em si.

III.2.1. Fatores Ligados à Mineralogia

Para a flotação é de máxima importância a natureza do mineral útil assim como dos minerais de ganga. Entre as propriedades importantes relacionam-se: características mineralógicas dos diversos minerais componentes, suas relações qualitativas e quantitativas no minério e alterações secundárias nos minerais, impurezas cristalográficas, condições de formação dos minerais, fragilidade da rocha (propriedade de produzir lamas).

III.2.2. Fatores Ligados à Preparação de Minério

Todo minério para ser submetido a um processo de flotação deve-se apresentar finamente pulverizado por duas razões:

a) Tamanho máximo flotável

Em geral considera-se como tamanho máximo flotável as partículas com diâmetros de até 0,3 a 0,4mm, tamanho esse condicionado pela capacidade da bolha de transportar a partícula. Para minerais de peso específico menor ou de maior flotabilidade, como por exemplo o carvão, pode-se flotar partículas de até 5mm de diâmetro.

b) Liberação

Deveria-se cominuir o minério em condições ideais até que se tivesse todas as partículas sendo formadas de um único mineral. Isso, entretanto, teoricamente exigiria uma moagem ultrafina, atrapalhando as condições de flotação.

São aspectos importantes em relação ao grau de moagem para a liberação:

- no processo de cominuição as fraturas têm a tendência a se localizar nas superfícies de contato intergranulares, o que possibilita, obter-se boa liberação com moagem relativamente grossa em comparação com a granulometria dos cristais.

- as diferenças de dureza entre os minerais podem facilitar a flotação ou dificultar, gerando muitos finos de uma espécie ou outra.

- às vezes é impossível conseguir bons resultados com uma única preparação. Nesse caso tenta-se fazer uma remoagem dos produtos intermediários.

III.2.3. Fatores Ligados ao Processo de Flotação em si

A) Influência de Lamas

A existência de lamas na polpa prejudica o processo de flotação de várias formas:

- alguns tipos de grãos ultra-finos de ganga são coletados por alguns coletores como ácidos graxos e animais, principalmente.

- as partículas ultra-finas do mineral útil têm dificuldade de aderir à bolha devido ao pequeno volume e pela pequena energia cinética para romper a camada de hidratação.

- os grãos ultra-finos de ganga são mais facilmente arrastados na espuma contaminando o concentrado.

- devido a grande superfície específica dos ultra-finos, aumenta-se bastante o consumo de reagentes.

- devido à diferença de carga elétrica, partículas ultra-finas da ganga podem se depositar sobre o mineral útil podendo até provocar a depressão deste ("sliming coating").

B) Densidade da Polpa

A densidade da polpa é determinada pela porcentagem de sólidos, a qual afeta a flotação de diversas formas:

- polpa mais densa garante, para a mesma tonelagem de minério, um maior tempo de flotação e, portanto, melhor recuperação.

- polpa mais densa significa menor consumo de água e de reagentes.

- polpa mais densa compreende maior arraste de ganga no concentrado.

- polpa excessivamente densa pode levar à queda na velocidade de flotação por insuficiência de ar.

- polpa muito espessa pode provocar a desagregação de minerais frágeis gerando ultra-finos.

Portanto, para cada minério a condição ótima de densidade de polpa deve ser determinada em cada ponto da flotação (rougher, scavenger e cleaner).

C) Fator Água

A composição da água em que a flotação de processa tem efeito fundamental sobre o processo. A água natural contém vários íons, gases e impurezas orgânicas dissolvidas.

Quando a água entra em contato com minerais que são mais ou menos solúveis pode alterar sua composição química e seu pH.

Para se evitar efeitos daninhos da água pode-se tentar sequestrar íons prejudiciais. Quando esse efeito nocivo cresce devido à recirculação, pode-se controlar o mesmo pela monitoração da quantidade de água recirculada. Isso é importante também quanto à composição de reagentes na água. Por outro lado, talvez um reagente de uma determinada operação prejudica outra posterior; nesse caso é necessária a separação das águas.

A água que recircula, por motivos econômicos e ambientais, num processo de flotação, deve portanto ser cuidadosamente analisada podendo esta estar enriquecida de íons e reagentes.

D) Adição de Reagentes

São importantes os fatores como a escolha adequada dos reagentes e reguladores; a ordem de adição dos diversos reagentes e

a forma de adição dos mesmos; o tempo de condicionamento ou contato do reagente com os sólidos da polpa; agitação da polpa; forma de preparar e controle da preparação dos reagentes e, sobretudo, cuidadosas medições periódicas das quantidades de reagentes adicionadas ao processo.

E) Fatores Operacionais

Há uma variedade adicional de outros fatores que não são bem compreendidos mas que caracterizam a arte da flotação:

- espessura da camada de espuma ou nível de polpa: quanto maior a espessura, melhor o concentrado e menor a recuperação.

- aeração: assim como a espessura de espuma deve ser mantida o mais constante possível influenciando na recuperação e no teor do concentrado.

- constância de todas as condições: é um dos fatores mais importantes por permitir um melhor controle.

IV. Preparação de Amostras para Ensaios

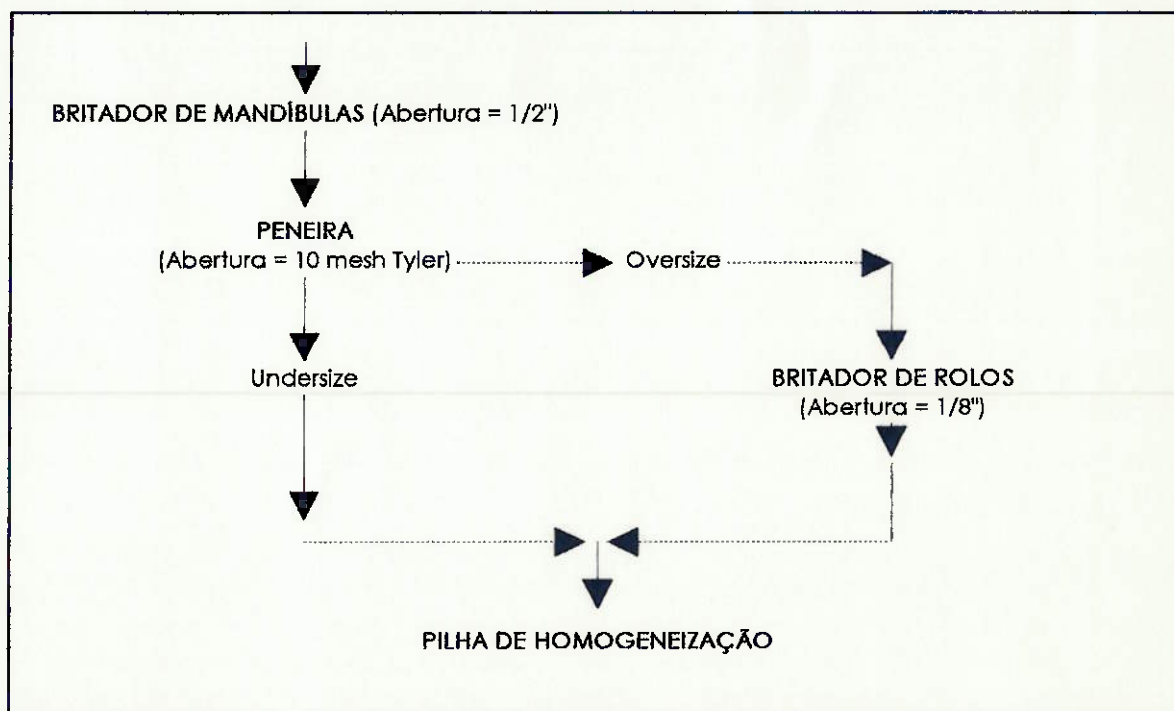
Para o início dos estudos foi solicitada uma amostra do minério à Companhia Cimento Portland Gaúcho, da qual recebeu-se uma amostra de aproximadamente 100kg de calcário. Tais estudos foram desenvolvidos em 4 etapas:

- Britagem e Homogeneização;
- Caracterização Tecnológica Expedita;
- Preparação do Minério para os Ensaios;
- Estudos de Concentração por Flotação.

IV.1. Britagem e Homogeneização

O minério "tal qual" foi inicialmente submetido às operações unitárias apresentadas no QUADRO 1, visando colocar toda a sua massa com granulometria inferior a 10 mesh Tyler. Após a britagem o minério foi homogeneizado em pilhas alongadas e sua massa total (cerca de 100kg) foi dividida em duas alíquotas de aproximadamente 50kg cada. A primeira alíquota foi arquivada, enquanto a segunda foi utilizada nos estudos posteriores de caracterização e processamento.

QUADRO 1 - Fluxograma de Britagem e Homogeneização do Minério



A granulometria do produto do circuito de britagem e homogeneização é apresentada na TABELA 1.

TABELA 1- Análise Granulométrica do Produto da Britagem

Peneiras	14#	28#	48#	65#	100#	200#	-200#
% Retida	22,4	39,5	12,0	4,9	3,9	5,0	12,3
% Retida Acum.	22,4	61,9	73,9	78,8	82,7	87,7	100,0

IV.2. Caracterização Tecnológica Expedita

Análises químicas da cabeça do minério (TABELA 2) mostraram que este é muito pobre em CaO e carbonatos, além de ser muito rico em sílica.

TABELA 2- Composição Química da Cabeça do Minério

Compostos Analisados	Teores (%)
CaO	28,3
MgO	7,07
SiO ₂	30,50

Estudos em microscópio eletrônico/microsonda eletrônica mostraram que os carbonatos se encontram intimamente associados aos silicatos. Conforme pode ser verificado nas figuras apresentadas no Anexo 1, o intercrescimento é tão intenso que a liberação somente passa a ocorrer abaixo de 200 mesh Tyler.

IV.3. Preparação Final do Minério para os Ensaios

A amostra de 50kg que foi escolhida para ensaios de processamento foi homogeneizada em pilha alongada de onde era retirado material para ensaios de moagem.

A moagem foi executada a úmido (50% de sólidos), em bateladas de 3kg, utilizando-se moinho de porcelana (volume útil de 4,5 litros) em circuito fechado com peneira de 200 mesh Tyler, por um tempo

de 25 minutos. A carga circulante, após estabilização, foi da ordem de 70%, ou seja, de 2,1 kg.

O produto do circuito de moagem/peneiramento (200 mesh Tyler) foi submetido a uma etapa de delamagem em ciclone de 50mm. Tal produto, denominado "Lamas", foi espessado, seco em estufa a 100°C e arquivado. Uma análise granulométrica deste produto é apresentada no Anexo 2, onde pode se verificar que a distribuição de tamanhos nas lamas se encontra na faixa compreendida entre 1-10µm. A composição química das lamas é apresentada na TABELA 3.

TABELA 3 - Composição Química das Lamas

Compostos	Teores (%)
SiO ₂	25,73
Al ₂ O ₃	8,52
Fe ₂ O ₃	4,22
CaO	26,94
MgO	6,66

O underflow da deslamagem, também denominado "Alimentação da Flotação" foi espessado em baldes, secado em bandejas a 100°C, homogeneizado em pilha alongada, de onde foram retiradas alíquotas de 300 gramas para posteriores ensaios de flotação. Características químicas e granulométricas do produto denominado "Alimentação da Flotação" são apresentadas na TABELA 4.

TABELA 4 - Características Químicas e Granulométricas da Alimentação da Flotação

Diâmetro (µm)	% Retida	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
52	21,25	37,40	7,44	3,13	26,23	7,93
44	20,45	33,88	6,96	2,98	28,09	7,49
35	10,02	30,78	5,89	2,65	31,06	7,12
25	10,28	29,96	6,07	2,79	30,86	7,04
17	10,89	28,38	6,21	2,94	31,00	8,91
13	8,34	27,39	6,20	3,08	31,13	6,63
-13	18,77	28,53	7,29	3,84	29,13	8,72
TOTAL	100,00	31,77	6,78	3,12	29,04	7,81

A recuperação em massa (R_m) da etapa de deslamagem foi de 81,3%. Se adotarmos o teor de CaO na alimentação da deslamagem como 28,3% e o teor de CaO no underflow (alimentação da flotação) como cerca de 30% (compromisso entre o valor encontrado na TABELA 4 e os valores calculados através dos balanços de massa dos ensaios de flotação), teremos um fator de enriquecimento (F) de 1,06. Se multiplicarmos F pela recuperação em massa ($RM = 83,1$), teremos a Recuperação de CaO da deslamagem ($Rec_{deslamagem}$) como sendo $Rec_{deslamagem} = 88,1\%$.

V. Procedimentos para a Execução dos Ensaios

Durante os estudos para se desenvolver o processo, muitas questões foram levantadas, muitos problemas surgiram e muitas observações tiveram de ser feitas de tal modo que se pudesse levar o projeto adiante sem se desviar de seus objetivos centrais.

A partir de um levantamento dos vários fatores que interferem na flotação, foi dado o início aos estudos do projeto. Analisando-se os procedimentos já utilizados em outros casos similares, algumas variáveis puderam ser presumidas. Outras tiveram de ser determinado para este caso específico.

Os ensaios com recirculação poderiam ser feitos através de ensaios contínuos, numa usina piloto por exemplo, ou com simulação da recirculação dos mistos dos ciclos anteriores, em laboratório, que são bastante trabalhosos. Neste estudo foi-se utilizado o segundo método.

Os ensaios de flotação foram executados a 25% de sólidos, em célula de bancada Denver, utilizando-se cubas com volume útil de 1.200ml a uma rotação de 1200 rpm. Cada ensaio de flotação era assim executado:

a) colocavam-se 300g de minério na cuba de 1200ml, adicionando-se 1000ml de água de torneira;

b) media-se o pH natural da suspensão; corrigindo-o para o valor desejado com NaOH P.A. 10% p/v ou HCl P.A. 10% p/v;

c) adicionava-se o coletor, permitindo um desejado tempo de condicionamento;

d) admitia-se ar no sistema;

e) coletava-se a espuma mineralizada até a exaustão, anotando-se o tempo de coleta. Em ensaios contemplados apenas com a etapa "rougher", o produto flotado era secado, pesado e enviado para análises químicas. Procedimento análogo era utilizado com o produto afundado.

Em ensaios contemplados com etapas "cleaner", o produto flotado era novamente empalpado em cuba de 1200ml e submetido a outras etapas de flotação (cleaner 1, cleaner 2, cleaner 3, etc.). O produto flotado final, assim como os afundados intermediários de cada etapa cleaner, eram secados, pesados e também enviados para análises químicas.

VI. Flotação Catiônica Reversa de Silicatos em Polpa Natural

Deu-se início aos trabalhos de concentração tentando-se flotar os silicatos existentes no minério através de flotação catiônica reversa. Para tal intento, utilizou-se como coletor uma eteramina neutralizada a 50% com ácido acético, fabricada pela Hoechst do Brasil, denominada Flotigan EDA-B. O reagente foi dosado e diluído em água destilada a uma concentração de 1% p/v. O tempo de condicionamento com o coletor foi de 30 segundos. Os resultados são apresentados na TABELA 5.

TABELA 5 - Desempenho de Flotação Rougher com Eteramina em Polpa Natural Versus pH

Ensaio	Dosagem de Amina	pH	%CaO afundado	%SiO ₂ afundado	Rec. CaO (%)	Rec. SiO ₂ (%)
1	100 g/t	8,7 natural	31,0	28,7	61	53
2	40 g/t	8,7 natural	29,2	30,7	54	52
3	40 g/t	8,7 natural	29,1	31,0	62	61
5	40 g/t	10,2	29,1	30,8	59	58
6	40 g/t	7,8	29,0	31,2	62	60

Nota: %CaO_{alim.} = 28,8% / %SiO_{2alim.} = 31,1% (calculados através do balanço metalúrgico).

Com o objetivo de se aumentar a recuperação de CaO no afundado, realizaram-se também ensaios exploratórios, utilizando-se amido de milho gelatinizado como depressor de carbonatos (30 g/t, tempo de condicionamento = 5 minutos). Os resultados são apresentados na TABELA 6.

Os resultados apresentados nas TABELAS 5 e 6 mostraram uma total carência de seletividade no processo de concentração mesmo em dosagens de amina tão baixas quanto 40 g/t.

Durante a execução dos ensaios foi possível verificar espumação excessiva, sempre associada à formação de bolhas muito grandes, o que evidenciava os maus resultados mais tarde confirmados.

TABELA 6 - Desempenho de Flotação Rougher com Eteramina e Amido de Milho em Polpa Natural Versus pH

Ensaio	Dosagem de Amina	pH	%CaO afundado	%SiO ₂ afundado	Rec. CaO (%)	Rec. SiO ₂ (%)
4	40 g/t	8,7 natural	29,3	30,8	60	58
7	40 g/t	10,2	29,0	30,9	59	58

Sendo o quartzo um mineral que apresenta Ponto de Carga Zero (PCZ) em torno de pH=2 e a calcita na faixa de $8,3 < \text{pH} < 10,8$; era de se esperar que, na faixa de pH contemplada nesta primeira fase de testes de flotação, as partículas dos minerais apresentassem carga elétrica superficial:

1) negativa (quartzo), o que permitiria que tal mineral fosse flotado seletivamente com eteramina na faixa de pH adotada nos testes;

2) positiva (calcita), o que permitiria que tal mineral não interagisse com a amina e, com isso, não flotasse.

Este comportamento esperado não foi verificado na prática em função da influência da composição iônica da polpa de flotação. Uma solução para tal problema de seletividade foi estudado no item VII que segue.

VII. Estudos Visando Modificar a Composição Iônica da Polpa de Flotação

Sendo a calcita um mineral semi-solúvel (produto de solubilidade da ordem de $4,4-6,7 \times 10^{-9}$), sua solubilidade natural, bem maior que a dos demais minerais silicatados presentes no minério, irá determinar a composição iônica da polpa de flotação. Tal fenômeno pode ser verificado através de duas evidências:

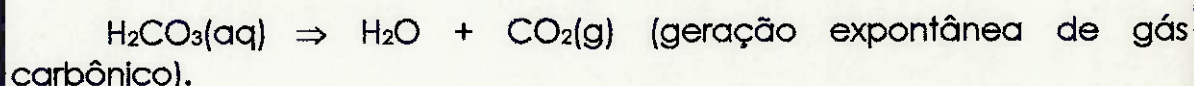
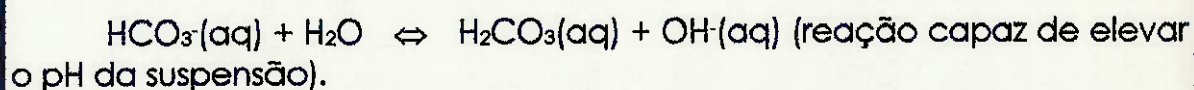
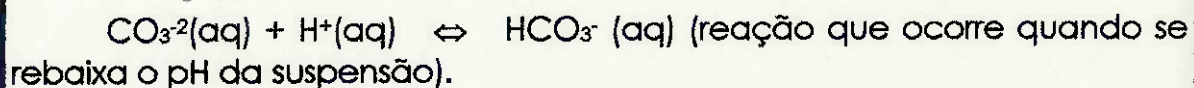
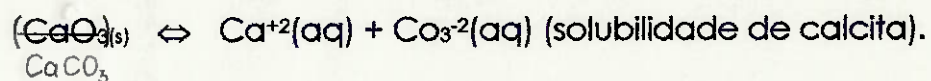
- 1) O pH natural da polpa, pH = 8,7.
- 2) O fato do sistema se comportar como um tampão, isto é, sempre que se tentava abaixar o pH da suspensão para valores inferiores a pH=7,5; este lentamente retornava ao valor inicial, conforme pôde ser verificado na TABELA 7.

**TABELA 7 - pH da Suspensão Aquosa Natural de Minério Versus Tempo.
(25°C - 25% de sólidos)**

Tempo (minutos)	pH
00	6,00
01	6,18
05	6,57
10	6,60
15	6,70
20	6,72
30	6,90
40	6,94
50	7,01
60	7,12
90	7,14
1440	7,46

As reações químicas que representam e explicam tal fenômeno são apresentadas no QUADRO 2.

QUADRO 2 - Reações Químicas Características de Polpas Ricas em Calcita⁽⁵⁾



Para modificar a composição iônica da polpa, procurou-se trabalhar de acordo com a reação inversa, isto é, adicionar gás carbônico à polpa de flotação com o intuito de acidular e também inibir a solubilidade característica do mineral-minério. Os resultados são apresentados na TABELA 8.

TABELA 8 - pH da Suspensão Aquosa de Minério Modificada com CO₂ Versus Tempo (Vazão de CO₂ = 2,01/min.)

Tempo (segundos)	pH
0	8,7
10	8,5
20	7,4
30	6,6
50	6,3
60	6,3
70	6,2
80	6,2
90	6,0

Os ensaios de flotação onde tal procedimento foi utilizado com o intuito de modificar a composição iônica da polpa foram denominados "ensaios de flotação com polpa modificada".

VIII. Ensaios de Flotação Catiônica Reversa de Silicatos com Polpa Modificada com CO₂

Nesta nova série de ensaios, adotou-se o seguinte procedimento: o minério era empalpado a 25% de sólidos e condicionado com gás carbônico por 1 minuto, o que resultava em pH de cerca de 6,0 a 6,2. Após isto, adicionava-se a eteramina, condicionando-se por 30 segundos. Decorrido este tempo, dava-se início à flotação rougher, coletando-se a espuma até a sua exaustão.

Os resultados dos ensaios de flotação desta fase são apresentados na TABELA 9.

TABELA 9 - Desempenho da Flotação Catiônica Reversa em Polpa Modificada com CO₂

Ensaio	Amina	Mibc	pH	%CaO Afundado	%SiO ₂ Afundado	Rec. CaO (%)	Rec. SiO ₂ (%)
8	40 g/t	0	7,7	29,3	31,2	63	61
20	40 g/t	0	6,2	29,2	30,9	53	52
13	40 g/t	80	6,2	30,1	30,1	60	54
14	80 g/t	80	6,2	31,6	28,0	61	47
15	120 g/t	80	6,2	33,0	26,0	51	38

Logo nos primeiros ensaios de flotação, verificou-se que o sistema necessitava da adição de um agente espumante. Optou-se pelo uso do álcool metil-isobutil-carbinol (mibc), produzido pela Rhodia, que foi dosado "in natura" através do sistema seringa/agulha. Uma gota de mibc pesava em média 0,00813 gramas. O uso adequado do agente espumante permitiu a formação de uma espuma mineralizada e facilmente controlada.

Os resultados desta fase (TABELA 9) mostraram que em dosagens de eteramina na ordem de 10 g/t foi possível reduzir a recuperação de SiO₂ no afundado para apenas 38%. Talvez se fossem usadas dosagens superiores de coletor o afundado ficasse ainda mais pobre em sílica. Não obstante, devido às baixas recuperações de CaO verificadas no afundado, decidiu-se abandonar esta rota de processo. Indubitavelmente, a flotação catiônica estava sendo capaz de flotar também a calcita, o que inviabilizou a sua aplicação para concentração dos carbonatos.

IX. Ensaios de Flotação Aniônica Direta dos Carbonatos com Polpa Modificada com CO₂

Os ensaios de flotação aniônica direta utilizaram como coletor o ácido oléico P.A. e também uma mistura de ácidos graxos e ésteres de ácido fosfórico de nome comercial Porocol AEPS, produzido pela Henkel do Brasil.

Os coletores eram submetidos a uma prévia saponificação com NaOH P.A. e diluídos com água destilada buscando-se produzir uma solução com uma concentração de 1% p/v, corrigindo-se o pH final da solução com NaOH para pH = 11,5. Através deste procedimento tinha-se total certeza de que o produto estava completamente saponificado.

O tempo de condicionamento adotado para os coletores aniônicos, via de regra, foi de 1 minuto.

Os resultados desta etapa são apresentados nas TABELAS 10 e 11.

TABELA 10 - Influência de Algumas Variáveis Operacionais no Desempenho da Flotação Aniônica Direta Rougher.
(pH = 6,0 a 6,2 corrigido pela adição de CO₂ 2 l/min)

Ensaio	Coletor	Dosagem do Coletor (g/t)	Tempo de Cond. (min)	Mibc (g/t)	%CaO Flut.	%SiO ₂ Flut.	Rec. CaO (%)	Rec SiO ₂ (%)
11	Oleico	120	0,5	80	32,5	26,4	74	55
12	Oleico	200	1,0	80	33,8	25,0	81	74
16	Oleico	130	1,0	110	35,8	22,7	87	53
18	Oleico	167	1,0	80	34,6	23,7	89	58
20	Poroc	200	1,5	80	34,2	24,3	89	60
21	Oleico	165	1,0	220	34,8	25,3	87	61
22	Oleico	120	1,0	110	34,9	24,5	89	60
23	Oleico	330	1,0	190	35,0	25,5	93	68
24	Oleico	167	0,5	110	35,7	23,7	88	57

TABELA 11 - Influência do pH na Flotação Aniônica Direta (Rougher) com Ácidos Graxos.
(Dosagem de Oleato = 167 g/t). (Dosagem de Mibc = 110 g/t).

Ensaio	pH	% CaO Conc.	% SiO ₂ Conc.	Rec. CaO (%)	Rec. SiO ₂ (%)
26	5,3	36,3	23,4	88	55
22	6,1	34,9	24,5	92	60
25	7,2	35,8	23,2	87	56
27	8,2	35,3	24,6	89	61
28	9,2	33,2	26,6	91	70
30	10,2	34,1	26,6	88	65

Observação: Para cada ensaio, primeiramente se condicionou a polpa com gás carbônico (2,0 l/min.) até pH final = 6,0 a 6,2. Após tal procedimento, corrigia-se o pH para os valores apresentados na coluna 2 da TABELA 11.

Desta etapa foi possível tirar as seguintes informações:

a) A flotação aniônica direta da calcita constitui uma opção de concentração bem mais promissora que a flotação catiônica reversa da ganga.

b) Partindo-se de uma alimentação com 30% de CaO foi possível obter concentrados rougher com teor de CaO na faixa de 34-36%, acompanhados de recuperações de CaO da ordem de 90%. Tais resultados podem ser modulados pela dosagem de coletor.

c) Partindo-se de uma alimentação com 31% de SiO₂ foi possível obter concentrados rougher com teor de SiO₂ na faixa de 24-26%, acompanhados de recuperações de SiO₂ da ordem de 25-30%.

d) Mantendo-se constante a dosagem de coletor e variando a dosagem de espumante (Ensaio-18 versus Ensaio-21), não se verificou grandes modificações no desempenho do processo. Em termos de qualidade e operacionalidade da espuma, a dosagem de espumante deveria acompanhar a dosagem de coletor dentro de uma relação r (r = dosagem de coletor/dosagem de espumante) na faixa de $0,8 < r < 2$.

e) De acordo com os dados da TABELA 11, não se verificou diferenças significativas de desempenho do processo quando se trabalhou na faixa de pH entre 5-8, após condicionamento da polpa com gás carbônico. Por este motivo, nas etapas posteriores da pesquisa, manteve-se o pH=6,0-6,2 como o pH de processo.

f) O coletor aniônico Porocol AEPS apresentou desempenho muito semelhante ao do ácido oleico. Em virtude dos ácidos graxos serem muito mais baratos que os coletores aniônicos sintéticos disponíveis no mercado,

optou-se por dar continuidade à pesquisa utilizando-se somente ácido oleico.

IX.1. Ensaios Cinéticos com a Etapa Rougher

Os ensaios cinéticos foram executados segundo as condições descritas para o Ensaio-23:

- Dosagem de coletor: 330 g/t
- Dosagem de espumante: 190 g/t
- Vazão de CO_2 : 2,0 l/min (por um tempo de 1 minuto)
- pH de flotação: pH=6,0 (corrigido pela ação do CO_2)
- Tempo de Condicionamento com o coletor: 1 minuto

Os resultados apresentados na FIGURA 1, onde se pode verificar que o sistema atinge o equilíbrio por volta de 90 segundos ou 1,5 minutos. Este tempo de flotação foi adotado como tempo ótimo.

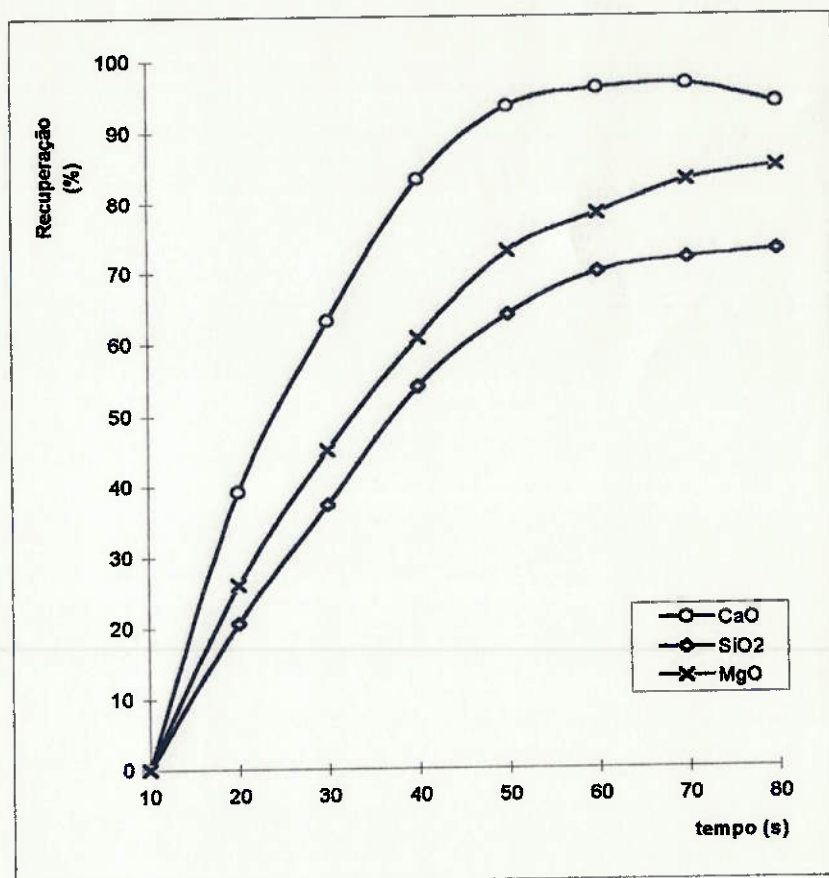


FIGURA 1 - Recuperação de CaO, MgO e SiO₂ versus Tempo de Flotação

Muito interessante a confirmação de que a dolomita flota com maior velocidade que os minerais silicatados, indicando um fenômeno que já era esperado: sendo calcita e dolomita minerais muito semelhantes sob o ponto de vista químico e cristalográfico, ambos exibem comportamento muito similar frente ao processo de flotação. Isto significa dizer que, se quisermos concentrados com teores de MgO mais baixos, a solução seria:

- a) Utilizar um depressor seletivo para o mineral dolomita;
- b) Otimizar o desempenho das etapas cleaner.

IX.2. Ensaios Cinéticos com Etapas Cleaner

Definida uma rota ótima de processo na etapa "rougher" (etapa que visa basicamente à recuperação), procurou-se também estudar o comportamento do minério com relação às etapas "cleaner" (etapas que objetivam um enriquecimento do concentrado). Os resultados são apresentados nas TABELAS 12, 13 e 14.

As condições adotadas para a etapa rougher foram:

- Dosagem de coletor: 330 g/t
- Dosagem de espumante: 190 g/t
- Vazão de CO₂: 2,0 l/min (por um tempo de 1 minuto)
- pH de flotação: pH=6,0 (corrigido pela ação do CO₂)
- Tempo de Condicionamento com o coletor: 1 minuto
- Tempo de flotação Rougher: 90 segundos
- Tempo de flotação Cleaner 1: 90 segundos
- Tempo de flotação Cleaner 2: 60 segundos
- Tempo de flotação Cleaner 3 (Concentrado Final): 60 segundos

Conforme pode ser verificado nos dados apresentados nas TABELAS 12, 13 e 14 a flotação aniônica com ácidos graxos foi capaz de:

a) Partindo-se de um minério com 29-31% de CaO foi possível obter um concentrado final com 44,05% de CaO, o que corresponderia aproximadamente 79% de calcita.

b) A recuperação de CaO na flotação foi da ordem de 71%, sendo que a recuperação global no processo ($Rec_{deslamagem} \times Rec_{flotação}$) foi da ordem de 62,5%.

c) Partindo-se de um minério com 30-31% de SiO₂ foi possível obter um concentrado com 13% de SiO₂.

d) A flotação se mostrou altamente seletiva para minerais portadores de Fe₂O₃ e Al₂O₃, conforme dados apresentados na TABELA 14.

e) A flotação também mostrou seletividade em relação à dolomita, haja visto que a relação $\text{CaO}:\text{MgO}$ no minério (3,7) cresceu para 8,9 no concentrado.

TABELA 12 - Desempenho das Etapas Cleaner na Flotação Aniônica Direta

Produtos	Massa	%CaO	%SiO ₂	Recuperação de CaO (%)
Alimentação	100	30,9	30,7	100
Concentrado Rougher	82	35,0	25,5	93
Concentrado Cleaner 1	70	38,4	20,9	87
Concentrado Cleaner 2	58	41,9	16,0	78
Concentrado Final	50	44,1	13,1	71

TABELA 13 - Qualidade do Concentrado Final

Compostos	Teores (%)
CaO	44,05
SiO ₂	13,09
MgO	4,94
Al ₂ O ₃	2,86
Fe ₂ O ₃	1,39

TABELA 14 - Relação $\text{CaO}:\text{SiO}_2$, $\text{CaO}:\text{MgO}$, $\text{CaO}:\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{CaO}:\text{Fe}_2\text{O}_3$ no Minério Versus Concentrado de Flotação

Relações de Teores	Alimentação da Flotação	Concentrado Final
$\text{CaO}:\text{SiO}_2$	0,9	3,4
$\text{CaO}:\text{MgO}$	3,7	8,9
$\text{CaO}:\text{Al}_2\text{O}_3$	4,3	15,4
$\text{CaO}:\text{Fe}_2\text{O}_3$	9,3	31,7

Um fato muito importante para ser levado em consideração é a % de sólidos adotada nas etapas cleaner, a saber:

- % de sólidos no cleaner 1:17%;
- % de sólidos no cleaner 2:15%;
- % de sólidos no cleaner 3:13%.

Estas % de sólidos são bastante altas se comparadas à flotação de outros minérios em escala de bancada (% sólidos < 10%). Deste modo, caso se tivesse trabalhando com polpas mais diluídas (principalmente no cleaner 1), poder-se-ia obter maior enriquecimento em CaO durante cada etapa de limpeza.

X. Ensaios de Simulação com Recirculação de Mistos (Locked-cycle Tests)

X.1. Aspectos Gerais

Os ensaios realizados anteriormente foram executados de forma descontínua, não simulando a recirculação de mistos. Desta forma, seus resultados não informaram sobre comportamento de flotação com presença de carga circulante, impedindo que se tenha uma visão mais realista do que poderia acontecer quando se operasse uma instalação de concentração em escala-piloto (% de sólidos, volume, espessura da espuma, massa flotada, partículas mistas, etc.)

No intuito de simular um processo real, determinando-se a recuperação e o teor do concentrado final, executaram-se ensaios com recirculação de massa, adicionando-se ao circuito o rejeito do ciclo anterior.

Adotando-se as mesmas condições dos ensaios anteriores, executaram-se 32 (trinta e dois) ensaios de flotação, simulando 8 ensaios de flotação completos com recirculação, com 4 estágios cada um (rougher, 1º cleaner, 2º cleaner, 3º cleaner).

A cada novo ensaio, adicionava-se uma alimentação nova (330g de calcário) mais o rejeito do 1º cleaner oriundo do ensaio anterior, executando-se a nova etapa rougher. A partir do material flotado do rougher, adicionando-se o rejeito do 2º cleaner do ensaio anterior, executava-se a etapa 1º cleaner, "mutatis mutandis", até a obtenção de um concentrado final na terceira etapa cleaner.

Esses ensaios são bastante trabalhosos e tomaram aproximadamente 8 horas de trabalhos ininterruptos em laboratório, sendo executados por duas pessoas, uma vez que várias atividades têm que ser desenvolvidas quase que simultaneamente (contagem de tempos, adição de amostras de minério, de reagentes e de espumantes, borbulhamento de gás CO₂, controle da alimentação dos mistos dos ciclos anteriores, identificação dos produtos que vão sendo gerados, coleta da espuma, lavagem das cubas entre cada ciclo, medição/monitoramento de pH, entre outros.

X.2. Ensaios e Análises

Um esquema representativo de toda a simulação é apresentado na FIGURA 2.

Após o balanço de massas e o balanço metalúrgico terem sido executados, obteve-se o seguinte fluxograma:

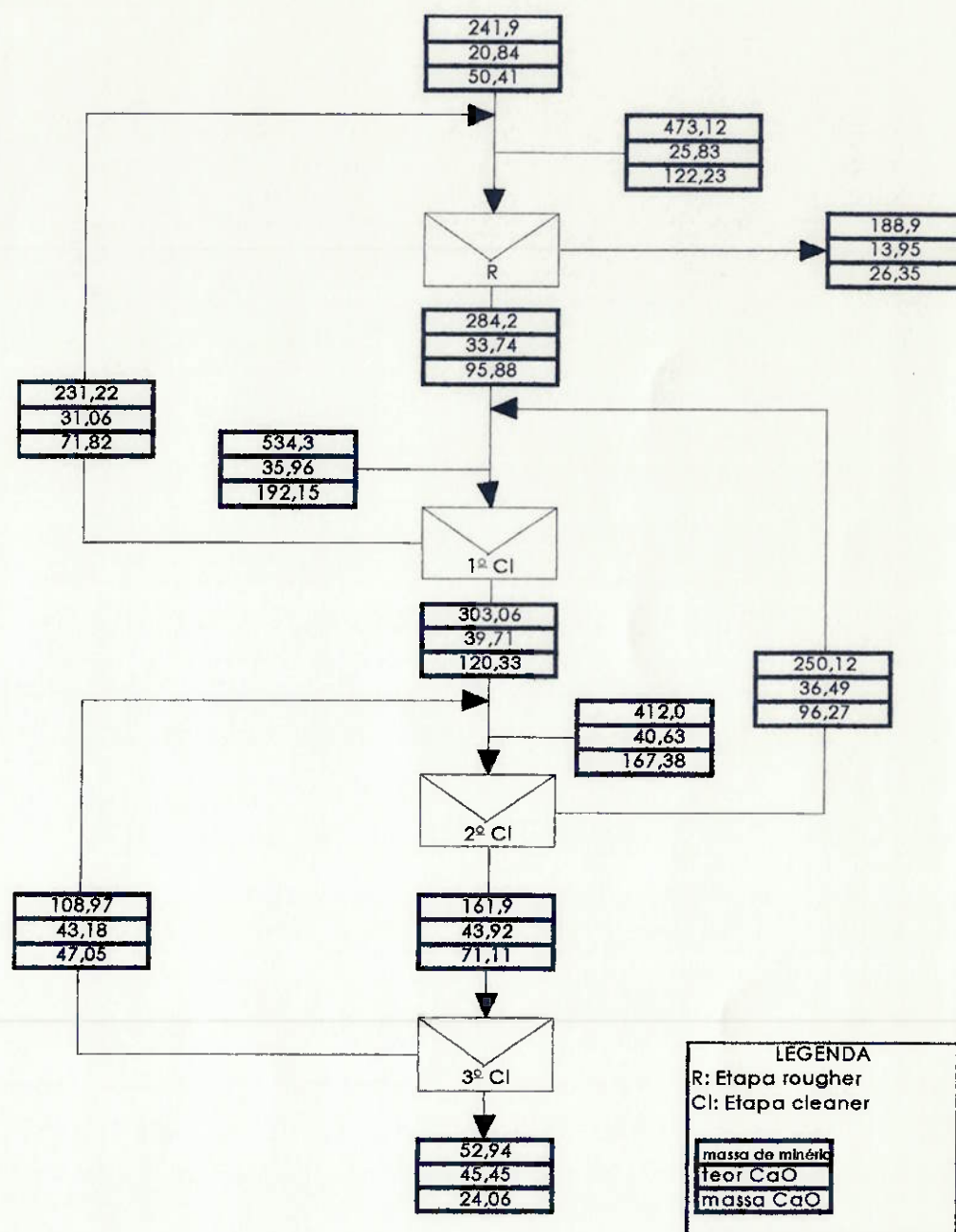


FIGURA 2 - Fluxograma Inicial

Através deste fluxograma, calcularam-se as recuperações acumuladas de CaO para as etapas rougher, 1º cleaner, 2º e 3º cleaner como segue:

$$\text{ReC}_{\text{acumulada}} = \frac{R_1 \times R_2'}{1 - R_1 (1 - R_2')}$$

onde:

R_1 = recuperação na etapa rougher

R_2' = recuperação na etapa 1º cleaner

R_2'' = recuperação na etapa 2º cleaner

R_2''' = recuperação na etapa 3º cleaner

Assim, temos:

$$R_1 = \frac{95,88}{122,23} = 0,7844$$

$$R_2' = \frac{120,33}{192,15} = 0,6262$$

$$R_2'' = \frac{71,11}{192,15} = 0,3701$$

$$R_2''' = \frac{24,06}{192,15} = 0,1252$$

• Rougher:

$$\text{ReC}_{\text{acum}} = 0,7044$$

• Rougher + 1º cleaner:

$$\text{ReC}_{\text{acum}} = \frac{R_1 \times R_2'}{1 - R_1 (1 - R_2')} = 0,6950$$

• Rougher + 1º e 2º cleaner:

$$\text{ReC}_{\text{acum}} = \frac{R_1 \times R_2''}{1 - R_1 (1 - R_2'')} = 0,5739$$

- Rougher + 1ª, 2ª e 3ª cleaner:

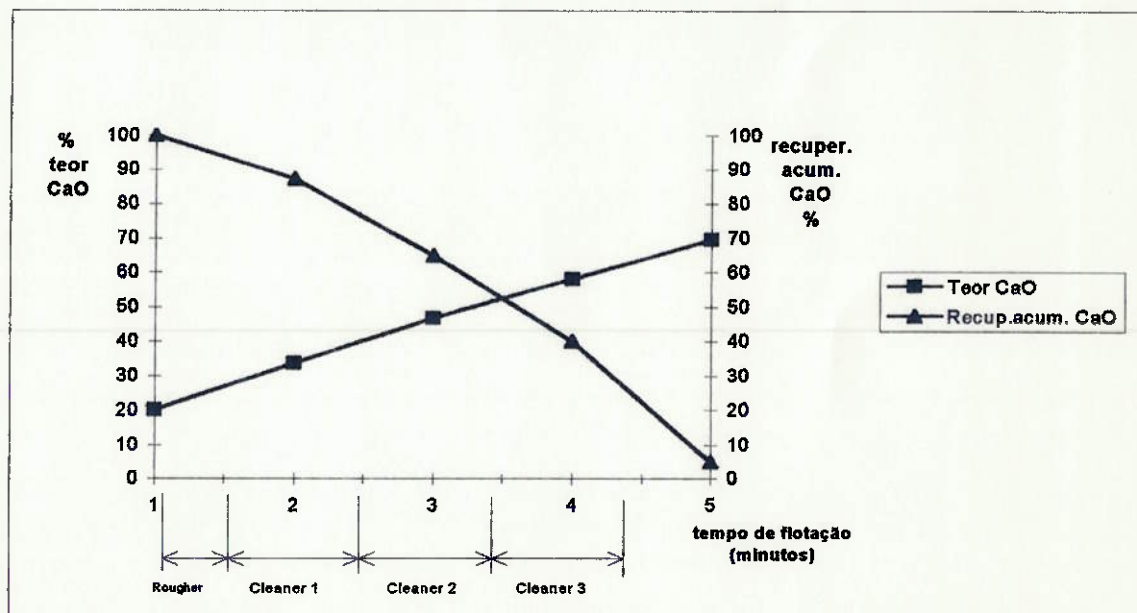
$$ReC_{acum} = \frac{R_1 \times R_2'''}{1 - R_1 (1 - R_2''')} = 0,6950$$

TABELA 15 - Recuperação Acumulada de CaO

Etapa	ReC _{acum} (%)
Rougher	78,44 %
R + 1ª cleaner	69,50 %
R + 1ª e 2ª cleaner	57,39 %
R + 1ª, 2ª e 3ª cleaner	21,30 %

TABELA 16 - Relação Teor x Recuperação de CaO

Teor CaO %	Recup.ac. CaO (%)	Tempo (min.)
20,84	100	0
33,74	78,44	1,5
39,71	69,50	2,5
43,92	57,39	3,5
45,45	31,30	4,5



Dos resultados acima, nota-se que a partir do 2º cleaner há uma queda muito grande da recuperação de CaO (26,1%) para uma elevação muito pequena do seu teor (1,53%).

Deste modo, pode-se claramente observar que não se faz necessária a utilização de uma etapa 3º cleaner.

Refazendo-se o balanço de massas e o balanço metalúrgico para a nova situação observada, obtém-se o seguinte fluxograma:

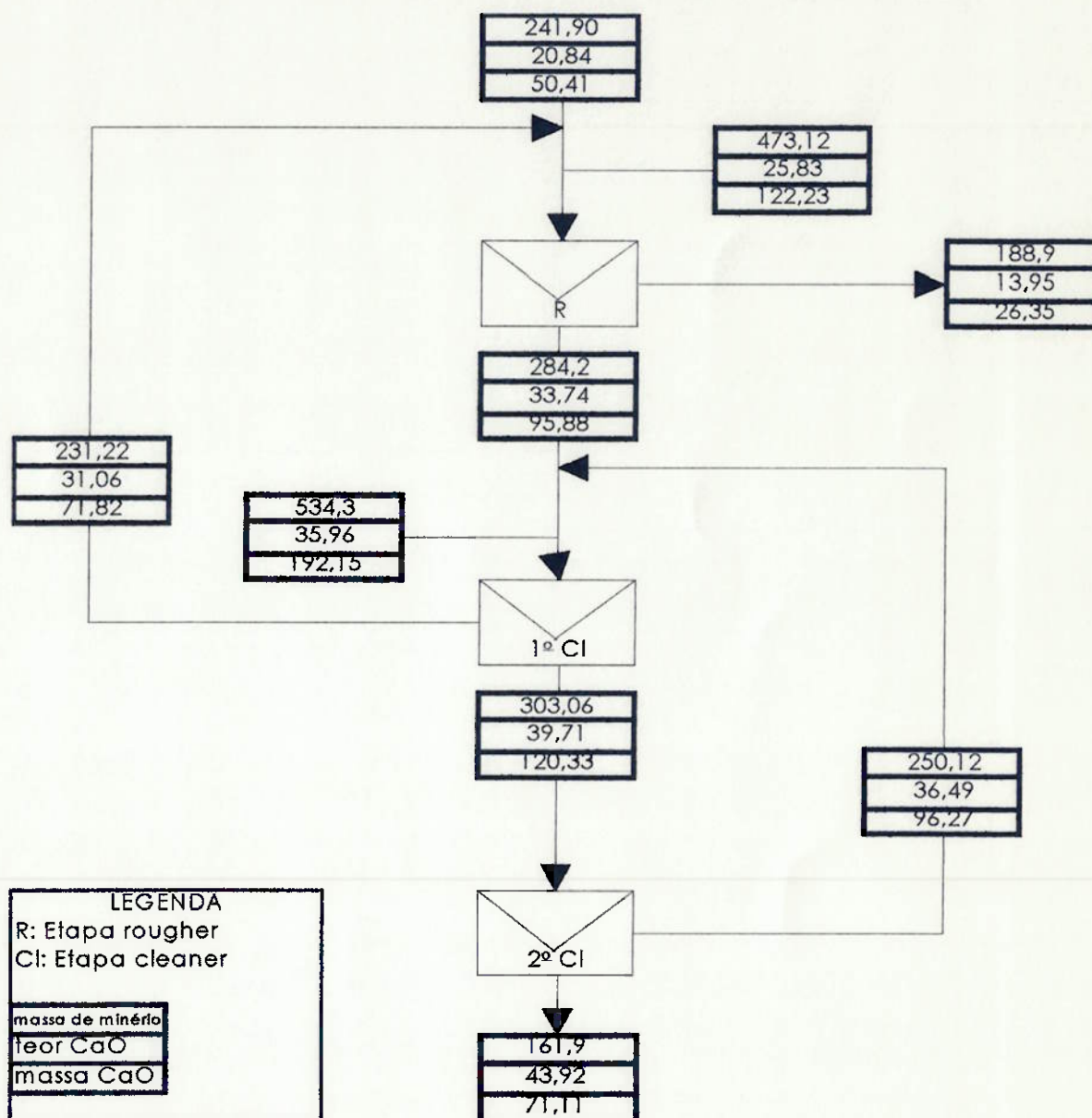


FIGURA 3 - Fluxograma Otimizado

Deste modo, teremos um concentrado com 43,92% de carbonatos e uma recuperação de 57,39%.

Pelas análises químicas notaram-se também acentuadas quedas nos teores de SiO_2 , MgO e Al_2O_3 , substâncias maléficas quando o minério destina-se a indústria do cimento (TABELA 17).

TABELA 17 - Evolução dos Teores de SiO_2 , MgO e Al_2O_3

	Alimentação (%)	Conc. 3ª cleaner (%)
SiO_2	30,50	5,76
MgO	7,07	5,08
Al_2O_3	8,52	0,64

X.3. Recomendações

Os ensaios com recirculação de massa apontaram uma tendência de se trabalhar com cargas circulantes próximas a 100%, o que indica que muitas partículas de calcita foram rejeitadas em cada uma das etapas, nas cleaner em particular. Esse fato mostra que o processo priorizou a seletividade em detrimento da recuperação, como indicam os resultados da TABELA 16.

Como era de se esperar, a seletividade da separação CaO/SiO_2 foi consideravelmente maior que a seletividade na separação CaO/MgO , indicando: i) maior facilidade de se separar minerais semi-solúveis de minerais silicatados (calcita x silicatos); ii) menor facilidade de separar minerais semi-solúveis entre si (calcita x dolomita).

Nestes ensaios com recirculação de mistos foi utilizado óleo de pinho como espumante. Recomenda-se a execução de outros ensaios utilizando-se o espumante MIBC, na tentativa de otimizar a espumação.

Recomenda-se também estudar os efeitos da adição de gás CO_2 também nas etapas cleaner, otimizando o controle do pH da polpa.

XI. Conclusões

O minério é pobre em CaO e carbonatos, além de ser muito rico em SiO₂. Tais características negativas são agravadas pelo fato de que a liberação da calcita em relação à ganga ocorre somente abaixo de 200 mesh Tyler, demandando moagem muito fina e concentração por flotação quase nos limites teóricos de sua eficiência máxima.

Outro fator complicante é a notória capacidade dos carbonatos em contaminar a polpa de flotação com íons oriundos de sua solubilidade natural. Polpas de flotação com $pCa^{+2} < 4$ são capazes de prejudicar consideravelmente a seletividade do processo tanto na flotação catiônica reversa da ganga silicatada como na flotação aniônica direta da calcita. A solução encontrada para tal problema reside na utilização de gás carbônico como agente modificador da composição iônica da polpa. Este procedimento se mostrou eficientemente capaz de promover a seletividade da flotação aniônica direta (rougher).

A flotação catiônica reversa da ganga não se mostrou como uma alternativa viável de concentração devido às baixas recuperações de CaO verificadas em todos os ensaios de flotação, independentemente da polpa ter sofrido ou não a ação modificadora do gás carbônico.

A flotação aniônica direta da calcita com ácidos graxos em pH=6 (após a composição iônica da polpa ter sido modificada pela adição de gás carbônico) se mostrou uma opção bastante promissora. Através deste procedimento foi possível obter um concentrado final com 44% de CaO e 13% SiO₂ acompanhados de recuperação de CaO da ordem de 71%. Levando-se em consideração as perdas de CaO na eslamagem, chega-se a uma recuperação global de CaO no processo da ordem de 62,5%.

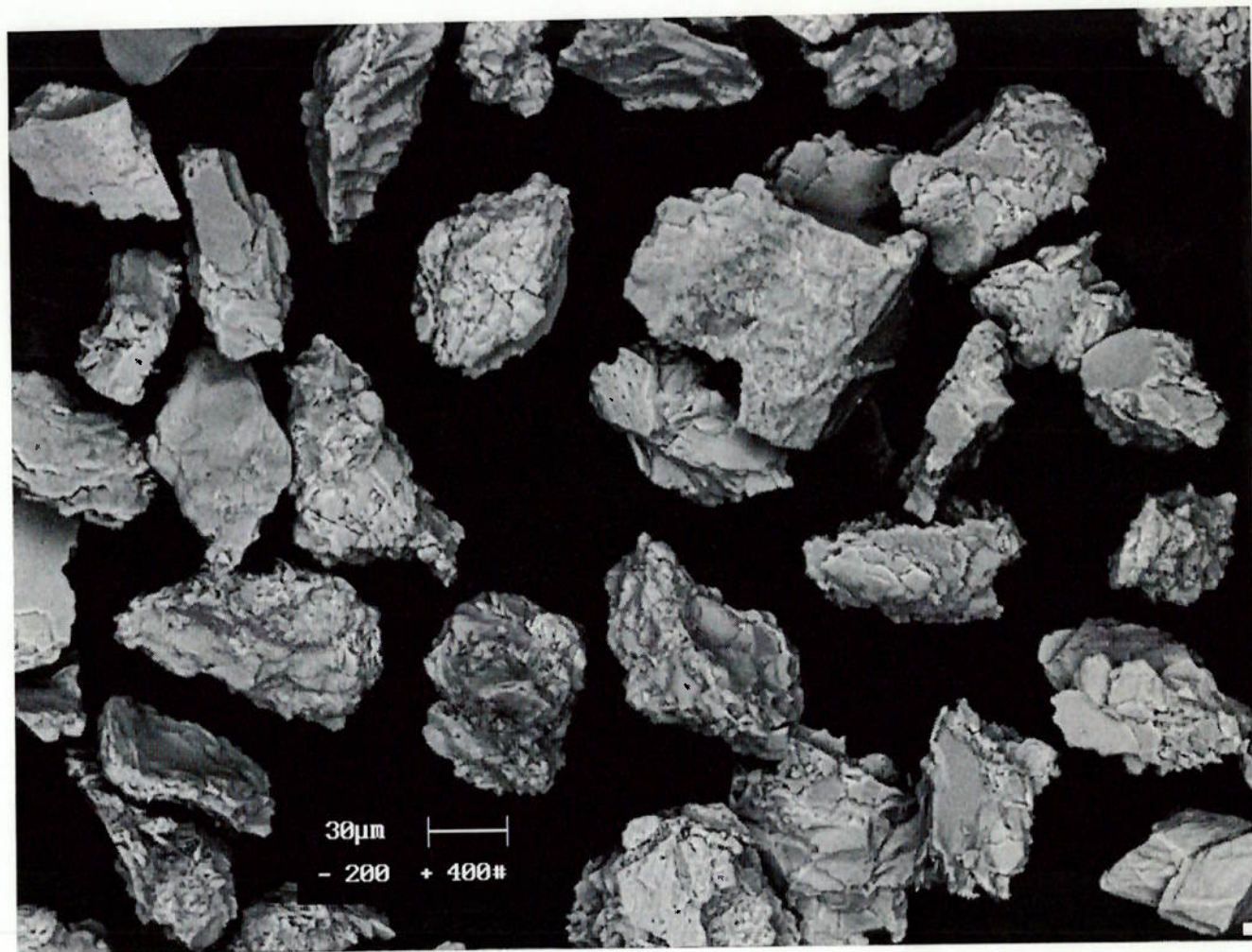
A flotação aniônica direta da calcita com recirculação de massa mostrou ser possível produzir concentrados de calcita com 43,92% de CaO e cerca de 6% de sílica, com uma recuperação de CaO de 57% e recuperação em massa de 22%.

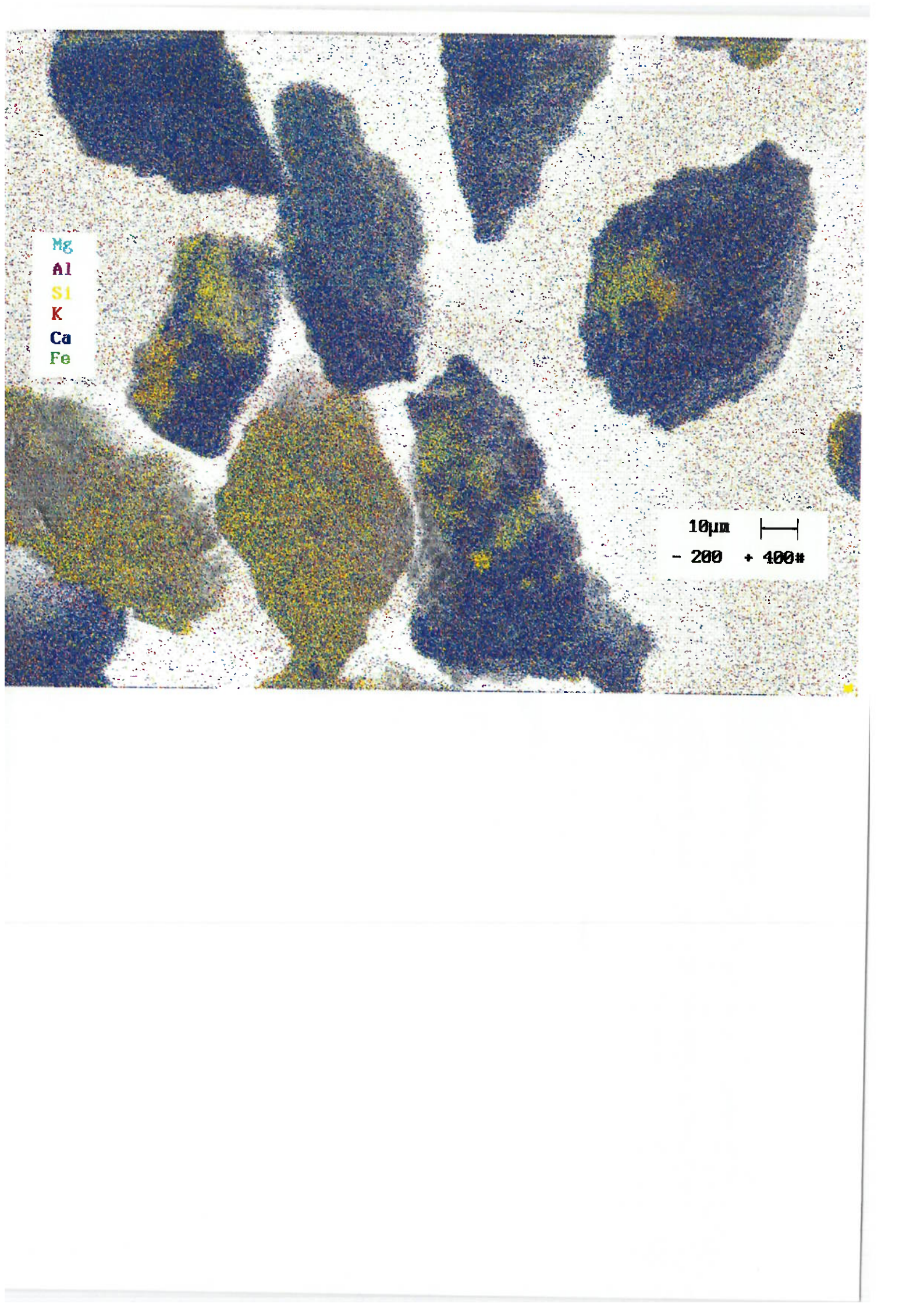
XII. Anexos

Anexo 1 - Fotografias do Minério Tiradas a Partir de Estudos de Liberação
em Microscópio Eletrônico



L Laboratório de Caracterização Tecnológica - Departamento de Engenharia de Minas
C Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
T Av. Prof. Mello Moraes, 2373 - 05508-900 São Paulo-SP TEL: (011) 818-5787 e 818-5551. FAX (011) 818-5787



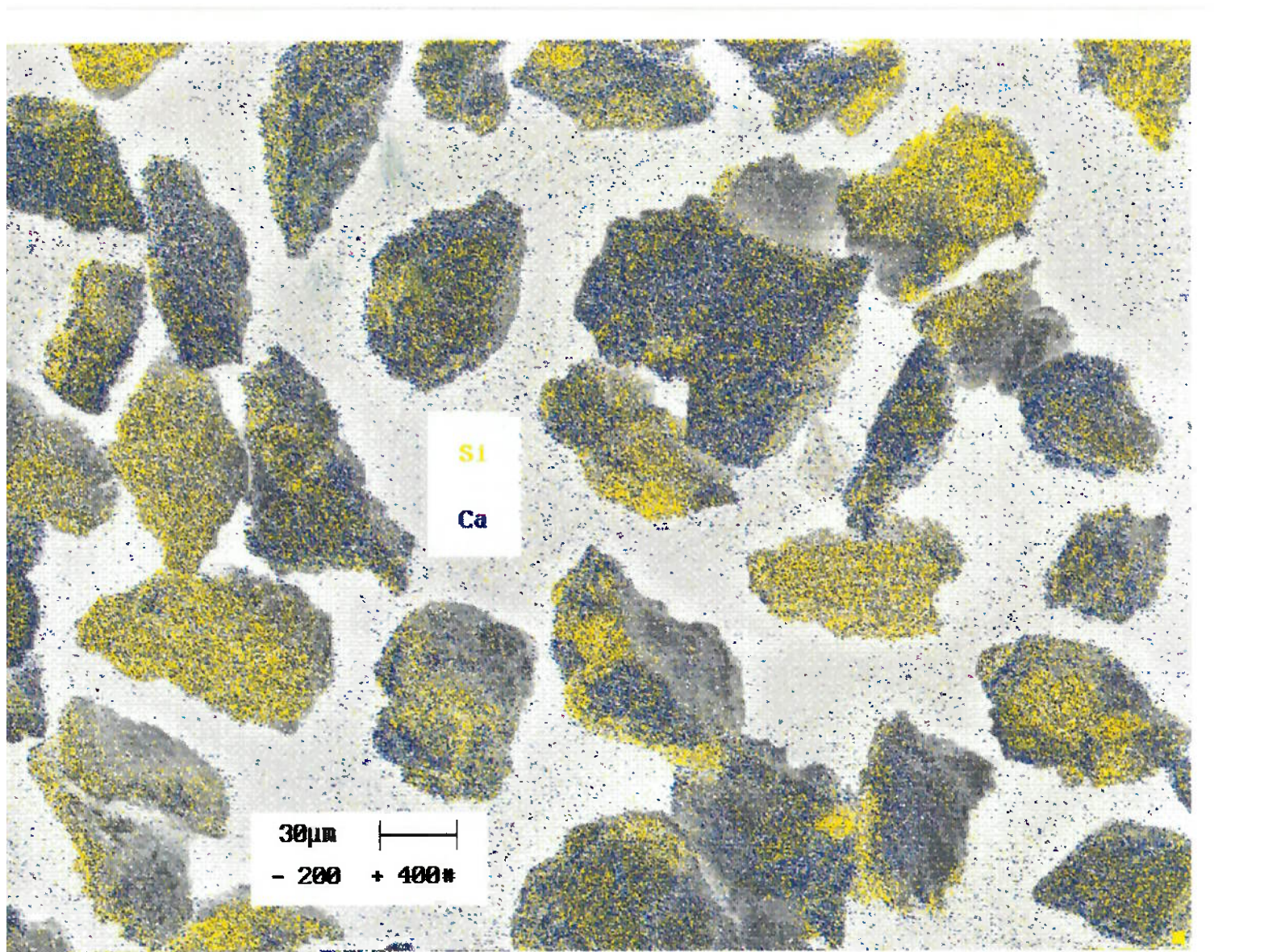


Si

Ca

10μm

- 200 + 400#



Mg
Al
Si
Ca

100µm |
- 100# + 150#

Anexo 2 - Análise Granulométrica do Overflow da Deslamagem

Certificado 002/95 - CIMENTO GAUCHO

Amostra: OVER FLOW (2)

Meio de Dispersao: agua

Lente: 63mm

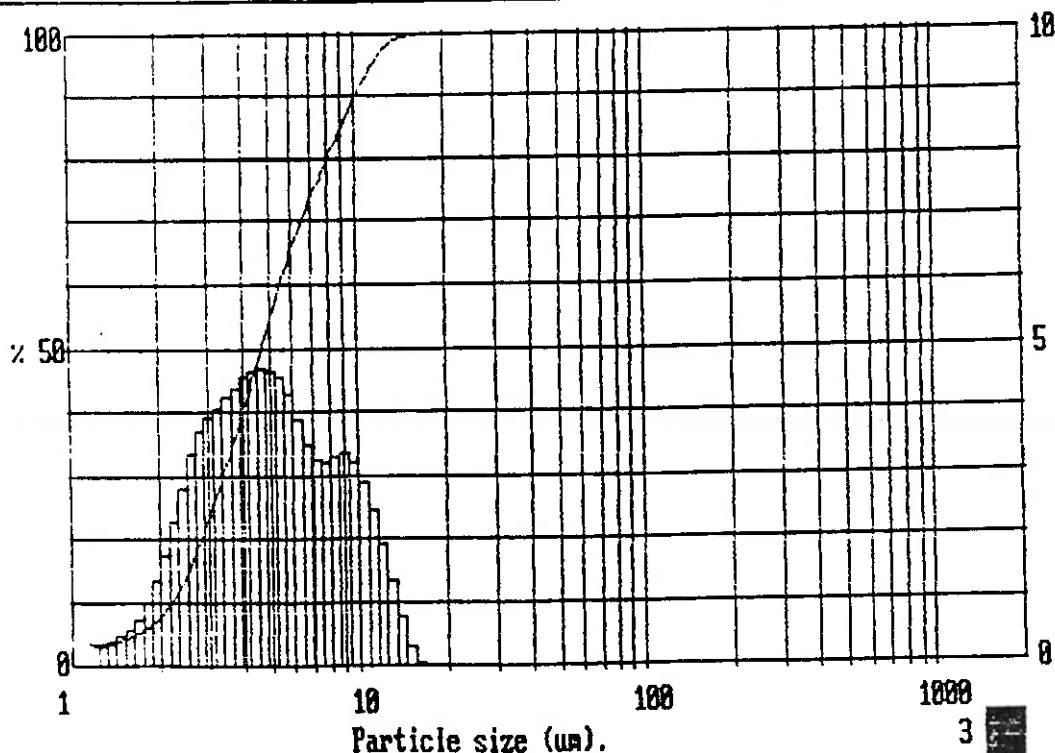
Op.: Dora

0000200000022035

Data: 03/01/96

2724 pil 14V1654 **ALARMS SET B D **

High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	Span
118	100	53.3	100	24.0	100	10.8	93.0	4.84	52.7	2.18	9.9	1.68
110	100	49.5	100	22.3	100	10.0	90.0	4.50	48.0	2.03	8.1	DI[4,3]
102	100	46.1	100	20.7	100	9.31	85.8	4.19	43.3	1.88	6.7	5.39µm
95.3	100	42.6	100	19.3	100	8.66	83.4	3.89	38.7	1.75	5.7	DI[3,2]
88.6	100	39.8	100	17.9	100	8.05	80.1	3.62	34.3	1.63	5.0	3.53µm
82.4	100	37.0	100	16.7	100	7.49	76.9	3.37	30.1	1.51	4.4	DI[4,0.9]
76.0	100	34.4	100	15.5	99.9	6.97	73.6	3.13	26.0	1.41	3.9	10.01µm
71.1	100	32.0	100	14.4	99.6	6.48	70.1	2.91	22.1	1.31	3.5	DI[4,0.1]
66.2	100	29.8	100	13.4	98.8	6.02	66.2	2.71	18.4	1.22	3.1	2.19µm
61.6	100	27.7	100	12.5	97.4	5.60	61.9	2.52	15.0			
57.2	100	25.8	100	11.6	95.5	5.21	57.3	2.34	12.2			
Source = :Sample												DI[4,0.5]
Focal length = 63 mm												4.65µm
Presentation = pil												
Beam length = 2.4 mm												
Log. Diff. = 2.785												
Obscuration = 0.2780												
Volume Conc. = 0.0160%												
Volume distribution												
Sp.S.A 1.6990 m ² /cc.												
Model indep												

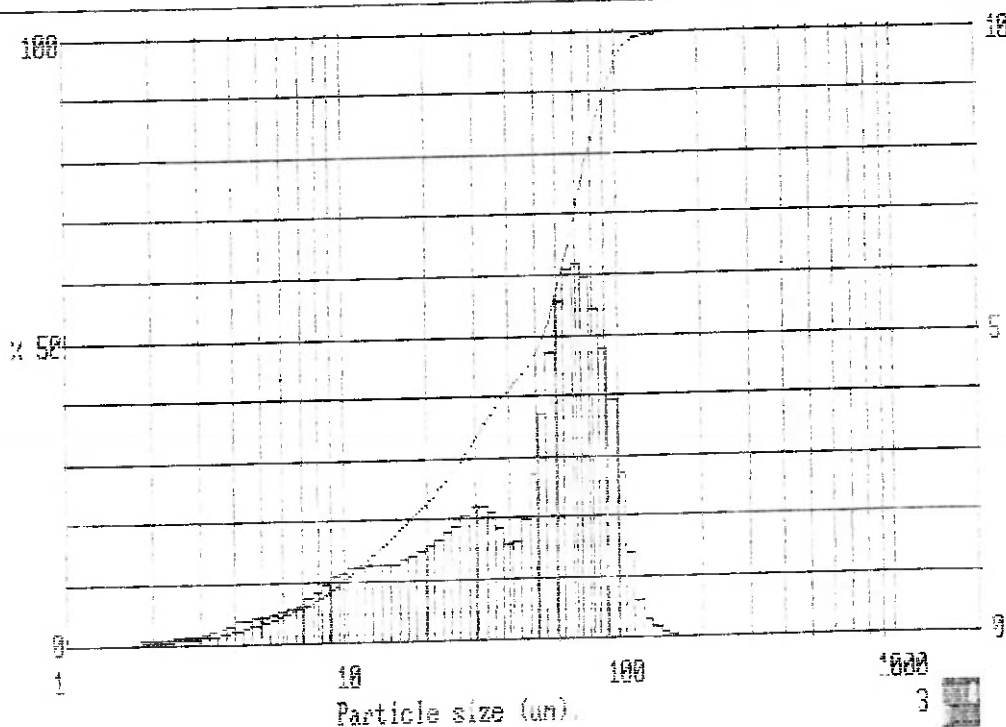


Anexo 3 - Análise Granulométrica dos Produtos dos Ensaaios com
Recirculação

Certificado 404/94 - DESAR/FMI
Amosim: FLOT. CALCAPIO - RES. CLEANER 1 - VIII
Materia Dispersa: alcohol Lenta: 100mm

00000023307
Data:02/10/98

1724 011 1KV1684 *ALARME SET A B D

[illegible]

Certificado 405/96 - CEBAR/FM
 Amostra: FLOT. GÁLCARIO - RES. CLEANER 2 - VIII
 Meio de Dispersão: álcool Lente: 100mm

Op.: Dora Data: 02/10/95

2724 oil 1KV1654 **ALARMS SET A B D **

High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	Span 1.49
10	100	84.5	31.2	40.5	17.1	15.8	7.69	4.4	2.4	1.4	0.8	0.4	0.2	DL 4.31
20	100	78.6	36.7	37.7	13.1	11.4	7.19	4.4	2.4	1.4	0.7	0.4	0.2	DL 4.62
30	100	73.1	40.0	34.9	11.4	10.0	6.69	4.4	2.4	1.4	0.6	0.4	0.2	DL 4.93
40	100	68.0	42.2	32.3	10.0	9.0	6.19	4.4	2.4	1.4	0.5	0.4	0.2	DL 5.24
50	99.9	63.2	44.4	30.6	9.0	8.0	5.69	4.4	2.4	1.4	0.4	0.4	0.2	DL 5.55
60	99.9	58.7	46.6	28.9	8.0	7.0	5.19	4.4	2.4	1.4	0.3	0.4	0.2	DL 5.86
70	99.9	54.3	48.8	27.2	7.0	6.0	4.69	4.4	2.4	1.4	0.2	0.4	0.2	DL 6.17
80	99.9	50.0	50.0	25.5	6.0	5.0	4.19	4.4	2.4	1.4	0.1	0.4	0.2	DL 6.48
90	99.9	45.7	52.2	23.8	5.0	4.0	3.69	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 6.79
100	99.9	41.4	54.4	22.1	4.0	3.0	3.19	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 7.10
110	99.9	37.1	56.7	20.4	3.0	2.0	2.69	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 7.41
120	99.9	32.8	58.9	18.7	2.0	1.0	2.19	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 7.72
130	99.9	28.5	61.2	17.0	1.0	0.0	1.69	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 8.03
140	99.9	24.2	63.5	15.3	0.0	0.0	1.19	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 8.34
150	99.9	20.0	65.8	13.6	0.0	0.0	0.69	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 8.65
160	99.9	15.7	68.1	11.9	0.0	0.0	0.19	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 8.96
170	99.9	11.4	70.4	10.2	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 9.27
180	99.9	7.1	72.7	8.5	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 9.58
190	99.9	2.8	75.0	6.8	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 9.89
200	99.9	0.0	77.3	5.1	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 10.20
210	99.9	0.0	79.6	3.4	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 10.51
220	99.9	0.0	81.9	1.7	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 10.82
230	99.9	0.0	84.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 11.13
240	99.9	0.0	86.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 11.44
250	99.9	0.0	88.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 11.75
260	99.9	0.0	91.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 12.06
270	99.9	0.0	93.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 12.37
280	99.9	0.0	95.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 12.68
290	99.9	0.0	98.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 12.99
300	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 13.30
310	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 13.61
320	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 13.92
330	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 14.23
340	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 14.54
350	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 14.85
360	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 15.16
370	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 15.47
380	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 15.78
390	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 16.09
400	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 16.40
410	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 16.71
420	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 17.02
430	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 17.33
440	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 17.64
450	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 17.95
460	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 18.26
470	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 18.57
480	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 18.88
490	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 19.19
500	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 19.50
510	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 19.81
520	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 20.12
530	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 20.43
540	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 20.74
550	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 21.05
560	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 21.36
570	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 21.67
580	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 21.98
590	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 22.29
600	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 22.60
610	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 22.91
620	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 23.22
630	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 23.53
640	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 23.84
650	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 24.15
660	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 24.46
670	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 24.77
680	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 25.08
690	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 25.39
700	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 25.70
710	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 26.01
720	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 26.32
730	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 26.63
740	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 26.94
750	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 27.25
760	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 27.56
770	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 27.87
780	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 28.18
790	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 28.49
800	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 28.80
810	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 29.11
820	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 29.42
830	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 29.73
840	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 30.04
850	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 30.35
860	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 30.66
870	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 30.97
880	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 31.28
890	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 31.59
900	99.9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	2.4	1.4	0.0	0.4	0.2	DL 31.90

MALVERN Instruments SB.9B

Certificado 406/96 - CESAR/PMI
 Amostra: PLOT. CALCARIO - RES. CLEANER 3 - VIII
 Meio de Dispersao: alcool Lente: 100mm

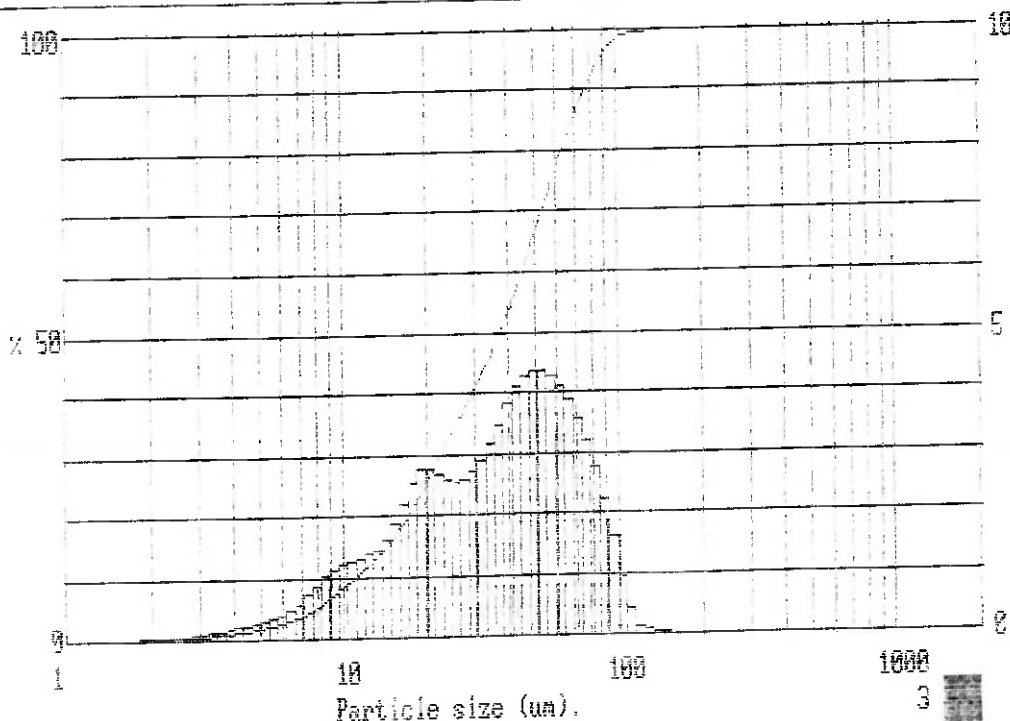
Cr. (Dora)

00000025813
 Data: 02/10/95

2724 011 1KV1354 **ALARMS SET A B D **

High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	Span
100	100	54.5	94.3	39.0	51.7	17.1	20.7	7.15	4.7	13.46	0.7	13.46	0.7	D14.33
100	100	78.6	91.1	33.4	47.1	15.3	18.2	7.7	4.9	13.21	0.6	13.21	0.6	D13.27
100	100	73.6	88.3	32.1	44.4	14.4	16.9	6.6	4.4	12.99	0.4	12.99	0.4	D13.27
100	100	68.0	84.7	30.6	41.7	13.7	15.8	6.1	4.0	12.78	0.4	12.78	0.4	D13.27
100	100	63.0	80.6	28.4	39.0	12.4	14.4	5.4	3.6	12.44	0.3	12.44	0.3	D13.27
99.9	99.9	58.0	76.7	26.4	36.4	11.4	13.4	4.9	3.2	12.17	0.3	12.17	0.3	D13.27
99.9	99.9	53.0	72.4	24.4	33.7	10.4	12.4	4.4	2.9	11.88	0.2	11.88	0.2	D13.27
99.9	99.9	48.0	68.0	22.4	31.1	9.4	11.4	4.0	2.6	11.60	0.2	11.60	0.2	D13.27
99.9	99.9	43.0	63.0	20.4	28.4	8.4	10.4	3.6	2.3	11.32	0.2	11.32	0.2	D13.27
99.9	99.9	38.0	58.0	18.4	26.4	7.4	9.4	3.2	2.0	11.04	0.2	11.04	0.2	D13.27
99.9	99.9	33.0	53.0	16.4	23.4	6.4	8.4	2.9	1.8	10.76	0.2	10.76	0.2	D13.27
99.9	99.9	28.0	48.0	14.4	20.4	5.4	7.4	2.6	1.6	10.48	0.2	10.48	0.2	D13.27
99.9	99.9	23.0	43.0	12.4	18.4	4.4	6.4	2.3	1.4	10.20	0.2	10.20	0.2	D13.27
99.9	99.9	18.0	38.0	10.4	16.4	3.4	5.4	2.0	1.2	9.92	0.2	9.92	0.2	D13.27
99.9	99.9	13.0	33.0	8.4	14.4	2.4	4.4	1.8	1.0	9.64	0.2	9.64	0.2	D13.27
99.9	99.9	8.0	28.0	6.4	12.4	1.4	3.4	1.4	0.8	9.36	0.2	9.36	0.2	D13.27
99.9	99.9	3.0	23.0	4.4	10.4	0.4	2.4	1.0	0.4	9.08	0.2	9.08	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	18.0	2.4	8.4	0.0	1.4	0.4	0.0	8.80	0.2	8.80	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	13.0	0.4	6.4	0.0	0.4	0.0	0.0	8.52	0.2	8.52	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	8.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8.24	0.2	8.24	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	3.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	7.96	0.2	7.96	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	7.68	0.2	7.68	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.40	0.2	7.40	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.12	0.2	7.12	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.84	0.2	6.84	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.56	0.2	6.56	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.28	0.2	6.28	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.00	0.2	6.00	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.72	0.2	5.72	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.44	0.2	5.44	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.16	0.2	5.16	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.88	0.2	4.88	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.60	0.2	4.60	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.32	0.2	4.32	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.04	0.2	4.04	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.76	0.2	3.76	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.48	0.2	3.48	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.20	0.2	3.20	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.92	0.2	2.92	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.64	0.2	2.64	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.36	0.2	2.36	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.08	0.2	2.08	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.80	0.2	1.80	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.52	0.2	1.52	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.24	0.2	1.24	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.96	0.2	0.96	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.68	0.2	0.68	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.40	0.2	0.40	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.12	0.2	0.12	0.2	D13.27
99.9	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.2	0.00	0.2	D13.27

Source = :Sample Beam length = 2.4 mm Nozel inop
 Log. D14 = 1.84
 Focal length = 100 mm Obscuration = 0.200 Volume Conc. = 0.0901%
 Presentation = pil Volume distribution Sp.3.4 0.2706 m³/cc.

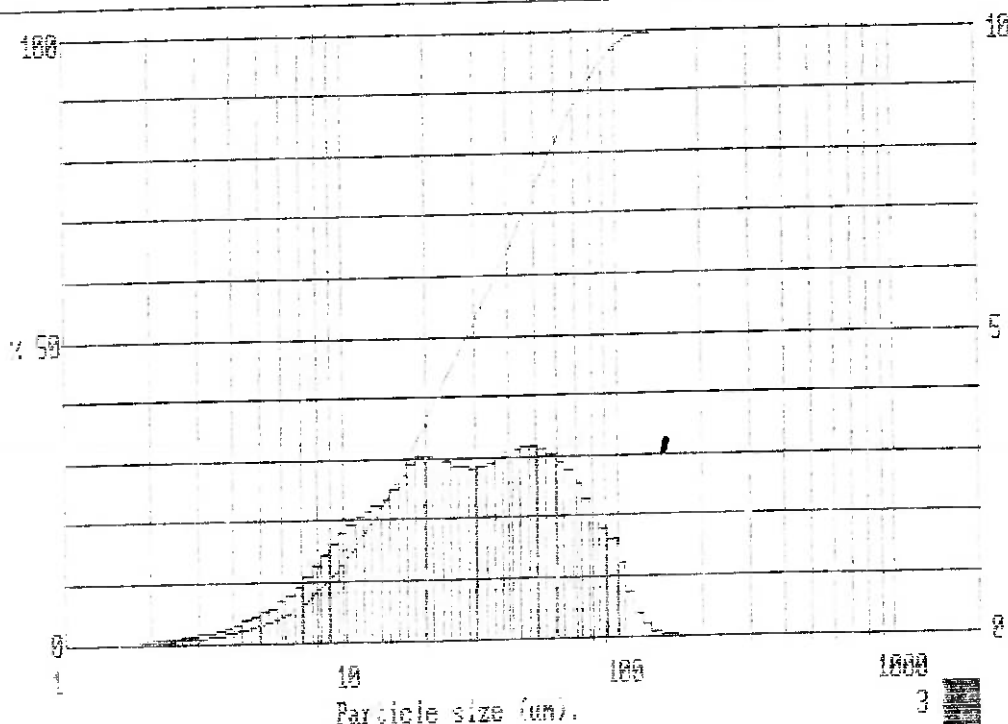


ESCOLA POLITECNICA DA USP - LCT

Certificado 402/94 - FEBAR/PMI
 Anstrat: FLOT. CALCARIO - COND. 25. CLEANER - I
 Mado de Dispersadagua Lente: 100mm

1515

000025735
Date: 02/10/96

[illegible][illegible]

1993

Date: 9/27/98

Unit	Length	Area	Volume	Weight	Value	Notes
1	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100
13	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100
25	100	100	100	100	100	100
26	100	100	100	100	100	100
27	100	100	100	100	100	100
28	100	100	100	100	100	100
29	100	100	100	100	100	100
30	100	100	100	100	100	100
31	100	100	100	100	100	100
32	100	100	100	100	100	100
33	100	100	100	100	100	100
34	100	100	100	100	100	100
35	100	100	100	100	100	100
36	100	100	100	100	100	100
37	100	100	100	100	100	100
38	100	100	100	100	100	100
39	100	100	100	100	100	100
40	100	100	100	100	100	100
41	100	100	100	100	100	100
42	100	100	100	100	100	100
43	100	100	100	100	100	100
44	100	100	100	100	100	100
45	100	100	100	100	100	100
46	100	100	100	100	100	100
47	100	100	100	100	100	100
48	100	100	100	100	100	100
49	100	100	100	100	100	100
50	100	100	100	100	100	100
51	100	100	100	100	100	100
52	100	100	100	100	100	100
53	100	100	100	100	100	100
54	100	100	100	100	100	100
55	100	100	100	100	100	100
56	100	100	100	100	100	100
57	100	100	100	100	100	100
58	100	100	100	100	100	100
59	100	100				



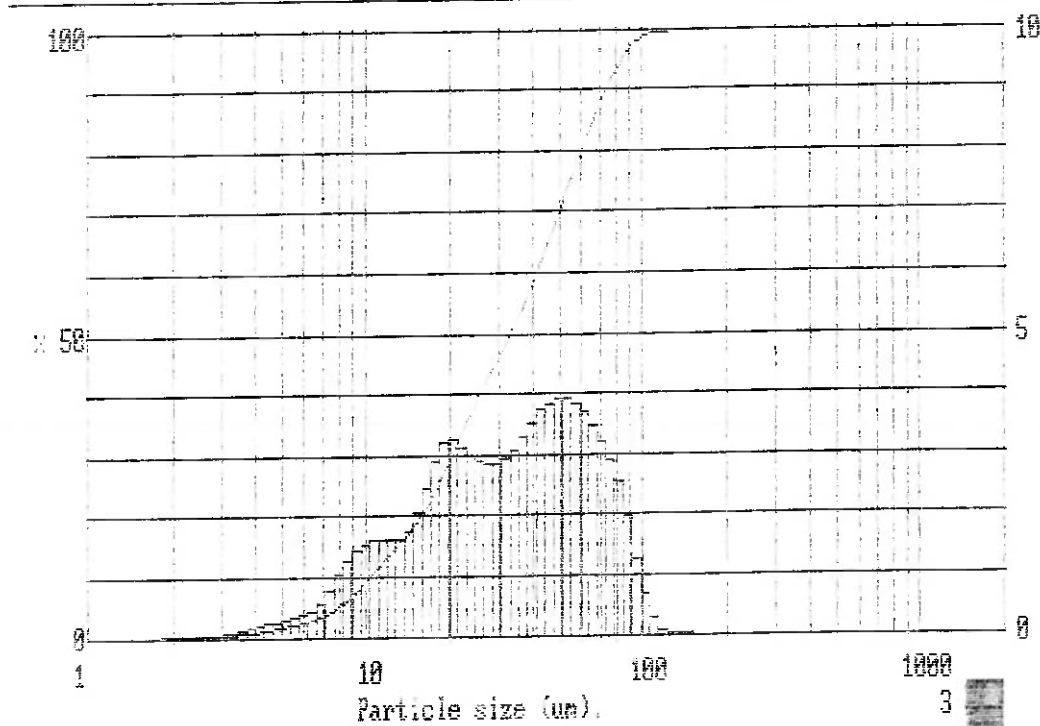
Certificado 407/96 - CESAR/FMI
 Aparelho: FLDI, CALCARIO - CONCO, CLEANER 7 - III
 Meio de Dispersao: Alcool Lente: 100mm

Op.: Dora
 Data: 02/10/96

2724 cil 1KV1654 **ALARMS SET A B D **

High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	Span 1.92
188	100	184.5	95.5	338.0	56.6	147	97	7.65	4.4	3.46	0.7	D[4,7]
177	100	178.6	92.9	333.5	53.1	144	96	7.18	4.4	3.21	0.7	37.80µm
166	100	173.1	90.0	332.2	50.1	144	96	6.65	4.4	2.99	0.6	D[3,2]
155	100	168.0	86.7	330.8	47.7	141	95	6.18	4.4	2.78	0.6	21.03µm
144	100	163.2	83.3	328.4	44.2	138	94	5.71	4.4	2.59	0.6	D[2,1]
133	100	158.2	79.9	325.9	41.4	135	93	5.24	4.4	2.40	0.6	D[1,0]
122	100	153.7	75.5	323.5	38.8	132	92	4.77	4.4	2.21	0.6	73.18µm
111	100	149.0	71.7	321.1	36.3	129	91	4.30	4.4	2.02	0.6	D[0,9]
100	100	144.7	67.7	318.6	33.8	126	90	3.83	4.4	1.83	0.6	10.29µm
89	100	140.4	64.0	316.1	31.3	123	89	3.36	4.4	1.64	0.6	
78	100	136.1	60.3	313.6	28.8	120	88	2.89	4.4	1.45	0.6	
67	100	131.8	56.6	311.1	26.3	117	87	2.42	4.4	1.26	0.6	
56	100	127.5	52.9	308.6	23.8	114	86	1.95	4.4	1.07	0.6	
45	100	123.2	49.2	306.1	21.3	111	85	1.48	4.4	0.88	0.6	
34	100	118.9	45.5	303.6	18.8	108	84	1.01	4.4	0.69	0.6	
23	100	114.6	41.8	301.1	16.3	105	83	0.54	4.4	0.50	0.6	
12	100	110.3	38.1	298.6	13.8	102	82	0.07	4.4	0.31	0.6	
1	100	106.0	34.4	296.1	11.3	99	81	0.00	4.4	0.12	0.6	

Source = Data\data1996 Beam length = 2.4 mm Mode: Incp
 Record No. = 687 Lcs. bit = 0.000000
 Total length = 100 mm Obscuration = 0.000000 Volume Conc. = 0.0770%
 Presentation = 11 Volume distribution Sp. Conc. = 0.2853 g/cc



Certificado 409/96 - CESAR/PMI
 Amostra: FLOT. CALÇARIO - CONC. CLEANER 3 - IV
 Meio de Dispersão: álcool Lente: 100mm

0000000025827
 Data: 02/10/92
 Sc.: Dora

2724 pil 1KV1634 **ALARMS SET A B D **

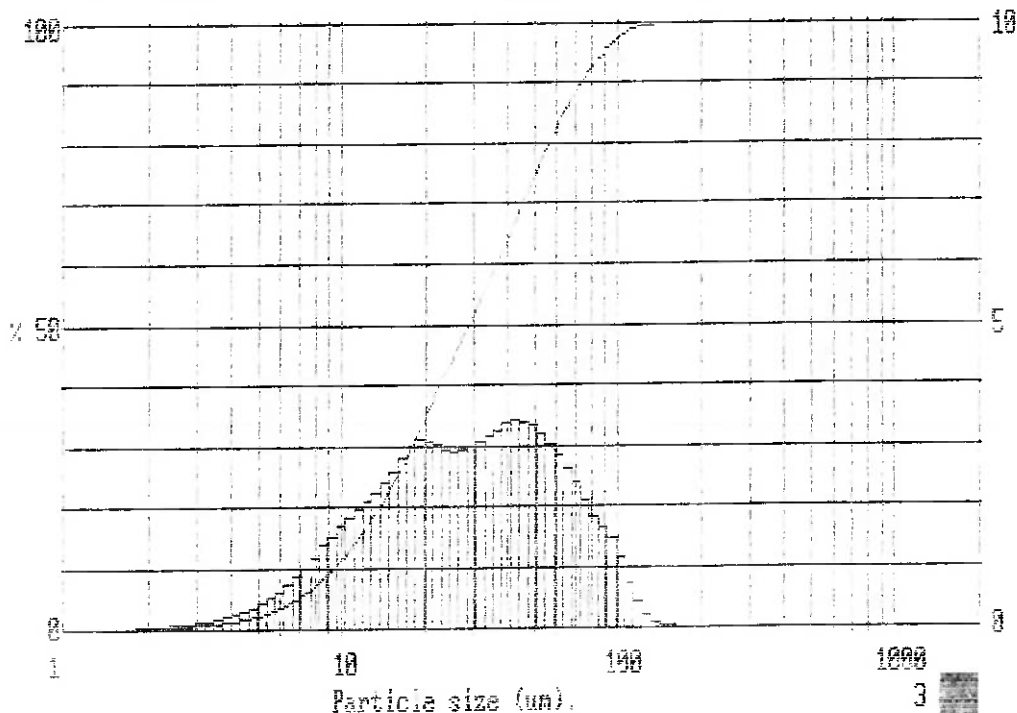
High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	Span
100	100	84.5	94.8	38.0	50.4	17.4	19.2	7.69	3.8	1.73
117.5	100	78.5	91.8	33.4	47.0	13.9	17.0	7.15	3.2	1.73
135.0	100	73.7	87.9	29.6	43.9	14.5	15.2	6.65	3.2	1.73
152.5	100	68.1	83.0	26.5	40.9	15.2	14.0	6.00	3.2	1.73
170.0	99.9	63.2	79.0	23.8	38.2	16.0	13.1	5.73	3.2	1.73
187.5	99.9	58.8	75.0	21.4	35.6	16.7	12.0	5.38	3.2	1.73
205.0	99.9	54.4	70.7	19.0	33.0	17.4	11.1	5.03	3.2	1.73
222.5	99.7	50.0	66.6	16.4	30.4	18.1	10.3	4.68	3.2	1.73
240.0	99.5	45.7	62.2	14.0	27.7	18.8	9.6	4.33	3.2	1.73
257.5	99.3	41.4	57.9	11.6	25.1	19.5	9.0	4.00	3.2	1.73
275.0	99.0	37.2	53.6	9.2	22.5	20.2	8.4	3.65	3.2	1.73
292.5	98.7	33.0	49.3	6.8	20.0	21.0	7.8	3.30	3.2	1.73
310.0	98.4	28.8	45.0	4.4	17.4	21.7	7.2	3.00	3.2	1.73
327.5	98.1	24.6	40.7	2.0	14.8	22.4	6.6	2.65	3.2	1.73
345.0	97.8	20.4	36.4	0.0	12.2	23.1	6.0	2.30	3.2	1.73
362.5	97.5	16.2	32.1	0.0	9.6	23.8	5.4	2.00	3.2	1.73
380.0	97.2	12.0	27.8	0.0	7.0	24.5	4.8	1.65	3.2	1.73
397.5	96.9	8.8	23.5	0.0	4.4	25.2	4.2	1.30	3.2	1.73
415.0	96.6	4.6	19.2	0.0	1.8	26.0	3.6	0.95	3.2	1.73
432.5	96.3	0.4	14.9	0.0	0.0	26.7	3.0	0.60	3.2	1.73
450.0	96.0	0.0	10.6	0.0	0.0	27.4	2.4	0.25	3.2	1.73
467.5	95.7	0.0	6.3	0.0	0.0	28.1	1.8	0.00	3.2	1.73
485.0	95.4	0.0	2.0	0.0	0.0	28.8	1.2	0.00	3.2	1.73
502.5	95.1	0.0	0.0	0.0	0.0	29.5	0.6	0.00	3.2	1.73
520.0	94.8	0.0	0.0	0.0	0.0	30.2	0.0	0.00	3.2	1.73
537.5	94.5	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	0.0	0.00	3.2	1.73
555.0	94.2	0.0	0.0	0.0	0.0	31.7	0.0	0.00	3.2	1.73
572.5	93.9	0.0	0.0	0.0	0.0	32.4	0.0	0.00	3.2	1.73
590.0	93.6	0.0	0.0	0.0	0.0	33.1	0.0	0.00	3.2	1.73
607.5	93.3	0.0	0.0	0.0	0.0	33.8	0.0	0.00	3.2	1.73
625.0	93.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.5	0.0	0.00	3.2	1.73
642.5	92.7	0.0	0.0	0.0	0.0	35.2	0.0	0.00	3.2	1.73
660.0	92.4	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	0.0	0.00	3.2	1.73
677.5	92.1	0.0	0.0	0.0	0.0	36.7	0.0	0.00	3.2	1.73
695.0	91.8	0.0	0.0	0.0	0.0	37.4	0.0	0.00	3.2	1.73
712.5	91.5	0.0	0.0	0.0	0.0	38.1	0.0	0.00	3.2	1.73
730.0	91.2	0.0	0.0	0.0	0.0	38.8	0.0	0.00	3.2	1.73
747.5	90.9	0.0	0.0	0.0	0.0	39.5	0.0	0.00	3.2	1.73
765.0	90.6	0.0	0.0	0.0	0.0	40.2	0.0	0.00	3.2	1.73
782.5	90.3	0.0	0.0	0.0	0.0	41.0	0.0	0.00	3.2	1.73
800.0	90.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.7	0.0	0.00	3.2	1.73
817.5	89.7	0.0	0.0	0.0	0.0	42.4	0.0	0.00	3.2	1.73
835.0	89.4	0.0	0.0	0.0	0.0	43.1	0.0	0.00	3.2	1.73
852.5	89.1	0.0	0.0	0.0	0.0	43.8	0.0	0.00	3.2	1.73
870.0	88.8	0.0	0.0	0.0	0.0	44.5	0.0	0.00	3.2	1.73
887.5	88.5	0.0	0.0	0.0	0.0	45.2	0.0	0.00	3.2	1.73
905.0	88.2	0.0	0.0	0.0	0.0	46.0	0.0	0.00	3.2	1.73
922.5	87.9	0.0	0.0	0.0	0.0	46.7	0.0	0.00	3.2	1.73
940.0	87.6	0.0	0.0	0.0	0.0	47.4	0.0	0.00	3.2	1.73
957.5	87.3	0.0	0.0	0.0	0.0	48.1	0.0	0.00	3.2	1.73
975.0	87.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.8	0.0	0.00	3.2	1.73
992.5	86.7	0.0	0.0	0.0	0.0	49.5	0.0	0.00	3.2	1.73
1010.0	86.4	0.0	0.0	0.0	0.0	50.2	0.0	0.00	3.2	1.73
1027.5	86.1	0.0	0.0	0.0	0.0	51.0	0.0	0.00	3.2	1.73
1045.0	85.8	0.0	0.0	0.0	0.0	51.7	0.0	0.00	3.2	1.73
1062.5	85.5	0.0	0.0	0.0	0.0	52.4	0.0	0.00	3.2	1.73
1080.0	85.2	0.0	0.0	0.0	0.0	53.1	0.0	0.00	3.2	1.73
1097.5	84.9	0.0	0.0	0.0	0.0	53.8	0.0	0.00	3.2	1.73
1115.0	84.6	0.0	0.0	0.0	0.0	54.5	0.0	0.00	3.2	1.73
1132.5	84.3	0.0	0.0	0.0	0.0	55.2	0.0	0.00	3.2	1.73
1150.0	84.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.0	0.0	0.00	3.2	1.73
1167.5	83.7	0.0	0.0	0.0	0.0	56.7	0.0	0.00	3.2	1.73
1185.0	83.4	0.0	0.0	0.0	0.0	57.4	0.0	0.00	3.2	1.73
1202.5	83.1	0.0	0.0	0.0	0.0	58.1	0.0	0.00	3.2	1.73
1220.0	82.8	0.0	0.0	0.0	0.0	58.8	0.0	0.00	3.2	1.73
1237.5	82.5	0.0	0.0	0.0	0.0	59.5	0.0	0.00	3.2	1.73
1255.0	82.2	0.0	0.0	0.0	0.0	60.2	0.0	0.00	3.2	1.73
1272.5	81.9	0.0	0.0	0.0	0.0	61.0	0.0	0.00	3.2	1.73
1290.0	81.6	0.0	0.0	0.0	0.0	61.7	0.0	0.00	3.2	1.73
1307.5	81.3	0.0	0.0	0.0	0.0	62.4	0.0	0.00	3.2	1.73
1325.0	81.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.1	0.0	0.00	3.2	1.73
1342.5	80.7	0.0	0.0	0.0	0.0	63.8	0.0	0.00	3.2	1.73
1360.0	80.4	0.0	0.0	0.0	0.0	64.5	0.0	0.00	3.2	1.73
1377.5	80.1	0.0	0.0	0.0	0.0	65.2	0.0	0.00	3.2	1.73
1395.0	79.8	0.0	0.0	0.0	0.0	66.0	0.0	0.00	3.2	1.73
1412.5	79.5	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7	0.0	0.00	3.2	1.73
1430.0	79.2	0.0	0.0	0.0	0.0	67.4	0.0	0.00	3.2	1.73
1447.5	78.9	0.0	0.0	0.0	0.0	68.1	0.0	0.00	3.2	1.73
1465.0	78.6	0.0	0.0	0.0	0.0	68.8	0.0	0.00	3.2	1.73
1482.5	78.3	0.0	0.0	0.0	0.0	69.5	0.0	0.00	3.2	1.73
1500.0	78.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.2	0.0	0.00	3.2	1.73
1517.5	77.7	0.0	0.0	0.0	0.0	71.0	0.0	0.00	3.2	1.73
1535.0	77.4	0.0	0.0	0.0	0.0	71.7	0.0	0.00	3.2	1.73
1552.5	77.1	0.0	0.0	0.0	0.0	72.4	0.0	0.00	3.2	1.73
1570.0	76.8	0.0	0.0	0.0	0.0	73.1	0.0	0.00	3.2	1.73
1587.5	76.5	0.0	0.0	0.0	0.0	73.8	0.0	0.00	3.2	1.73
1605.0	76.2	0.0	0.0	0.0	0.0	74.5	0.0	0.00	3.2	1.73
1622.5	75.9	0.0	0.0	0.0	0.0	75.2	0.0	0.00	3.2	1.73
1640.0	75.6	0.0	0.0	0.0	0.0	76.0	0.0	0.00	3.2	1.73
1657.5	75.3	0.0	0.0	0.0	0.0	76.7	0.0	0.00	3.2	1.73
1675.0	75.0	0.0	0.0	0.0	0.0	77.4	0.0	0.00	3.2	1.73
1692.5	74.7	0.0	0.0	0.0	0.0	78.1	0.0	0.00	3.2	1.73
1710.0	74.4	0.0	0.0	0.0	0.0	78.8	0.0	0.00	3.2	1.73
1727.5	74.1	0.0	0.0	0.0	0.0	79.5	0.0	0.00	3.2	1.73
1745.0	73.8	0.0	0.0	0.0	0.0	80.2	0.0	0.00	3.2	1.73
1762.5	73.5	0.0	0.0	0.0	0.0	81.0	0.0	0.00	3.2	1.73
1780.0	73.2	0.0	0.0	0.0	0.0	81.7	0.0	0.00	3.2	1.73
1797.5	72.9	0.0	0.0	0.0	0.0	82.4	0.0	0.00	3.2	1.73
1815.0	72.6	0.0	0.0	0.0	0.0	83.1	0.0	0.00	3.2	1.73
1832.5	72.3	0.0	0.0	0.0	0.0	83.8	0.0	0.00	3.2	1.73
1850.0	72.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.5	0.0	0.00	3.2	1.73
1867.5	71.7	0.0	0.0	0.0	0.0	85.2	0.0	0.00	3.2	1.73
1885.0	71.4	0.0	0.0	0.0	0.0	86.0	0.0	0.00	3.2	1.73
1902.5	71.1	0.0	0.0	0.0	0.0	86.7	0.0	0.00	3.2	1.73
1920.0	70.8	0.0	0.0	0.0	0.0	87.4	0.0	0.00	3.2	1.73
1937.5	70.5	0.0	0.0	0.0	0.0	88.1	0.0	0.00	3.2	1.73
1955.0	70.2	0.0	0.0	0.0	0.0	88.8	0.0	0.00	3.2	1.73
1972.5	69.9	0.0	0.0	0.0	0.0	89.5	0.0	0.00	3.2	1.73
1990.0	69.6	0.0	0.0	0.0	0.0	90.2	0.0	0.00	3.2	1.73
2007.5	69.3	0.0	0.0	0.0	0.0	91.0	0.0	0.00	3.2	1.73
2025.0	69.0	0.0	0.0	0.0	0.0	91.7	0.0	0.00	3.2	1.73
2042.5	68.7	0.0	0.0	0.0	0.0	92.4	0.0	0.00	3.2	1.73
2060.0	68.4	0.0	0.0	0.0	0.0	93.1	0.0	0.00	3.2	1.73
2077.5	68.1	0.0	0.0	0.0	0.0	93.8	0.0	0.00	3.2	1.73
2095.0	67.8	0.0	0.0	0.0	0.0	94.5	0.0	0.00	3.2	1.73
2112.5	67.5	0.0	0.0	0.0	0.0	95.2	0.0	0.00	3.2	1.73
2130.0	67.2	0.0	0.0	0.0	0.0	96.0	0.0	0.00	3.2	1.73
2147.5	66.9	0.0	0.0	0.0	0.0	96.7	0.0	0.00	3.2	1.73
2165.0	66.6	0.0	0.0	0.0	0.0	97.4	0.0	0.00	3.2	1.73
2182.5	66.3	0.0	0.0	0.0	0.0	98.1	0.0	0.00	3.2	1.73
2200.0	66.0									

Certificação 410/96 - DEBR/PMI
 Amostra: FLOI. CALCARIO - CONC. CLEANER 3 - V
 Meio de Dispersão: álcool Lente: 100mm

Op.: Dora
 Data: 02/10/96

2724 dil 1KV154 **ALARMS SET A 3 0 **

High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	Span
18.8	100	84.5	94.1	78.0	62.2	17.1	38.4	7.69	5.4	13.46	0.9	D14.33
17.3	100	78.5	92.2	35.4	58.9	15.3	25.6	7.15	5.1	13.21	0.8	D15.87
16.0	100	73.1	90.1	32.9	55.7	14.5	23.0	6.66	4.5	12.99	0.7	D17.21
14.1	100	68.0	87.7	30.6	52.6	13.7	20.6	6.18	4.2	12.78	0.6	D18.87
12.1	99.9	63.2	85.0	28.4	49.6	12.8	18.8	5.75	3.9	12.50	0.5	D19.97
10.5	99.8	58.7	82.1	25.4	46.7	11.9	17.1	5.37	3.5	12.24	0.4	D20.91
9.7	99.7	54.1	79.1	22.9	43.7	11.1	15.3	5.00	3.2	12.00	0.3	D21.61
9.0	99.5	49.7	75.8	20.6	40.7	10.3	13.5	4.62	2.9	11.73	0.3	D22.51
		45.3	72.3	18.4	37.7	9.5	11.7	4.25	2.6	11.46		D23.70
		40.9	68.7	16.4	34.6	8.7	10.0	3.88	2.3	11.19		
Source = :Sample Beam length = 2.4 mm Model auto Log. Diff. = 0.221 Focal length = 100 mm Observation = 0.2294 Volume Range = 0.0677% Presentation = pil Volume distribution Sp.B. = 0.0215 m ² /cc.												D17.051
												D18.70



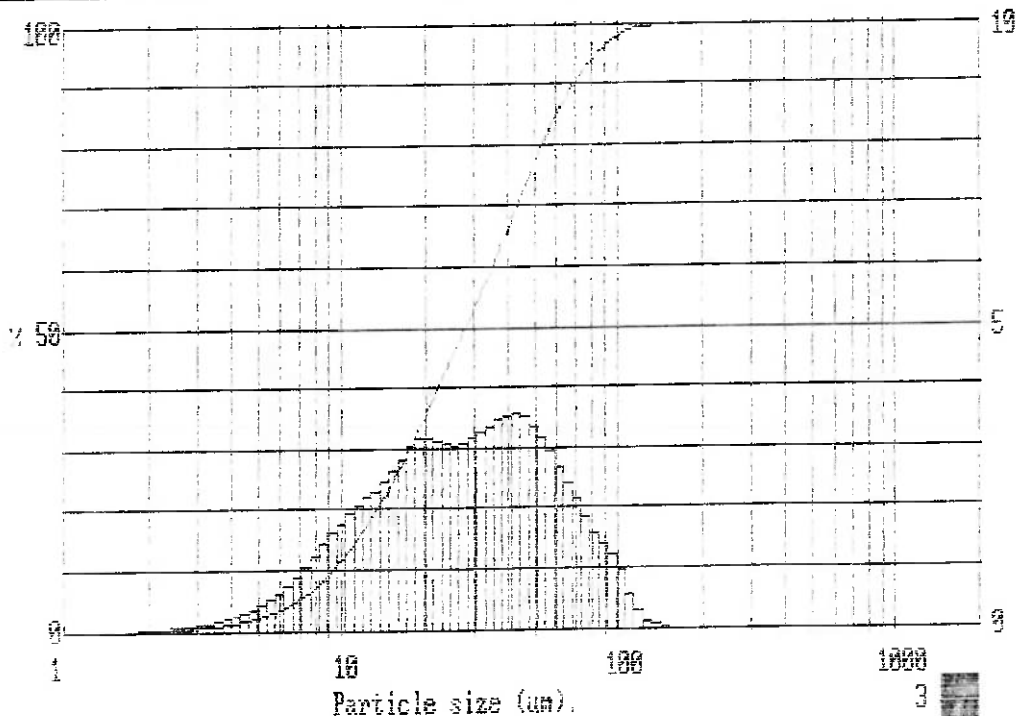
Certificado 408/96 - CESAR/FMI
 Amostra: FLOT. CALCARIO - CONC. CLEANER I - VI
 Meio de Dispersao: alcool Lente: 100mm

0000025851
 Data: 02/10/98

2724 pil 1KV1654 **ALARMS SET A B D **

High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	Span
100	100	84.5	95.2	38.0	64.3	17.1	29.1	7.67	6.0	0.0	0.0	2.14
75	100	79.6	93.6	33.4	60.8	15.9	24.1	7.15	5.0	0.0	0.0	314.33
50	100	73.1	91.7	32.9	57.4	13.7	23.5	6.88	4.0	0.0	0.0	34.11um
25	100	68.0	89.1	30.5	54.1	13.7	23.5	6.88	3.0	0.0	0.0	DT3.21
10	99.9	63.3	87.1	28.4	50.9	11.1	18.0	5.75	2.0	0.0	0.0	18.33um
5	99.9	58.8	84.4	25.5	47.1	11.1	18.0	5.75	1.0	0.0	0.0	DT4.0.93
2	99.9	53.0	81.1	22.9	44.7	10.4	12.6	4.62	0.5	0.0	0.0	58.91um
1	99.9	47.7	78.2	21.1	42.8	10.0	10.0	4.00	0.2	0.0	0.0	DT4.0.17
0.5	97.7	44.0	71.4	19.3	35.4	9.2	8.0	3.20	0.1	0.0	0.0	9.24um
0.2	96.7	40.9	67.8	18.1	32.2	7.7	6.3	2.52	0.0	0.0	0.0	DT4.0.53
0.1												27.82um

Source = Data: data1996 Beam length = 2.4 mm Model indep
 Record No. = 694 Log. Diff. = 3.264
 Focal length = 100 mm Obscuration = 0.2344 Volume Conc. = 0.0681%
 Presentation = pil Volume distribution Sp. S.A. = 0.5273 m²/cc.

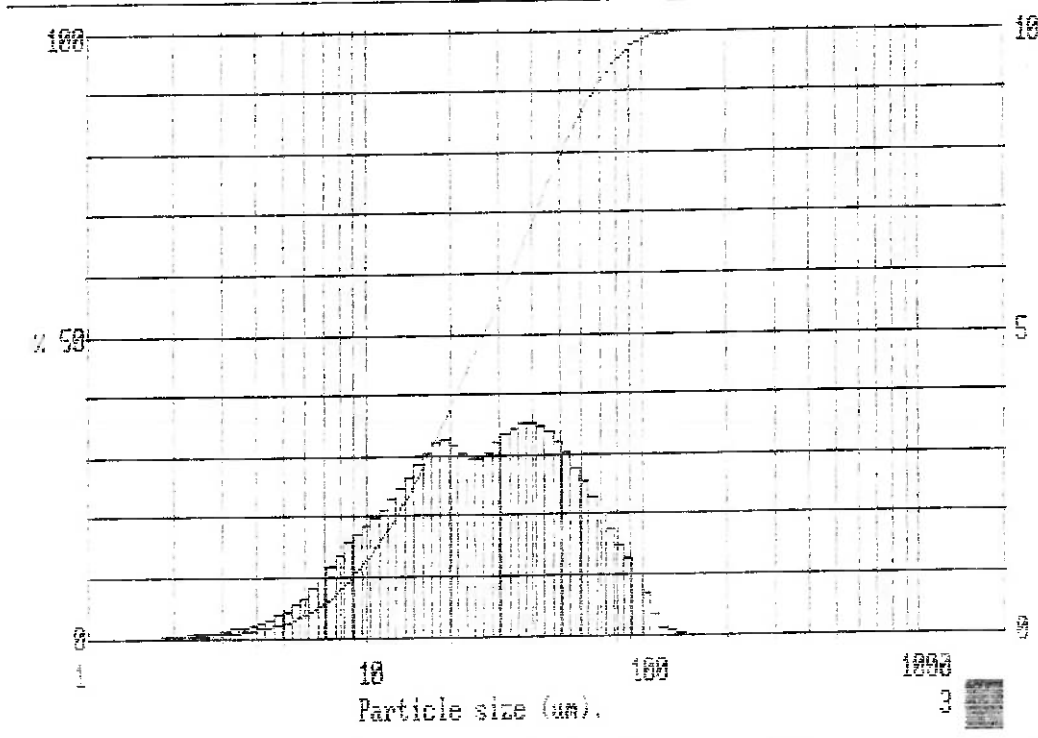


Certificado 411/96 - DESAR/PMI
 Amostrador: FLOT. CALDARIO - CONC. CLEANER 3 - VII
 Meio de Dispersao: alcool Lente: 100mm

Da.: Dora Data: 02/10/96

2724 oil 1KV1654 **ALARMS SET A B D **

High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	Span
188	100	94.5	96.3	138.0	66.6	17.1	71.2	7.63	7.23	3.46	1.1	D[4.7]
175	100	79.5	94.3	135.1	63.0	15.9	68.2	7.1	6.8	3.21	0.9	32.62µm
163	100	73.1	93.0	132.9	59.6	14.8	65.8	6.6	6.0	2.99	0.8	D[3.2]
151	100	68.0	91.0	130.5	56.2	13.8	63.1	6.1	5.7	2.78	0.7	17.42µm
141	100	63.3	88.7	128.4	53.0	12.8	60.5	5.7	5.3	2.59	0.6	D[2.0]
132	99.9	59.3	86.5	125.4	49.9	11.9	57.8	5.3	5.0	2.44	0.5	55.89µm
125	99.8	55.4	83.3	122.9	46.6	11.1	55.3	5.0	4.7	2.28	0.4	D[1.0]
118	99.7	51.0	80.2	120.3	44.0	10.4	52.8	4.7	4.4	2.08	0.4	26.48µm
112	99.5	47.0	77.0	117.7	40.9	9.8	50.3	4.4	4.1	1.97	0.3	D[0.5]
107	99.3	44.0	73.5	115.3	37.7	9.3	47.8	4.1	3.8	1.83	0.3	D[0.1]
102	99.1	40.9	70.1	112.4	34.4	8.7	45.3	3.8	3.5	1.71	0.3	8.63µm
Source = :Sample Beam length = 2.4 mm Model Indp Log. Diff. = 2.324 Focal length = 100 mm Obscuration = 0.227 Volume Conc. = 0.0841% Presentation = oil Volume distribution G.S.A 0.3436 g/cc.												



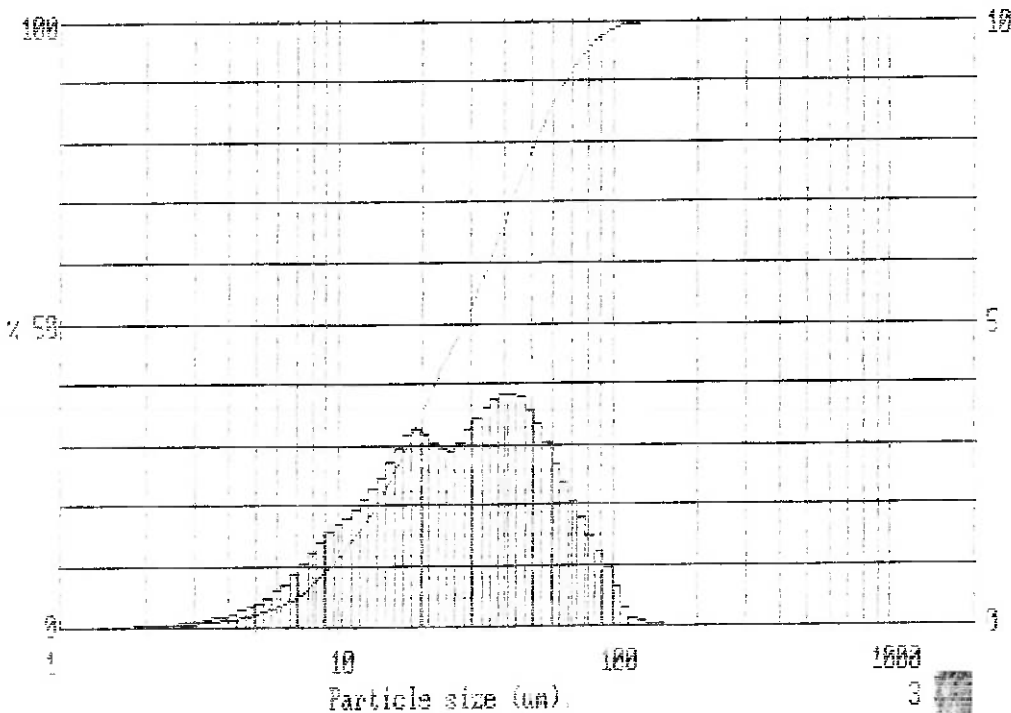
Instruments SB.05

Date: 04/22/94 - DEER/PHI
 Project: 9401, CALLEJO - CONC. CLEANER 1 - WII
 Location: El Estero de la Cruz
 Length: 100m

10. 10.10.10

000000000023333
Data:02/10/96

2724	511	IKV1634	18ALARMS SET A B C	38
------	-----	---------	--------------------	----

[illegible]

MALVERN Instruments SB.0B

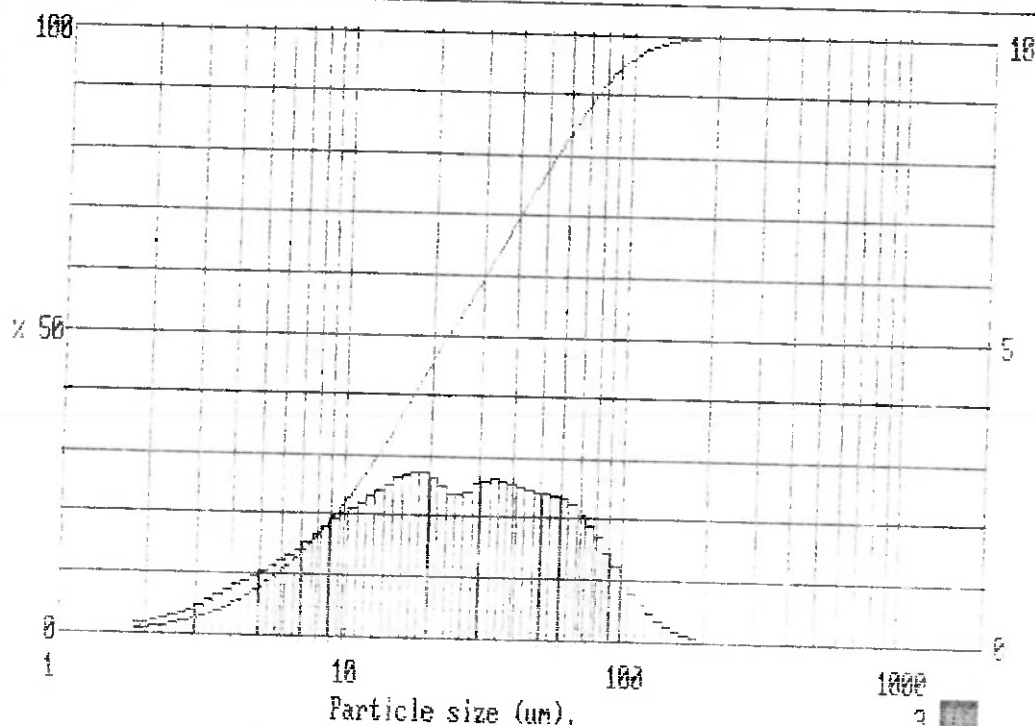
Certificado 417/94 - CESAR/PMI
 Amostra: FLOT. CALCARIO - RES. ROEBBER 1 e 2
 Meio de Dispersao: alcool Lente: 100mm

Op.: Dora

00000000025839
 Data: 02/10/96

2724 pil 1KV1654 **ALARMS SET A B D **

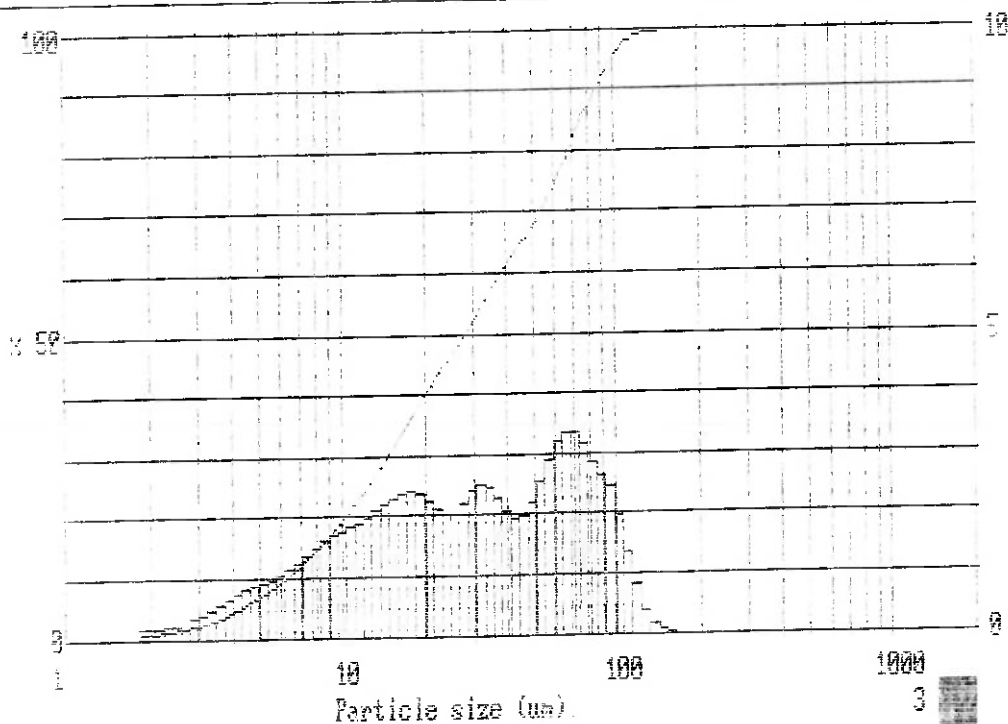
High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	Span
188	100	84.5	93.4	32.0	65.3	17.1	40.0	7.66	15.5	7.44	7.7	2.03
175	99.9	78.6	91.7	23.4	65.7	15.9	37.2	7.15	14.5	6.9	7.1	D _v , 0.37
163	99.9	73.1	88.8	22.9	63.0	14.8	34.8	6.68	13.5	6.1	6.6	32.54 μ m
151	99.6	68.0	87.7	20.6	60.4	13.7	32.1	6.18	12.3	5.6	6.1	D _v , 0.21
141	99.4	63.0	85.4	26.4	57.9	12.4	29.6	5.75	11.1	5.1	5.6	12.55 μ m
131	99.0	58.0	83.1	25.4	55.4	11.9	27.3	5.35	10.0	4.6	5.1	D _v , 0.91
122	98.8	54.4	80.7	24.6	53.0	11.1	25.1	4.97	9.3	4.2	4.6	73.68 μ m
115	97.9	50.0	78.3	22.9	50.6	10.3	22.9	4.62	8.6	3.9	4.2	D _v , 0.11
105	97.1	47.4	75.9	21.3	48.1	9.56	20.9	4.30	8.0	3.5	3.9	5.77 μ m
97.8	96.1	44.0	73.4	19.8	45.5	8.89	19.0	4.00	7.4	3.1	3.5	D _v , 0.51
90.9	94.9	40.9	70.9	18.4	42.7	8.27	17.2	3.72	6.8	2.8	3.1	22.44 μ m
Source = :Sample Bear length = 2.4 mm Model indep												
Focal length = 100 mm Log. Diff. = 2.165												
Presentation = pil Obscuration = 0.2906 Volume Conc. = 0.0599%												
Volume distribution Sp.S.A 0.4783 m ² /cc.												



72,159,300

06-07

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

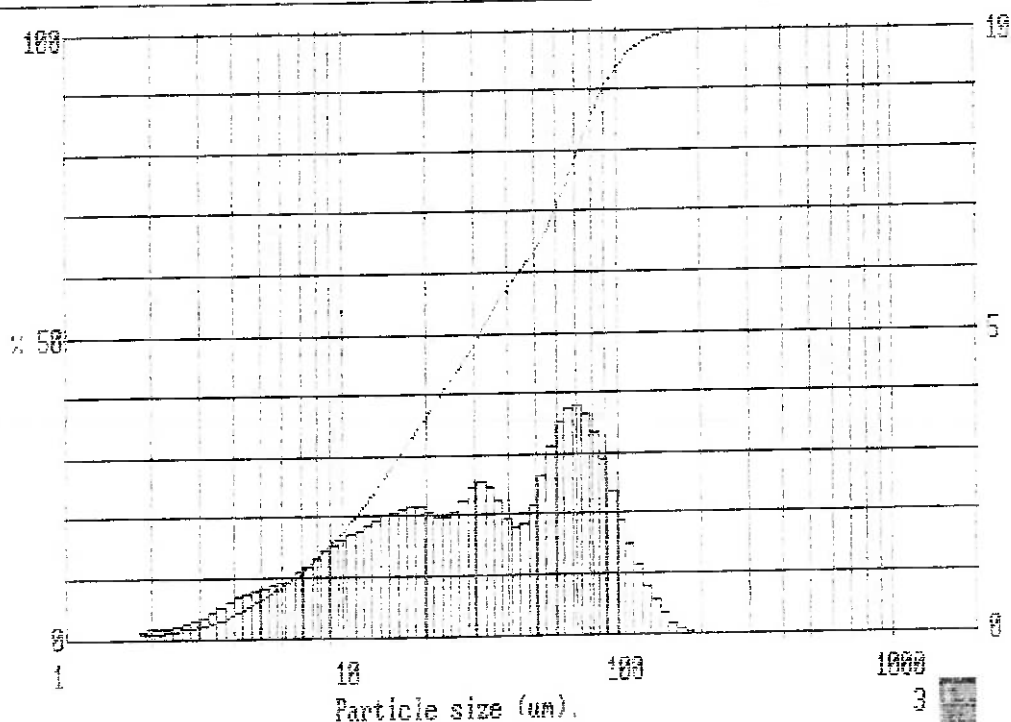
[illegible]

Certificado 415/94 - CESAR/PMI
 Amostra: FLOT. CALCARIO - RE: ADEGNER : a d
 Meio de Dispersao: alcool Lente: 100mm

Op.: Hora
 Data: 02/10/94

2724 pil IKV1654 **ALARME SET A B D **

High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	Span
188	100	84.5	88.3	29.0	56.4	17.1	31.9	7.49	12.3	3.46	2.49	DI4.77
175	100	78.6	84.3	33.4	54.1	15.9	29.7	7.13	11.1	3.21	2.22	DI4.46um
163	99.9	73.7	81.3	32.9	51.6	14.9	27.6	6.65	10.0	2.99	2.11	DI3.21
151	99.7	68.0	77.3	30.5	49.1	13.7	25.6	6.18	9.0	2.78	1.98	DI2.94um
141	99.5	63.2	73.8	29.4	46.6	12.8	23.7	5.75	8.0	2.59	1.83	DI2.71um
132	98.8	58.9	70.0	25.4	44.4	11.9	21.8	5.35	7.0	2.40	1.70	DI2.50um
125	98.0	54.7	66.8	23.6	42.1	11.1	20.6	4.97	6.0	2.23	1.58	DI2.30um
118	96.6	50.0	64.2	22.9	40.3	10.3	19.3	4.52	5.0	2.08	1.47	DI2.11um
110	95.5	47.7	62.2	21.7	38.3	9.6	18.7	4.30	4.0	1.93	1.37	DI1.93um
105	94.4	44.4	60.1	21.1	36.5	9.0	18.1	4.00	3.0	1.79	1.28	DI1.79um
97.3	93.3	41.0	58.1	19.9	34.0	8.3	17.7	3.72	2.0	1.64	1.19	DI1.64um
90.9	91.0	40.9	58.3	19.5	34.0	8.0	17.7	3.72	1.0	1.51	1.11	DI1.51um
Source = Sample Beam length = 2.4 mm Model Indp												DI4.05
Focal length = 100 mm Log. Diff. = 1.537												DI3.37um
Obscuration = 0.2587 Volume Conc. = 0.0422%												DI3.37um
Presentation = pil Volume distribution Sp. S. = 0.4016 m ³ /cc.												DI3.37um

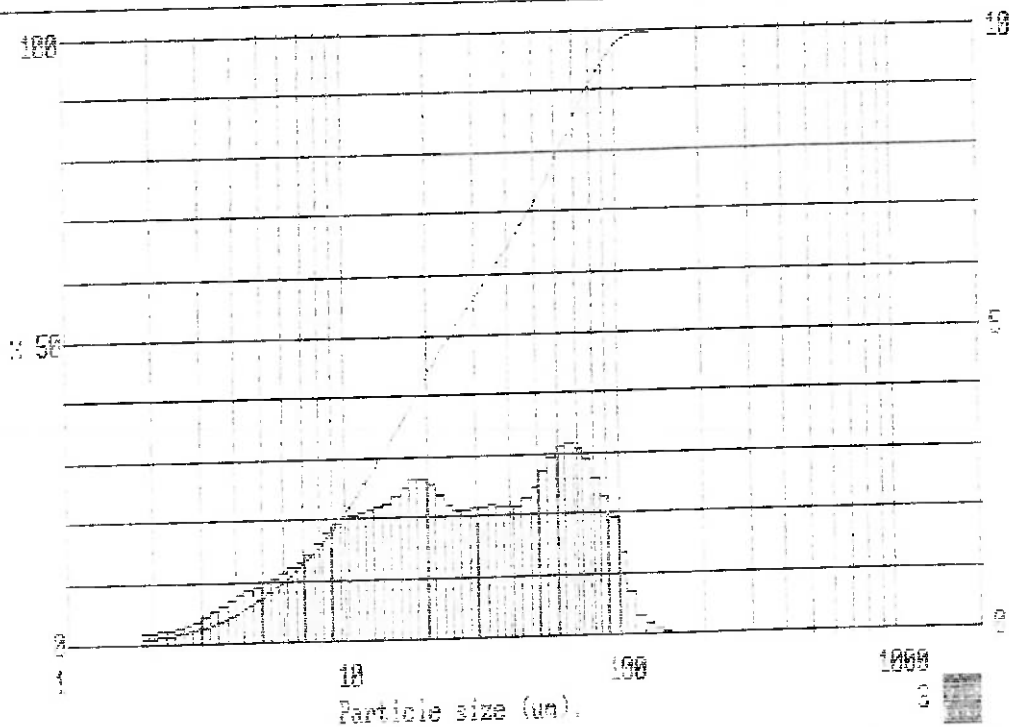


Instruments 3B.8B

CARRIER: 010 11/74 - DEER/DM
 AIRCRAFT: F107, CALCASIE - 11/10/74 7 - 11
 DATE: 11/10/74 11:00

00000000000025249
Data: 02/10/71

7714 211 10V1434 ALARMS SET A E O

[illegible]

Anexo 4 - Análise Química dos Produtos dos Ensaios com Recirculação

Quantitative results

(Philips Medical Systems LTDA Escritorio Serde)

22/10/96 10:42:06

Seq.	Sample name	Result type	CaO Ca	SiO2 Si	Al2O3 Al
15	Rej. Cleaner 3 - 8	Conc	43.18 %	6.95 %	0.80 %
14	Rej. Cleaner 2 - 8	Conc	38.49 %	10.11 %	1.18 %
13	Rej. Cleaner 1 - 8	Conc	31.06 %	15.57 %	1.72 %
12	Rej. Roegher 7e8	Conc	13.95 %	27.92 %	2.87 %
11	Rej. Roegher 5e6	Conc	11.27 %	31.38 %	3.11 %
10	Rej. Roegher 3e4	Conc	11.01 %	32.01 %	3.15 %
9	Rej. Roegher 1e2	Conc	10.68 %	31.07 %	3.08 %
8	Conc. Cleaner3 - 8	Conc	45.45 %	5.76 %	0.64 %
7	Conc. Cleaner3 - 7	Conc	45.02 %	5.95 %	0.66 %
6	Conc. Cleaner3 - 6	Conc	44.70 %	6.20 %	0.71 %
5	Conc. Cleaner3 - 5	Conc	44.04 %	6.57 %	0.74 %
4	Conc. Cleaner3 - 4	Conc	43.16 %	7.04 %	0.82 %
3	Conc. Cleaner3 - 3	Conc	44.36 %	6.23 %	0.71 %
2	Conc.3° Cleaner 2	Conc	43.02 %	6.88 %	0.79 %
1	Conc. Cleaner 1	Conc	42.15 %	7.47 %	0.87 %

Seq.	Result type	MgO Mg	Fe2O3 Fe	--	--	--
15	Conc	5.58 %	1.24 %	--	--	--
14	Conc	7.14 %	1.56 %	--	--	--
13	Conc	8.58 %	1.99 %	--	--	--
12	Conc	10.31 %	2.84 %	--	--	--
11	Conc	10.40 %	2.91 %	--	--	--
10	Conc	10.51 %	2.98 %	--	--	--
9	Conc	10.37 %	2.97 %	--	--	--
8	Conc	5.08 %	1.11 %	--	--	--
7	Conc	5.20 %	1.14 %	--	--	--
6	Conc	5.44 %	1.16 %	--	--	--
5	Conc	5.65 %	1.20 %	--	--	--
4	Conc	5.87 %	1.25 %	--	--	--
3	Conc	5.29 %	1.17 %	--	--	--
2	Conc	5.36 %	1.23 %	--	--	--
1	Conc	5.74 %	1.32 %	--	--	--

XIII. Bibliografia

- 1) LUZ, A.B. et al. Tratamento de minérios, Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, p.363-426. 1995.
- 2) BERALDO, J.L. Concentração por flotação. 1983.
- 3) LEAL FILHO, Laurindo de Salles. Notas de aula da disciplina concentração por flotação. 1993.
- 4) LEAL FILHO, L.S.; ASSIS, S.M.; ARAÚJO, A.C.; CHAVES, A.P. Process mineralogy studies for optimizing the flotation performance of two refractory phosphate ores. Minerals Engineering, v.6. april, 1993.
- 5) LEJA, Jan. Surface chemistry of froth flotation. 1982.
- 6) VOGEL, A.I. Química analítica quantitativa. 1981.