

CIRO MASSAYUKI SAITO IWAKAWA

Formando em Engenharia de Minas - Escola Politécnica - USP

Título: " RECICLAGEM DE REJEITO DE FINOS DE AREIA "

Trabalho apresentado ao prêmio " José Ermírio de Moraes "

São Paulo - 1994

EPMI  
TF-1994  
Lv 9r  
Lpno 1462149

GIRO MASSAYUKI SAITO IWAKAWA

Trabalho em andamento em Minas - Escola Politécnica - 1994

Trabalho: "RECICLAGEM DE REJEITO DE FIMOS DE AERIA"

Trabalho apresentado ao prêmio "Jornalístico de Minas"

São Paulo - 1994

M1994a

DEDALUS - Acervo - EPMI



31700004080

Este trabalho é dedicado aos meus Pais.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo em especial a Engenheira Monica Speck Cassola e ao Engenheiro Diógenes Jerônimo, aos Técnicos Josélio Bezerra da Trindade e Benedito Cotogni e ao Estagiário Eduardo José Biscáro.

Aos Professores do Departamento de Engenharia de Minas - Escola Politécnica - USP e ao Estagiário Flávio Yuji Teramatsu.

A industria CARBOTEX na pessoa de Sra Nice e seus Proprietários pela doação de calcário calcítico e dolomítico.

Ao Orientador Professor Doutor Arthur Pinto Chaves pelas orientações, que ajudou a lapidar este trabalho.

Ao Grupo Votorantim pelo incentivo, que desta forma colabora para o desenvolvimento de novos trabalhos.

A todos que de alguma forma colaboraram na elaboração deste trabalho.

## S U M A R I O

RESUMO .....	1
I. INTRODUÇÃO .....	2
II. HISTORICO .....	4
III. METODOLOGIA, PLANEJAMENTO E DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS .....	7
IV. DESCRIÇÃO DA AREIA, REAGENTES E SUAS FUNÇÕES .....	12
V. VARIÁVEIS OPERACIONAIS .....	15
VI. ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DAS PELOTAS .....	19
VI-I. Ensaio Preliminar - Apresentação dos Resultados e Análise .....	21
VI-II. Ensaio Principal .....	23
VII. RESULTADO OBTIDO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	25
VII-I. Resultado do Ensaio Principal - Altura Máxima e Queda Sucessiva .....	25
VII-II. Resultado do Ensaio Principal - Compressão Simples .....	27
VII-III. Análise dos Resultados .....	28

VIII. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO .....	30
IX. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS .....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA .....	34
ANEXO .....	36

## RESUMO

O trabalho em questão apresenta um desenvolvimento inédito de pelotização dos finos de areia. Esta pelotização em especial está voltada para o aproveitamento de rejeitos de areia na indústria vidreira: as especificações de areia para vidro impedem a utilização de partículas mais finas, que passam a constituir-se num rejeito neste processo. Não somente foi encontrada uma utilização tecnicamente viável para estes finos, como ainda foram usados como aglomerantes os próprios fundentes da areia, formando assim uma pelota auto-fundente, isto é, capaz de se constituir sozinha na carga do forno de vidro.

## I. INTRODUÇÃO

" Os métodos de extração da areia são extremamente simples e geralmente compreendem o processo de beneficiamento. Tanto nos leitos dos rios como nos depósitos de suas margens procede-se da mesma forma. Retira-se o material do seu depósito natural, através de sucção, mediante uso de dragas. Geralmente, como o beneficiamento é feito às margens dos rios, na operação de sedimentação muito material argiloso retorna ao rio, o que é extremamente danoso à fauna e à flora aquática ". ( 2 )

Alguns problemas da indústria da mineração são provenientes da necessidade do armazenamento dos rejeitos. Atualmente os finos da areia não são aproveitados para processos industriais. Em face deste não aproveitamento, a reciclagem do rejeito de finos de areia através da pelletização pode se tornar uma alternativa atrativa, pois são usados como aglomerantes os próprios fundentes da areia, sem gasto adicional de aglomerantes.

Em termos de manuseio, a pelota de areia, com relação à mistura não aglomerada possui certas vantagens como:

- Ensilagem: maior tempo de permanência pois não haverá segregação;
- Menor quantidade de poeira durante o transporte e manuseio;
- Fácil manuseio.



Em suma este trabalho visa estudar a viabilidade técnica da pelletização dos finos de areia.

## II. HISTORICO

Estamos passando por uma fase em que governantes e governados a cada ano que passa preocupam-se mais e mais com o meio ambiente. Países que, de alguma forma esgotaram ou estão esgotando seus recursos naturais, voltam-se para os Países de 3o mundo ( de preferência ) a fim de proteger a tão frágil natureza. Independente deste fato, na posição de engenheiro de minas, devemos de forma racional ( bom senso ) concatenar o bem estar ambiental com o avanço tecnológico mineral.

Estamos tratando de bens minerais não renováveis: torna-se necessário a introdução de inovações tecnológicas, pois quase tudo de que dispomos, direta ou indiretamente, provém de recursos minerais.

Este trabalho abrange uma área pouco explorada pelos engenheiros de minas, procura preencher um vazio entre a engenharia de minas e a engenharia metalúrgica, que é o de aglomeração de finos. Tradicionalmente faz-se pelotas de minério de ferro, quando se é possível pelo processo de aglomeração ampliar este leque.

Em termos de processo a pelotização enquadra-se no campo da Engenharia definida por " Mineralurgia que se ocupa com o processamento dos minerais, visando sua valorização econômica, seja para fins de comércio exterior ( exportação ) seja para fins de emprego interno, consumo industrial. O uso de processos de aglomeração, tais como briquetagem, sinterização e

em especial a pelletização, vem se tornando processos mineralúrgicos dos mais empregados ". ( 1 )

A pelletização é um processo de aglomeração de finos ( - 100 mesh ) podendo ter como ligante aglomerantes inorgânicos e/ou orgânicos.

A areia, partícula de rocha que sofreu desagregação natural ou forçada composto de grãos. " A palavra areia é apenas relativa ao tamanho da partícula, e não tem nenhum significado quanto à natureza do material... como o quartzo constitui quase 60 % da crosta terrestre e é um dos minerais mais estáveis, as areias encontrada na natureza são constituídas quase que na sua totalidade de quartzo o que faz com que muitos leigos relacionem areia com areia quartzosa " . ( 2 )

Os usos industriais são :

- Construção civil;
- Vidraria e cerâmica;
- Refratários ácidos;
- Usos metalúrgicos;
- Fundição;
- Abrasivos;
- Meio denso;
- Meio filtrante;
- Tração de trens;
- Padrão de medidas físicas;
- Material de lastro;
- Meio de troca térmica. ( 3 )

Pode-se classificar em função do tamanho do grão

em:

- Muito grossa;
- Grossa;
- Média;
- Fina;
- Muito fina;
- Finíssima. ( 2 )

Juntando os finos de areia, os fundentes e aglomerando-os em bolinhas de tamanho adequado, temos a pelotização.

### III. METODOLOGIA , PLANEJAMENTO E DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

Para a realização dos ensaios de pelotização foram usados:

- Areia abaixo de 100 mesh ( foi necessário moer a areia para gerar a fração especificada );
- Fundentes que compõem a massa da mistura;
- Água.

A areia foi homogeneizada por pilha alongada sendo retirada uma alíquota para análise granulométrica, cujo gráfico é mostrado na figura 1.

Em seguida foi feita a mistura da areia com os fundentes, a homogeneização foi efetuada por membrana ( para que não houvesse contaminação da amostra ) sendo carregada no disco pelotizador.

Foi realizado um ensaio preliminar para estabelecer alguns parâmetros tais como:

- A quantidade de massa a ser alimentada;
- A inclinação do disco pelotizador;
- Tempo de pelotização;
- Rotação do disco.

Neste ensaio foram realizados testes de quedas sucessivas das pelotas tratadas termicamente. Estes resultados direcionaram o ensaio principal que será analisado no item VI.

O ensaio principal teve a seguinte sequência:

1. Preparação da mistura;
2. Regulagem e limpeza do disco pelotizador;
3. Alimentação da mistura;
4. Início da pelotização;
5. Descarga das pelotas verdes.

Após a pelotização, 20 das pelotas verdes sofreram os seguintes testes:

6. Queda sucessivas ( 10 pelotas );
7. Compressão ( 10 pelotas ).

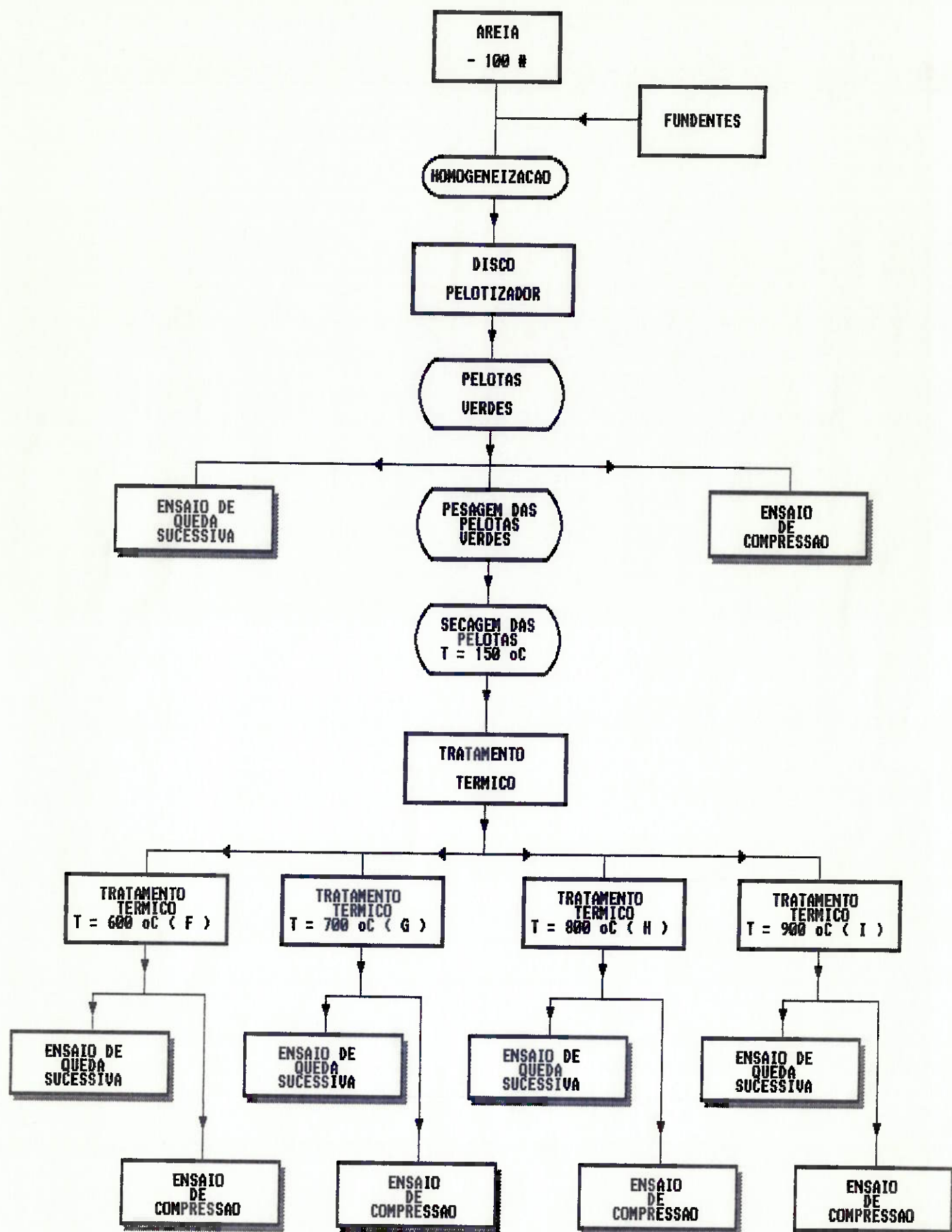
As demais pelotas foram pesadas e em seguida foram para uma estufa à temperatura de 150 °C até atingir peso constante. Em seguida tratadas termicamente durante 30 minutos em forno com as temperaturas de:

- F = 600 °C;
- G = 700 °C;
- H = 800 °C;
- I = 900 °C.

E sendo feitos testes de queda sucessivas e de compressão, as pelotas encontram-se na seguinte faixa granulométrica:

- . - 1/2 " + 3/8 ".

Para melhor visualização do processo segue fluxograma:



FLUXOGRAMA DAS OPERACOES

Certificado 569/92 - CIRD (TRABALHO DE FORMATURÁ) - BLEND

Amostra: AREIA (-100#)

Meio de dispersão: água Lentes: 63/600 mm Op: Flavio Data: 08/10/92

000000759

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

High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	High Size	Under %	Span 2.12
1128	100	276	99.6	67.7	54.1	16.6	16.1	4.06	3.3	1.00	0.0	D[4,3]
993	100	243	99.2	59.6	49.1	14.6	14.2	3.58	2.6	0.88	0.0	71.07µm
873	100	214	98.6	52.4	44.3	12.8	12.3	3.15	1.9	0.77	0.0	D[3,2]
769	100	188	97.4	46.1	39.9	11.3	10.7	2.77	1.3	0.68	0.0	23.69µm
676	100	166	95.2	40.6	35.8	9.95	9.3	2.44	0.8	0.60	0.0	
595	100	146	91.5	35.7	32.0	8.75	8.2	2.14	0.5	0.53	0.0	
524	100	128	86.0	31.4	28.5	7.70	7.2	1.89	0.3	0.46	0.0	D[v,0.9]
461	100	113	79.2	27.7	25.2	6.78	6.3	1.66	0.2	0.41	0.0	140.11µm
406	100	99.4	71.8	24.3	22.4	5.96	5.5	1.46	0.1	0.36	0.0	
357	99.9	87.4	64.9	21.4	20.0	5.25	4.7	1.29	0.1			D[v,0.1]
314	99.8	76.9	59.1	18.8	18.0	4.62	4.0	1.13	0.1			10.66µm
Source = Res.: Blended				Quality = 92.215								D[v,0.5]
				Volume distribution				Sp.S.A 0.2532 m²/cc.				60.92µm

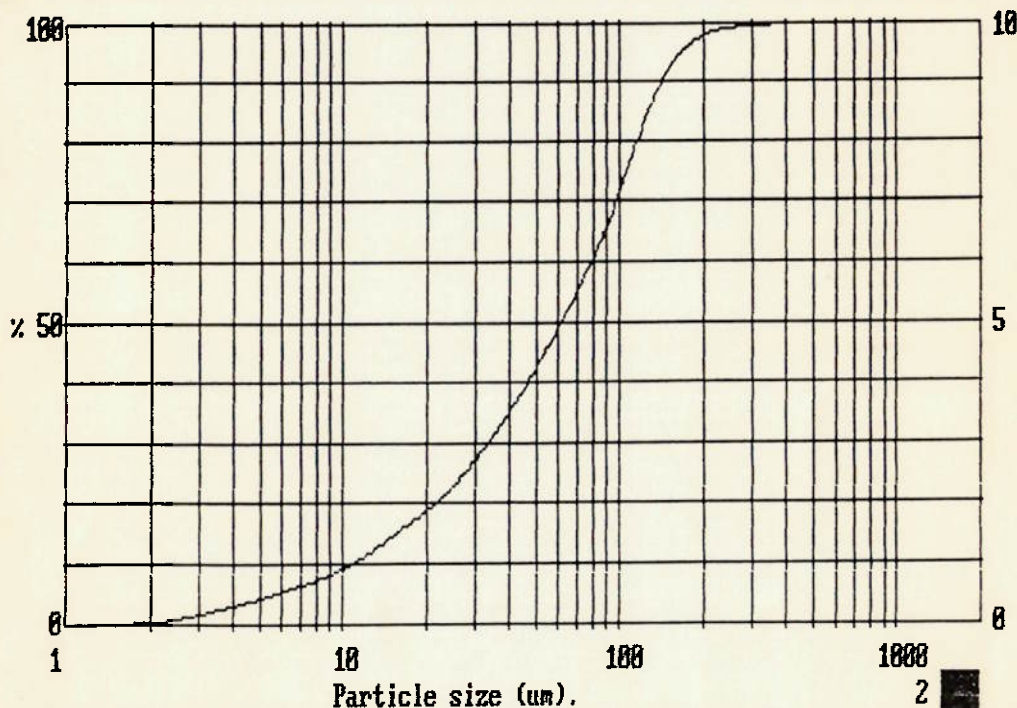


Figura 1 - Distribuição Granulométrica



Observação:

1. O disco pelletizador estava com uma rotação muito alta, mas não impediu a realização do ensaio.

#### IV. DESCRIÇÃO DA AREIA, REAGENTES E SUAS FUNÇÕES

A formulação básica da mistura foi:

. Areia - $\text{SiO}_2$ .....	42,00 % ;
. Barrilha - $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .....	14,15 % ;
. Calcário - $\text{CaCO}_3$ .....	8,50 % ;
. Dolomita - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ .....	4,00 % ;
. Feldspato - $\text{R}_2\text{OAl}_2\text{O}_3.6\text{SiO}_2$ .....	6,00 % ;
. Salitre - $\text{NaNO}_3$ .....	0,50 % ;
. Sulfato de Sódio - $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .....	0,40 % ;
. Cacos de vidros (reciclados) ....	24,45 % .

##### - AREIA

A função da areia é a de fornecer  $\text{SiO}_2$  que atua como componente principal na maioria dos vidros ( 4 ). A sua distribuição granulométrica deve estar entre 0,1 e 0,3 mm e a proporção de finos de tamanho inferior a 0,1 mm deve ser insignificante, geralmente menor que 1,0 %. Os finos reagem demasiadamente rápido e antecipam a formação de uma massa vítrea muito viscosa que necessita um tempo maior para afinagem ( 5 ), e também levantam poeiras que irão se depositar sobre o produto acabado, prejudicando a sua qualidade.

" A especificação química da areia deve ser :

Componentes	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
SiO <sub>2</sub> (min.)	99,5 %	99,5 %	99,4 %	99,0 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (máx.)	0,20 %	0,20 %	0,30 %	0,50 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (máx.)	0,002%	0,015%	0,030%	0,150%
TiO <sub>2</sub> (máx.)	0,02 %	0,02 %	0,03 %	0,05 %
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (máx.)	0,0002%	0,0003%	0,005%	0,0005%
P.F.(máx.)	0,10 %	0,20 %	0,20 %	0,30 %

- BARRILHA

Principal fonte de Na<sub>2</sub>O, atuando como fundente.

- CALCARIO

Fonte de CaO, atua como estabilizante principal para maioria dos vidros .

- DOLOMITA

Fonte de CaO e MgO atua como agente estabilizante.

- FELDSPATO

Fonte de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

- SALITRE

Agente oxidante e afinante.

- SULFATO DE SODIO

Agente afinante e oxidante ". ( 4 )

- CACOS DE VIDRO ( SUCATA DE RETORNO )

Vidro já processado, que retorna ao processo, como forma de economizar matéria prima e energia.

Observações:

1. Todos os reagentes inclusive a areia estão abaixo de 100 mesh.

2. Não foi realizado a análise química da areia devido problemas de ordem financeira.

3." Tipo A: Vidros especiais ( ex.: óticos, oftálmicos e outros ).

Tipo B: Vidros brancos de alta qualidade ( ex.: cristais, frascaria e artigos de mesa ).

Tipo C: Vidros brancos comuns ( ex.: embalagens em geral e vidro plano ).

Tipo D: Vidros coloridos ( ex.: frascaria, embalagens em geral e vidro plano ) ". ( 4 )

## V. VARIÁVEIS OPERACIONAIS

### DISCO PELOTIZADOR

- Diâmetro = 61 cm;
- Inclinação = 65°;
- Rotação = 800 rpm.



Figura 2 - Disco Pelotizador

### PRENSA MANUAL ( TIPO MOLA )

A prensa utilizada é apresentada na figura 3. Foram usadas duas prensas com escalas de 2 Kg ( para pelota F ) e de 10 Kg (para pelota G ).



Figura 3 - Prensa Tipo Mola

# PRENSA MANUAL ( TIPO SOLOTEST )

Esta prensa ( figura 4 ) foi utilizada para as pelotas H, cuja escala é mais ampla.

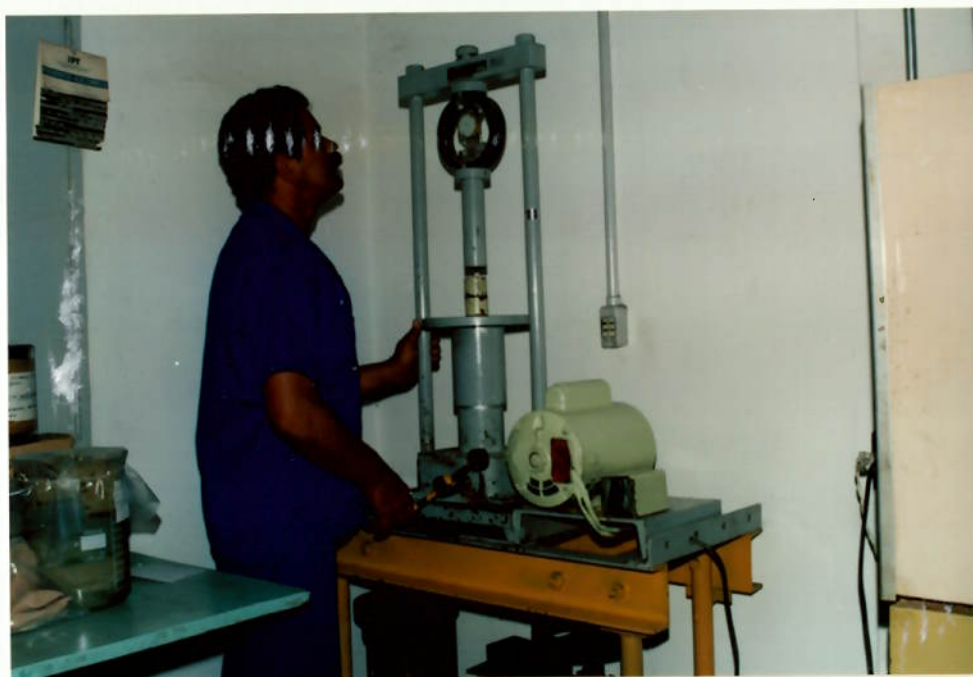


Figura 4 - Prensa Tipo Solotest



## FORNO

Usado para o tratamento térmico das pelotas. Sua faixa de temperatura varia de zero a 1200 °C, figura 5.



Figura 5 - Forno



## VI. ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DAS PELOTAS

Os testes realizados para determinação das suas características foram:

. Teste de Queda Sucessivas: a pelota é solta repetidas vezes até romper-se, de uma altura de 45 cm, chocando-se numa chapa de aço, sendo o último valor antes da ruptura o registrado, figura 6.



Figura 6 - Teste de Queda Sucessiva

. Teste de Compressão: a pelota é submetida a uma pressão de compressão simples até romper-se, figura 7.

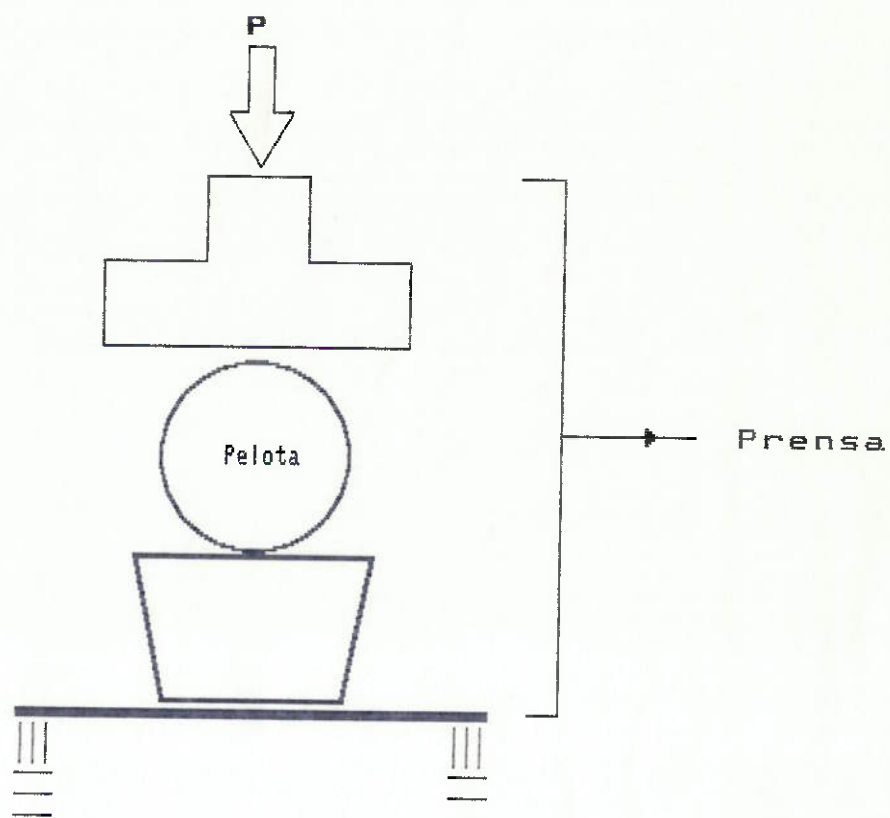


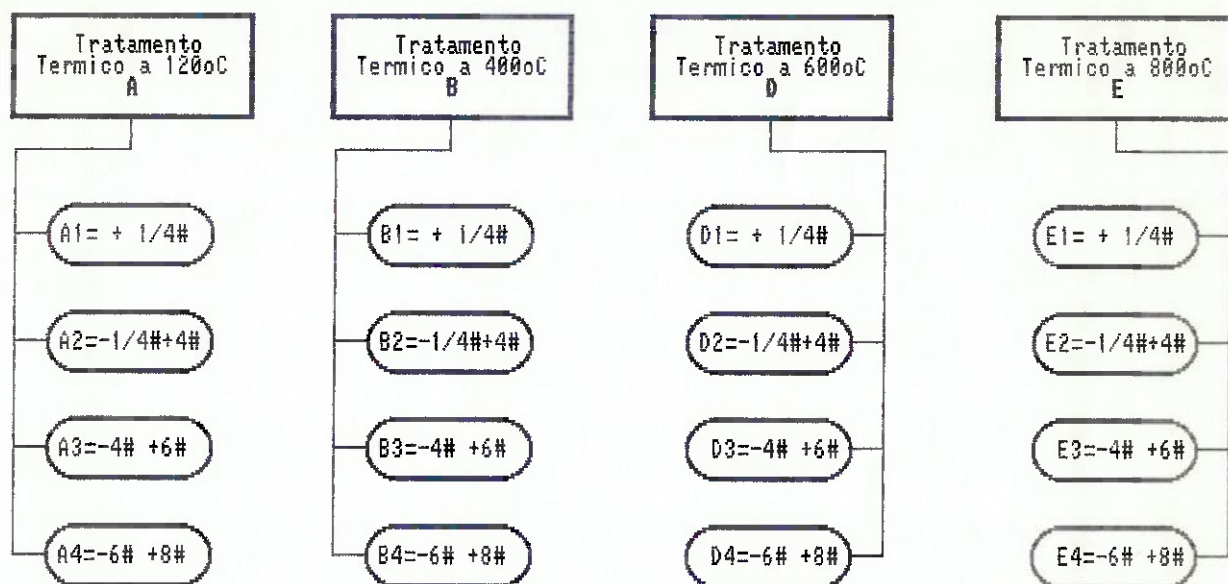
Figura 7 - Esquema de Compressão Simples

# VI - I. ENSAIO PRELIMINAR - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E ANALISE

No ensaio preliminar as pelotas foram classificadas nas faixas:

- . + 1/4 " ;
- . - 1/4 " + 4 # ;
- . - 4 # + 6 # ;
- . - 6 # + 8 # ;

Foram tratadas termicamente como mostra o fluxograma abaixo:



Após o tratamento térmico foi feito teste de queda sucessivas cujo resultado é apresentado abaixo:

Ensaio de Quedas Sucessivas																
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	D1	D2	D3	D4	E1	E2	E3	E4
1	1	4	4	>20	2	3	5	7	2	4	12	2	>20	>20	>20	>20
2	2	3	13	2	4	5	6	15	2	1	4	2	>20	>20	>20	>20
3	2	3	7	9	2	5	4	9	2	5	3	2	>20	>20	>20	>20
4	2	3	1	6	3	6	4	6	2	4	4	3	>20	>20	>20	>20
5	>20	>20	2	2	3	5	10	8	2	5	3	3	>20	>20	>20	>20
6	4	11	5	>20	3	5	6	1	1	3	3	3	>20	>20	>20	>20
7	1	>20	3	14	3	14	10	2	2	4	3	3	>20	>20	>20	>20
8	4	12	11	4	4	3	7	5	2	2	3	3	>20	>20	>20	>20
9	1	>20	5	5	3	4	10	6	2	2	3	3	>20	>20	>20	>20
10	1	>20	9	9	2	6	8	8	2	3	3	3	>20	>20	>20	>20
11	1	>20	9	9	2	6	8	8	2	3	3	3	>20	>20	>20	>20
12	1	>20	9	9	2	6	8	8	2	3	3	3	>20	>20	>20	>20
13	1	>20	9	9	2	6	8	8	2	3	3	3	>20	>20	>20	>20
14	1	>20	9	9	2	6	8	8	2	3	3	3	>20	>20	>20	>20
15	1	>20	9	9	2	6	8	8	2	3	3	3	>20	>20	>20	>20
16	1	>20	9	9	2	6	8	8	2	3	3	3	>20	>20	>20	>20
M	1,7	13,3	6,2	9,1	2,7	5,4	6,4	7,8	1,5	3,3	4,1	2	20	20	20	20

Podemos verificar que as pelotas A1, A2, A3, A4 e B1, B2, B3, B4 e D1, D2, D3, D4, apresentaram resultados irregulares, não houve constância, mas nas pelotas E notamos que as pelotas conseguem um número superior a 20 quedas sucessivas, sem se romperem, apresentando uma resistência alta. Com estes resultados, na realização do ensaio principal utilizamos temperaturas que variaram entre 600, 700, 800 e 900 oC.

## VI - II . ENSAIO PRINCIPAL

Neste ensaio as pelotas foram classificadas na faixa:

. - 1/2 " + 3/8 # .

Após a descarga do disco pelotizador, segue a sequência:

- 10 pelotas verdes seguem para teste de compressão;

- 10 pelotas verdes seguem para teste de quedas sucessivas;

- O restante é pesado e obtém-se  $\mu$ , massa úmida;

- São carregadas na estufa a 150 °C até ficar constante a massa, pesa-se obtendo  $m_s$ , massa seca.

- Determina-se a umidade:

$$h = \frac{\mu - m_s}{m_s} \times 100$$

$$h = 22,38 \%$$

- Quarteiam-se as pelotas em quatro alíquotas;

- Cada alíquota será tratada termicamente à temperaturas de:

. 600 °C ;

. 700 °C ;

. 800 °C ;

. 900 °C .

- Retira-se 20 pelotas que serão testadas por queda repetida e compressão e mais 3 para se determinar altura máxima de queda.

Abaixo tem-se a foto das pelotas:

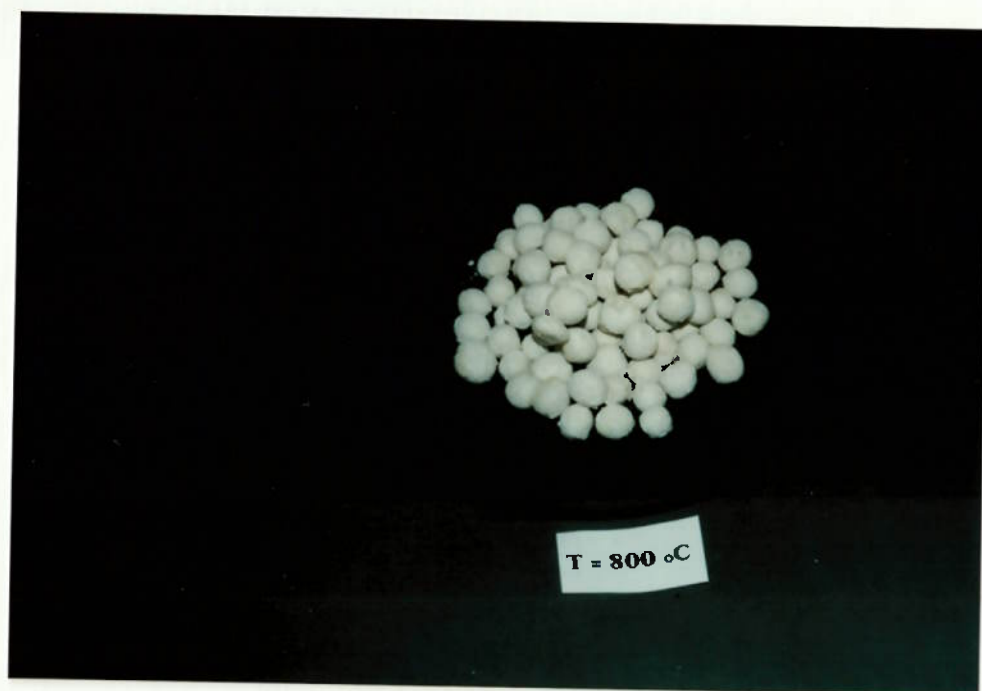


Foto 1 - Pelota H

## VII. RESULTADOS OBTIDOS E ANALISE DOS RESULTADOS

Neste item serão apresentados as tabelas dos resultados dos testes e análise dos resultados.

## VII - I. RESULTADO DO ENSAIO PRINCIPAL - ALTURA MAXIMA QUEDA E QUEDA SUCESSIVAS

Tabela 1 - Teste de Determinacao de Altura Maxima de Quedas

	Pelota Verde	F	G	H
Altura Maxima de Queda ( cm )	90	110	200	> 300



Tabela 2 - Teste de Quedas Sucessivas  
Número de Quedas

n	Pelota Verde	F	G	H
1	2,00	2,00	10,00	> 20,00
2	2,00	2,00	14,00	> 20,00
3	2,00	3,00	9,00	> 20,00
4	2,00	3,00	> 20,00	> 20,00
5	2,00	2,00	16,00	> 20,00
6	2,00	2,00	13,00	> 20,00
7	1,00	2,00	7,00	> 20,00
8	2,00	3,00	16,00	> 20,00
9	1,00	3,00	12,00	> 20,00
10	2,00	3,00	14,00	> 20,00
M	1,80	2,50	13,10	20,00



## VII - II. RESULTADO DO ENSAIO PRINCIPAL - COMPRESSÃO SIMPLES

Tabela 3 - Teste de Compressão Simples

n	Pelota Verde		F		G		H	
	N/Pe	Kg/Pe	N/Pe	Kg/Pe	N/Pe	Kg/Pe	KN/Pe	Kg/Pe
1	4,90	0,50	10,78	1,10	49,00	5,00	1,30	132,60
2	4,90	0,50	14,70	1,50	44,10	4,50	1,08	110,50
3	6,86	0,70	12,74	1,30	39,20	4,00	1,95	198,90
4	4,90	0,50	15,68	1,60	49,00	5,00	0,65	66,30
5	5,88	0,60	15,68	1,60	39,20	4,00	1,08	110,50
6	5,88	0,60	9,80	1,00	29,40	3,00	3,03	309,40
7	6,86	0,70	15,68	1,60	39,20	4,00	2,49	254,15
8	4,90	0,50	15,68	1,60	29,40	3,00	1,08	110,50
9	6,86	0,70	4,90	0,50	34,30	3,50	1,95	198,90
10	5,88	0,60	13,72	1,40	29,40	3,00	0,87	88,40
M	5,78	0,59	12,94	1,32	38,22	3,90	1,55	158,02

## VII - III. ANALISE DOS RESULTADOS

Analisando-se a tabela 2 verificamos que as pelotas verdes e as F ( 600 oC ) apresentaram valores próximos para o teste de quedas sucessivas. Nas pelotas G ( 700 oC ) começou haver um aumento na resistência ( 13,10 quedas ), já nas pelotas H ( 800 oC ) houve um aumento significativo pois nenhuma das pelotas romperam-se, foram mais de 20 quedas e visualmente não tinham nenhum " dano " externo, com por exemplo trincas ou " descamagem ", visíveis nas outras. As alturas máximas alcançadas para todas as pelotas, em face da sua resistência, foram satisfatórios, sendo que as pelotas H se destacaram das demais.

Observando-se a tabela 3 , neste mesmo teste as pelotas H se sobressaem em relação às demais, isto se deve ao fato da sinterização entre os grãos que conferiram resistências muito altas, resistiram em média a 158.02 Kg de carga e as pelotas F pesam em média 1,08 g podem suportar 1463,15 pelotas cada uma ( leito de 1,76 m ).

A forma das pelotas influenciam os resultados dos testes, embora escolhidas ao acaso, as pelotas com boa esfericidade conseguiam as maiores resistências tanto à queda como à compressão.

Observação:

1. As pelotas tratadas com temperatura de 900 °C fundiram-se não havendo, assim, possibilidade de realização dos testes.

## VIII. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O estudo da pelotização dos finos de areia é o início de um trabalho que está apenas começando, que procura estudar a viabilidade técnica de se pelotizar finos de areia, e demonstra-se totalmente possível.

Como se trata de um trabalho inédito, os ensaios e testes realizados balizarão os futuros trabalhos que porventura possam surgir.

Dão-nos uma idéia das vantagens de se pelotizar, pois usando-se os próprios fundentes da areia como aglomerantes conseguimos resultados satisfatórios, para pelotas H, sendo possível manuseá-los, armazená-los sem nenhum problema.

Os resultados obtidos através dos ensaios de queda sucessivas e de compressão simples mostram que as propriedades mecânicas das pelotas, em especial da H, são ótimas.

Podemos concluir que as pelotas H, tratadas termicamente a 800 °C, obtiveram os melhores resultados, sendo uma solução para aplicação prática imediata.

E preciso lembrar que foi possível testar apenas uma combinação da massa que compõe a mistura da areia, quando se sabe que existem várias combinações que definem cor, brilho e etc.

Analisando-se sobre uma ótica mais abrangente a reciclagem de finos, não importa do que, será de grande valia,

beneficiando a todos e para irmos além precisamos de todo apoio, empresas, escolas e o mais importante, ter persistência.

## IX. SUGESTOES PARA FUTUROS TRABALHOS

.Estudo econômico com dados de consumo; produção; concentração de mercados consumidores, perspectivas a nível nacional e internacional.

.Estudo sobre consumo de energia; economia energética, traçando comparativos entre pelotas e a massa " normal " sem ser no estado de pelota.

.Estudo sobre a temperatura de fusão das pelotas.

.Estudo detalhado a nível estrutural entre a sílica e os fundentes.

.Estudo da viabilidade de se usar um aglomerante orgânico.

.Estudar os vários tipos de finos de areia de modo a reutilizá-los.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Brosch, C. D.; Chaves, A. P. Conceituação de Mineralurgia e Papel Desempenhado pela Divisão de Tratamento de Minérios do Instituto de Pesquisas Tecnológica de São Paulo. Apresentado no II Congresso Latino Americano de Mineralurgia, Lima, 1972.
2. Hermann, H. Política de Aproveitamento de Areia do Estado de São Paulo: Dos Conflitos Existentes às Compatibilizações Possíveis, 1992.
3. Chaves, A. P. Usos Industriais de Areia e Cascalhos. Revista Minérios e Metais - Centro Moraes Rêgo - EPUSP, Ano I, no.2, p. 43.
4. Andrade Filho, A. ; Antunes, A. ; Sandes, J. V. ; Nunes, J. J. ; Akerman, M. ; Silva, P. R. ; Landman, P. Especificações de Matérias Primas para Fabricação de Vidro. Revista Vidro, Ano 8, no. 65, Mai/Jun - 1989.
5. Nunes, J. J. Matérias Primas para Indústria do Vidro - Escola Senai.



## BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

Lima, J. R. B. de Estudo da Carboxi-Metil-Celulose como Aglomerante para Pelotização. Tese para Obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Minas, 1991.

Pereira, N. D. S. Preparação de Materiais de Referência para Industrias de Fabricação de Vidro. Apresentado no III Simpósio Técnico Latino Americano sobre Fabricação de Vidro - São Paulo - S.P..

Costa, L. S. N. da Aglomeração Seletiva de Finos de Carvão de Santa Catarina Estudos Preliminares.

Trancoso, I. ; Rocha, R. da ; Araújo, M. C. Preparação de Minérios para Pelotização. Apresentado no III Encontro Nacional de Tratamento de Minérios.

Mourão, M. B. ; Amirato Jr, R. ; Bolota, J. R. Redução de Cassiterita por Carvão Vegetal na Forma de Pelotas Auto-Redutoras. Apresentado no 40o Congresso Anual da ABM - R.J. - 1985, Publicado na Revista Metalurgia - ABM, vol. 42, no. 341, Abril 86.

Cano, J. A. M. ; Wendling, F. ; Peixoto, G. M. Desenvolvimento de Pelotas para Processo de Redução Direta com Diferentes Níveis



de MgO. Apresentado no 46o Congresso Anual da ABM - S.P. - 1991, Publicado na Revista Metalurgia e Materiais - ABM, vol. 48, no. 406, junho 1992.

Fiaschi, A. A. ; Camargo, C. A. de ; Pinto, J. H. F. ; Amaral Jr, L. ; Sant'Anna R. J. Conservação de Energia na Indústria do Vidro Manual de Recomendações.

Kitching, P. J. ; Minchem Ltd, C. S. Unusual Aspects of Mineral Processing, Agglomeration and Coating. Publicado na Revista Industrial Minerals Processing Supplement, Abril - 1990 - p. 13 a 15.

Anderson, R. C. ; Bonamer, D. G. Agglomeration With an Organic Binder. Apresentado no American Mining Congress, 1988, p. 247-252, 7 Refs.

Oja, K. G. Self-Fluxed Pellets. Apresentado no American Mining Congress, 1988, p. 231-245, 6 Refs.

Ries, H. B. Pelletizing Methods and Applications.

Nunes, J. J. Fusão de Vidro. Escola Senai.

## ANEXO

Após testes e ensaios de pelotização, foi realizado ensaio de fusão das pelotas a uma temperatura de 1250 °C, obtendo-se um vidro de cor verde.

Com este ensaio de fusão, embora não usando uma areia específica para vidro, comprova-se a viabilidade da utilização de pelotas para a obtenção de vidro.