

ESTUDO DE PELOTIZAÇÃO DE CONCENTRADO DE MAGNETITA EM TAMBOR DE AGLOMERAÇÃO (BALLING DRUM)¹

Sandra Lúcia de Moraes²
Surendra Komar Kawatra³

Resumo

O objetivo deste trabalho foi identificar uma forma de reduzir o uso de bentonita na pelletização de concentrado de minério de ferro magnetítico. Com este objetivo foram estudadas diferentes combinações de aglomerantes em comparação a bentonita na qualidade de pelotas obtidas no processo de pelletização em tambor. A qualidade das pelotas geradas foi avaliada através da rotina de ensaios que incluíram: compressão simples das pelotas úmidas e secas a 105°C, quedas repetidas das pelotas úmidas e ensaios de choque térmico. Os melhores resultados foram obtidos com a utilização de 1,5% de silicato de sódio como aglomerante, comprovando a possibilidade de obter pelotas de concentrado de magnetita sem a utilização de bentonita.

Palavras-chave: Pelotização; Tambor; Balling drum; Magnetita.

EVALUATION OF THE USE OF COMBINATIONS OF BINDERS IN THE PELLETIZATION OF MAGNETITE CONCENTRATE

Abstract

This study aimed to identify a way to reduce the use of bentonite in pelletization of magnetite. With this target, different combinations of binders were compared to bentonite by examining the quality of pellets obtained by balling drum agglomeration. Pellets were tested by routine tests that included: simple compression of the wet and dry 105°C pellets, drops of wet pellets to determine their ability to survive handling and resistance to thermal shock to determine how they would tolerate drying and preheating. The best results use sodium silicate as a binder (1.5%) and show that it is possible to pelletize iron ore without using bentonite.

Key words: Pelletizing; Balling drum; Magnetite.

¹ Contribuição técnica ao 40º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 11º Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 19 a 22 de setembro de 2010, Belo Horizonte, MG.

² MSc em Eng^a Mineral, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A.

³ Professor Dr, Michigan Technological University

1 INTRODUÇÃO

Pelotização é o método de aglomeração utilizado para transformar frações finas de minério de ferro num produto adequado (pelota) à alimentação de alto forno e reatores de redução direta onde será transformado em gusa ou ferro esponja.

Inicialmente as pelotas de minério de ferro eram produzidas comercialmente na sua maior parte em tambores. Com o avanço da tecnologia foram desenvolvidos os discos de pelletização; atualmente os dois equipamentos ainda são utilizados.

A adição de aglomerantes à mistura que se deseja pelletizar é necessária para:

- aumentar a viscosidade da fase líquida dentro dos capilares,
- manter a coesão das pelotas verdes; e
- aumentar a resistência à compressão das pelotas tratadas termicamente, pois durante o tratamento térmico ocorre a formação de pontes cerâmicas ou de óxido de ferro, além da escorificação de pontos discretos.

O aglomerante clássico para a pelletização de minério de ferro é a bentonita, que se caracteriza por apresentar alto grau de inchamento, grande área superficial, capacidade de troca catiônica da ordem de 60 meq/100g a 170 meq/100g. Além disto, a bentonita é tixotrópica, ou seja, suas placas se separam quando em contato com a água, formando um gel coloidal.

A bentonita aumenta a resistência das pelotas de ferro através do seguinte mecanismo: a presença de material coloidal diminui a distância entre as partículas, aumentando a intensidade das forças de Van der Waals.⁽¹⁾ A disposição das placas de bentonita no ponto de contato entre as partículas do minério também contribui para aumentar aquela resistência. A dosagem usual de bentonita na pelletização de minério de ferro é de 0,5% a 0,7% sobre a massa seca de minério. A desvantagem da utilização de bentonita é que ela adiciona alumina e sílica, que são contaminantes indesejáveis na pelota.⁽²⁾

Assim, aglomerantes que não deixassem resíduos após o tratamento térmico seriam extremamente interessantes. Eles teriam a vantagem de minimizar as variações na qualidade das pelotas, além do que poderiam ser utilizados em quantidades muito menores (cerca de até 0,05%).

O objetivo deste trabalho foi identificar uma maneira de reduzir o uso de bentonita na pelletização de concentrado de magnetita, minério de ferro utilizado nos Estados Unidos. A escolha dos aglomerantes foi feita baseada em experiência anterior⁽³⁾ com o uso destes aglomerantes na pelletização de concentrado de hematita em disco de pelletização.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização dos ensaios utilizou-se uma amostra de concentrado de magnetita proveniente da Empire Mine (Palmer, MI), recebida pela Michigan Technological University em 16/03/2009. A Tabela 1 apresenta a composição química média da amostra.

Os trabalhos foram conduzidos utilizando-se os seguintes aglomerantes: bentonita, hidróxido de sódio, carbonato de sódio, metassilicato de sódio, tripolifosfato de sódio e carboximetilcelulose.

Tabela 1 – Composição química média da amostra de concentrado de magnetita

Composição	Teor (%)
Fe	58,59
SiO ₂	4,59
CaO	6,46
MgO	1,83
Mn	0,04
Al ₂ O ₃	0,25
P	0,014
CaO/SiO ₂	1,41
Total óxidos	96,98

As especificações técnicas dos aglomerantes estão apresentadas na Tabela 2 e a composição química típica da bentonita na Tabela 3.

Tabela 2 – Especificação dos aglomerantes

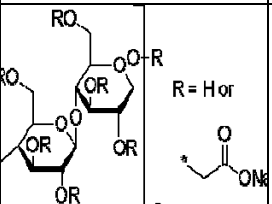
Produto	Fórmula	Propriedades			
		Grau	Teor	Forma	Impurezas
Hidróxido de sódio	NaOH	Reagente	98,8%	Pellets	≤0,001% N ≤0,02% NH ₄ OH ≤1,0%Na ₂ CO ₃
Carbonato de sódio	Na ₂ CO ₃	Reagente anidro	≥99,5%	Granular	≤0,001% N ≤0,005% sílica ≤0,01% NH ₄ OH ≤0,01% insolúveis
Metassilicato de sódio pentahidratado	Na ₂ SiO ₃ .5H ₂ O	Puro	95,7%	Granular	-----
Tripolifosfato de sódio (TPP)	Na ₅ P ₃ O ₁₀	Técnico	85%	Pó branco	-----
Carboximetilcelulose sódica (CMC)		Média ~ 90,000 Mw	Viscosidade (C=4%, H ₂ O à 25°C) = 115 cp.	Pó branco	-----

Tabela 3 – Composição química típica da bentonita

Composição	Concentração %
SiO ₂	35,6
Al ₂ O ₃	23,2
Fe ₂ O ₃	5,5
CaO	9,6
MgO	2,1
Na ₂ O	1,0
K ₂ O	0,4
TiO ₂	1,3
MnO ₂	0,0
Perda ao fogo	13,2

O hidróxido de sódio e o silicato de sódio foram usados na forma de solução aquosa 50% (v/v).

A umidade da bentonita foi determinada por secagem em estufa à temperatura de 100°C ($\pm 5^\circ\text{C}$) até peso constante. O teor de umidade obtido para a bentonita foi de 13%, base seca.

2.1 Homogeneização e Redução de Massa das Amostras

A amostra de concentrado de minério de ferro foi recebida em três contêineres contendo aproximadamente 15 kg de amostra cada. As amostras foram secadas em estufa à temperatura de 100°C por um período de 24 horas.

A amostra seca foi desagregada, usando uma peneira de 28 mesh (0,60 mm), homogeneizada e quarteada com auxílio de quarteador rotativo de amostras. Foram obtidas 24 sub-amostras de aproximadamente 1,7 kg cada. Na Figura 4 estão apresentados os processos de homogeneização e redução de massa da amostra.



Figura 4 – Preparação da amostra.

2.2 Ensaios de Pelotização em Tambor (Balling drum)

Os componentes da mistura a pelotizar (minério, aglomerante e água) foram homogeneizados em misturador de laboratório (Figura 5a) por 2 minutos. Os ensaios de pelotização foram conduzidos utilizando-se tambor de aglomeração (*balling drum*) em escala de laboratório (Figura 5b) com alíquotas de 1,7 kg de minério (base seca). O procedimento para pelotização consiste em:

- peneirar a mistura de minério, aglomerante e água em peneira de abertura 8 mesh (2,4 mm);
- adicionar ao tambor, girando a 25 rpm, uma pequena quantidade da mistura;
- adicionar água em forma de spray à mistura no tambor para produção de sementes;
- quando o *top size* das sementes se aproximar de 4 mesh (0,475 cm), removê-las do tambor e peneirar em 4 mesh e 6 mesh (0,335 cm). Descartar o material retido na peneira de 4 mesh. Reservar o material passante em 4 mesh e retido em 6 mesh em um recipiente hermeticamente fechado.
- retornar o material passante em 6 mesh ao tambor de aglomeração, adicionando material de alimentação e água até que o tamanho das pelotas chegue a 4 mesh;
- peneirar as sementes e repetir o procedimento até que uma quantidade suficiente de material passante em 4 mesh e retido em 6 mesh tenha sido produzida (aproximadamente 34 g);
- colocar os 34 g de pelotas dentro do tambor de aglomeração e adicionar manualmente o concentrado por um período aproximado de 6 minutos. A aspersão de água é necessária; e

- peneirar as pelotas em 13,2 mm e 12,5 mm; reservar as pelotas passantes em 13,2 mm e retidas em 12,5mm para a realização de testes.

A composição de cada mistura é dada em porcentagem em massa baseada nos componentes secos.



Figura 5 – Ensaios de pelotização: (5a) Misturador de laboratório (5b) tambor de aglomeração (balling drum)

3 CARACTERIZAÇÃO DAS PELOTAS

Tradicionalmente são utilizados dois testes para determinar a resistência das pelotas, tanto verdes quanto queimadas. Estes testes são chamados “resistência a quedas repetidas” e “resistência à compressão uniaxial”.

A determinação da resistência ao manuseio das pelotas através destes dois testes é importante, pois na prática industrial, as pelotas são submetidas constantemente a solicitações de queda e impacto, como na descarga do equipamento de pelotização por transportadores de correia, além de ser capazes de suportar o peso da camada de pelotas sobre elas.

A resistência ao choque térmico deve ser levada em conta em qualquer processo de aglomeração de concentrados minerais. Ganhos de resistência ao choque térmico aumentam a capacidade da pelota resistir a pressões internas criadas pela súbita evaporação da água que ocorre quando a pelota é aquecida nos fornos. Se a pelota tiver quantidade de poros suficientes, pelos quais o vapor de água possa escapar, então a resistência ao choque térmico será maior. Se a superfície for lisa, sem a presença de poros, a pelota terá uma tendência maior a romper se colocada sob aquecimento rápido. Isto determina o aumento da quantidade de finos ou grossos no minério pelotizado. Um aglomerante que aumente a quantidade de poros formados na pelota irá aumentar sua capacidade de resistência ao choque térmico.

As pelotas produzidas nos ensaios foram submetidas aos testes de caracterização descritos a seguir.

3.1 Determinação da Umidade

Após a pelotização, cerca de 300 g de pelotas foram amostrados aleatoriamente e secos em estufa a 105°C até peso constante.

3.2 Número de Resistência a Quedas – Pelota Verde

A determinação da resistência a quedas repetidas consiste na amostragem de 20 pelotas aleatoriamente de cada lote experimental e, em seguida, provocar a queda, uma a uma, livremente de uma altura de 45 cm, sobre uma chapa de aço, até o aparecimento de trincas. Registra-se o número de quedas para cada pelota. A média aritmética desses valores expressa o resultado do ensaio, em número de queda/pelota.

3.3 Determinação da Resistência à Compressão – Pelota Verde

Para a determinação da resistência à compressão uniaxial, 20 pelotas (verdes ou secas) foram amostradas aleatoriamente e uma após a outra foram submetidas à compressão em prensa automática apropriada até a ruptura. Neste momento a carga foi anotada. A média aritmética dos valores encontrados em 20 determinações representa o resultado do ensaio expresso em N/pelota.

3.4 Determinação da Resistência à Compressão - Pelota Seca

Este ensaio é similar ao anterior, diferenciando-se no fato que o lote de pelota foi amostrado do material seco em estufa à temperatura de 105°C, até peso constante. Após o resfriamento até temperatura ambiente, as pelotas foram submetidas ao ensaio de compressão. O resultado é expresso em N/pelota.

3.5 Determinação da Resistência ao Choque Térmico

De cada lote experimental, 4 grupos de 15 pelotas verdes foram amostrados aleatoriamente. Cada grupo, um após o outro, foram submetidos à ação de ar quente num forno tipo mufla, às temperaturas de 300°C, 500°C, 700°C e 900°C, com tempo de residência de 10 minutos em cada temperatura. Depois deste tempo, os grupos são deixados esfriar a temperatura ambiente e submetidos ao teste de determinação da resistência à compressão. Nesta etapa são também avaliadas as porcentagens de pelotas que trincam e/ou explodem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos nos ensaios de pelletização de concentrado de minério de ferro com diferentes aglomerantes. Cada valor apresentado na tabela é a média e o desvio padrão da determinação de resistência à compressão em 20 pelotas. As barras de erro mostradas nos gráficos representam intervalos de confiança de 95%, calculados pela distribuição *t-Student*.

Nos ensaios realizados, a umidade da pelota variou entre 8,5% e 9,8%. O valor mais alto de umidade foi observado no ensaio CMC + NaOH, e o menor valor no ensaio com carbonato de sódio.

Tabela 4 – Resultados dos testes de pelletização

Dosagem de aglomerante	Umidade %	N° quedas (45 cm) $\pm P_{95}$	Resist. verde (N/pel) $\pm P_{95}$	Resist. seca (N/pel) $\pm P_{95}$	Resistência após choque térmico			
					(N/pel) $\pm P_{95}$			
					300°C	500°C	700°C	900°C
Bentonita (0,66%)	9,5	3,2 \pm 0,2	19,0 \pm 1,0	38,3 \pm 2,0	19,9 \pm 3,3	43,0 \pm 12,8	101,9 \pm 17,3	119,9 \pm 22,8
Bentonita (0,40%)+NaOH(0,02%)	9,0	2,9 \pm 0,2	18,1 \pm 0,9	20,7 \pm 0,7	16,8 \pm 1,0	40,3 \pm 8,3	58,1 \pm 31,2	141,78 \pm 5,6
CMC (0,04%)	8,9	2,4 \pm 0,2	16,9 \pm 0,6	15,9 \pm 0,7	10,9 \pm 1,0	19,0 \pm 5,6	67,7 \pm 20,3	51,2 \pm 3,8
CMC (0,04%)+NaOH (0,02%)	9,6	2,4 \pm 0,2	14,8 \pm 0,8	19,1 \pm 1,0	10,7 \pm 1,9	22,9 \pm 5,9	123,4 \pm 22,4	54,3 \pm 4,5
CMC (0,04%)+TPP (0,02%)	9,1	2,9 \pm 0,2	19,6 \pm 0,7	21,5 \pm 1,3	14,7 \pm 2,4	26,7 \pm 8,5	89,8 \pm 15,1	89,3 \pm 11,5
Carbonato de sódio (1,5%)	8,5	2,8 \pm 0,2	19,7 \pm 1,4	44,3 \pm 2,4	33,2 \pm 10,7	36,5 \pm 8,8	167,6 \pm 30,5	180,8 \pm 21,9
Silicato de sódio (1,5%)	9,0	1,9 \pm 0,1	11,2 \pm 0,6	52,6 \pm 4,6	36,6 \pm 7,8	74,7 \pm 6,5	120,2 \pm 16,8	151,4 \pm 21,2
Carbonato de sódio (0,75%)+ silicato de sódio (0,75%)	9,8	3,0 \pm 0,2	17,5 \pm 0,7	51,9 \pm 4,9	24,2 \pm 3,9	32,2 \pm 4,9	99,0 \pm 18,3	108,0 \pm 12,0

Os resultados da resistência à queda são apresentados na Figura 6. O maior valor de resistência a quedas da pelota verde, 3,2 quedas/pelota, foi obtido no ensaio realizado com bentonita como aglomerante. Ainda em relação à resistência a quedas, o pior resultado foi obtido usando silicato de sódio como aglomerante, de apenas 1,9 quedas/pelota. Resultado comparável foi obtido nos testes utilizando carbonato de sódio, bentonita+NaOH e CMC+TPP, que obtiveram o mesmo valor de resistência, de 2,9 quedas/pelota.

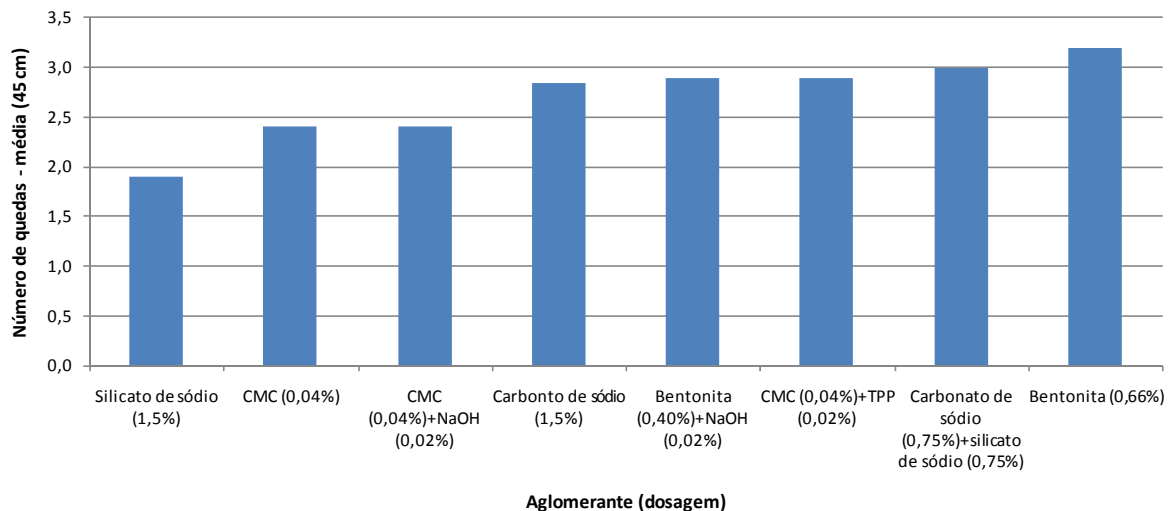


Figura 6 – Resistência a quedas de pelotas de concentrado de magnetita confeccionadas com diferentes aglomerantes.

4.1 Efeito da bentonita

A Figura 7 apresenta os resultados de resistência à compressão de pelotas confeccionadas com bentonita. Dois ensaios foram realizados com bentonita. As pelotas obtidas com 0,66% de bentonita apresentaram resultados de resistência à compressão verde e seca, 19N/pelota e 38,3 N/pelota, respectivamente. Estes valores são mais elevados que o mínimo aceitável industrialmente (9 N/pelota verde e 22 N/pelota seca).

Pelotas confeccionadas com bentonita na dosagem de 0,4% e adicionadas de 0,02% de NaOH não alcançaram estes resultados. Porém, o resultado da resistência à compressão da pelota verde, neste caso, alcançou 18,1 N/pelota, valor que é ainda superior ao mínimo aceitável industrialmente.

A resistência à compressão da pelota seca foi de 20,7 N/pelota, valor muito próximo do valor industrial de 22N/pelota. Estes resultados sugerem que as dosagens de bentonita e de NaOH podem ser ajustadas para alcançar os valores estipuladas industrialmente. O comportamento das pelotas confeccionadas com bentonita (0,66%) e com bentonita (0,4%)+NaOH (0,02%) após o choque térmico pode ser analisado na Figura 7.

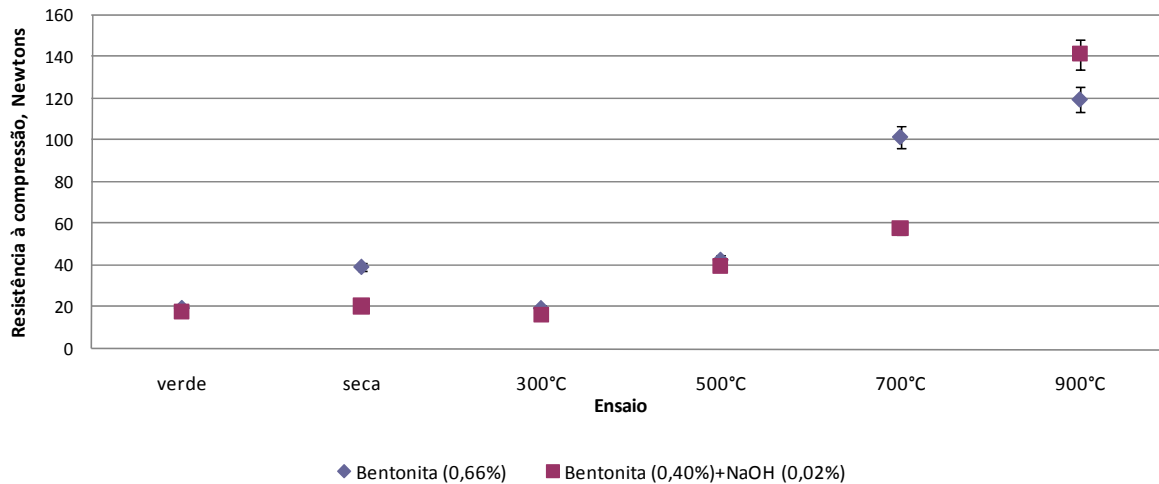


Figura 7 – Resistência à compressão de pelotas de concentrado de magnetita confeccionadas com bentonita.

Como apresentado na Figura 7, não há diferença significativa de resultados obtidos a 300°C e 500°C. Já a 700°C, observa-se uma queda na resistência das pelotas com bentonita (0,4%) + NaOH (0,02%), e a 900°C a resistência volta a subir. Estes resultados mostram que é possível reduzir a dosagem de bentonita sem prejuízo da qualidade das pelotas obtidas.

As pelotas confeccionadas com bentonita apresentaram trincas nos ensaios de resistência ao choque térmico, em todas as temperaturas. Estas trincas aumentam a formação de poeira, e podem ser vistas na Figura 8. Não ocorreram explosões durante ensaio de choque térmico de pelotas confeccionadas com bentonita e bentonita + NaOH.



Figura 8 – Trincas em pelota confeccionada com bentonita após ensaio de resistência ao choque térmico (900°C).

4.2 Efeito da CMC

O uso da CMC na pelletização de minérios de ferro já é conhecido. Estudos conduzidos com concentrado de hematita mostraram resultados usando CMC e CMC+TPP como aglomerante.^(4,5) Os autores determinaram que a CMC, usada sozinha como aglomerante, não é apropriada, pois as pelotas obtidas não têm resistência ao calor. Quando se adiciona TPP, aumenta o potencial de seu uso como aglomerante. Entretanto, deve ser levado em conta que o TPP adiciona teores de fósforo às pelotas, que é um contaminante.

Mais tarde, em 1998, constatou-se que a dispersão das limonitas da superfície de partículas de hematita, devido ao efeito dispersante do TPP foi o mecanismo fundamental para o processo.⁽⁶⁾

O objetivo do uso de CMC e CMC+NaOH e CMC+TPP neste trabalho foi verificar a validade dos resultados obtidos por aqueles autores quando se usa concentrado de magnetita, ao invés de hematita.

A Figura 9 mostra a resistência à compressão de pelotas de magnetita confeccionadas com CMC e aditivos NaOH e TPP.

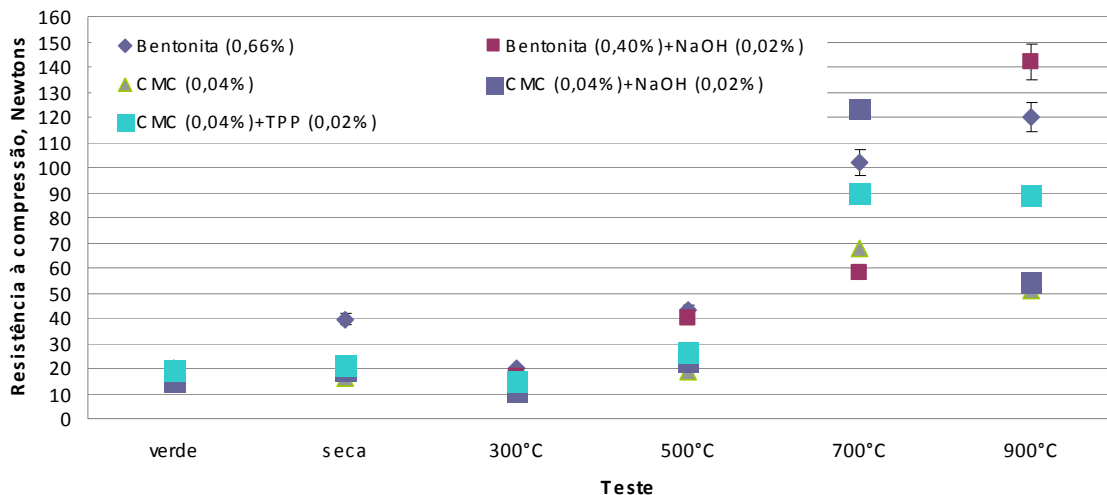


Figura 9 – Resistência à compressão de pelotas de magnetita confeccionadas com CMC e aditivos NaOH e TPP.

Pelotas de magnetita confeccionadas com 0,04% de CMC como aglomerante apresentaram valores insuficientes de resistência à compressão da pelota seca. O comportamento destas pelotas durante o choque térmico indica que elas não possuem resistência suficiente para as etapas industriais de secagem e queima. Quando se adiciona NaOH à CMC na confecção de pelotas de magnetita observa-se um aumento da resistência à compressão da pelota seca, mas que ainda não é suficiente para os padrões industriais. O mesmo ocorre nos testes de resistência ao choque térmico.

Pelotas confeccionadas com CMC e TPP mostraram melhores resultados que aquelas confeccionadas com CMC e NaOH. A adição de 0,02% de TPP aumentou a resistência à compressão da pelota seca até o mínimo aceitável industrialmente (22N/pelota). O mesmo ocorre durante os testes de resistência ao choque térmico. Estes resultados sugerem que o uso de dispersantes é benéfico na pelletização de concentrado de magnetita. Não se observaram explosões durante os testes de resistência ao choque térmico.

4.3 Efeito do Carbonato de Sódio e do Silicato de Sódio

Os resultados de resistência à compressão de pelotas confeccionadas com os aglomerantes carbonato de sódio e com silicato de sódio são apresentados na Figura 10.

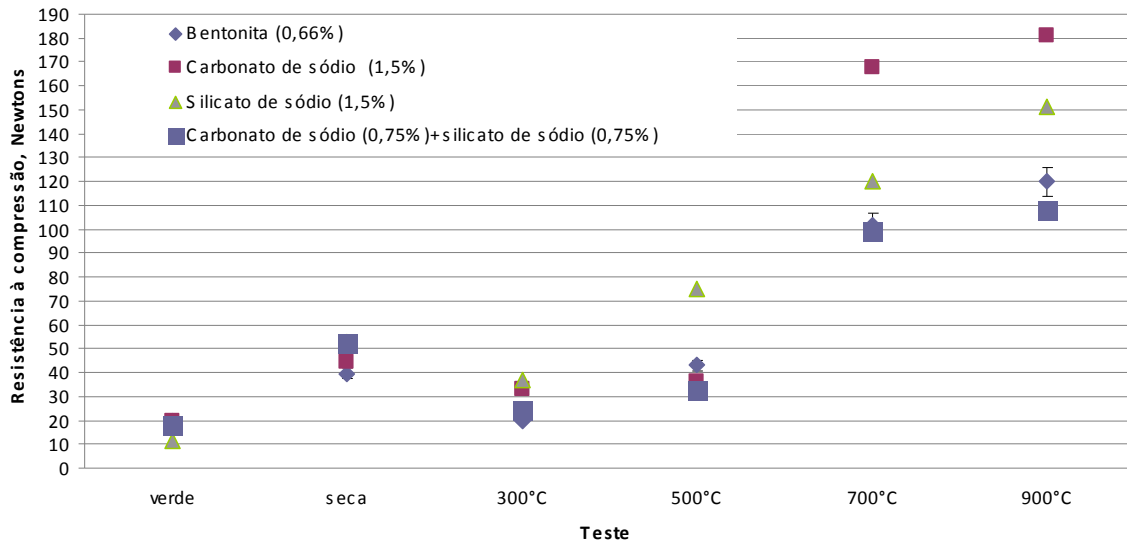


Figura 10 – Resistência à compressão de pelotas confeccionadas com os aglomerantes carbonato de sódio e silicato de sódio.

A escolha destes aglomerantes foi feita para verificar o efeito do aglomerante sobre a etapa de queima, ou seja, se seria possível diminuir a temperatura de sinterização. Pelotas confeccionadas usando 1,5% de carbonato de sódio como aglomerante apresentaram resultados melhores que as confeccionadas com 0,66% de bentonita. Porém, 27% das pelotas não resistiram ao choque térmico nas temperaturas de 300°C, 500°C e 900°C e explodiram. Isto pode ser devido ao efeito carbonato de sódio atuando como dispersante das partículas finas presentes no concentrado de magnetita. Esta dispersão é muito intensa e satura os poros da pelota com água e sólidos, impedindo a passagem de gases da evaporação da água durante a etapa de secagem. Entretanto, a resistência à compressão das pelotas a 700°C e 900°C feitas com carbonato de sódio é superior à das pelotas obtidas com 0,66% de bentonita. A Figura 11 mostra pelotas confeccionadas com carbonato de sódio como aglomerante que sofreram explosão durante o choque térmico.



Figura 11 – Pelotas confeccionadas com carbonato de sódio após sofrer explosão durante o choque térmico.

Os melhores resultados deste conjunto de testes foram obtidos com as pelotas confeccionadas com 1,5% de silicato de sódio como aglomerante. Esta dosagem elevou os valores de resistência à compressão muito acima dos valores mínimos aceitáveis pela indústria, o que demonstra que a quantidade de silicato de sódio adicionada pode ser reduzida.

O comportamento das pelotas confeccionadas com silicato de sódio foi excelente, sem a formação de trincas e poeiras, e sem a ocorrência de explosões.

A resistência à compressão destas pelotas a 700°C e 900°C é superior às obtidas quando se usa bentonita (0,66%) como aglomerante.

A utilização conjunta de carbonato de sódio (0,75%) e de silicato de sódio (0,75%) como aglomerantes foi feita como uma tentativa de eliminar a explosão de pelotas durante os testes de resistência ao choque térmico. Este ensaio mostrou que com a redução da dosagem e utilização destes dois aglomerantes é possível obter os mesmos resultados das pelotas confeccionadas com bentonita (0,66%). Neste caso, não foram observadas trincas ou explosões durante o teste de resistência ao choque térmico.

5 CONCLUSÕES

- As pelotas confeccionadas com concentrado de magnetita utilizando bentonita(0,4%)+NaOH(0,02%), comparativamente com as pelotas confeccionadas com bentonita (0,66%), mostraram que é possível reduzir a quantidade utilizada de bentonita sem prejuízo da qualidade das pelotas obtidas.
- As pelotas condicionadas com bentonita com aglomerante apresentaram trincas em todas as temperaturas durante os testes de resistência ao choque térmico. As trincas aumentam a formação de poeira. Não houve explosões durante os testes de resistência ao choque térmico realizado com as pelotas confeccionadas com bentonita e bentonita + NaOH.
- Pelotas de magnetita confeccionadas com 0,04% de CMC como aglomerante apresentaram valores insuficientes de resistência à compressão da pelota seca. O comportamento destas pelotas durante o choque térmico indica que elas não possuem resistência suficiente para as etapas industriais de secagem e queima.
- A adição de NaOH juntamente com a CMC favoreceu ao aumento da resistência a compressão da pelota seca, porém não o suficiente. O mesmo ocorreu nos testes de resistência ao choque térmico. A adição de 0,02% TPP aumenta a resistência à compressão até o valor mínimo industrialmente aceitável (22 N/pellet). O mesmo acontece durante o teste de resistência ao choque térmico. Estes resultados indicam que o uso de dispersante é benéfico à confecção de pelotas de concentrado de magnetita.
- As pelotas confeccionadas com 1,5% de carbonato de sódio como aglomerante apresentaram resultados superiores aos obtidos com 0,66% de bentonita como aglomerante. Entretanto, 27% das pelotas explodiram durante o teste de resistência ao choque térmico nas temperaturas de 300°C, 500°C e 900°C.
- Os melhores resultados desta série de ensaios foram obtidos utilizando 1,5% de silicato de sódio como aglomerante. A adição de 1,5% de silicato de sódio aumenta a resistência à compressão das pelotas a valores superiores aos

industrialmente aceitáveis. Isto demonstra que a dosagem do silicato de sódio pode ser reduzida.

- A resistência à compressão de pelotas confeccionadas com carbonato de sódio e silicato de sódio como aglomerantes apresentaram valores de resistência à compressão nas temperaturas de 700°C e 900°C superiores aos obtidos com bentonita (0,66%). Estes resultados preliminares sugerem que é possível otimizar a temperatura de sinterização das pelotas confeccionadas com estes aglomerantes, visando diminuí-la.
- Os resultados obtidos com as pelotas confeccionadas com carbonato de sódio (0,75%) e silicato de sódio (0,75%) mostraram que é possível a redução da dosagem destes aglomerantes utilizando-se a combinação de ambos, sendo possível atingir os mesmos níveis de resultados obtidos quando do uso bentonita (0,66%) como aglomerante. Neste caso não houve trinca e nem explosões durante o choque térmico.

REFERÊNCIAS

- 1 RIPKE, S. J., 2002, **Advances in iron ore pelletization by understanding bonding and strengthening mechanisms.** 2002. 186. PhD. Dissertation - Michigan Technological University, Michigan, 2002.
- 2 MORAES, S. L., 2004, **Comparação de desempenho de aglomerante orgânico em relação à bentonita na operação de pelotização de concentrados de minério de ferro brasileiros de diversas procedências.** 2004. 80 p. Dissertation Master- Escola Politécnica, Universidade São Paulo, São Paulo, 2004.
- 3 MORAES, S. L.; CASSOLA, M. S., 2008, Microstructure of iron ore pellets – organic and inorganic binders. 3rd International Meeting on Ironmaking and 2nd International Symposium on iron ore. September 22-26th, 2008, Sao Luis, MA, Brazil, p. 464-471.
- 4 LIMA, J. R. B.; 1991, **Estudo da carboxi-metil-celulose como aglomerante para pelotização.** 1991. 145 p. Thesis (Doctor) - Escola Politécnica, Universidade São Paulo, São Paulo, 1991.
- 5 LIMA, J. R. B., CHAVES, A. P., 1992, **Estudo da carboxi-metil-celulose como aglomerante para pelotização.** São Paulo: EPUSP, 1992. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Minas, BT/PMI/014).
- 6 CASSOLA, M. S.; CHAVES, A. P., 1998, Effect of the addition of organic binders on the behavior of iron ore pellets. **KONA: Powder and Particle**, Osaka, n. 16, p. 136-142, 1998.