



INFLUÊNCIA DA CARGA CIRCULANTE DO PELOTAMENTO NA QUALIDADE FÍSICA DAS PELOTAS CRUAS E QUEIMADAS DA SAMARCO MINERAÇÃO*

Sérgio Fernando Nunes¹
Cláudio Batista Vieira²
Cláudio Luis Goulart³
Maurício Cota Fonseca⁴

Resumo

No presente estudo foi realizada uma investigação da influência do teor de hematita especular, percentual e granulometria da carga circulante do pelotamento nos parâmetros de qualidade física das pelotas cruas e queimadas de minério de ferro da Samarco Mineração. Preliminarmente foram executados testes exploratórios em escalas de laboratório e industrial objetivando avaliar o melhor teor de umidade, área superficial específica do *pellet feed* e carga circulante do pelotamento. Após essa fase exploratória, foi feito o projeto de experimentos dos ensaios de pelotamento e de queima no *pot grate*, empregando três fatores em dois níveis com ponto central e réplica. A resistência á compressão a úmido e a seco, diâmetro médio e *bulk density*, foram os parâmetros de qualidade física avaliados para as pelotas cruas. A resistência á compressão, índice de tamboramento e abrasão, porosidade e *bulk density*, foram os parâmetros de qualidade física avaliados para as pelotas queimadas. O atributo percentual de pelotas nucleadas queimadas também foi avaliado. Concluiu-se que a mineralogia, granulometria do *pellet feed* e composição da carga circulante influenciam fortemente na qualidade física das pelotas cruas e queimadas.

Palavras-chave: Minério de ferro; Pelotamento; Carga circulante; Pelotização.

INFLUENCE OF PELLETIZING CIRCULATION LOAD ON THE PHYSICAL QUALITY OF GREEN AND FIRED PELLETS FROM SAMARCO MINING

Abstract

In this paper, a large investigation was made about the specular hematite content influence and the percentage and size of the circulation load on the green pellets physical quality of Samarco's iron ore. Exploratory tests were executed in industrial and laboratory scale searching the best moisture content and specific surface area of the pellet feed and circulation load researched. After this, the experimental plan in pilot scale was made based on three factors divided in two levels with replica design and center point. The experimental tests developed were green ball formation and thermal green pellets induration using Samarco's pilot plant. Compression resistance in the wet and dry way, average diameter and bulk density were the physical properties evaluated for green pellets. The compression resistance, the tumbling and abrasion indicators, porosity and bulk density were the physical properties evaluated for the fired pellets. The percentage parameter for the core fired pellets was also evaluated. It was made clear that mineralogy, pellet feed's size and circulation load composition have strongly influence on green and fired physical quality Samarco's pellets.

Keywords: Iron ore; Green ball formation; Circulation load; Pelletizing.

- ¹ Engenheiro Metalurgista, M. Sc., Engenheiro Especialista Sênior, Gerência Geral Operações, Samarco Mineração S/A, Anchieta, Espírito Santo, Brasil.
- ² Engenheiro Metalurgista, Prof. Dr., DEMET- Escola de Minas UFOP / Redemat, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.
- ³ Engenheiro Metalurgista, M. Sc., Engenheiro Especialista Sênior, Gerência Geral Engenharia de Planejamento e Controle, Samarco Mineração S/A, Anchieta, Espírito Santo, Brasil.
- ⁴ Engenheiro Metalurgista, M. Sc., Engenheiro Especialista Sênior, Gerência Geral de Tecnologia e Ecoeficiência, Samarco Mineração S/A, Anchieta, Espírito Santo, Brasil.

* Contribuição técnica ao 44^o Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 15^o Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 2^o Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 15 a 18 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.



1 INTRODUÇÃO

A Samarco Mineração S/A é uma empresa mineradora e grande fornecedora mundial de pelotas. É constituída de duas unidades, Germano - M.G (mina e concentração), e Ubu – E.S (pelotização e porto), que estão ligadas por três minerodutos. A capacidade de produção é de 30,5 milhões toneladas de pelotas queimadas por ano.

As jazidas de minério de ferro da Samarco são constituídas de itabiritos hematíticos hidratados e estão situadas no Complexo de Alegria (MG). A hematita martítica é o constituinte mineralógico mais abundante, seguida pela hematita especular, goethita e magnetita em menor proporção. O teor médio de hematita especular do Complexo de Alegria é de 25% [1]. Através de lavra seletiva, o teor de hematita especular dos concentrados produzidos é de 40% para atendimento às especificações da pelotização.

Os constituintes mineralógicos influenciam fortemente na qualidade física das pelotas cruas e queimadas. Quanto maior o teor de hematita especular melhor será a qualidade física das pelotas cruas e queimadas [2-5] Portanto, este fator explica as razões para a prática de lavra seletiva utilizada pela Samarco. A granulometria do *pellet feed* também influencia fortemente na qualidade física das pelotas cruas e queimadas. Quanto maior a área superficial específica do *pellet feed*, melhor será a qualidade física das pelotas cruas e queimadas [2,3,6-9].

As pelotas e aglomerados de forma indefinida que possuem tamanho menor que 8mm e maior que 18mm (indesejáveis) são separados por mesas classificadoras e transportados por correias para compor a carga circulante do pelotamento. Esta carga circulante corresponde, em torno de 20% do material que é alimentado no disco de pelotamento e apresenta granulometria mais grosseria comparando-se com o *pellet feed*, interferindo no processo de formação das pelotas cruas e contribuindo para a perda de qualidade física das pelotas cruas e queimadas.

Nesse estudo, foi realizada uma investigação da influência do teor de hematita especular, percentual e granulometria da carga circulante do pelotamento nos parâmetros de qualidade física das pelotas cruas e queimadas de minério de ferro da Samarco Mineração.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada na condução dos trabalhos é apresentada no fluxograma da Figura 1.

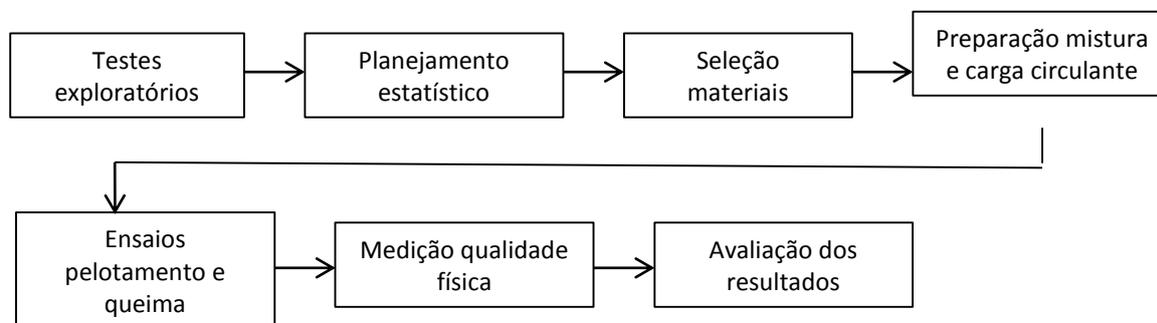


Figura 1. Fluxograma das Atividades Desenvolvidas.

* Contribuição técnica ao 44^o Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 15^o Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 2^o Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 15 a 18 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.



2.1 Testes Exploratórios

Os testes exploratórios foram executados como forma de melhor reproduzir o processo industrial para os ensaios de pelotamento e queima. Consistiram em ensaios em escala de laboratório (bancada) e industrial, objetivando:

- Identificar a diferença do teor de umidade da mistura (*pellet feed* e insumos) e carga circulante;
- Identificar a área superficial específica para os testes principais;
- Adequar o melhor teor de umidade;
- Correlacionar os dados industriais de qualidade física da pelota queimada com o teor de hematita especular do *pellet feed*.

2.2 Planejamento Estatístico dos Experimentos em Escala Piloto

A Tabela 1 apresenta o projeto de experimentos com três fatores sendo: teor hematita especular, percentual e granulometria da carga circulante do pelotamento. As réplicas e pontos centrais também compuseram o planejamento estatístico dos testes. O teor de hematita especular apresentou três níveis sendo 51%, 39% e 28%. A carga circulante apresentou três níveis sendo: 10%, 20% e 30%. A granulometria da carga circulante ficou classificada em grosso (diâmetro de 5,09mm), média (diâmetro de 4,35mm) e fina (diâmetro de 3,15mm). As variáveis respostas estudadas foram: resistência a compressão das pelotas cruas úmidas, secas (CPCU, CPCS) e queimadas (CCS), quantidade de pelotas nucleadas, *bulk density* das pelotas cruas e queimadas, diâmetro médio das pelotas cruas, índice de tamboramento e abrasão e porosidade das pelotas queimadas.

Tabela 1. Planejamento do Projeto de Experimentos

Ordem	Bloco	Hematita especular	Quantidade carga circulante	Granulometria retorno
1	1	51	10	grosso
2	1	28	10	fino
3	1	51	30	fino
4	1	51	10	fino
5	1	28	30	fino
6	1	28	30	grosso
7	1	39	20	médio
8	1	51	30	grosso
9	1	28	10	grosso
10	2	51	10	grosso
11	2	28	10	fino
12	2	51	30	fino
13	2	51	10	fino
14	2	28	30	fino
15	2	28	30	grosso
16	2	39	20	médio
17	2	51	30	grosso
18	2	28	10	grosso

2.3 Seleção dos Materiais Utilizados

Para a obtenção do teor de baixa hematita especular foi constituída amostra de minério na mina de Alegria (ROM) e enviada a laboratório terceirizado para concentração onde ocorreu o processo de flotação. A amostra de alto teor de hematita especular foi coletada na planta industrial após a etapa de filtragem, antes da prensagem em prensa de rolos. O *concentrado* com teor médio de hematita

* Contribuição técnica ao 44^o Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 15^o Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 2^o Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 15 a 18 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.



especular foi constituído da blendagem de partes iguais de *pellet feed* de baixo teor de hematita com o de alto teor. Os insumos utilizados nas pelotas cruas foram coletados nas linhas de mistura das usinas de pelletização da empresa.

2.4 Preparação da Mistura e Desagregação da Carga Circulante

As misturas de *pellet feed* com os aditivos foram preparadas em misturador vertical. A velocidade do misturador foi ajustada para evitar aglomeração e quebra dos aglomerados da carga circulante. A carga circulante foi produzida inicialmente no disco piloto e posteriormente foi desagregada em peneiras utilizando-se espátulas. Esta desagregação foi necessária, pois o formato dos aglomerados que compõem a carga circulante são irregulares. Para compor a granulometria da carga circulante foram escolhidas peneiras com aberturas de 6,3mm, 4,65mm e 3,15mm. A Figura 2 apresenta o formato dos aglomerados desagregados nas peneiras.



Figura 2. Material da Carga Circulante com Formatos Aleatórios.

2.5. Ensaios de Pelotamento e Queima

Na avaliação da etapa de pelotamento em disco piloto, foram utilizados 280kg de cada amostra de pellet feed para composição da mistura a aglomerar, conforme o planejamento do projeto de experimentos. Para cada amostra gerada de pellet feed e carga circulante, produziram-se em um disco de pelotamento piloto, as pelotas cruas. Anteriormente o pellet feed, insumos e carga circulante foram misturados em um misturador vertical. O *pot grate* é um equipamento piloto, planejado para simular o ciclo térmico utilizado industrialmente no processo de endurecimento ou queima das pelotas cruas. Os seus principais componentes são: câmara de combustão, panela, caixa de vento, coifa, sistema de controle e programa computacional que permite a simulação do tempo de permanência das pelotas nas zonas de secagem, de queima e resfriamento, em função do ritmo de produção.

2.6 Medição da Qualidade Física das Pelotas Cruas e Queimadas

Os testes para avaliação da qualidade física das pelotas cruas e queimadas basearam-se em metodologias desenvolvidas internamente bem como em padrões internacionais (normas ISO). Destaca-se a medição da quantidade de pelotas nucleadas e testes de microdureza. A análise de nucleação consistiu na identificação visual de sementes presentes no interior das pelotas queimadas (Figuras 3 e 4). As pelotas são provenientes dos testes de resistência à compressão. As pelotas então são classificadas de nucleadas ou não nucleadas e também são correlacionadas com a sua resistência a compressão.

* Contribuição técnica ao 44^o Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 15^o Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 2^o Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 15 a 18 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.

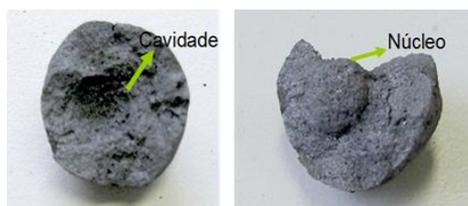

Figura 3. Pelota Queimada Nucleada

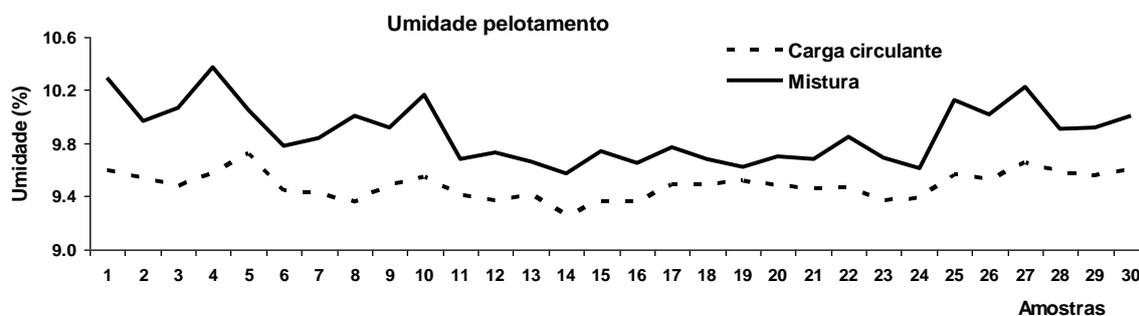
Figura 4. Pelota Queimada sem Núcleo.

Os testes de microdureza foram executados no equipamento da marca Leitz. O equipamento consiste em um penetrador com carga fixa em 100g aplicada. O tempo de aplicação foi de 30s para cada teste no intervalo de 0,25mm de borda a borda da pelota queimada. A dureza medida está em HV (dureza Vickers).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Testes Exploratórios

O teor de umidade da carga circulante é menor comparando-se com a mistura em 0,3%. As 30 amostras coletadas industrialmente e simultaneamente comprovam esta diferença. Os resultados são apresentados na Figura 5.


Figura 5. Dados Comparativos da Umidade da Mistura e da Carga Circulante

O menor teor de umidade da carga circulante é comprovado pelo teor de umidade dos aglomerados descarregados dos discos. A Figura 6 apresenta dados industriais com boa correlação entre aglomerados e pelotas cruas descarregados de um disco e seu teor de umidade.

* Contribuição técnica ao 44^o Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 15^o Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 2^o Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 15 a 18 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.

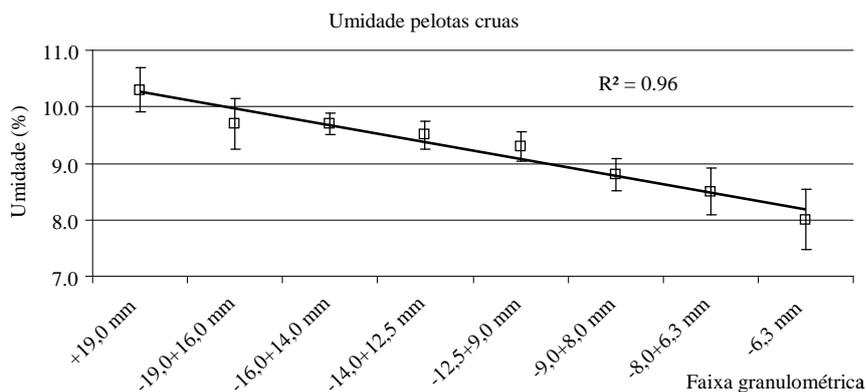


Figura 6. Análise Estatística entre o Teor de Umidade e a Distribuição Granulométrica de Pelotas Cruas e Aglomerados da Descarga dos Discos.

Observa-se que quanto maior o percentual de carga circulante maior a quantidade de pequenos aglomerados secos e, portanto menor é o teor de umidade. Este fato é um grande problema já que a aglomeração depende da umidade em torno das partículas para a formação das forças capilares [2,3,7], conseqüentemente há um desequilíbrio, ou seja, dentro de um disco existem pelotas com mais água em torno da partícula do que outras. Quando o material mais seco torna-se uma semente e ou participa do crescimento de um aglomerado, significa que menos capilares serão formados e conseqüentemente será menos resistente e de menor diâmetro.

Na Tabela 3 são apresentados as áreas superficiais específicas e os teores de umidade obtidos nos testes exploratórios.

Tabela 3. Teste Exploratório com Variação de Área Superficial Específica.

Superfície específica g/cm ²	Umidade (%)
2100	9,3
2420	9,3

A Figura 7 apresenta as pelotas produzidas com cada área superficial específica desses testes exploratórios. Na figura 7(b) as pelotas apresentaram uma tendência de colamento entre si. Para comprovar este efeito de colamento as pelotas cruas da Figura 7(b) foram queimadas no *pot grate*. A Figura 8 apresenta os resultados, confirmando o mesmo efeito nas pelotas queimadas. Portanto a área superficial específica escolhida para a continuidade dos testes em escala piloto foi de 2100cm²/g.



(a) 2100cm²/g

(b) 2400cm²/g

Figura 7. (a) Pelotas Cruas Ideais e (b) Pelotas Cruas com Comportamento Plástico.

* Contribuição técnica ao 44^o Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 15^o Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 2^o Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 15 a 18 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.



Figura 8. Pelotas Queimadas do Teste Exploratório com Alta Área Superficial Específica.

A Figura 9 apresenta um gráfico com os resultados de pelotamentos com diversos teores de umidade para os concentrados com alto, médio e baixo teor de hematita especular. As umidades escolhidas para os testes levaram em consideração os melhores resultados de compressão a seco (CPCS). Portanto, os teores de umidade escolhidos respectivamente foram 10,6%, 9,8% e 9%.

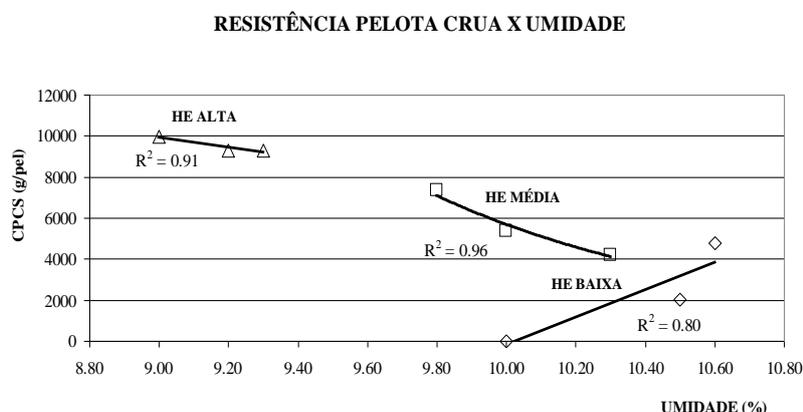


Figura 9. Resultados dos Testes Exploratórios: Teor de Umidade Versus Resistência CPCS.

A Figura 10 apresenta a curva de correlação entre teor de hematita especular do *pellet feed* e a resistência a compressão das pelotas queimadas. Observa-se, com alto R^2 , que quanto maior o teor de hematita especular maior é a resistência a compressão das pelotas queimadas.

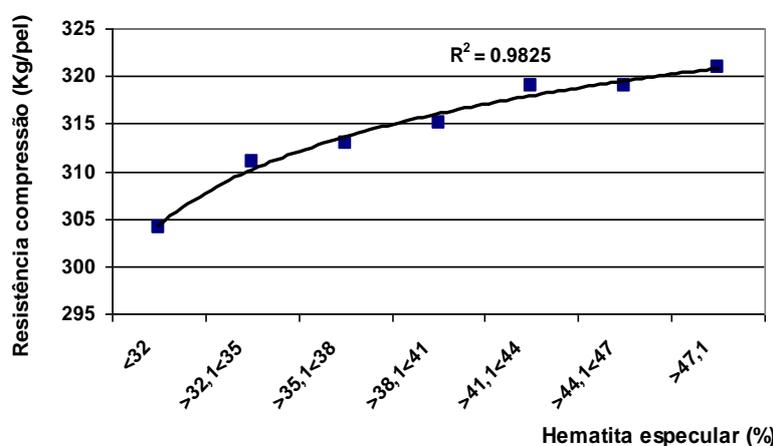


Figura 10. Valores de Resistência à Compressão versus % Hematita Especular do *Pellet Feed* (Fonte: Dados Industriais Samarco).

* Contribuição técnica ao 44^o Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 15^o Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 2^o Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 15 a 18 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.



3.2. Ensaios de Pelotamento e de Queima em Planta Piloto

As Tabelas 3 e 4 apresentam os resultados dos ensaios de pelotamento e de queima. Nas Figuras 11 e 12 são apresentadas as interações estatísticas.

Tabela 3. Resultados dos Ensaios de Pelotamento em Escala Piloto.

TESTES	Mineralogia (%)	Carga circulante (%)	Granulometria carga circulante	Bulk density pelota crua (g/cm ³)	Diâmetro médio (mm)	CPCU (g/pel)	CPCS (g/pel)
1	HE alta	10	grosso	2,15	11,3	2305	9210
2	HE baixa	30	fino	1,95	8,2	2158	3644
3	HE alta	30	fino	2,13	10,8	2202	8931
4	HE baixa	30	grosso	1,96	8,0	2066	3205
5	HE média	20	médio	2,05	9,8	2070	7339
6	HE baixa	10	grosso	1,96	8,5	2008	3810
7	HE alta	30	grosso	2,14	10,5	2233	8740
8	HE alta	10	fino	2,14	11,5	2088	10445
9	HE baixa	10	fino	1,99	8,8	1860	4801
10	HE alta	10	grosso	2,13	11,0	2166	9665
11	HE baixa	30	fino	1,97	9,0	1934	3678
12	HE alta	30	fino	2,14	10,6	2202	9295
13	HE baixa	30	grosso	1,95	8,3	1829	3480
14	HE média	20	médio	2,04	9,6	2203	7775
15	HE baixa	10	grosso	1,96	8,4	2017	5257
16	HE alta	30	grosso	2,12	9,4	2133	8315
17	HE alta	10	fino	2,18	11,5	2197	9986
18	HE baixa	10	fino	1,98	9,4	1767	5181

Tabela 4. Resultados dos Ensaios de Queima em Escala Piloto.

Mineralogia (%)	Carga circulante (%)	Granulometria carga circulante	Resistencia compressão CCS (kg/pel)	Índice de tamboramento (%)	Índice de abrasão (%)	Pelotas queimadas nucleadas (%)	Porosidade das pelotas queimadas (%)	Bulk density pelota queimada (g/cm ³)
HE alta	10	grosso	331	96,2	3,2	50	28,6	2,09
HE baixa	30	fino	277	92,7	6,1	49	33,0	1,93
HE alta	30	fino	350	95,9	3,4	63	28,3	2,08
HE baixa	30	grosso	261	92,6	6,2	70	32,9	1,94
HE média	20	médio	311	95,8	3,6	53	31,2	2,02
HE baixa	10	grosso	277	92,7	6,0	45	32,5	1,94
HE alta	30	grosso	324	95,7	3,5	61	28,5	2,08
HE alta	10	fino	364	96,6	2,9	43	28,1	2,09
HE baixa	10	fino	287	93,0	5,7	29	31,9	2,02
HE alta	10	grosso	342	96,0	3,4	35	28,5	2,06
HE baixa	30	fino	268	92,3	6,0	51	32,6	1,94
HE alta	30	fino	326	95,9	3,5	35	28,1	2,07
HE baixa	30	grosso	255	92,1	6,7	66	33,1	1,90
HE média	20	médio	301	95,1	3,7	48	30,1	2,01
HE baixa	10	grosso	272	93,0	5,6	44	32,4	1,94
HE alta	30	grosso	337	95,8	3,6	42	28,7	2,03
HE alta	10	fino	375	96,8	2,7	33	28,3	2,12
HE baixa	10	fino	272	92,9	5,9	29	32,1	1,95

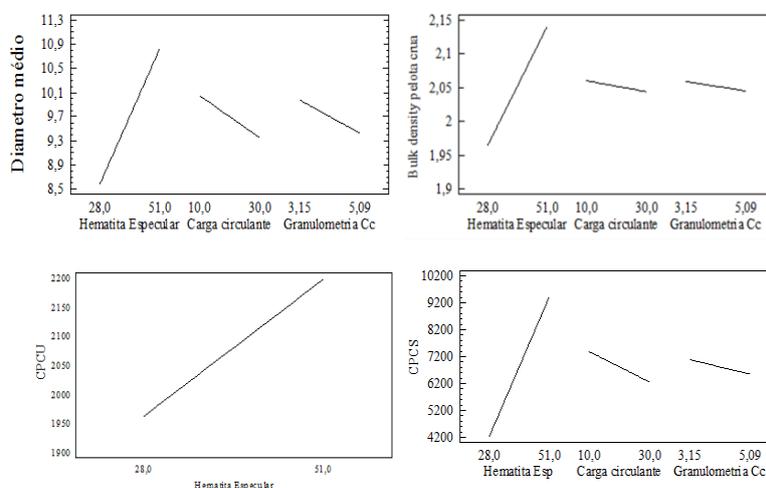


Figura 11. Interações dos Parâmetros de Qualidade Física das Pelotas Cruas com os Fatores.

* Contribuição técnica ao 44^o Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 15^o Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 2^o Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 15 a 18 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.

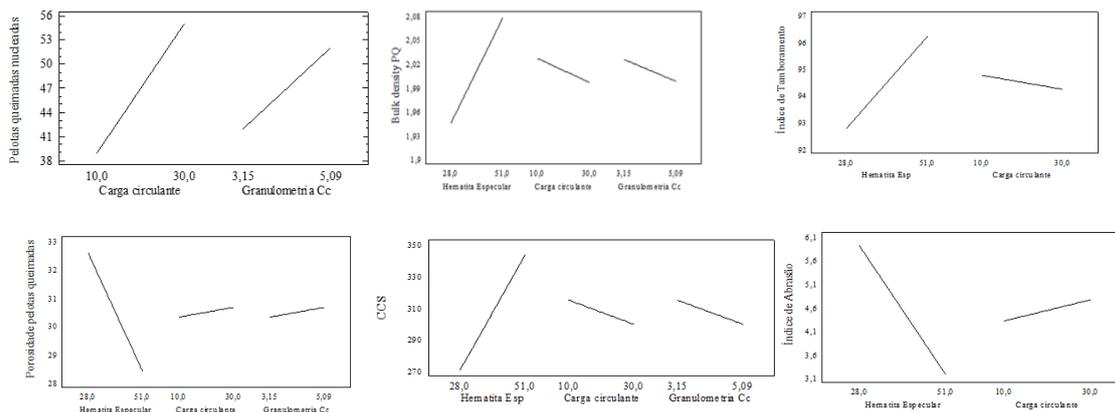


Figura 12. Interações dos Parâmetros de Qualidade Física das Pelotas Queimadas com os Fatores.

O teor de hematita especular influencia todas os parâmetros de qualidade física das pelotas cruas e queimadas, com exceção da quantidade de pelotas nucleadas. Em geral alto teor de hematita especular significa aumento da qualidade física da pelota crua e queimada. No mesmo sentido, em geral, reduzido percentual de carga circulante com granulometria mais fina também melhora a qualidade física das pelotas cruas e queimadas. Quanto maior o percentual de carga circulante com granulometria grossa aumenta a quantidade de pelotas nucleadas, reduzindo a resistência a compressão das pelotas queimadas. A Figura 13 apresenta uma pelota nucleada com trincas em torno do núcleo, mostrando fragilidade mecânica nesta região.

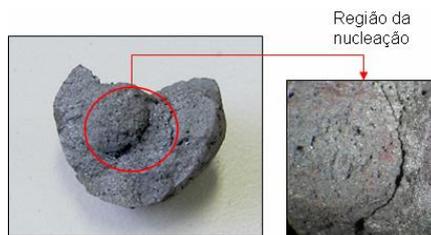


Figura 13. Estrutura de uma Pelota Queimada Nucleada com Trincas em torno do Núcleo.

A Tabela 5 apresenta os resultados de CCS para pelotas classificadas em nucleadas e não nucleadas

Tabela 5. Resistência à Compressão das Pelotas Queimadas Nucleadas e Não Nucleadas.

Mineralogia (%)	Carga circulante (%)	Granulometria carga circulante	CCS pelota sem núcleo (kg/pelota)	CCS pelota nucleada (kg/pelota)
HE alta	10	grosso	342	320
HE baixa	30	fino	288	265
HE alta	30	fino	368	340
HE baixa	30	grosso	289	249
HE média	20	médio	324	300
HE baixa	10	grosso	297	253
HE alta	30	grosso	362	299
HE alta	10	fino	397	320
HE baixa	10	fino	299	259
HE alta	10	grosso	359	310
HE baixa	30	fino	275	263
HE alta	30	fino	348	285
HE baixa	30	grosso	269	248
HE média	20	médio	316	285
HE baixa	10	grosso	288	248
HE alta	30	grosso	366	297
HE alta	10	fino	392	339
HE baixa	10	fino	286	238
Média ponderada			328	284

* Contribuição técnica ao 44^o Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 15^o Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 2^o Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 15 a 18 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.



As pelotas da Tabela 5 são as mesmas pelotas dos testes originais de resistência a compressão e mostram que as pelotas sem núcleo são mais resistentes que aquelas nucleadas. As pelotas nucleadas obtiveram uma média de resistência a compressão de 284kg/pelota, enquanto que para as pelotas sem núcleo a média foi de 328kg/pelota.

A Figura 14 apresenta um comparativo de microdureza de uma pelota nucleada e sem núcleo. A pelota sem núcleo 14(a) apresentou uma microdureza maior acima de 144HV enquanto que para a nucleada 14(b) valor mínimo de 31 e máximo de 115HV.

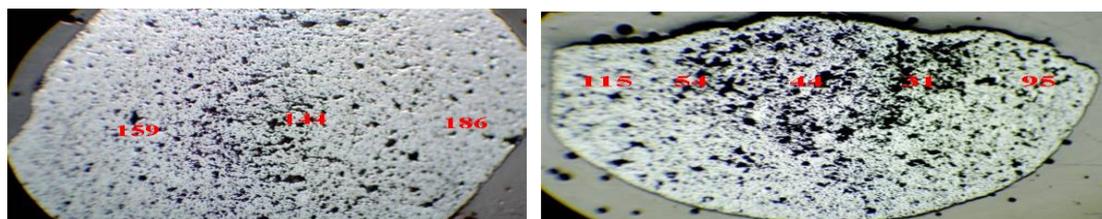


Figura 14 (a) CCS 322kg/pelota, sem Núcleo (Esquerda) (b) CCS 133kg/pelota, Nucleada (Direita)

4 CONCLUSÕES

Enumeram-se as principais conclusões desse trabalho:

- Os três fatores estudados influenciam os parâmetros físicos das pelotas cruas e queimadas, com exceção do percentual de pelotas nucleadas que foi influenciada pela granulometria e quantidade de carga circulante;
- O maior valor para o *bulk density* foi de 2,18g/cm³, obtido no teste com alto teor de hematita especular com baixo percentual de carga circulante com granulometria fina. O valor médio para os testes com ponto central que utiliza dados atuais foi de 2,05g/cm³;
- O maior valor para o diâmetro médio foi de 11,5mm, obtido no teste com alto teor de hematita especular com baixo percentual de carga circulante com granulometria fina. O valor médio para os testes com ponto central que utiliza dados atuais foi de 8,7mm;
- O maior valor para a resistência a compressão a úmido foi de 2305g/pelota, obtido no teste com alto teor de hematita especular com baixo percentual de carga circulante com granulometria grossa. O valor médio para os testes com ponto central que utiliza dados atuais foi de 2137 g/pelota;
- O maior valor para a resistência a compressão a seco foi de 10445g/pelota, obtido no teste com alto teor de hematita especular com baixo percentual de carga circulante com granulometria fina. O valor médio para os testes com ponto central que utiliza dados atuais foi de 7557g/pelota;
- O menor valor para o percentual de pelotas nucleadas foi de 29%, obtido no teste com baixo teor de hematita especular com baixo percentual de carga circulante com granulometria fina;
- O menor valor para a porosidade foi de 28,1%, obtido no teste com alto teor de hematita especular com baixo percentual de carga circulante com granulometria fina. O valor médio para os testes com ponto central que utiliza dados atuais foi de 30,7%;
- O maior valor para o *bulk density* foi de 2,12g/cm³, obtido no teste com alto teor de hematita especular com baixo percentual de carga circulante com granulometria fina. O valor médio para os testes com ponto central que utiliza dados atuais foi de 2,02g/cm³;

* Contribuição técnica ao 44^o Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 15^o Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 2^o Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 15 a 18 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.



- O maior valor para a resistência a compressão a seco foi de 375kg/pelota, obtido no teste com alto teor de hematita especular com baixo percentual de carga circulante com granulometria fina. O valor médio para os testes com ponto central que utiliza dados atuais foi de 306kg/pelota;
- O maior valor para o índice de tamboramento foi de 96,8%, obtido no teste com alto teor de hematita especular com baixo percentual de carga circulante com granulometria fina. O valor médio para os testes com ponto central que utiliza dados atuais foi de 95,5%;
- O menor valor para o índice de abrasão foi de 2,78%, obtido no teste com alto teor de hematita especular com baixo percentual de carga circulante com granulometria fina. O valor médio para os testes com ponto central que utiliza dados atuais foi de 3,7%;
- A diminuição do percentual de carga circulante conjugada com a sua desagregação reduz o impacto da perda de qualidade física quando se utiliza minérios com baixos teores de hematita especular;
- O teor de umidade das pelotas cruas coletadas na planta industrial varia de acordo com o seu tamanho. Pelotas cruas com tamanho entre 8mm e 6,3mm tem umidade de 8,5%, enquanto que pelotas entre 16mm e 9mm tem umidade de 9,8%;
- Os testes de dureza e micrografia ótica mostraram que na região da superfície do núcleo há uma maior formação de poros que reduziu consideravelmente a resistência mecânica das pelotas queimadas.

REFERÊNCIAS

- 1 Costa AGD. Caracterização dos parâmetros intrínsecos de porosidade pelo método de Adsorção de Nitrogênio de Concentrados Remoídos de Minérios Itabiríticos do Complexo Alegria. 113 páginas. Dissertação de Mestrado, REDEMAT – Ouro Preto, 2005.
- 2 Meyer K. Pelletizing of Iron Ores - Springer - Verlag Berlin, Heidelberg, and Verlag Stahleissen mbH, Düsseldorf, Germany, 21-205, 1980.
- 3 Cota MF. Influência da distribuição granulométrica do pellet feed no processo de aglomeração e na qualidade da pelota de minério de ferro para redução direta. 142 páginas. Dissertação de Mestrado, REDEMAT – Ouro Preto, 2004.
- 4 Iveson SM, Hott S, Biggs S. Advancing contact angle of iron ore as a function of theirs hematite and goethite content: implication for pelletising and sintering. Department of Chemical Engineering, University of BNewcastle, Callaghan, Austrália, 2004.
- 5 SÁ KG. Estudo da influência da mineralogia dos tipos de minério da Samarco Mineração sobre a resistêncica a compressão de pelotas para processos de redução direta. 86 páginas. Dissertação de Mestrado, REDEMAT – Ouro Preto, 2003.
- 6 Nishida R, Imanishi N, Ohtsuki K. Effect of particle size on the balling of iron ores and on physical properties of green pellets – Proceedings ICSTIS, Suppl. Trans. ISIJ, 1971; 11(1).
- 7 Rumpf H. – the strength of granules and agglomerates in agglomeration – Interscience, New York, páginas 379-418, 1962.
- 8 Sportel H, Droog J – Quality of green iron ore pellets – Iron making and Steelmaking, 1997; 24(2): 129-132.
- 9 CAPES CE. Particle size enlargement. Handbook of powder technology, vol1. Elsevier, p. 1-73, 1980.

* *Contribuição técnica ao 44^o Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 15^o Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 2^o Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 15 a 18 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.*