

6

Referências Bibliográficas

1. Gerdau S.A, fluxograma com as principais rotas de produção de aço. **Publicação eletrônica.** Disponível em: <<http://www.gerdau.com.br>>. Acesso em 10/11/2008.
2. Pflaum, Daniel A. **The end of “Visual Inspection” for Monitoring Scrap Quality.** Cincinnati, OH.
3. Szekely, J; Trapaga, G.: **Zukunftsperspektiven für neue Technologien in der Stahlindustrie**, Stahl und Eisen, Vol. 114, 1994, No. 9, pp. 43-55.
4. Baumert, J., et al., **Improved control of electric arc furnace operations by process modelling.** 2003, European Commission – Steelmaking Process.
5. RIZZO, E., **Introdução aos Processos de Refino Primário no Forno Elétrico a Arco**, ed. A.B.d.M.e.M.-. ABM. 2006.
6. Documento interno Gerdau Aços Longos S.A.
7. SUBAGYO, G. A. BROOKS, K. S. COLEY and G. A. IRONS. **Generation of Droplets in Slag–Metal Emulsions through Top Gas Blowing.** Steel Research Centre, Department of Materials Science and Engineering, McMaster University.
8. Kobayashi, Saburo. **Iron Droplet Formation Iron/Slag Interface Due to Bubbles Passing through Molten.** Institute for Advanced Materials Processing, Tohoku University, Katahira, Aoba-ku, Sendai, Miyagi-ken, 980 Japan].
9. Chukwulebe, Bernard O., Balajee, Shank R., Robertson, Key J., Grattan, Jeffery G. and Green, Michael J. **Computer Optimization of Oxygen blowing Practices to Control BOF Slopping.** Ispat Inland Inc.

10. Morales, R.D., Rodríguez-Hernández, H., Garnica-González, P. and Romero-Serrano, J. A., **A Mathematical Model for the Reduction Kinetics of Iron Oxide in Electric Furnace Slags by Graphite Injection.** Department of Metallurgy, Institute Politécnico Nacional-ESIQIE, Mexico.
11. Fortes, R. Augusto F. O. **Descarburization and Slag Formation Model in the EAF.** Tese de Doutorado cap.2. Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
12. MIN, D. J., J.W. HAN, and W.S. CHUNG, **A study of the reduction rate of FeO in slag by solid carbon.** Metallurgical and Materials Transactions B-Process Metallurgy and Materials Processing Science, 1999. 30 (2): p. 215-221.
13. **Fundamentals of Iron and Steelmaking,** The AISE Steel Foundation, Pittsburgh, PA. Página 123.
14. A.B.Luz, J.A.Sampaio e S.L.M. Almeida. **Tratamento de Minérios.** Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), Rio de Janeiro.

Apêndice I

A. Determinação do Volume da Caixa Padrão:

A.1 Peso da Caixa Vazia kg

A.2 Peso da Caixa + Água (até a marca) kg

A.3 Volume da Caixa (A.2 – A.1) m³

B. Determinação do Volume da Amostra:

B.1 Peso da Caixa + amostra (seca) kg

B.2 Peso da Caixa + amostra + Água (até a marca) kg

B.3 Volume da Água (B.2 – B.1) m³

B.4 Volume da Amostra (A.3 – B.3) m³

C. Determinação do Peso da Amostra:

C.1 - Peso da amostra (B.1 – A.1) Kg

D. Determinação da Densidade da Amostra:

D.1 - Densidade da Amostra (C.1 / B.4) %

Apêndice II

Tabela 32. Separação magnética a seco no rolo induzido com amostra da Usina 2.

Produto	Massa (g)	Peso (%)	Teor de Fe	Distrib. (%) Fe
Magnético	1.117,07	56,72	38,19	57,59
Não Mag	852,31	43,28	36,86	42,41
Total	1969,38	100,00	37,61	100,00

Tabela 33. Separação magnética a seco no rolo induzido com amostra da Usina 1.

Produto	Massa (g)	Peso (%)	Teor de Fe	Distrib. (%) Fe
Magnético	1.331,41	65,81	32,17	67,25
Não Mag	691,70	34,19	30,16	32,75
Total	2023,11	100,00	31,48	100,00

Tabela 34. Resultados no separador magnético a úmido das amostras - 14 malhas da usina 2.

Produtos	Peso (g)	Peso (%)	Teor (%) Fe	Distrib. (%) Fe
Magnético	550,52	26,63	35,85	27,12
Misto	1244,93	60,22	34,85	59,62
Não Mag	271,81	13,15	35,52	13,27
Total	2067,26	100,00	35,20	100,00

Tabela 35. Resultados no separador magnético a úmido das amostras - 35 malhas da usina 2.

Produtos	Peso (g)	Peso (%)	Teor (%) Fe	Distrib. (%) Fe
Magnético	876,86	11,94	38,53	12,48
Misto	4765,94	64,88	36,18	63,70
Não Mag	1703,15	23,18	37,86	23,82
Total	7345,95	100,00	36,85	100,00

Tabela 36. Resultados no separador magnético a úmido (CF5) das amostras -14 malhas da usina 1.

Produtos	Peso (g)	Peso (%)	Teor (%) Fe	Distrib. (%) Fe
Magnético	640,54	21,27	30,83	25,80
Misto	1088,66	36,15	26,13	37,16
Não Mag	1282,40	42,58	22,11	37,04
Total	3011,6	100,00	25,42	100,00

Tabela 37. Resultados no separador magnético a úmido (CF5) das amostras -35 malhas da usina 1.

Produtos	Peso (g)	Peso (%)	Teor (%) Fe	Distrib. (%) Fe
Magnético	573,99	8,49	34,85	10,07
Misto	3906,44	57,77	28,48	56,03
Não Mag	2281,95	33,74	29,49	33,89
Total	6762,38	100,00	29,36	100,00

Tabela 38. Separação magnética no tambor rotativo na faixa de -1/2 a +4 da usina 2.

Produtos	Peso (g)	Peso (%)	Teor (%)		Distribuição (%)	
			Fe total	Fe metálico	Fe total	Fe metálico
Magnético	2386,62	65,50	36,58	1,36	68,25	73,73
Não magnético	1256,83	34,50	32,31	0,92	31,75	26,27
Total	3643,45	100,00	35,11	1,21	100,00	100,00

Massa metálica na escória - 723,84g

Tabela 39. Separação magnética no tambor rotativo na faixa de -4 a +8 da usina 2.

Produtos	Peso (g)	Peso (%)	Teor (%)		Distribuição (%)	
			Fe total	Fe metálico	Fe total	Fe metálico
Magnético	2882,6	49,90	37,09	2,85	50,03	79,32
Não magnético	2894,48	50,10	36,89	0,74	49,97	20,68
Total	5777,08	100,00	36,99	1,79	100,00	100,00

Massa metálica na escória - 711,12g

Tabela 40. Separação magnética no tambor rotativo na faixa de -8 a +14 da usina 2.

Produtos	Peso (g)	Peso (%)	Teor (%)		Distribuição (%)	
			Fe total	Fe metálico	Fe total	Fe metálico
Magnético	2696,82	63,90	36,67	1,36	63,66	46,32
Não magnético	1523,26	36,10	37,06	2,79	36,34	53,68
Total	4220,08	100,00	36,81	1,88	100,00	100,00

Massa metálica na escória - 53,44g

Tabela 41. Separação magnética no tambor rotativo na faixa de -8 a +14 da usina 2.

Produtos	Peso (g)	Peso (%)	Teor (%)		Distribuição (%)	
			Fe total	Fe metálico	Fe total	Fe metálico
Magnético	3063,77	63,43	36,34	1,3	63,77	72,39
Não magnético	1766,28	36,57	35,82	0,86	36,23	27,61
Total	4830,05	100,00	36,15	1,14	100,00	100,00

Massa metálica na escória - não teve

Apêndice III

Tabela 42. Tabela de compilação dos resultados do processamento das amostras no CETEM.

X^1		X	PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA		
PESO INICIAL [kg]	X^2			Massa total	X^{19}
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO			Média obtida	X^{22}	
SUCATA RETIRADA [kg]		X^3	Total Parte 4 [kg]	X^{26}	
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]		X^4	RESULTADO VIA ÚMIDA		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO					
Peneiras (mm)	Ferro Metálico [kg]		%FeM	%FeT	
+ 25,6	X^5		Amostra1	X^{20} X^{23}	
+ 19	X^6		Amostra2	X^{21} X^{24}	
+ 12,5	X^7		Média	X^{22} X^{25}	
+ 9,6	X^8		TOTAL OBTIDO		
+ 6,3	X^9				
+ 5,6	X^{10}		Parte 1	X^4 X^{28}	
+ 4	X^{11}		Parte 2	X^{13} X^{29}	
+ 2	X^{12}		Parte 3	X^{17} X^{30}	
Total Parte 2 [kg]	X^{13}		Parte 4	X^{26} X^{31}	
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM			Total [kg]	X^{27} X^{32}	
Amostra para Homogeneização [kg]	X^{14}		Ferro Metálico Total	X^{33}	
Aliquota quarteada p/ moagem [kg]	X^{15}	DENSIDADE ESPECÍFICA	Escória	X^{34}	
Fem retido após moagem [kg]	X^{16}	X^{18} g/cm ³	FeO na Escória	X^{35}	
Total Parte 3 [kg]	X^{17}		Fe²⁺ na amostra	X^{36}	

Sendo:

X = Forno responsável pela geração da amostra;

X^1 = Identificação da amostra;

X^2 = Peso inicial da amostra;

X^3 = Sucata retirada na etapa de catação manual antes de iniciar o processo de britagem. É material que está contaminando a amostra;

X^4 = Material metálico grosseiro removido. Contabilizado como sendo 100% metálico;

X^5 a X^{12} = Material metálico retido nas peneiras após a etapa de britagem. Vale lembrar que dependendo da granulometria do material há uma variação no número de peneiras;

X^{13} = Material metálico total retido na etapa de britagem seguido de peneiramento;

X^{14} = Material metálico mais escória que passaram pelas peneiras da etapa de britagem que irão ser homogeneizados para posterior quarteamento e moagem;

X^{15} = Alíquota de material separado do X^{14} após quarteamento para moagem;

X^{16} = Material metálico retido na peneira após moagem do X^{15} ;

X^{17} = Material metálico total obtido após a etapa de moagem. Valor calculado por:

$$X^{17} = \frac{X^{16}}{X^{15}} \times X^{14} \quad [kg]$$

X^{18} = Valor encontrado após teste de Piquinometria para verificar a densidade específica do X^{16} ;

X^{19} = Material metálico mais escória que passaram pelas peneiras das etapas de britagem e moagem que irão para a análise química,

$$X^{19} = X^{14} - X^{17} \quad [kg]$$

X^{20} = Ferro metálico encontrado na análise química por via úmida da amostra 1 do X^{19} [%];

X^{21} = Ferro metálico encontrado na análise química por via úmida da amostra 2 do X^{19} [%];

X^{22} = Ferro metálico resultante da média entre as amostras 1 e 2 [%],

$$X^{22} = \frac{X^{20} + X^{21}}{2} \quad [\%]$$

X^{23} = Ferro Total encontrado na análise química por via úmida da amostra 1 do X^{19} [%];

X^{24} = Ferro Total encontrado na análise química por via úmida da amostra 2 do X^{19} [%];

X^{25} = Ferro Total resultante da média entre as amostras 1 e 2 [%],

$$X^{25} = \frac{X^{23} + X^{24}}{2} \quad [\%]$$

X^{26} = Material Metálico total obtido após a etapa de análise química,

$$X^{26} = X^{19} \times X^{22} \quad [kg]$$

X^{27} = Material Metálico total obtido nas etapas de catação manual, britagem, moagem e análise química,

$$X^{27} = X^4 + X^{13} + X^{17} + X^{26} \quad [kg]$$

X^{28} = Percentual do Material Metálico total obtido que foi removido na etapa de catação manual,

$$X^{28} = \frac{X^4}{X^{27}} \times 100 \quad [\%]$$

X^{29} = Percentual do Material Metálico total obtido que foi removido na etapa de britagem,

$$X^{29} = \frac{X^{13}}{X^{27}} \times 100 \quad [\%]$$

X^{30} = Percentual do Material Metálico total obtido que foi removido na etapa de moagem,

$$X^{30} = \frac{X^{17}}{X^{27}} \times 100 \quad [\%]$$

X^{31} = Percentual do Material Metálico total obtido que foi encontrado na análise química,

$$X^{31} = \frac{X^{26}}{X^{27}} \times 100 \quad [\%]$$

X^{32} = Somatório dos percentuais de Material Metálico obtido em cada etapa para confirmação dos cálculos,

$$X^{32} = X^{28} + X^{29} + X^{30} + X^{31}$$

X^{33} = Percentual de ferro metálico na amostra,

$$X^{33} = \frac{X^{27}}{X^4 + X^{13} + X^{17} + X^{19}} \times 100 \quad [\%]$$

X^{34} = Percentual de escória na amostra,

$$X^{34} = 1 - X^{33} \quad [\%]$$

X^{35} = Percentual de FeO na escória,

$$X^{35} = \frac{\frac{(X^{25} - X^{22}) \times X^{19}}{100}}{(X^{26} - X^{19})} \times \frac{71,85}{55,85} \quad [\%]$$

X^{36} = Percentual de Fe^{2+} na amostra,

$$X^{36} = \frac{\frac{(X^{25} - X^{22}) \times X^{19}}{100}}{X^4 + X^{13} + X^{17} + X^{19}} \quad [\%]$$

Tabela 43. Resultados obtidos no processamento das amostras de Recuperada d>5” não boleada forno 1.

Recuperada d>5” não boleada		Forno 1	
PESO INICIAL [kg]	138,6		
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO			
SUCATA RETIRADA [kg]	3,2		
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]	0,0		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO			
Peneiras (mm)	Ferro Metálico [kg]		
+ 9,6	0,3		
+ 2	2,6		
Total Parte 2 [kg]	3,0		
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM			
Amostra para Homogeneização [kg]	131,9		
Aliquota quarteada p/ moagem [kg]	1,00503	DENSIDADE ESPECÍFICA	
Fem retido após moagem [kg]	0,01669	6,38	[g/cm ³]
Total Parte 3 [kg]	2,2		
PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA			
Massa total	129,7		
Média obtida	1,6		
Total Parte 4 [kg]	2,1		
RESULTADO VIA ÚMIDA			
	%FeM	%FeT	
Amostra1	1,9	35,5	
Amostra2	1,4	35,4	
Média	1,6	35,4	
TOTAL OBTIDO			
Parte 1	0,0	[kg]	[%]
Parte 2	3,0		40,7%
Parte 3	2,2		30,1%
Parte 4	2,1		29,2%
Total [kg]	7,3		100,0%
Ferro Metálico Total	5,4%		
Escória	94,6%		
FeO na Escória	44,2%		
Fe ²⁺ na amostra	32,5%		

Tabela 44. Resultados obtidos no processamento das amostras de Recuperada 2,5”<d<5” forno 1.

Recuperada 2,5”<d<5”		Forno 1	
PESO INICIAL [kg]	164,3		
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO			
SUCATA RETIRADA [kg]			
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]	32,7		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO			
Peneiras (mm)	Ferro Metálico [kg]		
+ 25,6	5,8		
+ 19	4,1		
+12,5	3,3		
+9,6	1,7		
+ 2	5,3		
Total Parte 2 [kg]	20,2		
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM			
Amostra para Homogeneização [kg]	110,1		
Aliquota quarteada p/ moagem [kg]	1,00459	DENSIDADE ESPECÍFICA	
Fem retido após moagem [kg]	0,06947	6,56	[g/cm ³]
Total Parte 3 [kg]	7,6		
PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA			
Massa total	102,5		
Média obtida	2,2		
Total Parte 4 [kg]	2,3		
RESULTADO VIA ÚMIDA			
	%FeM	%FeT	
Amostra1	2,3	37,1	
Amostra2	2,1	37,3	
Média	2,2	37,2	
TOTAL OBTIDO			
Parte 1	32,7	[kg]	[%]
Parte 2	20,2		52,1%
Parte 3	7,6		32,2%
Parte 4	2,3		12,1%
Total [kg]	62,8		3,6%
Ferro Metálico Total	38,5%		
Escória	61,5%		
FeO na Escória	46,0%		
Fe ²⁺ na amostra	22,0%		

Tabela 45. Resultados obtidos no processamento das amostras de Recuperada 0,5”<d<2,5” forno 1.

Recuperada 0,5”<d<2,5”		Forno 1		PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA		
PESO INICIAL [kg]	91,7			Massa total	38,2	
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO				Média obtida	2,2	
SUCATA RETIRADA [kg]	11,8			Total Parte 4 [kg]	0,8	
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]	0,0			RESULTADO VIA ÚMIDA		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO					%FeM	%FeT
Peneiras (mm)	Ferro Metálico [kg]			Amostra1	1,9	36,4
+ 25,6	14,1			Amostra2	2,6	36,5
+ 19	6,6			Média	2,2	36,4
+ 12,5	9,7			TOTAL OBTIDO		
+ 9,6	1,6				[kg]	[%]
+ 5,6	2,2			Parte 1	0,0	0,0%
+ 2	1,1			Parte 2	35,3	84,5%
Total Parte 2 [kg]	35,3			Parte 3	5,6	13,5%
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM				Parte 4	0,8	2,0%
Amostra para Homogeneização [kg]	43,9			Total [kg]	41,7	100,0%
Aliquota quarteadada p/ moagem [kg]	1,00397	DENSIDADE ESPECÍFICA		Ferro Metálico Total	52,8%	
Fem retido após moagem [kg]	0,12877	6,93 [g/cm ³]		Escória	47,2%	
Total Parte 3 [kg]	5,6			FeO na Escória	45,0%	
				Fe²⁺ na amostra	16,5%	

Tabela 46. Resultados obtidos no processamento das amostras de Agregado 0,5”<d<2,5” forno 1.

Agregado 0,5”<d<2,5”		Forno 1		PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA		
PESO INICIAL [kg]	205,1			Massa total	197,5	
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO				Média obtida	2,3	
SUCATA RETIRADA [kg]	0			Total Parte 4 [kg]	4,5	
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]	0			RESULTADO VIA ÚMIDA		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO					%FeM	%FeT
Peneiras (mm)	Ferro Metálico [kg]			Amostra1	2,3	33,2
+ 9,6	0,5			Amostra2	2,3	33,0
+ 5,6	0,9			Média	2,3	33,1
+ 2	1,6			TOTAL OBTIDO		
Total Parte 2 [kg]	3,0				[kg]	[%]
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM				Parte 1	0,0	0,0%
Amostra para Homogeneização [kg]	201,4			Parte 2	3,0	26,2%
Aliquota quarteadada p/ moagem [kg]	1,00632	DENSIDADE ESPECÍFICA		Parte 3	3,9	34,4%
Fem retido após moagem [kg]	0,01964	7,38 [g/cm ³]		Parte 4	4,5	39,4%
Total Parte 3 [kg]	3,9			Total [kg]	11,4	100,0%
				Ferro Metálico Total	5,6%	
				Escória	94,4%	
				FeO na Escória	40,6%	
				Fe²⁺ na amostra	29,8%	

Tabela 47. Resultados obtidos no processamento das amostras de Agregado d<0,5” forno 1.

Agregado d<0,5"		Forno 1		PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA		
PESO INICIAL [kg]	229,2			Massa total	223,7	
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO				Média obtida	1,2	
SUCATA RETIRADA [kg]	0			Total Parte 4 [kg]	2,7	
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]	0			RESULTADO VIA ÚMIDA		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO					%FeM	%FeT
Peneiras (mm)		Ferro Metálico [kg]		Amostra1	1,3	32,3
+ 4		1,4		Amostra2	1,2	32,6
+ 2		0,8		Média	1,2	32,5
Total Parte 2 [kg]		2,3		TOTAL OBTIDO		
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM					[kg]	[%]
Amostra para Homogeneização [kg]	226,6			Parte 1	0,0	0,0%
Aliquota quarterada p/ moagem [kg]	1,00716	DENSIDADE ESPECÍFICA		Parte 2	2,3	28,5%
Fem retido após moagem [kg]	0,01297	6,78 [g/cm³]		Parte 3	2,9	37,0%
Total Parte 3 [kg]	2,9			Parte 4	2,7	34,6%
				Total [kg]	7,9	100,0%
				Ferro Metálico Total	3,5%	
				Escória	96,5%	
				FeO na Escória	40,7%	
				Fe² na amostra	30,5%	

Tabela 48. Resultados obtidos no processamento das amostras da escória In natura do forno 2.

In natura		Forno 2		PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA		
PESO INICIAL [kg]	202,2			Massa total	186,3	
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO				Média obtida	2,7	
SUCATA RETIRADA [kg]	0			Total Parte 4 [kg]	5,0	
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]	3,8			RESULTADO VIA ÚMIDA		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO					%FeM	%FeT
Peneiras (mm)		Ferro Metálico [kg]		Amostra1	2,8	27,5
+ 25,6		0,9		Amostra2	2,6	27,5
+ 19		0,7		Média	2,7	27,5
+ 12,5		1,1		TOTAL OBTIDO		
+ 9,6		0,7			[kg]	[%]
+ 4		2,9		Parte 1	3,8	18,0%
Total Parte 2 [kg]		6,3		Parte 2	6,3	30,0%
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM				Parte 3	5,8	28,1%
Amostra para Homogeneização [kg]	192,2			Parte 4	5,0	23,9%
Aliquota quarterada p/ moagem [kg]	1,00959	DENSIDADE ESPECÍFICA		Total [kg]	20,8	100,0%
Fem retido após moagem [kg]	0,03073	7,24 [g/cm³]		Ferro Metálico Total	10,3%	
Total Parte 3 [kg]	5,8			Escória	89,7%	
				FeO na Escória	32,8%	
				Fe² na amostra	22,8%	

Tabela 49. Resultados obtidos no processamento das amostras da Recuperada d>5” do forno 2.

Recuperada d>5"		Forno 2		PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA		
PESO INICIAL [kg]	266,0			Massa total [kg]	199,6	
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO				Média obtida [%]	2,3	
SUCATA RETIRADA [kg]	0			Total Parte 4 [kg]	4,7	
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]	11,8			RESULTADO VIA ÚMIDA		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO					%FeM	%FeT
Peneiras (mm)		Ferro Metálico [kg]		Amostra1	2,6	27,0
+ 25,6		19,5		Amostra2	2,1	26,8
+ 19		6,0		Média	2,3	26,9
+ 12,5		4,4		TOTAL OBTIDO		
+ 9,6		5,8			[kg]	[%]
+ 5,6		2,9		Parte 1	11,8	16,7%
+ 4		6,2		Parte 2	44,7	63,1%
Total Parte 2 [kg]		44,7		Parte 3	9,6	13,6%
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM				Parte 4	4,7	6,6%
Amostra para Homogeneização [kg]	209,2			Total [kg]	70,8	100,0%
Aliquota quarterada p/ moagem [kg]	1,01471	DENSIDADE ESPECÍFICA		Ferro Metálico Total	26,6%	
Fem retido após moagem [kg]	0,04678	7,17 [g/cm³]		Escória	73,4%	
Total Parte 3 [kg]	9,6			FeO na Escória	32,3%	
				Fe² na amostra	18,4%	

Tabela 50. Resultados obtidos no processamento das amostras da Recuperada 2''<d<5'' do forno 2.

Recuperada 2''<d<5''		Forno 2	
PESO INICIAL [kg]	267,0		
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO			
SUCATA RETIRADA [kg]	0		
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]	70		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO			
Peneiras (mm)	Ferro Metálico [kg]		
+ 25,6	8,4		
+ 19	4,0		
+ 12,5	5,5		
+ 9,6	2,8		
+ 4	6,8		
Total Parte 2 [kg]	27,5		
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM			
Amostra para Homogeneização [kg]	198,9		
Aliquota quarteada p/ moagem [kg]	1,03579	DENSIDADE ESPECÍFICA	
Fem retido após moagem [kg]	0,06535	6,63	[g/cm ³]
Total Parte 3 [kg]	12,5		
PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA			
Massa total [kg]	186,3		
Média obtida [%]	2,4		
Total Parte 4 [kg]	4,4		
RESULTADO VIA ÚMIDA			
	%FeM	%FeT	
Amostra1	2,1	30,2	
Amostra2	2,6	29,9	
Média	2,4	30,1	
TOTAL OBTIDO			
Parte 1	70,0	[kg]	61,2%
Parte 2	27,5		24,0%
Parte 3	12,5		11,0%
Parte 4	4,4		3,8%
Total [kg]	114,4		100,0%
Ferro Metálico Total	38,6%		
Escória	61,4%		
FeO na Escória	36,5%		
Fe ²⁺ na amostra	17,4%		

Tabela 51. Resultados obtidos no processamento das amostras da Recuperada 1''<d<5'' do forno 2.

Recuperada 1''<d<5''		Forno 2	
PESO INICIAL [kg]	309,0		
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO			
SUCATA RETIRADA [kg]	3,8		
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]	136,2		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO			
Peneiras (mm)	Ferro Metálico [kg]		
+ 25,6	25,7		
+ 19	11,3		
+ 12,5	7,0		
+ 9,6	2,6		
+ 4	8,2		
Total Parte 2 [kg]	54,8		
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM			
Amostra para Homogeneização [kg]	113,5		
Aliquota quarteada p/ moagem [kg]	1,06051	DENSIDADE ESPECÍFICA	
Fem retido após moagem [kg]	0,09620	6,95	[g/cm ³]
Total Parte 3 [kg]	10,3		
PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA			
Massa total [kg]	103,2		
Média obtida [%]	2,4		
Total Parte 4 [kg]	2,5		
RESULTADO VIA ÚMIDA			
	%FeM	%FeT	
Amostra1	2,3	28,6	
Amostra2	2,6	28,7	
Média	2,4	28,6	
TOTAL OBTIDO			
Parte 1	136,2	[kg]	66,8%
Parte 2	54,8		26,9%
Parte 3	10,3		5,1%
Parte 4	2,5		1,2%
Total [kg]	203,8		100,0%
Ferro Metálico Total	66,9%		
Escória	33,1%		
FeO na Escória	34,5%		
Fe ²⁺ na amostra	8,9%		

Tabela 52. Resultados obtidos no processamento das amostras do Agregado 1''<d<2'' do forno 2.

Agregado 1''<d<2''		Forno 2	
PESO INICIAL [kg]	268,0		
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO			
SUCATA RETIRADA [kg]			
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]			
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO			
Peneiras (mm)	Ferro Metálico [kg]		
+ 9,6	3,8		
+ 5,6	2,8		
+ 4	1,5		
+ 2	2,7		
Total Parte 2 [kg]	10,9		
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM			
Amostra para Homogeneização	256,7		
Aliquota quarteada p/ moagem	1,00791	DENSIDADE ESPECÍFICA	
Fem retido após moagem	0,02740	6,87 [g/cm ³]	
Total Parte 3 [kg]	7,0		
PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA			
Massa total [kg]	249,7		
Média obtida [%]	2,2		
Total Parte 4 [kg]	5,6		
RESULTADO VIA ÚMIDA			
	%FeM	%FeT	
Amostra1	2,1	27,9	
Amostra2	2,4	27,7	
Média	2,2	27,8	
TOTAL OBTIDO			
	[kg]	[%]	
Parte 1	0,0	0,0%	
Parte 2	10,9	46,5%	
Parte 3	7,0	29,7%	
Parte 4	5,6	23,8%	
Total [kg]	23,5	100,0%	
Ferro Metálico Total	8,8%		
Escória	91,2%		
FeO na Escória	33,6%		
Fe²⁺ na amostra	23,9%		

Tabela 53. Resultados obtidos no processamento das amostras do Agregado d<1''.

Agregado d<1''		Forno 2	
PESO INICIAL [kg]	290,0		
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO			
SUCATA RETIRADA [kg]			
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]			
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO			
Peneiras (mm)	Ferro Metálico [kg]		
+ 9,6	0,7		
+ 5,6	1,2		
+ 4	0,7		
+ 2	1,3		
Total Parte 2 [kg]	3,9		
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM			
Amostra para Homogeneização [kg]	285,7		
Aliquota quarteada p/ moagem [kg]	1,00836	DENSIDADE ESPECÍFICA	
Fem retido após moagem [kg]	0,01098	6,68 [g/cm ³]	
Total Parte 3 [kg]	3,1		
PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA			
Massa total [kg]	282,6		
Média obtida [%]	2,3		
Total Parte 4 [kg]	6,4		
RESULTADO VIA ÚMIDA			
	%FeM	%FeT	
Amostra1	2,3	27,0	
Amostra2	2,2	27,3	
Média	2,3	27,2	
TOTAL OBTIDO			
	[kg]	[%]	
Parte 1	0,00	0,0%	
Parte 2	3,87	28,9%	
Parte 3	3,11	23,2%	
Parte 4	6,40	47,8%	
Total [kg]	13,38	100,0%	
Ferro Metálico Total	4,6%		
Escória	95,4%		
FeO na Escória	32,8%		
Fe²⁺ na amostra	24,3%		

Tabela 54. Resultado obtido do processamento da escória In natura do forno 3.

In natura		Forno 3	
PESO INICIAL [kg]	340		
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO			
SUCATA RETIRADA [kg]	0,0		
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]	0,0		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO			
Peneiras (mm)		Ferro Metálico [kg]	
+ 12,5		0,9	
+ 6,3		2,2	
+4		0,7	
+2		1,3	
Total Parte 2 [kg]		3,8	
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM			
Amostra para Homogeneização [kg]	334,5		
Aliquota quarteada p/ moagem [kg]	1,00126	DENSIDADE ESPECÍFICA	
Fem retido após moagem [kg]	0,02230	6,86	g/cm ³
Total Parte 3 [kg]	7,4		
PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA			
Massa total [kg]	327,0		
Média obtida	3,7		
Total Parte 4 [kg]	12,1		
RESULTADO VIA ÚMIDA			
	%FeM	%FeT	
Amostra1	3,8	31,0	
Amostra2	3,6	30,8	
Média	3,7	30,9	
TOTAL OBTIDO			
	[kg]	[%]	
Parte 1	0,0	0,0%	
Parte 2	3,8	16,2%	
Parte 3	7,4	31,9%	
Parte 4	12,1	51,9%	
Total [kg]	23,4	100,0%	
Ferro Metálico Total		6,9%	
Escória	93,1%		
FeO na Escória	36,3%		
Fe²⁺ na amostra	26,3%		

Tabela 55. Resultado obtido do processamento da Recuperada d>5” do Forno 3.

Recuperada d>5”		Forno 3	
PESO INICIAL [kg]	266		
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO			
SUCATA RETIRADA [kg]	4,7		
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]	84,3		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO			
Peneiras (mm)		Ferro Metálico [kg]	
+ 25,6		7,5	
+ 19		3,8	
+ 12,5		5,2	
+ 9,6		4,9	
+6,3		5,0	
+ 4		4,7	
Total Parte 2 [kg]		31,0	
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM			
Amostra para Homogeneização [kg]	140,9		
Aliquota quarteada p/ moagem [kg]	1,05047	DENSIDADE ESPECÍFICA	
Fem retido após moagem [kg]	0,21950	6,30	g/cm ³
Total Parte 3 [kg]	29,4		
PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA			
Massa total [kg]	111,4		
Média obtida [%]	3,3		
Total Parte 4 [kg]	3,6		
RESULTADO VIA ÚMIDA			
	%FeM	%FeT	
Amostra1	3,2	30,1	
Amostra2	3,3	30,2	
Média	3,3	30,1	
TOTAL OBTIDO			
	[kg]	[%]	
Parte 1	84,3	56,8%	
Parte 2	31,0	20,9%	
Parte 3	29,4	19,8%	
Parte 4	3,6	2,5%	
Total [kg]	148,3	100,0%	
Ferro Metálico Total		57,9%	
Escória	42,1%		
FeO na Escória	35,7%		
Fe²⁺ na amostra	11,7%		

Tabela 56. Resultado obtido do processamento da Recuperada 1”<d<5” do forno 3.

Recuperada 1”<d<5”		Forno 3		PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA		
PESO INICIAL [kg]	363,6			Massa total [kg]	145,9	
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO				Média obtida [%]	3,6	
SUCATA RETIRADA [kg]	32,1			Total Parte 4 [kg]	5,2	
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]	68,7			RESULTADO VIA ÚMIDA		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO					%FeM	%FeT
Peneiras (mm)	Ferro Metálico [kg]			Amostra1	3,5	33,2
+ 25,6	19,2			Amostra2	3,7	33,3
+ 19	13,7			Média	3,6	33,2
+ 12,5	21,5			TOTAL OBTIDO		
+ 4	12,05				[kg]	[%]
+ 2	22,65			Parte 1	68,7	36,1%
Total Parte 2 [kg]	89,1			Parte 2	89,1	46,9%
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM				Parte 3	26,9	14,2%
Amostra para Homogeneização [kg]	172,9			Parte 4	5,2	2,8%
Aliquota quarterada p/ moagem [kg]	1,00091	DENSIDADE ESPECÍFICA		Total [kg]	189,9	100,0%
Fem retido após moagem [kg]	0,15595	7,22 g/cm ³		Ferro Metálico Total	57,4%	
Total Parte 3 [kg]	26,9			Escória	42,6%	
				FeO na Escória	39,5%	
				Fe²⁺ na amostra	13,1%	

Tabela 57. Resultados obtidos do processamento do Agregado 1”<d<2” do forno 3.

Agregado 1”<d<2”		Forno 3		PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA		
PESO INICIAL [kg]	293			Massa total [kg]	290,4	
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO				Média obtida [%]	2,4	
SUCATA RETIRADA [kg]				Total Parte 4 [kg]	7,1	
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]				RESULTADO VIA ÚMIDA		
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO					%FeM	%FeT
Peneiras (mm)	Ferro Metálico [kg]			Amostra1	2,3	28,8
+ 6,3	0,8			Amostra2	2,5	28,9
+ 4	0,1			Média	2,4	28,8
+ 2	0,7			TOTAL OBTIDO		
Total Parte 2 [kg]	1,6				[kg]	[%]
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM				Parte 1	0,0	0,0%
Amostra para Homogeneização [kg]	291,0			Parte 2	1,6	17,0%
Aliquota quarterada p/ moagem [kg]	1,00067	DENSIDADE ESPECÍFICA		Parte 3	0,5	6,0%
Fem retido após moagem [kg]	0,00189	7,21 g/cm ³		Parte 4	7,1	77,0%
Total Parte 3 [kg]	0,5			Total [kg]	9,2	100,0%
				Ferro Metálico Total	3,1%	
				Escória	96,9%	
				FeO na Escória	34,8%	
				Fe²⁺ na amostra	26,2%	

Tabela 58. Resultado obtido do processamento do Agregado d<1” do Forno 3.

Agregado d<1”		Forno 3	
PESO INICIAL [kg]	243		
RETIRADA DE MATERIAL ANTES DO PROCESSAMENTO			
SUCATA RETIRADA [kg]			
PARTE 1 _ CATAÇÃO MANUAL [kg]			
PARTE 2 _ BRITAGEM E PENEIRAMENTO			
Peneiras (mm)		Ferro Metálico [kg]	
+ 6,3		0,2	
+ 4		0,1	
+ 2		0,4	
Total Parte 2 [kg]		0,6	
PARTE 3 _ HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E MOAGEM			
Amostra para Homogeneização [kg]	241,8		
Alíquota quarteada p/ moagem [kg]	1,00203	DENSIDADE ESPECÍFICA	
Fem retido após moagem [kg]	0,02437	6,14 g/cm ³	
Total Parte 3 [kg]	5,9		
PARTE 4 _ ANÁLISE QUÍMICA			
Massa total [kg]	235,9		
Média obtida [%]	3,4		
Total Parte 4 [kg]	7,9		
RESULTADO VIA ÚMIDA			
	%FeM	%FeT	
Amostra1	3,2	27,6	
Amostra2	3,5	27,8	
Média	3,4	27,7	
TOTAL OBTIDO			
	[kg]	[%]	
Parte 1	0,0	0,0%	
Parte 2	0,6	4,4%	
Parte 3	5,9	40,7%	
Parte 4	7,9	54,9%	
Total [kg]	14,4	100,0%	
Ferro Metálico Total		6,0%	
Escória	94,0%		
FeO na Escória	32,3%		
Fe ²⁺ na amostra	23,6%		

Sabendo que:

$$\rho_T = \text{densidade Total da amostra}$$

$$\rho_{Aço} = \text{densidade do Aço}$$

$$\rho_{Esc} = \text{densidade da Escória}$$

E, admitindo:

$$\rho_{Esc} \leq \rho_T \leq \rho_{Aço}$$

$$m_T = m_{Aço} + m_{Esc} \therefore m_{Esc} = m_T - m_{Aço}$$

$$V_T = V_{Aço} + V_{Esc}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \therefore \quad V = \frac{m}{\rho}$$

$$\frac{m_T}{\rho_T} = \frac{m_{Esc}}{\rho_{Esc}} + \frac{m_{Aço}}{\rho_{Aço}}$$

$$\frac{m_T}{\rho_T} = \frac{m_T - m_{Aço}}{\rho_{Esc}} + \frac{m_{Aço}}{\rho_{Aço}}$$

$$\frac{m_T}{\rho_T} = \frac{m_T}{m_{Esc}} - m_{Aço} \left(\frac{1}{\rho_{Esc}} - \frac{1}{\rho_{Aço}} \right)$$

$$m_{Aço} = \frac{\frac{m_T}{\rho_T} - \frac{m_T}{\rho_{Esc}}}{\frac{1}{\rho_{Aço}} - \frac{1}{\rho_{Esc}}}$$

$$m_{Aço} = \frac{m_T \left(\frac{1}{\rho_T} - \frac{1}{\rho_{Esc}} \right)}{\frac{1}{\rho_{Aço}} - \frac{1}{\rho_{Esc}}}$$

$$\text{Teor de Fe (\%)} = \frac{m_{Aço}}{m_T} \times 100 = \frac{\left(\frac{1}{\rho_T} - \frac{1}{\rho_{Esc}} \right)}{\frac{1}{\rho_{Aço}} - \frac{1}{\rho_{Esc}}} \times 100$$

$$\text{Teor de Fe (\%)} = \frac{\frac{1}{\rho_{Esc}}}{\frac{1}{\rho_{Esc}} - \frac{1}{\rho_{Aço}}} \times 100 - \frac{100}{\frac{1}{\rho_{Esc}} - \frac{1}{\rho_{Aço}}} \times \frac{1}{\rho_T} \quad 3$$

Sendo :

$$A = \frac{\frac{1}{\rho_{Esc}}}{\frac{1}{\rho_{Esc}} - \frac{1}{\rho_{Aço}}} \times 100 \quad e \quad B = \frac{100}{\frac{1}{\rho_{Esc}} - \frac{1}{\rho_{Aço}}}$$

Tem-se :

$$\text{Teor de Fe (\%)} = A - B \times \frac{1}{\rho_T} \quad \text{Equação 1}$$