7 Referências Bibliográficas

- O. da Fonseca Martins Gomes, J. C. Alvarez Iglesias and S. Paciornik, "Classification of hematite types in iron ores through circularly polarized light microscopy and image analysis," *Minerals Engineering*, p. 7, 4 September 2013.
- [2] A. Benvindo da Luz, J. Alvez Sampaio e S. C. Alves França, Tratamento de minérios, Rio de janeiro: CETEM/MCT, 2010.
- [3] J. M. Mourão, "Estudo Prospectivo do Setor Siderúrgico," CGEE/ABM, Brasilia, 2008.
- [4] D. Barthelmy, "Mineralogy database," Webmineral, Janeiro 2015.[Online]. Available: http://webmineral.com.
- [5] A. R. Huamán De la Cruz, "Quantificação de ferro em minério de ferro por Espectrometria de Fluorescência de raios-X por dispersão de Energia," PUC, Rio de janeiro, 2013.
- [6] K. Soares Augusto, "Identificação Automática do Grau de Maturação de Pelotas de Minério de Ferro", DEQM/PUC-Rio, Rio de janeiro, 2012.
- [7] C. A. Gonçalves de Jesus, "Sumario Mineral," DNPM/MG, 2014.
- [8] T. de Carvalho Pires, "Siderurgia no Brasil 2010-2025," CGEE, Brasília, 2010.
- [9] R. Marlise, "Segmentação de grãos de hematita em amostras de minério de ferro por análise de imagens de luz polarizada," Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2008.
- [10] C. B. Vieira, C. A. Rosière, E. Q. Pena, V. Seshadri e P. S. Assis, "Avaliação técnica de minérios de ferro para sinterização nas siderúrgicas e minerações brasileiras: uma análise crítica," Revista Escola de Minas, 2003.
- [11] C. A. Rosière, H. Quade e H. Siemes, "Um modelo para a evolução microestrutural dos minérios de ferro do Quadrilátero Ferrífero. Parte II-Trama, textura e anisotropia de susceptibilidade magnética.," Geonomos, 1996.

- [12] C. A. Rosière, C. B. Vieiera, V. Seshadri e J. R. Chemela , "Classificação genética de minérios de ferro – problemas e vícios – Proposta de uma classificação tipológica para indústria.," Seminário de Redução de Minério, São Paulo, 1997.
- [13] F. Chemale Junior e L. Takehara, Minério de Ferro, São Paulo: Blucher, 2013.
- [14] S. Jewell and S. Kimball, Mineral Commodity Summaries, Reston: USGS, 2014.
- [15] C. Batista Vieira, F. G. da Silva Araújo, C. A. Rosiére, V. Seshadri y H. Coelho, «Enfoque geometalúrgico sobre el control de calidad del mineral de hierro en procesos de aglomeración y reducción,» Acero Latinoamericano, 2011.
- [16] Vale, "Características estruturais dos finos SECA,SECA, e ALEGRIA que compuseram pilhas de desempenho ruim e excelente na Usiminas," Relatório Interno, 1998.
- [17] J. C. Álvarez Iglesias, "Desenvolvimento de um sistema de microscopia digital para classificação automática de tipos de hematita em minério de ferro," PUC, Rio de janeiro, 2012.
- [18] M. W. Davidson, "Molecular Expressions: Optical Microscopy Primer," janeiro 2015. [Online]. Available: micro.magnet.fsu.edu.
- [19] S. Paciornik and M. H. de Pinho Mauricio, "Digital Imaging," Catholic University, Rio de janeiro, 2004.
- [20] J. C. Álvarez Iglesias, "Uma Metodologia para Caracterização de Sínter de Minério de Ferro: Microscopia Digital e Análise de Imagens," PUC, Rio de janeiro, 2008.
- [21] D. Turon Wagner, "Quantificação automática, por microscopia digital, do ferro metálico em briquetes autorredutores de minério de ferro," PUC, Rio de janeiro, 2012.
- [22] S. Paciornik, Notas de aula de Microscopia Quantitativa, PUC: Rio de janeiro, 2014.
- [23] A. Vianna Fontes, "Caracterização Tecnológica de Minério de Ferro Especularítico," UFRJ, Rio de janeiro, 2013.

- [24] O. da Fonseca Martins Gomes, "Processamento e Análise de Imagens Aplicados à Caracterização Automática de Materiais," PUC, Rio de janeiro, 2001.
- [25] O. da Fonseca Martins Gomes e S. Paciornik, "Caracterização quantitativa de minério de ferro por microscopia co-Localizda", Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração, São Paulo, 2009.
- [26] L. Gottesfeld Brown, "A Survey of Image Registration Techniques," Columbia University, New York, 1992.
- [27] O. da Fonseca Martins Gomes, "Microscopia Co-Localizada:Novas Possibilidades na Caracterização de minérios," PUC, Rio de janeiro, 2007.
- [28] D. G. Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints", International Journal of Computer Vision, Canada, 2004.
- [29] D. G. Lowe, "Object recognition from local scale-invariant features," International Conference on Computer Vision, Canada, 1999.
- [30] S. Paciornik, Notas de aula de Processamento Digital de Imagens, PUC: Rio de Janeiro, 2014.
- [31] B. Pascal and W. Thorsten, 27 July 2015. [Online]. Available: http://fiji.sc/Non_Local_Means_Denoise.
- [32] K. S. Deshmukh and G. N. Shinde, "An Adaptive Color Image Segmentation," Computer Vision Center, Barcelona, 2005.
- [33] R. Gonzales and R. Woods, Digital Image Processing, New Jersey: Pretice Hall, 2002.
- [34] D. Turon Wagner, "Caracterização automática de minério de ferro," PUC, Rio de janeiro, 2010.
- [35] S. Theodoridis and K. Koutroumbas, "Pattern Recognition," Academic Press, Burlington, 2009.
- [36] A. K. Jain, R. P. Duin and J. Mao, "Statistical pattern recognition: a review," IEEE Transactions on Pattern analysis and Machine Intelligence, 2000.
- [37] A. K. Jain, M. N. Murty and P. J. Flynn, "Data clustering: a review," ACM Computing Surveys, 1999.

[38] I. Witten, E. Frank and M. Hall, Data Mining, United States: Elsevier, 2011.

8.1. Resultados

8.1.1. Otimização da posição do subframe frame



Figura 8-1: Mosaico 5x5 *subframe*: (a) *framestart* não centrado; (*b*) *framestart* centrado.



Figura 8-2: Mosaico 6x4 *subframe*: (a) *framestart* não centrado; (b) *framestart* centrado.



8.1.2. Otimização do frame da Câmera

Figura 8-3: Mosaico 2x2 com full frame



Figura 8-4: Mosaico 5x5 *subframe* de 1292x976.



Figura 8-5: Mosaico 6x4 *subframe* de 1024x1024.



Figura 8-6: Mosaico 11x8 subframe de 512x512.



Figura 8-7: Mosaico 22x16 subframe de 256x256.

8.1.3. Análise Qualitativa do Método Analítico



Figura 8-8: Exemplo de Identificação de cristais em função das variações da imagem CPOL. (a) CPOL *full frame*; (b) CPOL *subframe*; (c) CPOL *subframe* saturada; (d) CPOL *subframe* saturadas NLM.



Figura 8-9: Exemplo de Identificação de cristais em função das variações da imagem CPOL. (a) CPOL *full frame*; (b) CPOL *subframe*; (c) CPOL *subframe* saturada; (d) CPOL *subframe* saturadas NLM.

8.1.4. Análise Quantitativa dos Resultados

| Mosaico 2 | Método Analítico | | | | Método Sintético | | | | | |
|-----------------------------|------------------|------|------|------|------------------|------|-----|------|--------|--------|
| | Gr | La | Lo | CoA | CoS | Ма | Мс | NC | CoS+NC | CoA+NC |
| Full frame | 16,8 | 6,2 | 20,7 | 43,6 | 54,1 | 29,1 | 7,7 | 36,9 | 90,9 | 80,5 |
| Subframe | 21,5 | 11,5 | 19,6 | 52,6 | 55,4 | 28,3 | 7,3 | 35,6 | 90,9 | 88,1 |
| Subframe saturada | 19,2 | 7,8 | 15,9 | 42,9 | 56,7 | 28,1 | 6,1 | 34,2 | 90,9 | 77,1 |
| Subframe saturada NLM | 22,1 | 14,4 | 18,5 | 54,9 | 58,4 | 25,8 | 6,8 | 32,5 | 90,9 | 87,4 |

Tabela 8-1: Fração de área das hematitas (%), para as 4 condições de aquisição CPOL.

Gr=Granular, La=Lamelar, Lo=Lobular, CoA=Compacta obtida pelo método analítico (Gr+La+Lo), CoS=Compacta obtida pelo método sintético, Ma=Martita, Mc=Microcristalina, NC=Não compacta (Ma+Mc)



Figura 8-10: Comparação entre as frações de hematita compacta obtidas pelos métodos sintético e analítico para o Mosaico 2.

Tabela 8-2: Contagem de partículas, para as 4 condições de aquisição CPOL.

| Mosaico 2 | Método Analítico | | | | | | | |
|------------------------|------------------|-----|----|-------|--|--|--|--|
| | Gr | La | Lo | Total | | | | |
| Full frame | 293 | 83 | 74 | 450 | | | | |
| Subframe | 345 | 138 | 57 | 540 | | | | |
| Subframe saturadas | 327 | 100 | 54 | 481 | | | | |
| Subframe saturadas NLM | 400 | 157 | 81 | 638 | | | | |

| Mosaico 3 | Método Analítico | | | | Método Sintético | | | | | |
|------------------------------|------------------|------|------|------|------------------|------|-------|--------|--------|------|
| WOSalco 5 | Gr | La | Lo | CoA | CoS | Ма | Mi NC | CoS+NC | CoA+NC | |
| Full frame | 19,0 | 10,0 | 9,4 | 38,3 | 43,6 | 42,1 | 3,9 | 46,0 | 89,6 | 84,3 |
| Subframe | 19,8 | 11,5 | 11,7 | 43,0 | 44,7 | 40,6 | 4,2 | 44,9 | 89,6 | 87,9 |
| S <i>ubframe</i> saturada | 16,7 | 9,4 | 7,0 | 33,0 | 46,8 | 39,0 | 3,8 | 42,8 | 89,6 | 75,9 |
| Subframe saturada NLM | 25,3 | 15,2 | 11,2 | 51,7 | 54,2 | 31,8 | 3,5 | 35,4 | 89,6 | 87,1 |

Tabela 8-3: Fração de área das hematitas (%), para as 4 condições de aquisição CPOL.

Gr=Granular, La=Lamelar, Lo=Lobular, CoA=Compacta obtida pelo método analítico (Gr+La+Lo), CoS=Compacta obtida pelo método sintético, Ma=Martita, Mc=Microcristalina, NC=Não compacta (Ma+Mc)



Figura 8-11: Comparação entre as frações de hematita compacta obtidas pelos métodos sintético e analítico para o Mosaico 3.

| Mosaico 3 | Método Analítico | | | | | | | |
|------------------------|------------------|-----|----|-------|--|--|--|--|
| MUSAICO J | Gr | La | Lo | Total | | | | |
| Full frame | 374 | 118 | 62 | 554 | | | | |
| Subframe | 360 | 148 | 59 | 567 | | | | |
| Subframe saturadas | 347 | 122 | 34 | 503 | | | | |
| Subframe saturadas NLM | 524 | 217 | 89 | 830 | | | | |

Tabela 8-4: Contagem de partículas, para as 4 condições de aquisição CPOL.