

Simulação de um circuito de britagem para a produção de areia de britagem a partir de brita 0 (zero) gnaíssica

Simulation of a crushing circuit for the production of crushed sand from 0 (zero) gnaíssica crushed stone

Recebimento dos originais: 26/09/2018

Aceitação para publicação: 30/10/2018

Luis Henrique Rossi Perácio

Pós Graduação Master Engenharia em Geotecnia pela Universidade do Estado de Minas Gerais

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais

Endereço: Avenida Laranjeiras, 314 - Bairro Baú, João Monlevade – MG, Brasil

E-mail: luisperacio@yahoo.com.br

Fernanda Figueiredo Duarte

Graduada Engenheira de Minas pela Universidade do Estado de Minas Gerais

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais

Endereço: Avenida Laranjeiras, 314 - Bairro Baú, João Monlevade – MG, Brasil

E-mail: fernanda.figduarte@gmail.com

Telma Ellen Drumond Ferreira

Mestra em Educação pela Universidad Camilo Cienfuegos - Cuba

Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade João Monlevade

Rua Albert Sharlé - 155/301 - Alvorada - João Monlevade - MG, Brasil

E-mail: telmaellen@hotmail.com

Eugênio Eustáquio Ferreira

Especialista em Gestão Ambiental pelas Faculdades Integradas de Jacarepaguá

Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade João Monlevade

Rua Albert Sharlé - 155/301 - Alvorada - João Monlevade - MG, Brasil

E-mail: eugenioferreira@gmail.com

Júnia Soares Alexandrino

Doutora em Universidade Federal de Minas Gerais

Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade João Monlevade

Rua Caju - Nº 80 - Bairro industrial - CEP: 35.930142 - João Monlevade - MG, Brasil

E-mail: juniaalexandrino@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho apresenta a simulação de um circuito de britagem para a produção de areia de britagem a partir de brita 0 (zero) gnáissica e avalia se a areia de britagem pode ser utilizada em substituição à areia natural na construção civil devido à indústria da produção de pedra britada buscar de maneira constante, alternativas de aproveitamento de subprodutos mais finos, oriundos da fragmentação das rochas. Esses novos produtos, no caso, as areias de britagem, além de representar aumento das receitas das empresas, corroboram para a redução do passivo ambiental devido às pilhas de estoques de finos, geralmente com mercado menor. A principal contribuição do trabalho se deve ao aproveitamento desses finos na construção civil e que a sua utilização contribuirá para a redução do uso da areia proveniente de rios.

Palavras-chave: Areia de Britagem; Brita 0; Construção Civil; Tratamento de minérios.

ABSTRACT

This work presents the simulation of a crushing circuit for the production of crushing sand from crushed sandstone and assesses whether sand crushing can be used instead of natural sand in construction due to the sand industry. Production of crushed stone to constantly seek alternatives to the use of thinner by-products from the fragmentation of rocks. These new products, in this case, crushing sands, in addition to representing an increase in company revenues, corroborate the reduction of environmental liabilities due to the stock of fines, usually with a smaller market. The main contribution of the work is due to the use of these fines in construction and that their use will contribute to the reduction of the use of sand from rivers.

Keywords: Sand Crushing; *Gravel 0*; Civil Construction, Mining process.

1 INTRODUÇÃO

A relevância do setor de agregados para a sociedade é destacada por estar diretamente ligada à melhoria na qualidade de vida da população. A indústria da construção civil é uma das maiores consumidoras de matérias-primas naturais, utilizando entre 20 a 50% dos recursos minerais. Isso se deve, principalmente, às indústrias de cimento e de beneficiamento de agregados (pedra britada e areia). A mineração de areia e brita está espalhada por todo o território nacional e é uma das mais importantes atividades extrativas do setor mineral brasileiro, devido ao volume produzido. Em 2010, cerca de 289 e 192 milhões de toneladas de areia e brita, respectivamente, foram produzidas pelo Brasil. Esses valores são comparáveis ao volume de produção do minério de ferro, 370 milhões de toneladas, principal produto mineral brasileiro (JUNIOR E FERREIRA, 2012).

Segundo Almeida e Luz (2009), os agregados representam as substâncias minerais mais utilizadas na indústria da construção civil e, portanto, são os produtos mais significativos em termos de quantidade consumida no mundo.

A brita, ou pedra britada, é um bem mineral que se caracteriza pelo uso in natura ou conjugada a outros insumos (cimento, asfalto, areia, etc.), utilizado na construção civil (HERRMAN, 2012). Para Almeida et al. (2005) e Silva (2012) brita é um material granular produzido pela indústria extrativa mineral que se caracteriza por apresentar dimensões e propriedades físicas, químicas e tecnológicas adequadas para uso como agregado graúdo na construção civil. A britagem das rochas gera basicamente cinco tipos de produtos: Pedra de Mão - 100 a 76mm; Brita 3 - 70 a 50 mm; Brita 2 - 50 a 25 mm; Brita 1 - 25 a 12,5 mm; Brita 0 - 12,5 a 4,8 mm; Pó de pedra - menor que 4,8 mm. Este último, também chamado de areia de britagem, é classificado, segundo a ABNT NBR NM 52 (2009), como a porção de agregado que passa na peneira de 4,75mm e fica retida quase totalmente na peneira de 75 μ m.

Estima-se que 90% da produção nacional de areia natural têm sido obtida a partir da extração em leitos e margens dos rios. A exploração de areia natural em aluviões, principalmente ao longo das margens dos rios, tem grande potencial de degradação, e, se não for realizado um bom projeto de recuperação de impactos ambientais, as cavas provenientes da retirada de areia tornam-se represa de água parada, local ideal para a proliferação de mosquitos, entre eles o *aedes aegypti*, atualmente o que mais tem causado doenças endêmicas. Por isso, a exploração de areia natural tem sido uma prática cada vez mais dificultada pelos órgãos ambientais responsáveis pela fiscalização do meio ambiente (ALMEIDA, 2002). Outro problema enfrentado pelo setor de areia e brita é a estocagem dos finos gerados no processo de beneficiamento (LIMA et al., 2005).

Os finos naturais, provenientes do desmonte de rochas nas pedreiras, e os finos gerados na etapa de britagem desses materiais, desde que devidamente processados, podem substituir a areia natural. Esta é uma prática comum nos Estados Unidos e em países da Europa. Na Região Metropolitana de São Paulo, 5 a 10% do mercado de areia já são supridos com finos de pedreiras de brita, com previsão de crescimento acelerado (DNPM, 2001). As areias, quando comparadas aos finos de pedreiras, tornam evidentes as diferenças, principalmente com relação à distribuição granulométrica, forma, textura e resistência mecânica das partículas.

Segundo Tonso (1994), o processamento adequado dos finos, visando à geração da areia de britagem com características adequadas para seu uso na construção civil, requer um processamento específico que visa, não somente à adequação do tamanho, mas também da forma e da integridade das partículas, permitindo a sua produção de forma competitiva e sustentável. Para Neto (1999), a areia de britagem deve preencher os seguintes requisitos tecnológicos: adequação da distribuição granulométrica, forma e textura superficial das partículas, resistência mecânica e estabilidade das partículas, ausência de impurezas. É importante salientar que a areia de britagem apresenta maiores vantagens em relação à areia natural por ser mais uniforme, facilitando sua utilização junto à

argamassa e ao concreto e por ser uma opção mais barata do que a natural em função do frete, visto que a sua produção pode ser realizada dentro da própria pedreira.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é simular um circuito de britagem para a produção de areia de britagem, a partir de amostra de brita 0 (zero), da região de João Monlevade/MG, e avaliar se a mesma pode ser utilizada em substituição à areia natural na construção civil.

3 METODOLOGIA

Foram coletadas amostras do tipo de brita 0 em depósitos de materiais de construção na cidade de João Monlevade, no estado de Minas Gerais. Para esse tipo de brita, o recomendado a ser coletado é aproximadamente, 40 quilogramas (Kg). Em laboratório, a amostra foi quarteada até apresentar 5 Kg, de acordo com a ABNT NBR NM26 (2001). O quarteamento mais indicado para grandes quantidades de minério é o tipo pilha alongada (ALMEIDA E LUZ, 2009). Em seguida, as amostras foram pesadas em balança de precisão e colocadas em estufas por 24 horas, em temperaturas de 105° a 110°C. Após a secagem, as amostras foram esfriadas à temperatura ambiente e pesadas novamente para a determinação de seu peso seco (ABNT NBR 248, 2003).

Para iniciar, toda a amostra de 5 kg foi colocada sobre a peneira de 75 milímetros (mm). O passante foi considerado agregado graúdo (ABNT NBR 7211, 2009) que foi analisado no estudo. Após esse procedimento, parte da massa analisada foi colocada em uma proveta graduada de 1000 mililitros (ml) para verificar seu peso e densidade.

O material peneirado nas malhas foi dividido em cinco partes (1 kg), para não ocorrer o entupimento das peneiras durante o peneiramento (ABNT NBR NM 248, 2003). O jogo de peneiras foi montado seguindo a sequência de abertura de malha: 12,5mm, 10,0mm, 9,5mm, 8,0mm, 6,3mm, 5,6mm, 5,0mm, e fundo para brita 0. O jogo foi colocado no peneirador vibratório suspenso, e ao ser ligado, contabilizados 15 minutos com o auxílio de um cronômetro (VALADÃO E ARAÚJO, 2012). O jogo de peneiras foi retirado do peneirador e pesado o retido em cada peneira, como também o fundo, e anotado em uma quarteamento anterior. Essa amostra foi fragmentada através do britador de mandíbulas. A massa fragmentada foi peneirada por uma peneira de 4,75 milímetros (mm) de abertura e o retido nesta peneira britado novamente até alcançar a granulometria menor que 4,75mm. Como fragmentação secundária, a massa que ainda permaneceu retida na peneira de 4,75 mm, sofreu o processo de moagem em um moinho de disco, até alcançar a granulometria adequada.

A massa planilha de campo (SÁTIRO E SIQUEIRA, 2013). Com os dados coletados, foi construída uma curva granulométrica que representa as porcentagens de material passante em cada malha específica.

Para a produção da areia de britagem foi utilizada uma alíquota de 5 kg separada do total de passante da peneira de 4,75mm foi homogeneizada por lona e quarteada no divisor de rifles, até alcançar uma alíquota de aproximadamente mil gramas (1000g), a qual foi peneirada no seguinte jogo de peneiras: 4,75mm, 2,36mm, 1,18mm, 600 μ m, 300 μ m, 150 μ m, 75 μ m e fundo (ABNT NBR 7211, 2009) no peneirador suspenso. Após essa etapa, foi realizada a construção de uma curva granulométrica para a areia de britagem, e uma tabela de massa retida e passante em cada peneira para a determinação do módulo de finura e dimensão máxima. Depois de peneirada, a amostra foi novamente homogeneizada pelo método de lona e quarteada no divisor de rifles para ser realizado a determinação das densidades real e aparente. Aproximadamente 100 gramas deste material foram utilizadas para os testes de picnometria para a determinação da densidade real, e outros 500 gramas para a determinação da densidade aparente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da coleta e análise dos dados anotados durante o desenvolvimento dos métodos supracitados com foco em chegar aos resultados desejados foi realizado quadros, gráficos e fluxograma que permitem uma melhor visualização e entendimento deste estudo.

Os resultados contabilizados estão demonstrados nos quadros de distribuição granulométrica da brita 0 (Quadro 1) e da areia de britagem (Quadro 2).

QUADRO 1: Distribuição Granulométrica da Brita 0.				
Malha (mm)	Massa Retida (g)	Retido Simples (%)	Retido Acumulado (%)	Passante Acumulado(%)
12,50	520	10,48	10,48	89,52
10,00	1300	26,21	36,69	63,31
9,50	300	6,05	42,74	57,26
8,00	1220	24,60	67,34	32,66
6,30	1080	21,77	89,11	10,89
5,60	200	4,03	93,15	6,85
5,00	140	2,82	95,97	4,03
Fundo	200	4,03	100,00	0,00
Total	4960	100,00		
Massa inicial:	5000			

FONTE: Pesquisa Aplicada (2016).

QUADRO 2: Distribuição Granulométrica da Areia de Britagem.				
Malha	Massa Retida (g)	Retido Simples (%)	Retido Acumulado (%)	Passante Acumulado(%)
4,75mm	52,20	5,23	5,23	94,77
2,40mm	528,00	52,93	58,17	41,83
1,40mm	167,80	16,82	74,99	25,01
600µm	94,50	9,47	84,46	15,54
300µm	56,30	5,64	90,11	9,89
150µm	36,00	3,61	93,71	6,29
75µm	32,60	3,27	96,98	3,02
Fundo	30,10	3,02	100,00	0,00
Total	997,50			
Massa inicial:	1004,50			

FONTE: Pesquisa Aplicada (2016).

Através destes quadros foi montado o gráfico da distribuição granulométrica da areia de britagem (Figura 1), observa-se que a distribuição granulométrica representada pela cor azul não se encontra, em todos os pontos, dentro dos limites inferiores e superiores estabelecidos pela norma da ABNT 7211 (2009).

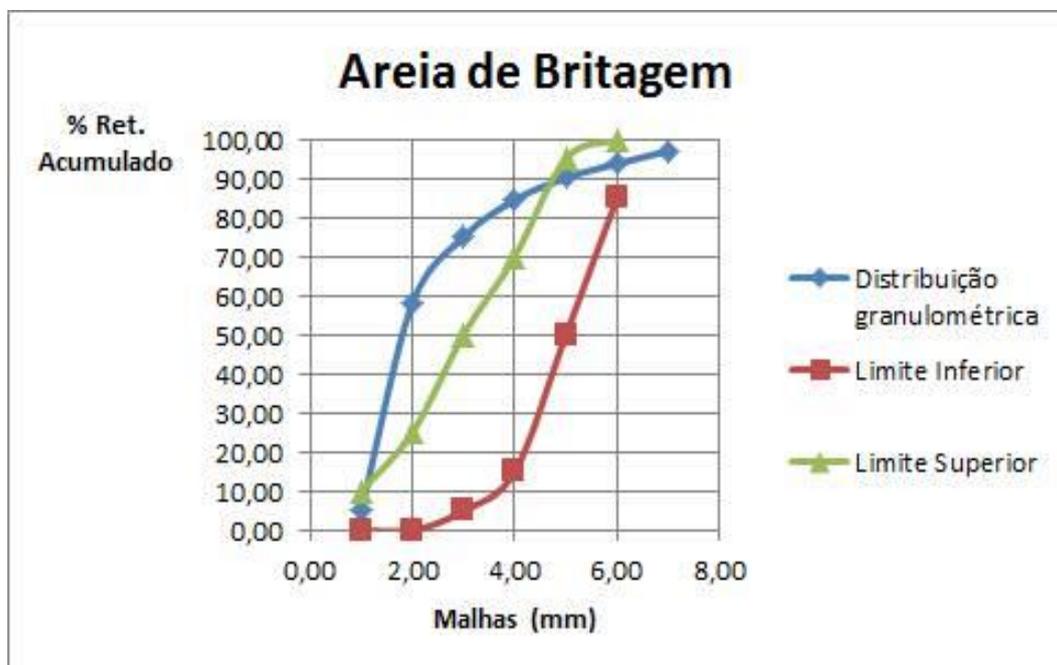


FIGURA 1: Gráfico da Distribuição Granulométrica da Areia de Britagem.

FONTE: Pesquisa aplicada 2016.

O Quadro 3 traz os resultados para a densidade real da areia de britagem para ensaios realizados através da picnometria, técnica que desconsidera os espaços vazios presentes na amostra,

apresentando valores que corroboraram com (SÁTIRO E SIQUEIRA, 2013) para densidades de areia naturais. . Sendo P1 o peso do picnômetro vazio, P2 é o peso do picnômetro + amostra, P3 é o peso do picnômetro + amostra + água e P4 o peso do picnômetro + água.

QUADRO 3: Resultados Parciais e a Média Final do Teste de Picnometria.					
TESTE	P1 (g)	P2 (g)	P3 (g)	P4 (g)	Densidade (g/cm ³)
1	33,293	58,804	100,068	84,983	2,447
2	44,564	70,942	115,656	100,32	2,453
3	33,384	59,186	100,13	84,62	2,432
Densidade Relativa (g/cm ³):					2,444

FONTE: Pesquisa aplicada 2016.

Na Figura 2, observa-se o fluxograma de beneficiamento feito em laboratório, para um circuito de britagem a partir da Brita 0 na produção de areia de britagem, circuito este utilizado no trabalho.

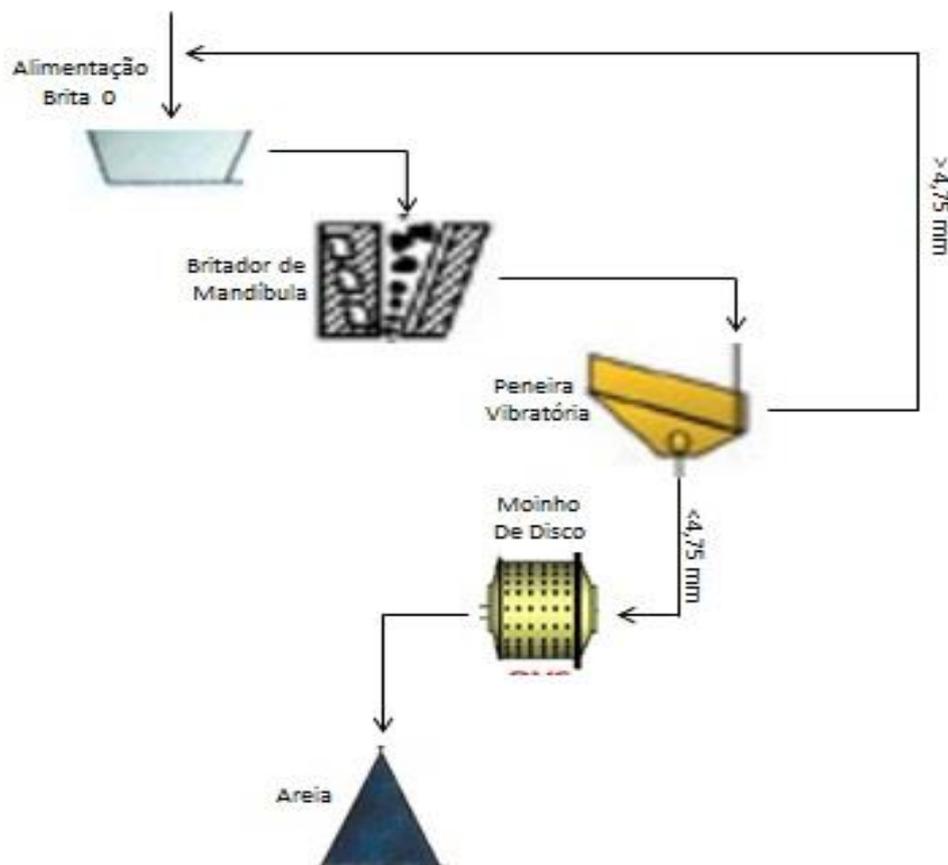


FIGURA 2: Fluxograma do Processo.

FONTE: Pesquisa aplicada 2016.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo atingiu seu objetivo principal que era mostrar a possibilidade de produzir areia de britagem em escala laboratorial a partir de amostras de brita 0, porém o produto deste beneficiamento não resultou em areias de britagem de acordo com a norma de ABNT 7211 (2009) em relação a distribuição granulométrica. Sua utilização mesmo em desacordo com as normas mas com mais estudos de caracterização, podem ser um alternativa ao uso de areias naturais em locais como: construção de pavimentos, blocos de concreto, e confecção de pré-fabricados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR NM 26: 2001: Agregados – Amostragem. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR NM 52: 2009: Agregados miúdos – Determinação de massa específica e massa específica aparente, 2. ed. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR NM 248: 2003: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: Agregado para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

ALMEIDA, L. M; LUZ, A. B. **Manual de Agregados para a construção civil**. Salvador: CETEM, 2009.

ALMEIDA, S. L.M; SAMPAIO. J.A.; SILVA. V. S. **Produção de areia artificial com base em finos de brita de granito**. Comunicação Técnica elaborada para o “I Congresso Internacional de Rochas Ornamentais – II Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais”, março, 2005.

ARAÚJO, A.C.; GALERY, R.; VALADÃO, G.E.S.; VIANA, P.R.M. **Fragmentação**. In: ARAÚJO, A.C.; VALADÃO, G.E.S. *Introdução ao Tratamento de Minérios*. Belo Horizonte: UFMG, 2007. cap.5. p.85-103.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM), **Sumário Mineral**. Brasília, 2001.

FERREIRA, D, H, O. *Principais Etapas do Tratamento de Minérios Itabiríticos do Quadrilátero Ferrífero*. Monografia de Graduação em Engenharia de Recursos Minerais, UFMG, 2011.

FIGUEIRA, H. V. O; LUZ, A. B; ALMEIDA, S. L. M. – Capítulo 04 – *Britagem e Moagem (Comunicação técnica elaborada para a 5ª edição do livro de Tratamento de Minérios)*. Rio de Janeiro: CETEM, 2010.

GÓES, M. A. C. de; LUZ, A. B. da; POSSA, M. V. *Amostragem (Comunicação técnica elaborada para a 5ª edição do livro de Tratamento de Minérios)*. Rio de Janeiro: CETEM, 2010.

HERRMAN, H. **Análise da cadeia produtiva de agregados minerais para obras de construção civil e de infraestrutura**. Relatório técnico 01, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, ABDI, 2012.

JUNIOR, C. A. F. F; FERREIRA, G. E. **Mercado de agregados no Brasil**. XX Jornada de Iniciação Científica. CETEM, 2012.

KELLY, E.G.; SPOTTISWOOD, D. J. *Introduction to Mineral Processing*. New York: Jhon Wiley & Sons, 1982.

LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A., ALMEIDA, S. L. M. **Tratamento de Minérios**. 4. ed revisada. Rio de Janeiro: CETEM, 2004.

NETO, C.S. **A importância dos conceitos tecnológicos na seleção dos agregados para argamassas e concretos**. Areia e Brita, nº 12, p. 26-28, 1999.

OLIVEIRA, M. L. M. de; AQUINO, J. A. de. *Capítulo 1 – Amostragem (Comunicação técnica elaborada para a o Livro Tratamento de Minérios: Praticas Laboratoriais)*. Rio de Janeiro: CETEM, 2007.

LIMA, R. C.; ALMEIDA, S. L. M. **Areia artificial**: uma alternativa para uso em construção civil. XIII Jornada de Iniciação Científica – CETEM, 2005.

SAMPAIO, S. J. A. e GOMES, F. A. N. – *Capítulo 02 – Determinação das densidades de sólidos e de polpas (Comunicação técnica elaborada para a 5ª edição do livro de Tratamento de Minérios)*. Rio de Janeiro: CETEM, 2010.

SAMPAIO, J. A.; DA SILVA, GOMES, F. A. N. Amostragem. Cap1. Tratamento de minérios e práticas laboratoriais. CETEM, 2007.

SÁTIRO, B. S.; SIQUEIRA, T. M. A. **Aspectos granulométricos das areias utilizadas em concreto para a construção civil na região do médio Piracicaba**. Monografia de Graduação. FaEnge, 2013.

SILVA, Gustavo Alexandre. **Diagnóstico do setor de agregados para construção civil na região metropolitana de natal - RN. 2012**. 193 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Mineral, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

Brazilian Applied Science Review

TONSO, S. **As pedreiras no espaço urbano: perspectivas construtivas**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas, 131 p. Campinas, 1994.

VALADÃO, E. S; ARAÚJO, A. C. D. **Introdução ao Tratamento de Minérios**. Belo Horizonte: UFMG, 2012.