

PRODUÇÃO DE AREIAS ARTIFICIAIS NA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

G. Lieberknecht¹, R.S. Paranhos² e R.O. Neto²

¹ Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Mineração (CSTM)

² Professor Adjunto da Unipampa (CSTM)

Universidade Federal do Pampa (Unipampa) – Av. Pedro Anunciação s/n – Caçapava do Sul – RS

RESUMO

Este trabalho de pesquisa de agregados para a construção civil vem sendo realizado num contexto de crescimento da economia, com aumento no consumo de agregados. Uma das preocupações com relação à qualidade das obras em concreto está associada à qualidade destes agregados, especificamente ao agregado miúdo, a areia natural. Este trabalho vai ao encontro de dois grandes problemas: i) o aumento dos custos do concreto com este aumento na demanda por areia natural e ii) a preservação ambiental.

Com relação aos custos, a areia natural é encontrada em áreas específicas de sedimentos, muitas vezes distantes do consumidor. É o caso da Região Noroeste do RS, onde a areia natural é trazida da Região Central do Estado, utilizando o modal de transporte viário ou ferroviário, contribuindo para o acréscimo nos custos. Já o ganho com a preservação ambiental, substituindo areia natural pela artificial, é evidente, pois se trata de um subproduto gerado pelas pedreiras de agregados para a construção civil, evitando o descarte de fração granulométrica menor que 0,075mm.

Um fator importante que permite a substituição de areia natural por pó de pedra como agregado miúdo na fabricação de concretos é a utilização de britadores de impacto tipo VSI. Estes britadores têm como principal característica superar a restrição quanto ao uso da areia artificial, a forma lamelar dos grãos, gerando partículas equidimensionais.

Através da realização de pesquisa relativa à produção de areias artificiais ligadas com suas características mineralógicas, o principal objetivo deste projeto que se inicia é o desenvolvimento de tecnologia, visando seu aproveitamento na construção civil, na fabricação de concretos. Esta primeira etapa de trabalho visou implantar modificações no *layout* da usina de britagem, especialmente a instalação de novos britadores, que proporcionam a produção de partículas com granulometria e forma de partículas de areia em conformidade com as normas vigentes.

PALAVRAS-CHAVE: Pó de brita; areia artificial; britador de impacto VSI.

1. INTRODUÇÃO

Devido à crescente urbanização, o consumo de agregados minerais para construção civil vem aumentando ano após ano. Conseqüentes a isso estão ocorrendo esterilização, degradação e restrição de importantes depósitos de areia. Neste contexto, exigências ambientais fazem com que áreas de extração, normalmente várzeas ou leitos de rios, se localizem distantes dos centros consumidores, tornando o preço final de venda do produto maior.

É o caso da Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, onde a areia natural é trazida da Região Central do Estado, utilizando o modal de transporte viário ou ferroviário, contribuindo para o acréscimo nos custos da construção civil na Região, em especial os de produção de concretos de cimento.

É na busca por um agregado substituto, mas com qualidade e características semelhantes às das areias naturais, é que surge uma importante linha de pesquisa: a areia artificial. Este trabalho inicial, realizado durante o mês de fevereiro de 2011, está focado nos trabalhos de adaptação das instalações industriais existentes, objetivando a produção de areia artificial.

2. CONTEXTO E OBJETIVO DO TRABALHO

O presente trabalho é a primeira fase de um grande estudo que tem como objetivo viabilizar a produção de areia artificial na Pedreira Monego, localizada no município de Cruz Alta/RS. O principal objetivo do projeto de pesquisa está baseado na substituição parcial ou total da areia natural pela areia artificial obtida através da fração fina do beneficiamento do basalto, a brita 0 (12,5 a 4,8 mm) e o pó de brita (- 4,8 mm). Nesta etapa do trabalho, foram feitos estudos de adequação da pedreira (equipamentos), e modificação de *layout*, inserindo novos britadores.

3. DADOS DA REGIÃO

3.1 Localização

A área de estudo do empreendimento encontra-se na região centro/norte do RS, a aproximadamente 450 km da capital gaúcha, com acessos pela BR – 158. O empreendimento situa-se em uma área rural denominada Três Capões no Distrito de Cruz Alta, a margem esquerda do Rio Ingaí.

3.2 Geologia

A pedreira encontra-se implantada na parte central de um derrame basáltico, sendo constituída por um afloramento de basalto, amigdalóides a vesiculares, em cota pouco abaixo da frente de lavra. Estruturalmente as rochas mostram intenso fraturamento de direção noroeste, com planos preenchidos por material argiloso ou silicoso. Os planos de falha são revestidos por hematita ou por produto de alteração de silicatos do tipo zeólitos.

A rocha beneficiada é um basalto afanítico a fanerítico granular fino cloritizado de cor fresca verde musgo, com manchas de cor vinho e fratura conchoidal.

3.3 Reservas e produção

A reserva estimada dentro da área licenciada é de aproximadamente 900.000 m³ de basalto *in situ*. De acordo com o PCA e RCA da Pedreira Mônico de Cruz Alta/RS a produção de brita nos quatro primeiros anos (2004-2008) foi de 2.250 m³/mês (estimativa). No ano de 2010 a produção de

brita foi de 294.030 mil/ton, sendo a maior produção ocorreu mês de março (28,679mil/ton) e a menor no mês de dezembro (10,944 mil/ton).

A produção esperada durante o ano de 2011 é semelhante a do ano anterior, manter uma média de 25 mil toneladas/mês. A produção de areia artificial na usina de beneficiamento é de 26 toneladas/hora. A areia atualmente é utilizada em camadas de sub-base asfáltica ou concreto asfáltico (CBUQ). Segundo empresas que utilizam a areia artificial em usina de asfalto instalada na área da pedreira, a qualidade deste material é superior a de outros fornecedores devido a suas partículas equidimensionais.

Além do CBUQ, a areia artificial é também usada em concreto de cimento. Neste contexto, um fator importante que contribui sobremaneira para a substituição de areia natural por pó de brita na construção civil é o preço. Estima-se que metro cúbico de areia natural é em torno de R\$ 24,00, enquanto o da areia artificial atinge, em media, R\$ 20,00 (Gazeta Mercantil, 2003).

4. PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE AREIA ARTIFICIAL

A primeira etapa que uma instalação de britagem passa a fim de produzir areia artificial a partir do pó de pedra é a alteração ou adequação de seus equipamentos da usina de beneficiamento. Foi necessário fazer um levantamento de toda a unidade de britagem: britadores, peneiras vibratórias, correias transportadoras, alimentadores vibratórios, entre outros. Com os dados disponíveis de tipo e capacidades de produção foi possível propor modificações no *layout* de britagem, além da inclusão de novos equipamentos. Ao final, foi possível coletar as primeiras amostras com objetivo de realizar testes de caracterização em laboratórios.

4.1 Modificações Realizadas

A área onde hoje está instalada a Pedreira da Mônego anteriormente havia sido parcialmente minerada pela empresa Cisusa - Companhia Industrial e Desenvolvimento Urbano de Cruz Alta. Esta antiga unidade de britagem possuía: um conjunto de britadores de mandíbulas Faço 6240 com motor de 40 CV; Rebritador Faço 9026 com motor de 40CV; Alimentador vibratório 90400; Correias transportadoras Faço de 20” com motorização; Peneira Vibratória Faço 400015-4 com motor de 10C.

Após a mudança de titularidade da Pedreira, a nova empresa, já interessada em produzir areia artificial a partir do pó de brita, modificou o *layout* de beneficiamento da Mina, empregando além dos equipamentos já instalados, um britador de mandíbulas 100x60, mais uma peneira Vibratória de 3 decks, e um britador de impacto OmniREMco SandMaz (VSI), visando reduzir a lamelaridade do agregado produzido, além de minimizar a geração de finos em excesso (Figura 1).

Recentemente com o objetivo de aumentar a produção da Pedreira foram substituídos do processo de beneficiamento dois britadores de mandíbulas, o 6240 e o Rebritador 9026, por um único britador, Britador Hydrocone Faço (Figura 2).

O britador Hydrocone foi inserido no processo de britagem devido a sua maior capacidade de produção (maior potência). Deste modo ele reduziu o tamanho das instalações (quantidades de máquinas), além de diminuir o tempo de manutenção na pedreira. O hydrocone além de ser um britador mais potente ele permite um melhor formato a partícula (cubicidade), e diminui a quantidade de finos.

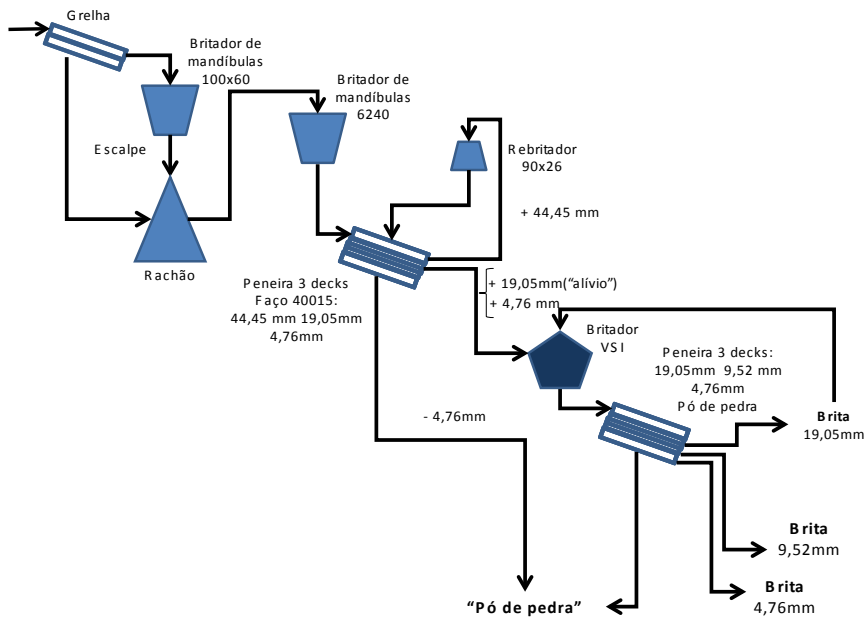


Figura 1: *Layout* antigo da unidade de britagem da pedra Mônego, Cruz Alta/RS.

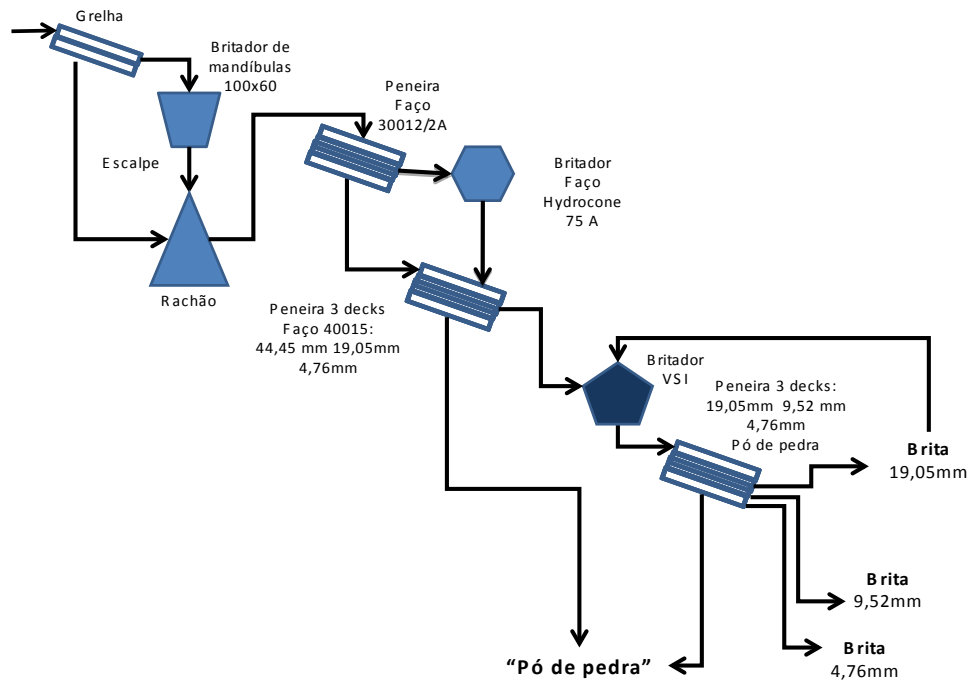


Figura 2: *Layout* novo da unidade de britagem da pedra Mônego, Cruz Alta/RS, adaptado para a produção de areia artificial.

Deste modo, o atual *layout* da usina de beneficiamento da Pedreira adaptada para a produção de em média 25 t/mês de areia artificial apresenta:

- um Alimentador Vibratório Faço 4090,
- um Britador Faço 100 X60 A,
- um Alimentador Vibratório 9090,
- uma Peneira Faço 30012/2 A,
- um Britador Faço Hydrocone,
- uma Grelha Vibratório,
- um Britador de impacto OmniREMco SandMaz, VSI.
- E 12 correias transportadoras.

Com efeito, as operações de beneficiamento da Pedreira são constituídas por britagem primária (britador de mandíbulas), secundária (britador Hydrocone) e terciária (VSI, Vertical Impact Shaft).

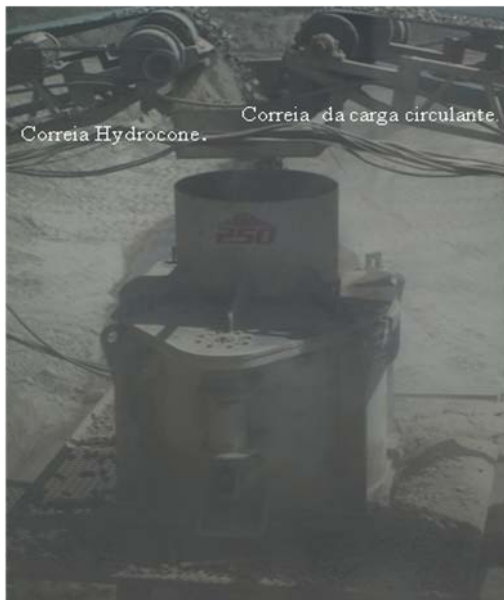
Devido à presença de material orgânico no pó de brita, constatou-se a necessidade de instalação no britador primário um sistema de lavagem da pedra, objetivando a diminuição de material pulverulento (partículas menores de que $75\mu\text{m}$). De acordo com Cabral (2007), no caso de ocorrer lavagem de agregados, as partículas menores são estritamente produzidas nas fases seguintes e são isentas de quaisquer impurezas anteriores, como o material oriundo do decapeamento, material orgânico, dentre outras impurezas. Quando não há lavagem, é comum a separação de bica corrida após a primeira britagem, onde o material é enviado diretamente para ser comercializado.

4.2 Implantação do britador VSI

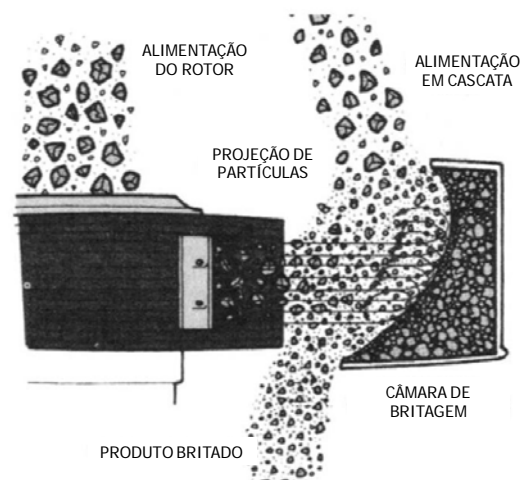
O britador recomendado na produção de área artificial é o impactador de eixo vertical, britador por impacto OmniREMco SandMax, VSI (Figura 3). Esse britador produz partículas normalmente dentro das especificações desejadas, isto é, partículas de formato cúbicas bem definidas.

O britador supera a principal restrição apresentada pela areia artificial, às dificuldades de trabalhabilidade do concreto, ou mesmo da argamassa, provocado pelo formato inadequado (laminar e alongado), das partículas finas do pó de pedra.

Desta forma o britador por impacto VSI proporciona uma maior qualidade ao concreto de cimento devido às características das partículas. De acordo com Menossi (2004) a NBR 6118:2003 estabelece o conceito de resistência característica, que incorpora técnicas de estatísticas ao dimensionamento e ao controle da qualidade do concreto. Portanto, um concreto com um agregado muito lamelar vai apresentar menor trabalhabilidade, o que já não acontece com um agregado mais cúbico, este faz com que o concreto fique mais trabalhável, pois seus grãos irão ter melhor interação, e conseqüente, apresentarão menor porcentagem de vazios no concreto.



(a) Visão geral do britador VSI



(b) Esquema do processo de britagem por impacto

Figura 3: Britador VSI, Pedreira Mônego, Cruz Alta/RS.

Conforme o fabricante do Britador VSI, a britagem da “rocha-contra-rocha” para todo tipo de material alimentado se obtém pela alta velocidade de transferência de energia que se inicia desde que a rocha alimentada entra no tubo de alimentação. Nesse ponto se move pela gravidade e quando o fluxo contínuo da entrada de fragmentos de rocha passa sobre a placa distribuidora central do rotor, ela se divide em múltiplas correntes diferentes que se chocam com força nas bordas de arraste das ondas autógenas do centro do rotor (Figura 3-b). A rápida aceleração atingida movimentam as partículas até a porta de saída do rotor onde a velocidade é ainda maior. Conforme vai passando através do rotor, o material vai sendo comprimido pelas crescentes forças G da rotação do Rotor. Este fluxo de rochas de múltiplas camadas é comprimido e pulverizado contra ondas revestidas de rocha que se formam e se mantém fixa nas paredes radiais do rotor. Sendo que a britagem entre fragmentos ocorre pelas múltiplas colisões e diversas forças que atuam em cada um dos pedaços de rochas em seu percurso através do rotor.

O modelo de britador utilizado na Pedreira de estudo é o modelo 250, 200HP, com a produção de 145 a 160 toneladas/hora. Uma previsão do que este equipamento pode produzir quando regulado é a seguinte:

Fração Fina:

- Pedra 3/8” (10 mm) = 81 a 86 toneladas/hora.
- Pedra 1/4 ”(6mm) = 67 a 72 toneladas/hora.
- 3/16 ” (4,8 mm) = 58 a 63 toneladas/hora.

Fração Média:

- 3/3” (10mm) =74 a 79 toneladas/hora.
- 3/4” (6mm) = 61 a 66 toneladas/hora.
- 3/16” (4,8mm) =52 a 57 toneladas/hora.

Devido à falta de informação na bibliografia sobre fração muito fina (dimensão nominal inferior a 0,075mm ou pó de brita), não obtivemos informações sobre a quantidade produzida por hora de areia artificial gerada pelo britador VSI. Estima-se que atualmente a pedreira esteja produzindo 26 toneladas/hora de pó de brita.

5. CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA

Após as mudanças de *layout* e implementação de novos equipamentos, foram coletadas seis amostras do pó de pedra na Pedreira durante o mês de fevereiro/2011. Todas as amostras coletadas foram quarteadas e estocadas juntas em um mesmo recipiente, totalizando dois quilogramas. Estas amostras serão utilizadas em testes de caracterização, ao longo do ano de 2011, conforme previsto no cronograma de projeto de pesquisa. Além disso, novas coletas de amostras durante o ano já estão previstas.

Seguindo o modelo preconizado por Cabral (2007), os testes que serão utilizados na caracterização do agregado miúdo têm como objetivo identificar sua granulométrica, a existência de torrões de argila e/ou materiais friáveis, existência de material pulverulento, impurezas orgânicas, teor de cloretos, teor de sulfatos solúveis, além da massa específica, massa unitária, absorção de água, inchamento, textura e índice da forma do grão.

Já no concreto fresco, serão realizadas as avaliações de abatimento do tronco de cone, teor de ar incorporado e massa específica. No concreto endurecido, ensaios de resistência a compressão, módulo de deformação, ensaios determinação de absorção de água por imersão aos 7, 28 e 91 dias, e ensaios de reação álcali-agregado.

6. CONCLUSÕES

A partir de uma densa pesquisa bibliográfica e das modificações sugeridas e implantadas no *layout* da usina de britagem, foram adquiridos dois novos britadores, o hydrocone e o de impacto, tipo VSI. Estes equipamentos propiciaram um aumento de produção, além da adequação da forma da partícula às normas vigentes, visando melhorar a trabalhabilidade dos concretos fabricados.

Este trabalho, ainda em seu estágio inicial, já forneceu indícios promissores de que há grandes chances de ocorrer à substituição total ou parcial da areia natural pela artificial (pó de brita), devido à utilização de equipamentos que produzem, nas quantidades suficientes, partículas equidimensionais no processo de britagem da pedra.

Por fim, uma nova etapa do estudo inicia-se, com previsão de término ao final de 2011. Após implantar e modificar o *layout* da pedra, a próxima fase será dedicada aos ensaios de caracterização de amostras, com objetivo de verificar as características de todos os agregados envolvidos, além de avaliar alterações na resistência à compressão axial do concreto.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa Mineração Mônego, em especial o Eng^o Paulo Monego, diretor industrial, e ao gerente da unidade industrial de Cruz Alta/RS, conhecido como “Primo”, pelo apoio logístico e suporte financeiro da estagiária Gabriela para a realização deste trabalho (bolsa de iniciação científica).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

Cabral, K.O. Influência da areia artificial oriunda da britagem de rocha granito-gnaisses nas propriedades do concreto convencional no estado fresco e endurecido. Dissertação Mestrado. Escola de Engenharia Civil. Universidade Federal de Goiás, 2007.

OMNI CS. Agregado de alto desempenho e baixo custo, Britador VSI Ominireno.

Tratamento de Minérios. 4^a Edição. CETEM – Centro de Tecnologia Mineral. CNPq/MCT, 2004.

Valadão, G.E.S. e Araujo, A.C. Introdução ao Tratamento de Minérios. Editora UFMG, 2007.

Wills, B. A. e Napier Munn, T. Wills' Mineral Processing Technology. An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral. Elsevier Science & Technology Books, 2006.

Menossi, R.T.. Utilização do pó de pedra basáltica em substituição à areia natural de concreto. Dissertação de mestrado, UNESP, 2004.