

# **AREIA ARTIFICIAL PARA USO EM CONSTRUÇÃO CIVIL**

**Leonard Silva dos Santos**

Bolsista PCI

**Salvador Luiz Matos de Almeida**

Coordenador do Projeto

## **Resumo**

Atualmente, devido às restrições ambientais, as areias nas grandes metrópoles estão sendo transportadas cerca de 150 km de distância, onerando muito o custo deste material. Com a construção de novos equipamentos (britadores de eixo vertical), areia artificial produzida a partir de finos de brita, começou a ser pesquisada como um substituto para a areia natural. Este trabalho conclui que a areia artificial produzida a partir de finos de pedreiras na Unidade Piloto do CETEM, tem características tecnológicas bem semelhantes a areia padrão utilizada em obras de construção civil.

### **1. Introdução**

Os agregados minerais para a indústria da construção civil no Brasil, geralmente, encontram-se em regiões geologicamente favoráveis a existência de reservas de boa qualidade. Uma característica fundamental inerente aos agregados é que a localização da jazida seja próxima ao mercado consumidor em função dos altos custos de frete, inexistindo desta forma o mercado internacional.

Em 2005, foram produzidos no Brasil 358 milhões de toneladas de agregados para construção civil e deste total, 212 milhões de toneladas foram de areia.

A crescente urbanização está levando a esterilização ou restrição de exploração de importantes depósitos. Além disso, as restrições ambientais dos órgãos responsáveis pela fiscalização do meio ambiente e pelo IBAMA à extração de areia realizada nas várzeas e leitos de rios está resultando na migração dos mineradores para locais cada vez mais distantes do mercado consumidor, o que onera o preço final do produto chegando a representar, segundo a ANEPAC – Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para a Construção Civil cerca de 75% do preço final da areia e 30% da brita.

O aumento médio de 12% no valor do frete no Brasil desde 2000, está fazendo com que os preços destes agregados aumentem cada vez mais. Para se ter a exata noção do problema, os mercados consumidores de São Paulo e Rio de Janeiro são abastecidos por locais que ficam em média 100 km de distância do mercado consumidor, aumentando muito o custo final do agregado.

Um outro problema enfrentado pelo setor de areia e brita é a estocagem dos finos. A britagem das rochas gera basicamente 5 tipos de produtos:

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.

Entretanto, desses produtos os únicos que encontram aplicações nobres na construção civil são as britas de 1, 2 e 3, sendo a brita 0 e o pó de pedra utilizados apenas em aplicações marginais. Desta maneira, esses finos ficam estocados em pilhas nas pedreiras e acabam gerando graves impactos sobre o meio ambiente devido, principalmente, à enorme geração de poeira. Estes finos devidamente processados podem vir a substituir a areia natural, porém, para isso, devem possuir algumas características tais como: distribuição granulométrica, forma e textura superficial adequadas, resistência mecânica, estabilidade das partículas e ausência de impurezas.

## 2. Objetivo

Desenvolvimento de um processo economicamente viável de obtenção de areia artificial com características adequadas para a construção civil, que contribua para a redução do consumo de areia natural.

## 3. Metodologia

Após aquisição/confecção dos equipamentos, montou-se uma unidade piloto. A rocha utilizada nos ensaios é de origem granítica proveniente das pedreiras localizadas na Região de Juiz de Fora (MG). Duas faixas de tamanho foram alimentadas ao circuito de britagem: 100% de brita 0 e 50% de brita 0 e 50% de pó-de-pedra.

Os ensaios de britagem foram realizados em um circuito fechado representado na (Figura 1), por um silo com capacidade de, aproximadamente, 2 m<sup>3</sup>, um alimentador de gaveta, um britador de eixo vertical VSI BARMAC, (modelo 3000), com capacidade nominal de 12t/h – com regulagem de abertura de fluxo por cascata, uma peneira vibratória com duplo deque entre (6 e 3mm) e quatro transportadores de correias que operam a velocidades de 1,6 m/s.

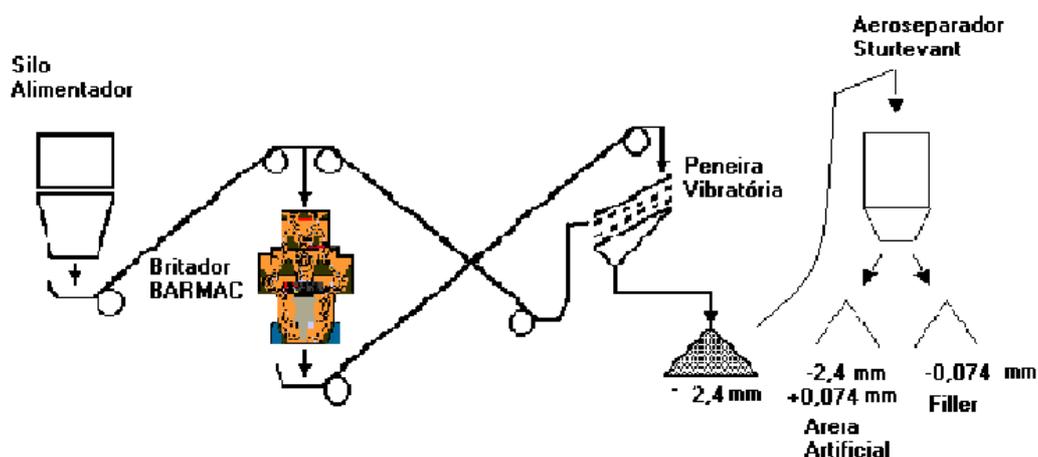


Figura 1 : Circuito de britagem usado nos ensaios

O resultado atingido após o processo de cominuição mecânica é o de partículas britadas com formato bastante cúbicos.

Durante todos os ensaios realizados a malha de classificação da peneira vibratória foi mantida numa abertura de 2,4 mm. Cada ensaio teve 4 produtos amostrados em tréplica: alimentação, produto Barmac, carga circulante e produto final.

Os produtos finais foram classificados no aeroseparador do tipo Sturtevant, com capacidade de 200 kg/h instalado na usina piloto do CETEM. Essa classificação gerou dois produtos. O primeiro, a fração mais fina, menor que 0,074 mm poderá ser usada na produção de argamassa. A segunda fração fica entre 0,074 mm e 2,4 mm e poderá ser utilizada como areia. Esse é o principal produto desejado que, no presente trabalho, estamos chamando de areia artificial.

A areia artificial obtida foi encaminhada ao Departamento de Engenharia Civil da COPPE–UFRJ, parceira do CETEM juntamente com o Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da COPPE–UFRJ na execução deste projeto, para que fossem feitos testes de trabalhabilidade com argamassas e concreto. Quanto ao formato das partículas foi utilizado um método bi-dimensional onde foram utilizados dois parâmetros: fator de forma e razão de aspecto. Esses testes foram realizados no Departamento de Engenharia Civil da COPPE–UFRJ. Em todos os ensaios foram usados como referência os resultados obtidos com a areia padrão IPT.

#### 4. Resultados

Análises granulométricas dos ensaios

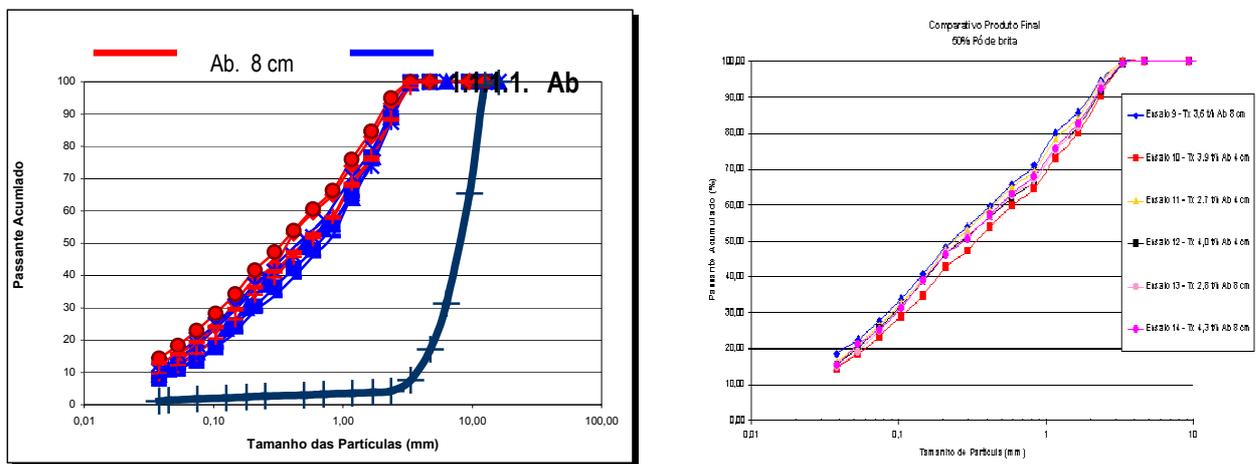


Gráfico 1: Análises granulométricas dos ensaios realizados na Unidade Piloto com alimentação: 100% brita 0 (esquerda) e 50% de brita 0 e 50% de pó de pedra (direita).

No início das análises detectou-se que os ensaios realizados com alimentação de brita 0 + pó de pedra apresentaram resultados muito ruins. Desta maneira, abandonou-se esses resultados e concentrou-se os

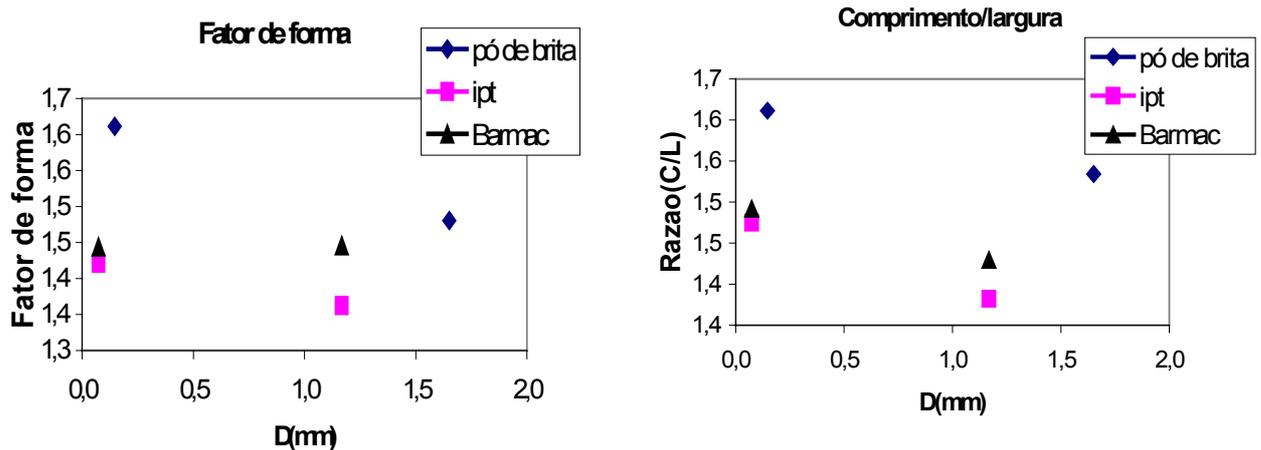
esforços nos ensaios que haviam apresentado bons resultados (brita 0). As curvas dos ensaios referentes às análises granulométricas estão separadas de acordo com a abertura do rotor de 4 cm e rotor de 8 cm (Gráfico 1)

### Formato das partículas

As duas medidas utilizadas para avaliar o formato das partículas foram a razão de aspecto e o fator de forma, também chamado de esfericidade. Para esses cálculos utilizou-se uma metodologia bidimensional que permitiu obter os valores desejados de maneira muito rápida e bastante próxima da metodologia tridimensional. Eles são

calculados por meio das equações e  $RA = \frac{\text{Comprimento}}{\text{Largura}}$ . Para esses dois parâmetros o valor ideal é 1.

Os Gráficos 2 e 3 a seguir mostram uma comparação entre os valores medidos de fator de forma e razão de aspecto do pó de pedra puro como sai da separação na pedreira, do produto Barmac e da areia padrão do IPT.



Gráficos 2 e 3: Comparações do fator de forma e razão de aspecto

Percebe-se claramente que o produto gerado pela cominuição no britador se assemelha muito à areia padrão do IPT.

### Ensaio em argamassa

Foram feitos ensaios em argamassa com areia artificial com determinação dos índices de trabalhabilidade e resistência a compressão, onde ficou comprovado que a areia artificial apresentou resultados similares a areia natural.

### Comparação da areia artificial com curvas de areia padrão da ABNT

A areia padrão da ABNT possui limites mínimos e máximos para cada fração granulométrica. Sendo assim, realizando uma comparação entre esses limites e as curvas dos 3 ensaios de classificação realizados com haletas na posição de 30°, poderemos identificar qual das três taxas de alimentação será a melhor para gerar a areia artificial com a fração de finos desejada.

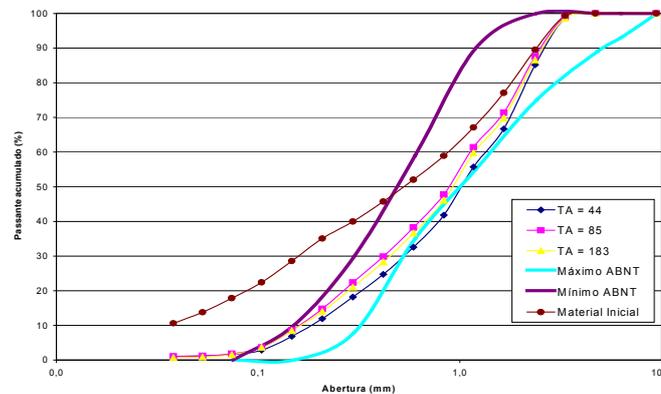


Gráfico 4: Comparação entre areia padrão ABNT e areia artificial produzida na unidade piloto

No Gráfico 4, pode-se perceber que, para uma posição das haletas de 30°, a taxa de alimentação que apresentou os melhores resultados foi a de 85 kg/h. Verifica-se também pelo gráfico que após a passagem da areia artificial pelo aeroseparador a mesma fica dentro dos limites padrões da ABNT.

## 5. Discussões e Conclusões

- Como era previsto o aumento na abertura do rotor e da taxa de alimentação levaram a um aumento na produção de finos. Os ensaios realizados com alimentação de 50% de pó de pedra e 50% de brita 0 apresentaram mais finos do que os ensaios somente com brita 0 independente da abertura do rotor, sendo assim, conclui-se que não é válido utilizar, para a produção de areia artificial, uma alimentação que já contenha uma alta proporção de pequenas partículas, pois isso acarretará numa maior presença de material menor que 0,074 mm na areia artificial após a classificação.
- Quanto à forma das partículas, observa-se claramente uma melhoria no resultado. Comparando-se o pó de brita com o produto Barmac (como é visto nos Gráficos 2 e 3), vê-se que este último tem fator de forma e razão de aspecto muito mais próximos da areia padrão do IPT que o primeiro. Isso leva à conclusão de que o britador VSI modelo Barmac 3000 utilizado no circuito de britagem realmente tornou as partículas mais arredondadas como era desejado.
- Após ensaios com o aeroseparador as curvas granulométricas das areias artificiais produzidas ficaram dentro das de areia padrão da ABNT.
- Foram comparados o desempenho da areia artificial com areia natural (padrão) e os finos naturais na fabricação de argamassa e obteve-se os seguintes resultados:

Trabalhabilidade       Areia Artificial < 8 % Areia Natural  
Pó de Pedra < 15 % Areia Natural

Resistência à Compressão       Areia artificial > 12 % Areia Natural  
Pó de Pedra < 11 % Areia Natural

- Das 6 pedreiras estudadas duas já estão produzindo areia artificial. Com a retomada do desenvolvimento no país, a demanda de areia tende a acelerar, e assim sendo um investimento para produzir areia artificial tornar-se atraente.

## 6. Agradecimento

A FINEP / CT mineral pelos recursos do projeto e ao CNPQ pela bolsa PCI.

## Bibliografia Consultada

Almeida, S. L. M. e Sampaio, J. A. Obtenção de Areia Artificial com Base em finos de Pedreiras. Revista Areia & Brita, out/dez de 2002.

ALMEIDA, S. L. M. Aproveitamento de rejeitos de pedreiras de Santo Antônio de Pádua, RJ para produção de brita e areia. Tese de Doutorado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Minas, 118p. São Paulo, 2000.

ALMEIDA, S.L.M.; DAVID.T.A .; CUNHA, E.R.; TAVARES, L.M.M. Produção de areia artificial em usina piloto na Pedra Sul Mineração. XX ENTMME. Florianópolis – SC. 2004, v.1, pp.105-112.

ALMEIDA, S.L.M.; CUNHA, E.R.; TAVARES, L.M.M. Desempenho do classificador pneumático Sturtevant na produção de areia artificial. XX ENTMME. Florianópolis – SC. 2004, v.1, pp. 241-248.

ALMEIDA, S.L.M.; SILVA, V.S. Produção de Areia Artificial em uma pedreira do Rio de Janeiro – Brasil. VII Jornadas Argentinas de Tratamiento de Minerales. Buenos Aires, Argentina. 2004. pp. 265-274.

VALVERDE, F.M. (2006). Sumário Mineral 2007. Agregados para a construção civil, pp.32-33. Disponível em URL: [www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br). Acesso em dezembro/2007.