



## **APROVEITAMENTO DOS FINOS DE PEDREIRA DO MUNICÍPIO DE TRACUATEUA/PA – CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA**

**Jaime Henrique Barbosa da Costa<sup>1</sup>, Diego Costa Correia Silva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia de Minérios – IFPA. e-mail: jhcosta@ig.com.br

<sup>2</sup> Graduando em engenharia de materiais – IFPA. Bolsista cnpq. e-mail: diego.dccs@gmail.com

**Resumo:** no intuito de melhorar o aproveitamento de resíduos e abrandar impactos, este estudo dedicou-se a caracterização de finos de pedra, oriundos do processo de britagem, avaliando aplicações futuras. O acúmulo de resíduos durante o processo de cominuição do agregado graúdo, aliado ao intemperismo ao qual é exposto, ocasiona riscos ao bem estar social e ambiental. Extraídos do município de Tracuatéua – PA, localizado no nordeste do estado do Pará cerca de 170 km da capital, os finos de pedra, tem sido motivo de pesquisas, todas com objetivo em comum: encontrar uma finalidade adequada para o material. O importante é empregar estes finos de maneira ambientalmente correta, economicamente viável e socialmente justa. Os ensaios de caracterização, tais como, análise granulométrica, difração de raios-X e análise petrográfica quantitativa, basearam-se nas normas da ABNT. Constatando-se o possível uso de finos de pedra como agregado miúdo no mercado da construção civil.

**Palavras-chave:** finos, caracterização tecnológica, impactos ambientais

### **1. INTRODUÇÃO**

A construção civil é um dos principais consumidores de agregados no mundo. Sua classificação é feita de acordo com a granulometria dos grãos. A norma NBR 7211 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabelece que passantes da peneira 4,8mm e retidos na 0,075 mm são agregados miúdos (areias), e passantes da peneira 152 mm e retidos na 4,8 mm são pedregulhos, brita e seixo, denominados agregados graúdos.

O material em questão são areias resultantes da britagem, processo de cominuição de brita para fins de controle granulométrico e facilidade de transporte. Segundo Cuchierato (2000), esta areia artificial, obtido em pedreiras a partir de instalações de beneficiamento a úmido, tem granulometria entre 4,8 mm e 0,074 mm, com composição variável.

A estocagem destes finos é o principal problema do processo. Nas pedreiras, estes finos não possuem aplicação alguma, sendo então, estocados em áreas sujeitas ao intemperismo. Surgem assim, diversos problemas, tais como: geração de poeiras, alteração da paisagem, com assoreamento de rios e lagos e até comprometimento de lençóis freáticos.

Neste contexto, com o intuito de fornecer um melhor aproveitamento dos finos e redução de impactos, é importante estudar uma finalidade adequada para este material, cumprindo requisitos de viabilidade financeira, social e ambiental.

O município de Tracuatéua situa-se a nordeste do Estado do Pará, distante cerca de 170 km da capital. Possui em seu território uma pedra que contribui para o desenvolvimento de sua economia, que está



baseada na agricultura, pecuária e turismo. A rocha existente na região, comercializada na forma de brita, é uma rocha ígnea, plutônica, ácida, de granulção média denominada de granito.

Este trabalho tem intuito de caracterizar, por meio de Difração de Raios - X E Análise Granulométrica, os finos de pedra descartados em Tracuatéua. Os resultados iniciais indicam a possibilidade de uso desses finos de pedra como agregado miúdo na construção civil.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A produção brasileira de agregados naturais em 1999 foi de 215 milhões de metros cúbicos, dos quais 127,2 milhões são representados por areias (D' Agostinho et al., 2003). Segundo Bispo (2003), em 2001 foi produzido no Brasil 399 milhões de toneladas de agregados para construção civil, sendo que 236,1 milhões de toneladas foram de areia. O mesmo autor afirma que São Paulo comanda 33,2% da produção nacional, seguido de Minas Gerais (11,1%), Paraná (9,7%), Rio de Janeiro (8,6%), Rio Grande do Sul (6,7%) e Santa Catarina (3,8%). A tabela 1 mostra a produção nacional de agregados nos anos de 2002 a 2007.

**Tabela 1 – Produção nacional de agregados.**

Bem mineral	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Areia (10 <sup>6</sup> )	240,8	214,1	201,0	238,0	255,0	279,0
Brita (10 <sup>6</sup> )	189,8	168,8	187,0	172,0	199,0	217,0
Total (10 <sup>6</sup> )	430,6	382,9	388,0	410,0	454,0	496,0

Fonte: DNPM; Densidade: areia – 1,64 ton/m<sup>3</sup>; Rocha Britada – 1,8 ton/m<sup>3</sup>

A relação entre produção e preço é algo muito discutido, pois o produto, pedra britada e areia, são materiais de baixo custo e que atualmente estão se tornando mais caros, devido a vários fatores econômicos, sociais e ambientais.

As pedreiras apesar de conseguirem atuar de maneira legal nos interiores, não conseguem operar com os mesmos custos de outrora, já que estão mais distantes dos maiores centro consumidores (neste caso, as metrópoles), acarretando desta forma no encarecimento do produto final, em virtude, principalmente, do preço do transporte.

Os problemas de ordem financeira, apesar de ser também um agravante para a retirada das pedreiras dos grandes centros urbanos, não são os únicos, outro fator é justamente os impactos ambientais que se tornaram o grande entrave para aumentar ainda mais a distância centro produtor e consumidor.

Costa (2005) discutiu as aplicações dos finos oriundos de Tracuatéua situado na mesorregião nordeste do Estado do Pará cerca de 160 km de Belém, sendo que dentre as principais atividades econômicas da população do município está presente a mineração com a extração de granito realizada a mais de 50 anos, sendo a principal riqueza do município. Esta extração resulta em um sério problema ambiental devido a maneira inadequada como os resíduos das pedreiras são estocados.



O agregado miúdo de pedra britada é o material residual, resultante da obtenção do agregado graúdo de pedra britada. Este material é mais conhecido como pó de pedra ou areia artificial, NBR-9935 (ABNT, 1987b). Nas pedreiras, as rochas (granitos, gnaisses, basaltos, calcários, entre outras) ao serem cominuídas em circuitos de britagem terciária ou quaternária, visam à produção de agregados para a construção civil.

Neste contexto, é de suma importância a caracterização tecnológica dos finos de pedreira para uso como agregado na construção civil para com isso diminuir os impactos ambientais causados pela estocagem dos mesmos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Materiais

As amostras de finos de pedreira utilizadas foram coletadas no município de Tracuatéua localizado no nordeste do Estado do Pará. Estes finos são produzidos pela britagem de rocha de origem granítica na obtenção de brita e encontram-se armazenados em pilhas no pátio de estocagem da pedreira.

#### 3.2 Métodos

Amostragem: A execução do trabalho exigiu a coleta de amostras dos finos de pedreira da usina de beneficiamento. As amostras foram coletadas segundo a norma NBR NM 26 / 2001: Agregados – Amostragem.

Preparação das amostras: As amostras passaram por etapas de preparação, buscando obter a representatividade desejada do material global de onde foram retiradas (homogeneização, quarteramento e armazenamento adequado) de acordo com a norma NBR NM 27 / 2001: Agregados – Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório.

Análise granulométrica: Duas alíquotas, previamente quarteradas e homogeneizadas, com massa mínima de 500g, foram submetidas à análise granulométrica de acordo com a norma NBR NM 248 / 2003 : Agregados – Determinação da composição granulométrica, que prevê para a série normal as peneiras de aberturas 9,5 / 6,3 / 4,75 / 2,36 / 1,18 / 0,6 / 0,3 / 0,15 em milímetros. Os ensaios de peneiramento foram realizados no Laboratório de Beneficiamento de Minérios da Coordenação de Mineração do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA.

Determinação do módulo de finura (MF): Este parâmetro é definido como sendo a soma das porcentagens retidas acumuladas em massa de um agregado, nas peneiras da série normal, dividida por 100 (NBR NM 248/2003). A norma NBR 7211/ 2005: Agregados para Concreto diz que o MF da zona ótima da distribuição granulométrica do agregado miúdo varia de 2,20 a 2,90. O MF da zona utilizável inferior varia de 1,55 a 2,20 e da zona utilizável superior varia de 2,90 a 3,50.

Determinação da dimensão máxima característica: Além da distribuição granulométrica e do módulo de finura, a análise granulométrica permite obter um outro parâmetro de interesse, a dimensão máxima característica dos fragmentos, que de acordo com a NBR NM 248 /2003 é uma grandeza associada à distribuição granulométrica do agregado, correspondente à abertura nominal, em mm, da malha da peneira da série normal ou intermediária, na qual o agregado apresenta uma % retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa.

Determinação do material fino que passa através da peneira 75  $\mu$ m, por lavagem (material pulverulento): A determinação deste parâmetro foi realizada conforme a norma NBR NM 46 /2003.

Pretende-se ainda determinar os seguintes parâmetros tecnológicos: Composição mineralógica, forma e textura superficial dos grãos, massa específica, massa unitária, umidade superficial, teor de argila em



torrões e materiais friáveis, impurezas orgânicas e absorção de água, através dos procedimentos de ensaio normalizados pela ABNT para agregado miúdo.

Agregados – Análise petrográfica de agregado para concreto - Parte 1: Agregado miúdo: Identificar e contar os componentes (minerais e rochas) inócuos, deletérios, matéria orgânica, potencialmente deletérios e friáveis constituintes do agregado. Avaliar a forma dos grãos. Identificar potencialidade de uso em concreto.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Distribuição Granulométrica e Módulo de Finura

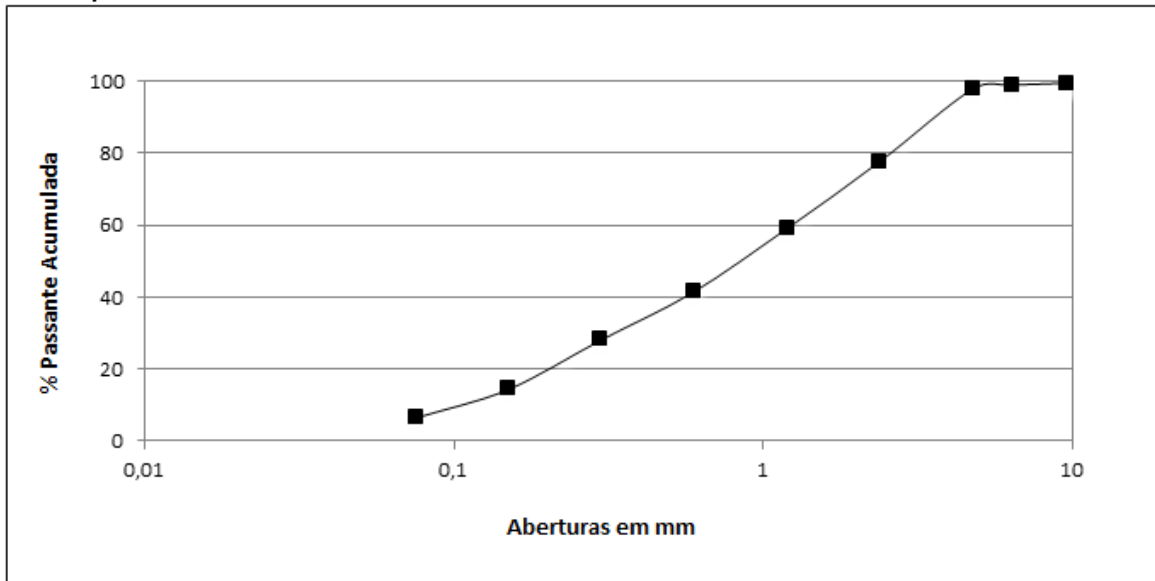
**Tabela 1: Resultado da distribuição granulométrica e do módulo de finura dos finos de pedreira.**

Abertura (mm)	% Retido	% Retido Acumulado	% Passante Acumulado	Módulo de Finura	Dimensão Máxima característica (mm)
9,52	0,17	0,17	99,83	2,8018	4,76
6,35	0,45	0,62	99,38		
4,76	1,1	1,72	98,28		
2,38	20,2	21,92	78,08		
1,19	18,65	40,57	59,43		
0,59	17,75	58,32	41,68		
0,297	13,25	71,57	28,43		
0,149	13,72	85,29	14,71		
0,075	7,85	93,14	6,86		
-0,075	6,86	100	0		
Total	100				

Foi constatado que os finos de pedreira atendem as especificações para uso como agregado miúdo em concreto, segundo a norma NBR 7211/ 2005: Agregados para concreto – Especificação, devido sua curva granulométrica encontrar-se dentro da zona ótima, bem como seu módulo de finura.

A mesma norma diz que o material fino que passa através da peneira 75 µm por lavagem, também chamado de material pulverulento, indicado para concreto quando submetido ao desgaste superficial não deve ultrapassar 3% da quantidade máxima relativa da massa do agregado miúdo, já para o concreto protegido do desgaste superficial não pode ultrapassar 5%.

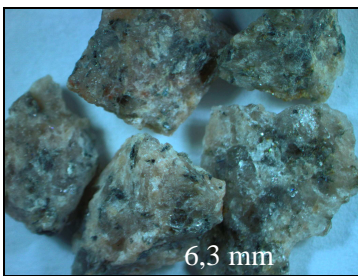
Porém, quando este material for constituído totalmente de grãos gerados durante a britagem de rocha, tais valores podem ter seus limites alterados de 3% a 10% e de 5% a 12% respectivamente, desde que seja possível comprovar, por apreciação petrográfica realizada de acordo com a ABNT NBR 7389, que os grãos constituintes não interferem nas propriedades do concreto.



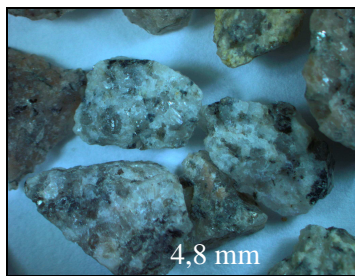
**Figura 1: Curva granulométrica dos finos de pedreira**

#### 4.2 Análise Petrográfica quantitativa e Difração de Raio-X

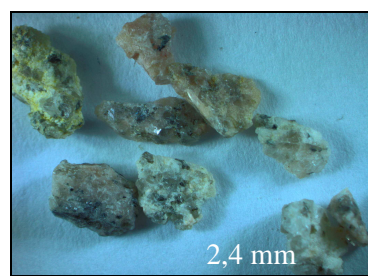
As figuras (1, 2, 3, 4, 5, 6), representam parte das amostras que passaram pelo peneiramento e auxiliam bem como a figura 7, do difratograma, que essa rocha é constituída em sua maioria por quartzo, feldspato e mica. O que vêm a facilitar na identificação do tipo de grão, nesse caso, grãos inócuos, isto é, constituídos por minerais que não reagem em contato com a pasta de cimento, não perdendo suas propriedades, e apresentam resistência físico-mecânica adequada.



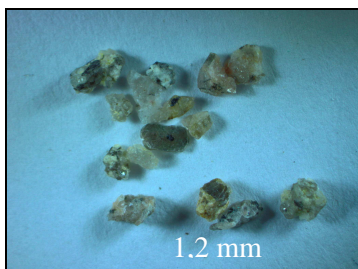
**Figura 2: abertura 6,3 mm**



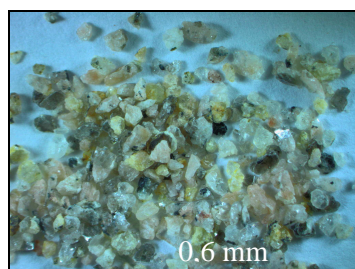
**Figura 3: abertura 4,8 mm**



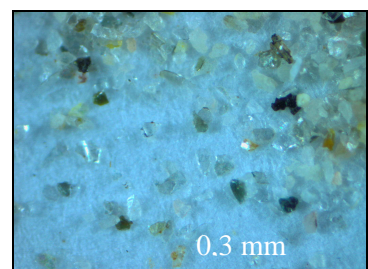
**Figura 4: abertura 2,4 mm**



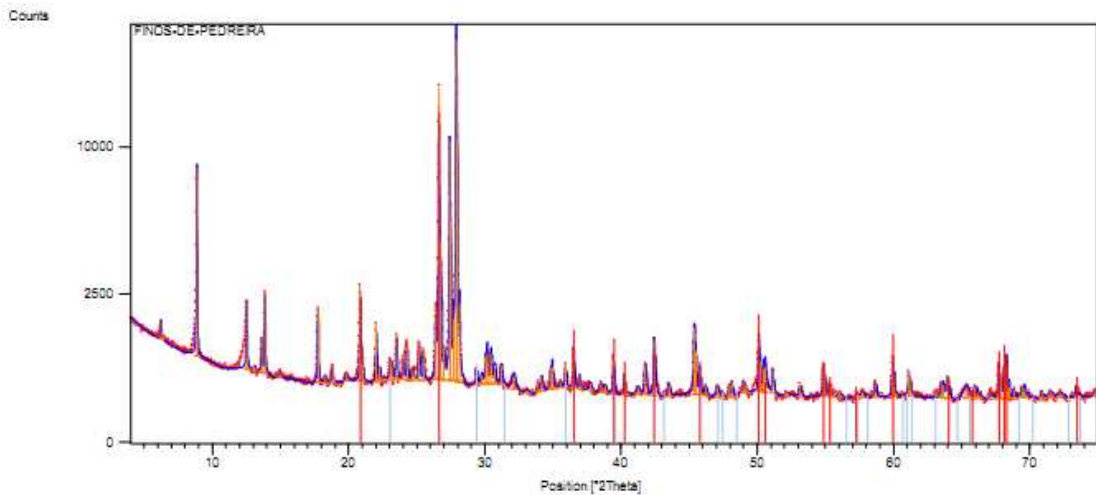
**Figura 5: abertura 1,2 mm**



**Figura 6: abertura 0,6 mm**



**Figura 7: abertura 0,3 mm**



**Figura 8: Difratograma do Finos de pedra**

Além de apresentarem predominantemente grau de esfericidade baixo, assim como grau de arredondamento subanguloso e superfície rugosa. Logo, com estas características apresentadas após seguir a norma ABNT NBR 7389, pode-se deduzir a apreciação de tais amostras em uso em concreto.

## 6. CONCLUSÕES

Tomando como base os resultados obtidos, pôde se concluir que existe a possibilidade de se aproveitar os finos de pedra do município de Tracuatéua – PA como agregado miúdo para o uso na construção civil. É claro que ainda precisam ser analisados outros aspectos tecnológicos para confirmar essa proposição. Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa que pretende verificar também a possibilidade de uso desses finos de pedra em outras atividades econômicas como, por exemplo, no setor de cerâmica estrutural visto que próximo de Tracuatéua existe um polo de cerâmica estrutural localizado no município de São Miguel do Guamá - PA.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9935**: Agregados – Terminologia. Rio de Janeiro, 1987b. 6p.

\_\_\_\_\_. **NBR 26** : Agregados – Amostragem, 2001.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 27**: Agregados – Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório, 2001.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 46** : Agregado – Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 7211** : Agregados para concreto – Especificação, 2005.

BISPO, L.H. de O, ALMEIDA, L.M. de. **Obtenção de areia artificial a partir de finos de pedra – análise de ensaios**. Comunicação Técnica elaborada para o XII JIC – Jornada de Iniciação Científica – CETEM. Jul. 2003.



**COSTA, J.H.B. Aproveitamento dos finos de pedreira do município de Tracuateua/PA – Caracterização Tecnológica (parte 1).** XXI ENTMME- Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa. Natal, Brasil. p. 137-141. nov. 2005.

**D'AGOSTINO, L.Z.; SOARES, Lindolfo. O Uso de finos de pedreira de rocha granítico-gnáissica em substituição à areias naturais na elaboração de argamassa.** 1. ed. rev. e geo., São Paulo, 2004.

**DNPM. Sumário Mineral – Edições- 2001 a 2008.**