

Estudo das características do rejeito siltico-argiloso das operações de beneficiamento de areia

JOEL MARTINS DOS SANTOS

(SENAI) joel.martins@pr.senai.br

ELIANE JORGE DOS SANTOS

(SENAI) eliane.santos@pr.senai.br

IVANIR LUIZ DE OLIVEIRA

(UTFPR) ivanir@utfpr.edu.br

THIAGO HENRIQUE RIBEIRO

(Kraemer) thiago@kraemer.com.br

Resumo: A crescente demanda de areia para a indústria da construção civil na região metropolitana de Curitiba, com os adventos das obras públicas e privadas, construções residências seja pelo programa governamental, seja por particulares, gera grande quantidade de rejeito siltico-argiloso. Esse material é originário da limpeza das frações grosseiras e desagregação da porção argilosa da mesma, após atrição em tambor rotativo, lavagem em peneira e deslamagem. Seu volume total torna-se bastante significativo e, conseqüentemente, seu manuseio e disposição final geram problemas técnico, ambiental e econômico para as empresas produtoras de areia. No presente trabalho, realizou-se um estudo para a caracterização e avaliação das possibilidades da utilização do rejeito siltico-argiloso resultante das operações de beneficiamento de areia gerado por uma empresa localizada na região metropolitana de Curitiba, como matéria-prima alternativa, com aplicação no segmento cerâmico, como carga mineral. Coletou-se uma amostra representativa com cerca de 40 kg do rejeito siltico-argiloso no seu estado natural, aqui denominado de “Tal Qual” em uma empresa de Curitiba, a qual foi purificada. Os minerais contidos nesse rejeito, através de homogeneização, quarteamento, secagem, e ensaios tecnológicos separação granulométrica separação magnética, e análise química, foram avaliados como a possibilidade de adição deste rejeito em massas cerâmicas para a confecção de blocos e revestimentos cerâmicos. Com base nos resultados obtidos, verificou-se que o rejeito apresenta características físicas e mineralógicas semelhantes às das matérias-primas cerâmicas convencionais e que a amostra testada de rejeito apresenta características dentro das especificações da normatização brasileira, tanto para grês porcelanato, como para blocos de revestimentos cerâmicos.

Palavras-chave: Reciclagem. Rejeito de areia. Bloco cerâmico. Revestimento cerâmico.

Study of Characteristics from the reject Clayey-silty originated by the processing sand operation

Abstract: The increasing demand of sand for the construction industry in the metropolitan region of Curitiba, with the advent of public and private works, residential buildings is the government program, whether by individuals, generates large amounts of clayey-silty tailings. This material originates from the cleaning of the coarse fractions and breakdown of the clay portion thereof, after attrition in rotating drum sieve and wash desliming. Total volume becomes quite significant, and therefore its handling and disposal generate technical, environmental and economic problems for producers of sand. In this work we performed a study to characterize and assess the possibilities of using the clayey-silty tailings resulting from the processing operations of sand generated by a company located in the metropolitan region of Curitiba, feedstock alternative application in the ceramic sector as filler. Was collected 1 representative sample of about 40 kg of clayey-silty tailings in its natural state here called “What Just” in a company of Curitiba, which was purified. The minerals contained in waste through quartering homogenization, drying, grading and testing technological separation magnetic separation and chemical analysis, we evaluated the possibility of adding this waste in ceramics for making bricks and tiles masses. Based on the results obtained, it was found that the waste has similar physical and mineralogical characteristics of the conventional ceramic raw materials and that the sample tested tailings presents technical characteristics according to the Brazilian standardization, both for porcelain stoneware, such as block ceramic coatings.

Keywords: Recycling. Reject sand. Ceramic block. Ceramic coating.

INTRODUÇÃO

A areia para construção se caracteriza como material granular de tamanho entre 0,06 mm a 2 mm (0,074mm a 0,42mm para areia fina; 0,42mm a 1,2mm para areia média e 1,2mm a 2mm para areia grossa, segundo a padronização ABNT), composta por sílica (MIGLIORINI, 2012).

Os EUA são os maiores produtores de areia para construção civil do mundo, em 2013 a sua produção girava em torno de 6,7 bilhões de toneladas apresentando valor da ordem de US\$ 7,8 milhões. Esta produção foi sustentada por cerca de 6.600 empresas que operam 4.100 unidades de produção, distribuídas por 50 estados americanos (United States Geological Survey February, 2014).

Segundo o Sumário Mineral 2012 V.32 a produção de areia para construção industrial civil gira em torno de 36,9 milhões de toneladas apresentando valor da ordem de R\$ 8,3 milhões. Esta produção foi sustentada por cerca por 1500 empregos distribuídos nos 27 estados Brasileiros.

O Estado de São Paulo responde por (23,3%) do total nacional, seguido de Minas Gerais (11,8%) e Rio de Janeiro (7,35%). O Estado do Paraná vem se firmando como um importante produtor nacional de areia para a construção civil, existem 4 empresas, que juntas, produzem mais de 550.000 t/ano (Tarik Laiter Migliorini, 2012). Dentre as areias extraídas e beneficiadas nas diversas regiões do Paraná, as da região metropolitana de Curitiba merecem destaque, por ser um dos principais insumos da construção civil, chegando a representar cerca de 60% da produção Paranaense.

Normalmente os métodos de lavra empregados para a extração de areia para construção civil consistem na dragagem em leitos de rio ou cavas inundadas; desmonte hidráulico usado em cavas secas e em manto de alteração de maciços rochosos; lavra por tira (stripping mining) usado em depósitos homogêneos e de maior extensão horizontal (CHAVES; WHITALKER, 2012).

Dependendo dos métodos de lavra e do tipo de depósito do processamento são variáveis em complexidade, em dependência das especificações requeridas. O processamento típico consiste de: (i) lavagem e classificação; (ii) atrição e (iii) peneiramento (FEREIRA; DAITX, 2003; BGS, 2004).

As operações de beneficiamento de areias visam desagregar as partículas, individualizando-as, lavá-las, removendo a cobertura de pulverulentos, desagregar as partículas mais friáveis e separar os tamanhos desejados.

A lavagem e a classificação por hidrociclones, a deslamagem, visam a remoção da fração siltico-argilosa, prejudicial ao processo de produção de vidros especiais ou molde de fundição por conter alumínio, ferro e álcalis. Essa fração argilosa representa 20% da areia processada e normalmente é descartada para lagoas, gerando um impacto ambiental (FEREIRA; DAITX, 2003)

O aproveitamento do rejeito argiloso gerado nas operações de beneficiamento de areia como carga mineral na indústria cerâmica vermelha e branca, reduz a quantidade de rejeito a ser descartado em aterros e barragens e minimizar a extração de matérias primas para a fabricação de cerâmica tanto vermelha quanto branca. Sob aspectos ambientais promove-se o uso de materiais que quando disposto ilegalmente traz problemas ambientais, principalmente na malha urbana, tais como assoreamento de rios, entupimento de bueiros, esgotamento de áreas de aterro, e também econômicos para geradores de resíduos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as possibilidades e condições para a produção de matérias primas, com aplicação no segmento cerâmico, a partir de um rejeito siltico-argiloso produzido por uma planta de beneficiamento de areia em uma empresa localizada em Curitiba. Neste sentido foram desenvolvidos estudos de caracterização tecnológica e ensaios de beneficiamento na escala de bancada em uma amostra representativa do rejeito atualmente produzido.

JUSTIFICATIVA

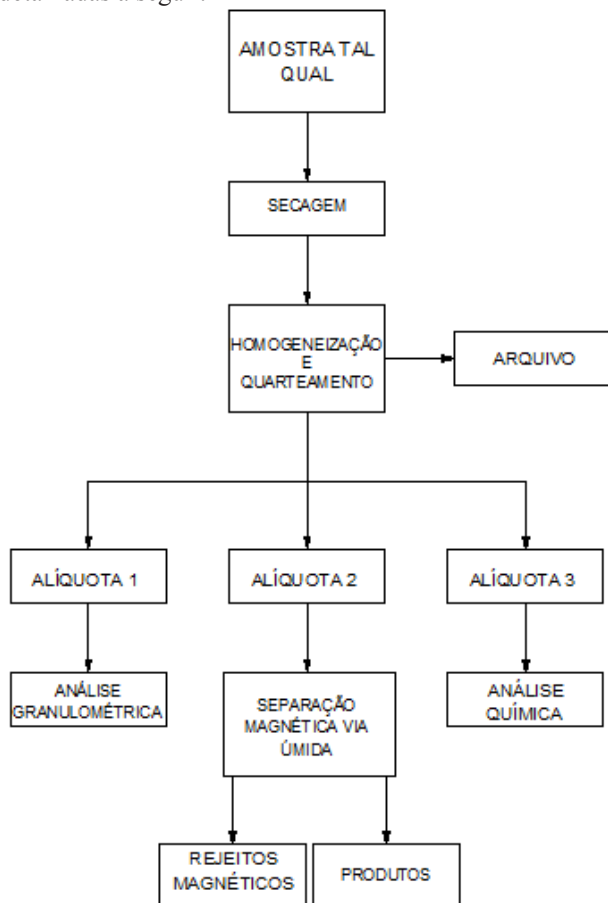
O modo de descarte do rejeito siltico-argiloso oriundo do processamento da areia causa impacto ambiental, e também ocasiona custos de armazenagem as empresas geradoras. Algumas características desse rejeito mostram potencialidades favoráveis à sua utilização industrial. Citam-se como exemplos sua fina granulometria, sua composição pré-definida (caulinita, quartzo, óxidos de alumínio, óxidos ferro), a não ocorrência de grãos mistos entre seus componentes básicos e sua facilidade de processamento. As vantagens práticas dessas características são, respectivamente, as possibilidades de seu emprego como carga mineral, utilização na indústria da cerâmica de revestimento e em diversos processos industriais, e a facilidade para utilização de processos de beneficiamento de minérios. Tais como lavagem e classificação espiral ou hidrociclones, atrição e peneiramento, e emprego como carga mineral, em diversos processos industriais.

MATERIAIS E MÉTODOS DE ANÁLISES

Este trabalho iniciou-se com reconhecimento em toda a área de deposição do rejeito siltico-argiloso oriundo do processamento de areia de Curitiba no Paraná. O objetivo foi proceder a uma avaliação do comportamento do material depositado no tanque de decantação e identificar possíveis variações que pudessem interferir na qualidade do rejeito. Após a avaliação foram localizados os pontos de amostragem de forma a abrangerem as variações observadas. A segunda parte deste trabalho envolveu a coleta de uma amostra de rejeito siltico-argiloso, em seu estado natural, tendo como objetivo a caracterização através de ensaios tecnológicos.

Os trabalhos executados consistiram em: amostragem, análise granulométrica, ensaios de beneficiamento, análises químicas.

Um quadro geral da execução dos ensaios desde a coleta e preparação das amostras até a caracterização pós-processamento é demonstrado no fluxograma da figura 1. Destacam-se as atividades de amostragem, ensaios de beneficiamento, e análises químicas. Estas atividades serão detalhadas a seguir.



Fonte: Autoria própria
FIGURA 1 - FLUXOGRAMA

AMOSTRAGEM DO MATERIAL

Coletou-se uma amostra representativa com cerca de 40 kg do rejeito síltico-argiloso no seu estado natural aqui denominada de “Tal Qual”. Esta amostragem foi realizada numa empresa de processamento de areia situada na região metropolitana de Curitiba ao longo do tanque de decantação nos pontos selecionados utilizando-se um trado manual. Após a coleta as amostras foram identificadas e acondicionadas em sacos reforçados com aproximadamente 10 kg cada, e submetidas a ensaios específicos de beneficiamento.

PROCEDIMENTO DE HOMOGENEIZAÇÃO E QUARTEAMENTO DO TAL QUAL

O material foi homogeneizado pelo método de pilha alongada (LUZ; SAMPAIO; ALMEIDA, 2004). Por este método, o material foi depositado sobre uma lona em camadas sucessivas, no formato de uma fileira. Pelo método, a cada camada concluída iniciava-se uma nova camada ao final da anterior e assim sucessivamente até se obter a pilha, uma vez finalizada, o material das pontas da pilha era retirado e colocado novamente sobre a mesma, assim se obteve uma pilha homogênea e com uma espessura uniforme. A Figura 2 mostra uma pilha alongada obtida.

Após a operação anterior, realizou-se o corte transversal da pilha para obtenção de uma amostra considerada representativa do material “Tal Qual” com aproximadamente 20 kg, como é mostrado na Figura 3. Três alíquotas com aproximadamente 5 kg foram obtidas por meio de um quarteador mecânico QT- 16 (Inbrás), e utilizadas para os ensaios de caracterização do material através dos ensaios de beneficiamento.



Fonte: Autoria própria
FIGURA 2 – PILHA ALONGADA DO MATERIAL TAL QUAL



Fonte: Autoria própria
FIGURA 3 – ALÍQUOTA QUE FOI UTILIZADA PARA OS ENSAIOS

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO MATERIAL TAL QUAL

Para o conhecimento da distribuição granulométrica do “Tal Qual”, utilizou-se uma alíquota com aproximadamente 5 kg para a caracterização do material. O material foi separado em frações granulométricas, utilizou-se de um peneirador mecânico vibratório circular suspenso modelo 1.203.250 Solo Test, do Laboratório de Tecnologia Mineral do SENAI - Ponta Grossa, com diâmetro de (“8x2”)

rotação de 30 RPM, sendo o tempo de peneiramento de 30 minutos. As peneiras utilizadas foram de abertura de: 38 µm, 44µm, 53µm, 74µm, 105µm, 149 µm, 210µm, 300 µm, 425 µm resultando em 9 frações granulométricas.

Para facilitar a identificação das amostras a seguinte nomenclatura foi utilizada: RJ que significa rejeito seguida de um número que representa a faixa granulométrica a que pertence à amostra. Sendo RJ1 para a faixa mais fina (< 38µm), RJ2 para a seguinte (>38µm < 44µm), e assim sucessivamente até RJ9 que representa a faixa granulométrica mais grossa (>425µm).

Uma vez separadas as 9 frações granulométricas cada uma foi reservada em sacos plásticos, e cada uma foi pesada utilizando uma balança marca OHAUS modelo ARD 110.

| | RJ9 | RJ8 | RJ7 | RJ6 | RJ5 | RJ 4 | RJ 3 | RJ 2 | RJ 1 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| ABNT (µm) | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 425 | 300 | 210 | 149 | 105 | 74 | 53 | 44 | 38 |
| | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | 425 | 300 | 210 | 149 | 105 | 74 | 53 | 44 | 38 |

Fonte: Autoria própria

TABELA 1 - DENOMINAÇÃO DAS AMOSTRAS DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ENSAIOS DE BENEFICIAMENTO DO MATERIAL TAL QUAL

Com o objetivo de separar a parcela de pesados e magnéticos, realizou-se a partir de uma alíquota de cerca de 5 kg do “Tal Qual”, a separação magnética via úmida. Para isto foi utilizado um separador magnético modelo L-4 Inbras/Eriez, do Laboratório de Tecnologia Mineral do SENAI - Ponta Grossa com matrizes intercambiáveis, adequadas para operar com diferentes granulometrias.

Os materiais obtidos: não magnéticos, lamas e magnéticos foram secados a 110°C, durante 24 horas e reservado em sacos plásticos, e cada um foi pesado utilizando uma balança marca Gehaka modelo 440.

FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X DO MATERIAL TAL QUAL

Para realizar o ensaio de fluorescência de raios-X (FRX) foi utilizada uma alíquota de cerca de 200 gramas de material, obtida mediante homogeneização e quarteamo de uma alíquota com aproximadamente 5 kg do “Tal Qual”. Com o objetivo de determinar os principais elementos presentes (SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂, CaO, MgO, Na₂O, K₂O). Para fazer a análise semi-quantitativa, o equipamento utilizado foi um espectrômetro de raios-X marca Panalytical, modelo Axios Max. Ensaio realizado segundo as normas: PR-CC-097, PR-CC-098 e PR-CC-103. Tal análise

foi efetuada pelo Centro de Tecnologia em Materiais (CTMAT) SENAI-SC.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO DO TAL QUAL

Separação granulométrica do Tal Qual

Na Tabela 2 são mostrados os resultados da separação granulométrica. Nesta estão representados os percentuais retidos em cada peneira utilizada. E na figura 2 são mostrados os resultados em forma gráfica. Na figura 4 pode-se observar a fração de material > 74 µm (esquerda da figura 4), enquanto que na direita da figura 4 a fração de material < 74 µm.

Destaca-se, inicialmente, a granulometria fina do “Tal Qual” conforme a tabela 2. Analisando-se alguns pontos, tem-se:

- 88,48% inferior a 200 mesh;
- 63,58% inferior a 325 mesh;
- 43,66% inferior a 400 mesh.

| Abertura | Tal Qual | | | | |
|----------|----------|--------|----------|---------|----------|
| | Mesh | µm | % Retida | % Acima | % Abaixo |
| 40# | 425 | 0,17 | 0,17 | 99,83 | |
| 50# | 300 | 0,13 | 0,30 | 97,70 | |
| 70# | 210 | 0,51 | 0,81 | 99,19 | |
| 100# | 149 | 2,05 | 2,86 | 97,14 | |
| 140# | 105 | 2,91 | 5,77 | 94,23 | |
| 200# | 74 | 5,75 | 11,52 | 88,48 | |
| 270# | 53 | 9,10 | 20,62 | 79,38 | |
| 325# | 44 | 15,85 | 36,47 | 63,53 | |
| 400# | 38 | 19,87 | 56,34 | 43,66 | |
| Fundo | <38 | 43,66 | 100,00 | 0,00 | |
| Total | | 100,00 | | | |

Fonte: Autoria própria

TABELA 2 – ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO MATERIAL TAL QUAL



Fonte: Autoria própria

FIGURA 4 – MATERIAL OBTIDO NA SEPARAÇÃO GRANULOMÉTRICA

Ensaio de separação magnética do Tal Qual

A tabela 3 representa um resumo das principais características obtidas no ensaio de separação magnética. Nesta estão representados o balanço de massas em percentuais em cada fase do processo. Observa-se que o produto da separação magnética representa 88,24%, em massa do total da alíquota alimentada. Os resultados dos produtos obtidos na separação magnética podem ser observados na figura 5. A fração de material (>38 µm) apresenta coloração avermelhada (esquerda na figura 5), enquanto que a fração de material (<38 µm) apresenta uma coloração cinza clara. Percebe-se na figura 5 que os produtos obtidos não apresentam pontos escuros de fragmentos metálicos, isto comprova a eficiência da separação magnética.

Balanço de Massa da Separação Magnética do Tal Qual

| Tal Qual | Separação magnética | | |
|----------|---------------------|-----------|---------|
| | Lamas | Magnético | Produto |
| 100% | 9,84% | 1,92% | 88,24% |

Fonte: autoria própria
TABELA 3- SEPARAÇÃO MAGNÉTICA DO MATERIAL TAL QUAL



Fonte: Autoria própria
FIGURA 5 – PRODUTOS OBTIDOS NA SEPARAÇÃO MAGNÉTICA

Análise química material Tal Qual

A composição química do material Tal Qual estão relacionados na Tabela 4. Verifica-se que o Tal Qual é constituído basicamente por SiO₂, Al₂O₃, e óxidos fundentes, que é típico de rochas graníticas em relação ao conteúdo de sílica. O conteúdo de óxidos alcalinos (K₂O e Na₂O) é relativamente da ordem de 9,48%. Estes óxidos são importantes nas formulações cerâmicas. Atuam como agentes fundentes ajudando a sinterização das peças cerâmicas. Os óxidos alcalinos são provenientes principalmente dos feldspatos e micas presentes no Tal Qual.

| AMOSTRA | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MnO | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | Total |
|----------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------------------|------------------|-------------------------------|-------|
| Tal Qual | 53,71% | 0,27% | 31,50% | 2,17% | 0,24% | 0,17% | 2,39% | 5,17% | 4,31% | 0,07% | 100,0 |

Fonte: Autoria própria
TABELA 4 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MATERIAL TAL QUAL

CONCLUSÃO

Algumas características deste rejeito, como a fina granulometria facilidade de separação magnética da fração metálica, composição química cujas fases cristalinas principais presentes são sílicas, aluminas e feldspatos, além disso, o rejeito tem composição química rica em agentes (K₂O, Na₂O e Al₂O₃), importante como matéria-prima para indústria da cerâmica, estes elementos apresentam boa fusibilidade, é uma boa matéria-prima para serem utilizados na formulação de massas de tijolos maciços, blocos cerâmicos, e telhas.

REFERÊNCIAS

- CALIFORNIA Geological Survey. Disponível em: <<http://www.consrv.ca.gov/CGS/Pages/Index.aspx>>. Acesso em: 02 jun. 2014.
- CHAVES, A. P. **Manual de agregados para construção civil**. 2.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.
- WHITAKER, W. **Manual de agregados para construção civil**. 2.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.
- FEREIRA, A. G. C.; DAITX, E. C. A Mineração produtora de areia industrial na Região Sul do Brasil. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v.51, n.1, p.59-65, jan./mar. 2003.
- LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; SILVA, S. L. M. **Tratamento de minérios**. 4.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2004.
- MIGLIORINI, T. L. **Sumário Mineral DNPM/SP**, 2012.