

**CARACTERIZAÇÃO DOS ARENITOS DA FORMAÇÃO FURNAS, NA
REGIÃO DE CAMPO NOVO-PR, COM ENFOQUE NA ANÁLISE DO
POTENCIAL PARA AREIA INDUSTRIAL**

Ricardo Maahs ¹; Norberto Dani ²; Ericks Henrique Testa ³; Elisa Oliveira da Costa ⁴; Matheus Rossi Santos ⁵; Matheus Beretta Duarte ⁶

Resumo – Areia industrial possui alto teor de SiO₂ e granulometria específica, sendo, usualmente, utilizada para usos nobres, como fundição e fabricação de vidro. O propósito desse trabalho foi verificar o potencial do Arenito Furnas (Campo Novo, Paraná) como areia industrial baseado em critérios petrográficos, granulométricos, morfoscópicos, mineralógicos e de cor. Pela petrografia microscópica, o material foi classificado como um quartzarenito composto também por caulinita, muscovita, turmalina e óxidos de titânio. A partir da análise granulométrica, constatou-se um padrão unimodal, o qual contém as maiores porcentagens nos tamanhos areia média e fina. Sob estereomicroscópio, observou-se que os grãos possuem arredondamento angular a subangular e esfericidade boa a média, e a mineralogia é basicamente constituída por quartzo, com traços de turmalina e muscovita. A cor observada é "cinza muito clara", a segunda cor mais clara segundo a classificação adotada. Os resultados obtidos indicam que o Arenito Furnas tem alta potencialidade para uso como areia industrial. A continuidade desta investigação consistirá na realização de análises químicas e estudos de remoção das impurezas.

Abstract – Industrial sand has a high content of SiO₂ and specific granulometry, being usually used for noble utilities such as foundry and glass production. The purpose of this work was to verify the Furnas Sandstone (Campo Novo, Paraná) potential as an industrial sand based on petrographic, granulometric, morphoscopic, mineralogical and color criteria. Through microscopic petrography, the material was classified as a quartzarenite, composed also by kaolinite, muscovite, tourmaline and titanium oxides. From the granulometric analysis, a unimodal pattern was verified which contains the highest percentages in the medium and fine sand sizes. With stereomicroscope, it was observed that grains are angular to subangular rounding and good to medium sphericity, and the mineralogy is basically composed by quartz, with traces of tourmaline and muscovite. The observed color is "very light gray", the second lighter color according to the classification adopted. The results indicate that the Furnas Sandstone has a high potential for industrial sand uses. The continuity of this study will consist of chemical analyzes and studies on removal of impurities.

Palavras-Chave – Minerais industriais, Recursos Minerais, Mineração.

¹ Geól., Mestrando, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (51) 99535-1422, ricardomaahs.extracao@gmail.com

² Geól., PhD, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (51) 98121-7995, norberto.dani@ufrgs.br

³ Geól., Prefeitura de Santa Maria-RS, (48) 98870-1270, ericks.testa@gmail.com

⁴ Graduanda em geologia., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (51) 99693-3149, elisa.oliveira.da.costa@gmail.com

⁵ Geól., Mestrando, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (51) 99132-9637, matheusross@gmail.com

⁶ Geól., Mestrando, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (51) 99570-0892, matheusberetta@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O propósito deste trabalho é a caracterização dos arenitos da Formação Furnas na Região de Campo Novo, Paraná, Brasil, a fim de verificar se os atributos observados permitem seu uso como areia industrial.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1. Areia industrial

Areia industrial é um termo genérico aplicado a areias silicosas de alta pureza, com granulometria tipicamente entre 0,5 e 0,1 mm, que são usadas para fabricação de vidro, tinta, borracha e plástico e na indústria cerâmica. Adicionalmente, outras finalidades são em procedimentos de faturamento hidráulico, filtração e como material refratário (Luz & Lins, 2008). O potencial de aplicação da areia industrial é determinado pelas “características e propriedades do material, tais como sílica, pureza, composição química, teor de óxidos de ferro, álcalis, matéria orgânica, perda ao fogo, umidade, distribuição granulométrica, forma dos grãos e teor de argila” (Azevedo & Ruiz, 1990), e requer uma especificação para cada tipo de finalidade. Por conta disto, depósitos de areia industrial em volumes expressivos e comercialmente viáveis são pouco frequentes e, por isso, alcançam preços mais elevados que areias usadas para construção civil.

2.2. Contexto geológico e área de estudo

A Formação Furnas, definida por Oliveira (1912), pertencente à Supersequência Paraná da Bacia do Paraná (Milani, 1997), constitui um sistema de canais fluviais entrelaçados gradando para uma plataforma marinha rasa que se depositou no Eodevoniano. Segundo De Ros (1998), essa formação é representada principalmente por arenitos quartzosos brancos, de granulometria tamanho areia média a grossa (e mais pontualmente intercalações de conglomerados), que podem exibir estratificações cruzadas, em ciclos granodescrescentes ascendentes amalgamados.

A área de estudo está localizada no distrito de Campo novo, na cidade de Piên-PR (Figura 1). Nesta região, a Formação Furnas aflora como um depósito alongado, aproximadamente N-S. Em meio às rochas, há algumas cavas a céu aberto, onde se explora areia para a construção civil (Figura 2). Embora seja um depósito relativamente consolidado, a lavra deste material é realizada basicamente com escavadeira hidráulica e pá carregadeira. A areia “bruta” é transportada até uma unidade específica para beneficiamento por gravidade.

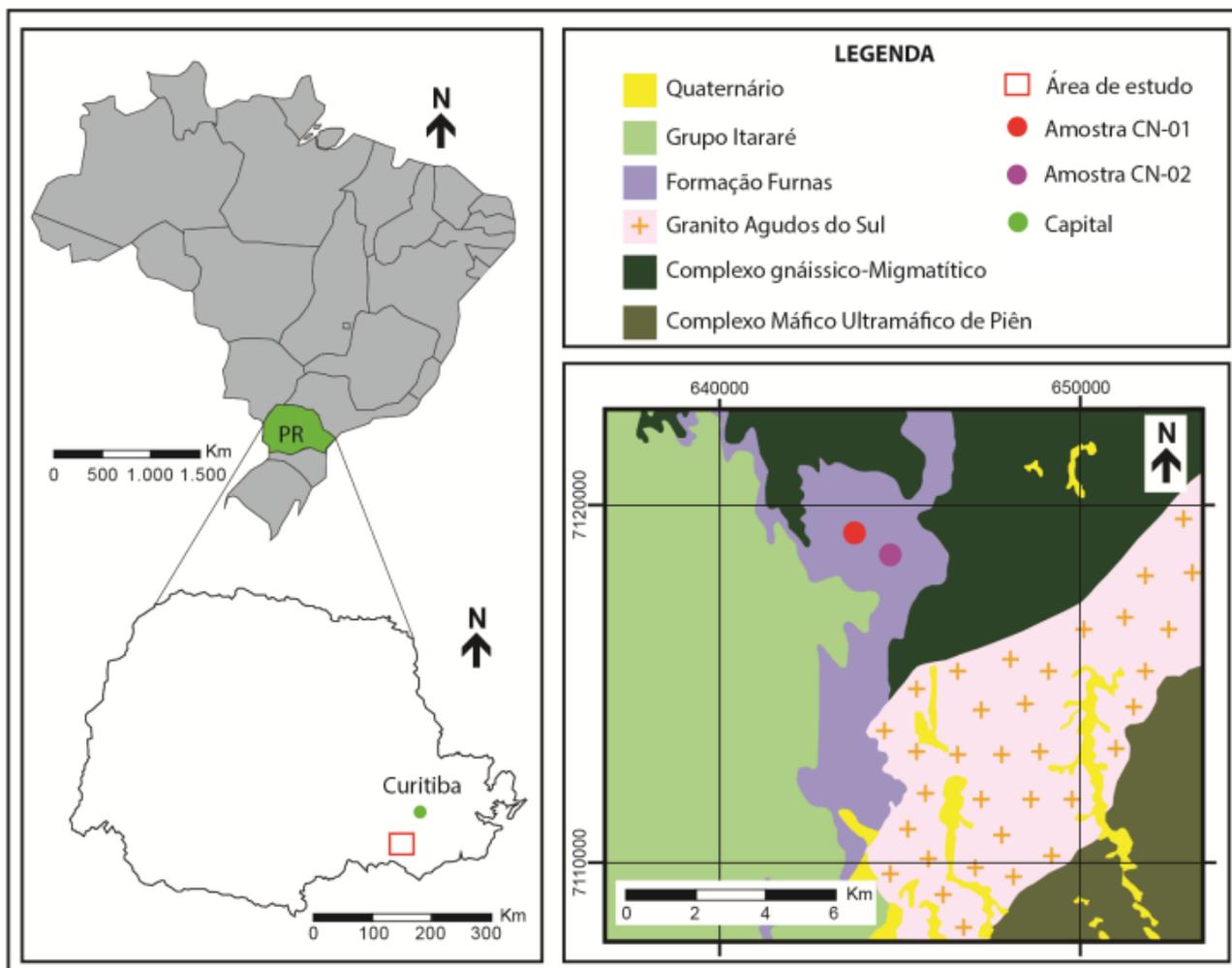


Figura 1. Mapa de localização e geológico simplificado da área de estudo (modificado de Erioli & Salazar 2014). Extraído de Maahs *et al.* (2017).

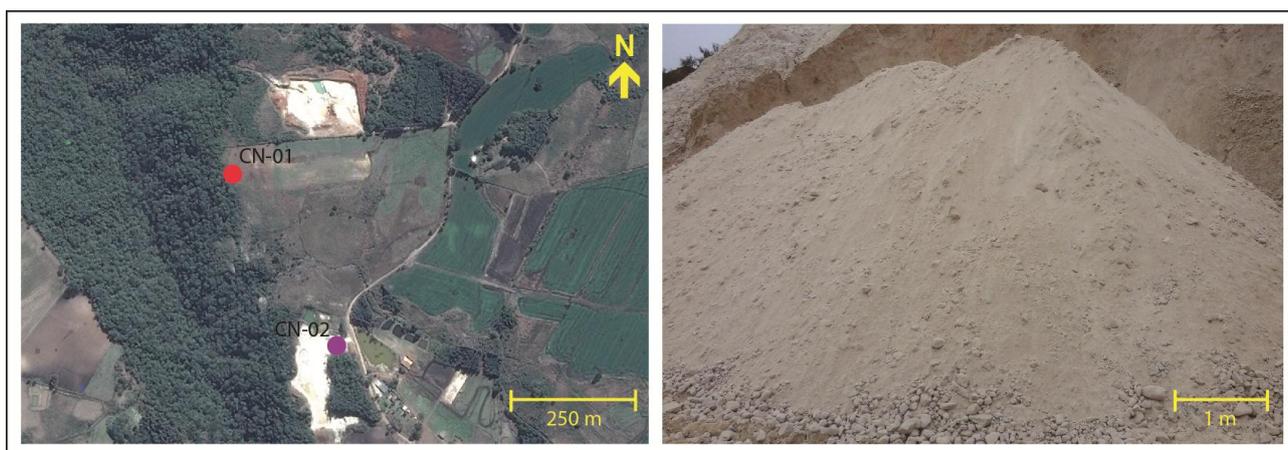


Figura 2. Imagem de satélite com o posicionamento das amostras CN-01 e CN-02; frente de lavra de coleta da amostra CN-02.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras do Arenito Furnas foram coletadas em uma cava a céu aberto (CN-01) e em um testemunho de sondagem (CN-02). Parte da amostra CN-01 foi utilizada para a elaboração de uma lâmina petrográfica, posteriormente descrita em um microscópio de luz polarizada para o reconhecimento geral do material. Para as etapas seguintes, a preparação das amostras consistiu na desagregação e posterior peneiramento dos materiais. Seguindo os procedimentos do Laboratório de Sedimentologia do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica da UFRGS, as frações peneiradas foram pesadas e, por comparação com o peso total da amostra, foram obtidas as frequências para cada tamanho de grão. Para a representação da distribuição granulométrica, foi elaborado um histograma de tamanho de grão e frequência simples. Em relação ao cálculo das medidas estatísticas, foi elaborada uma curva granulométrica cumulativa com o auxílio de papel milimetrado semi-logarítmico, com tamanho de grão e frequência acumulada. Os dados obtidos foram examinados segundo a proposta de Folk & Ward (1957), lembrando que, por conta do enfoque deste estudo, os tamanhos de grão finos (silte e argila) não foram analisados. Com o auxílio de um estereomicroscópio com câmera acoplada, a análise morfooscópica e mineralógica foi realizada nos tamanhos areia e grânulo. A cor foi analisada com a utilização de uma tabela de cor padronizada (Geological Society of America).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pela descrição petrográfica, a rocha foi classificada como arenito médio, quartzarenito diagenético, composta predominantemente por grãos de quartzo com crescimentos secundários e forte caulinitização dos feldspatos e da muscovita. Além disso, ocorrem grãos remanescentes de muscovita e turmalina. Pontualmente, observaram-se óxidos de titânio (anatásio e leucoxênio) diagenéticos intersticiais. A porosidade é praticamente nula, devido, em geral, ao obliteramento dos poros pelos agregados de caulinita (Figura 3).

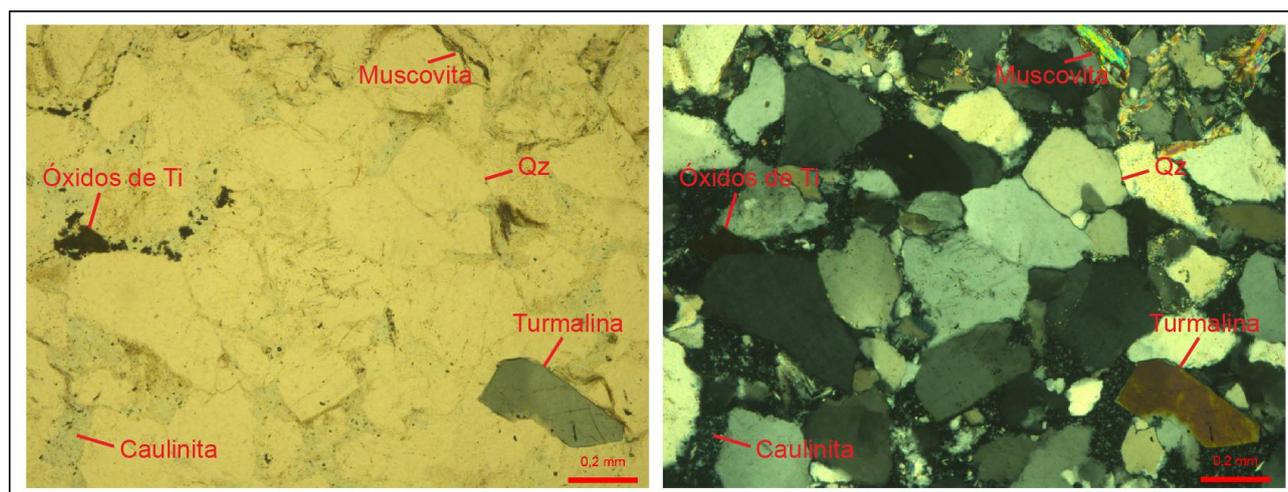


Figura 3. Fotomicrografias da amostra CN-01 com nicóis descruzados (esquerda) e paralelos (direita). Destaque para os grãos de quartzo, muscovita e turmalina, além dos óxidos de titânio (anatásio e leucoxênio).

Já na análise granulométrica, constatou-se que as maiores porcentagens dos materiais analisados se concentram nos tamanhos de areia média e areia fina (Tabela 1). A fração de finos

compõe cerca de 19,45% da amostra, com 14,105% de tamanho silte e 5,310% de tamanho argila. Embora não abordada neste trabalho, segundo Maahs *et al.* (2017), a fração fina deste material é composta basicamente de caulinita e illita-muscovita.

Tabela 1. Dados granulométricos dos sedimentos grossos (tamanhos areia e grânulo).

Escala (mm)	Escala (ϕ)	Tamanho de grão	Frequência (%)	
			Simples	Acumulada
2,00	-1	Grânulo	0,4628	0,46528
1,00	0	Areia muito grossa	1,5921	2,0549
0,5	1	Areia grossa	15,9438	17,9987
0,25	2	Areia média	51,3942	69,3929
0,125	3	Areia fina	22,3558	91,7487
0,062	4	Areia muito fina	8,2511	99,9999

Com a observação do histograma (Figura 4), verificou-se que o material é unimodal com assimetria para os finos. Já com os dados da curva cumulativa (Figura 5), obtiveram-se os parâmetros estatísticos tais como a moda ($\phi=2$), mediana ($Md=1,7$) e tamanho médio ($Mz=1,7$) em areia média. O desvio padrão ($\sigma=0,086$) indicou que o sedimento é moderadamente selecionado e a assimetria ($Sk=1,476$) é forte para os finos. A angulosidade ($\beta\phi=1,131$) da curva cumulativa é leptocúrtica, indicando que a curva de frequência é mais fechada (aguda) em alguma classe granulométrica, o que é verificado também no histograma, com um destaque no tamanho areia média.

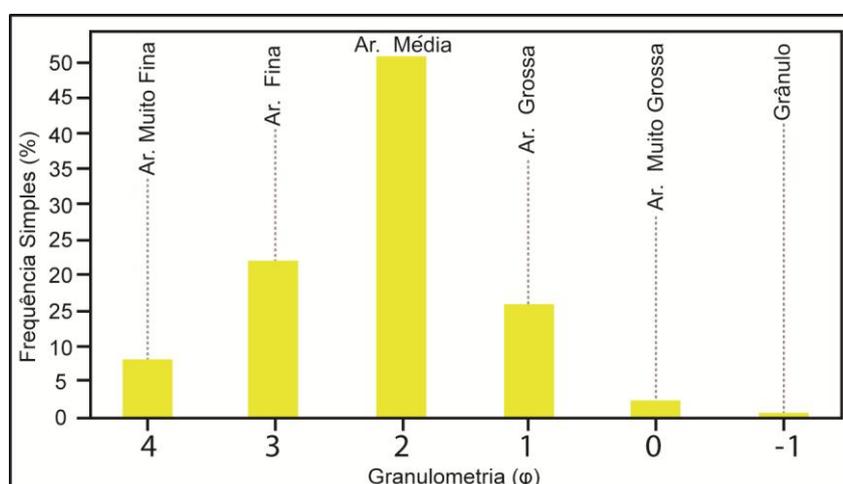


Figura 4. Histograma resultante da granulometria (ϕ) da amostra desagregada.

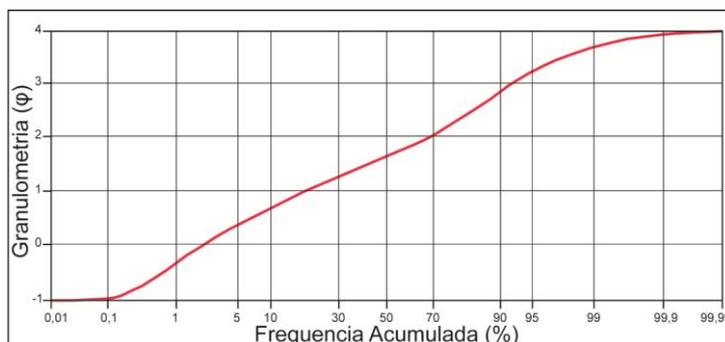


Figura 5. Curva granulométrica cumulativa da granulometria (ϕ) da amostra desagregada.

Para a utilização de uma areia em uma aplicação especial, a granulometria deve ser homogênea e estreita, normalmente areia fina a média, justamente o que foi observado nos dados obtidos.

Quanto à morfoscopia, constatou-se que a textura superficial é caracterizada por grãos predominantemente polidos (Figura 6), de ornamentação sacaroide e raramente mamelonada. Em geral, os grãos possuem arredondamento angular (75%) a subangular (25%), e a esfericidade é boa a média. Diante dessas características, cabe ressaltar que na produção de vidro, os grãos angulares favorecem o processo de fusão, já que esta se inicia nas pontas e arestas dos grãos. Já para a fundição, visando uma otimização da fusão, é preferível grãos com maior esfericidade.

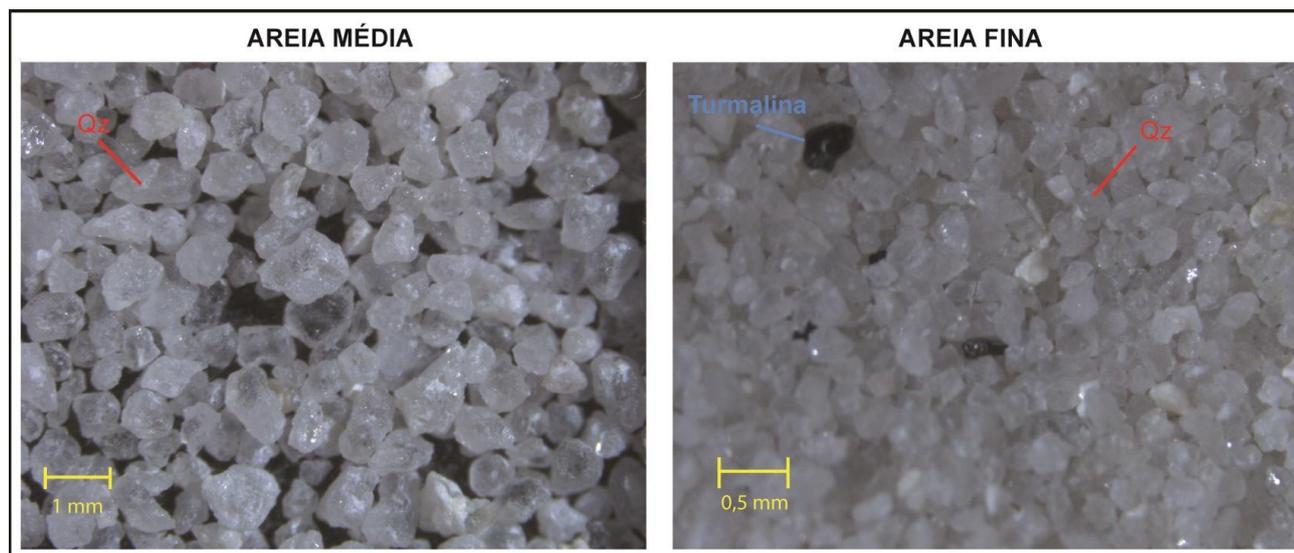


Figura 6. Fotomicrografias das granulometrias areia média e areia fina. Grãos em geral polidos, angulares a subangulares, esfericidade boa a média. Predominam grãos de quartzo e ocorre turmalina na areia fina.

Em relação à mineralogia vista em lupa, a amostra é constituída basicamente por quartzo branco (Figura 6), mais raramente róseo ou fumê, com ausência de feldspatos e minerais máficos (piroxênios, anfibólios, biotita, etc.). Além do quartzo, observaram-se poucos grãos de turmalina (Figura 6) e muscovita, que juntos somam menos de 0,5% do total, principalmente nos tamanhos areia fina e muito fina. Adicionalmente, foi possível observar que alguns grãos possuem caulinita aderida à superfície. O elevado teor de quartzo indica alta pureza em SiO_2 , o que, aliado com a ausência de minerais máficos e possivelmente baixo teor de Fe_2O_3 , pode favorecer a utilização desse material como areia industrial. A análise da cor mostrou que o arenito é da cor "cinza muito clara" (*very light gray*), correspondente ao código "N8" da Rock-Color Chart (GSA, 1965). Esta é a segunda cor mais clara da tabela, o que beneficia a utilização do material para areia industrial.

5. CONCLUSÕES

A integração dos dados obtidos através das análises indica uma boa potencialidade do Arenito Furnas para areia industrial. A continuidade desta investigação consistirá na realização de análises químicas para quantificação precisa dos teores de SiO_2 e Fe_2O_3 , além de outros constituintes cujas proporções precisam ser rigidamente controladas, tais como Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , ZrO_2 e Cr_2O_3 . Outros estudos deverão ser feitos para a adaptação do beneficiamento, adequando-se os processos de lavagem, classificação, atrição e peneiramento do material, a fim de remover impurezas indesejáveis (argilas, turmalina, óxidos de titânio, etc.) e aumentar a pureza do material.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto de Geociências da UFRGS pelo apoio estrutural e à Maahs Areia e Brita pela cedência das amostras estudadas.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, P. B. M. & RUIZ, M. S. (1990). “*Perfil 3 – Areia, Quartzo e Quartzito Industrial*”. In: Mercado Produtor Mineral do Estado de São Paulo, Pró-Minério, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, p. 49-59.

DE ROS, L. F. (1988). “*Heterogeneous Generation and Evolution of Diagenetic Quartzarenites in the Siluro-Devonian Furnas Formation of the Paraná Basin, Southern Brazil*” in *Sedimentary Geology*, v.116, p. 99-128.

FOLK, R. L. & WARD, W. C. (1957). “*Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters*”. *Journal of Sedimentary Research*, v. 27, n. 1.

LUZ, A. B & LINS, F. A. F. 2008. “*Areia Industrial*”. In: LUZ, A. B & LINS, F. A. F. (Eds) *Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações*. CETEM/MCT, p. 103-123.

MAAHS, R. *et al.* (2017) “*Caracterização dos Argilominerais dos Arenitos da Formação Furnas, Região de Campo Novo-PR*”. In: XVI Congresso Brasileiro de Geoquímica. Anais, p. 5.

MILANI, E. J. (1997) “*Evolução Tectono-Estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a Geodinâmica Fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental*”, Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 225p.

ERIOLO, E. E & SALAZAR JÚNIOR. O. (Eds.) 2014. “*Mapa Geológico do Estado do Paraná: escala 1: 650.000*”. Curitiba. Mineropar.

OLIVEIRA, E. P. (1912) “*Terreno Devoniano do Sul do Brasil*”. Anais da Escola de Minas de Ouro Preto, Ouro Preto, n. 14, p. 31-4.

GSA - Geological Society of America (1965) “*Rock-Color Chart*”, Geological Society of America, New York, ed. 2.