

## Considerações sobre o Uso da Granulometria como Parâmetro de Controle de uma Argila Sedimentar

**Carlos Maurício Fontes Vieira<sup>a\*</sup>, Sergio Neves Monteiro<sup>a</sup>, Jamil Duailibi Fh.<sup>b\*</sup>**

<sup>a</sup>Laboratório de Materiais Avançados - LAMAV

Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF

Av. Alberto Lamego 2000, 28013-602 Campos dos Goytacazes - RJ

<sup>b</sup>Instituto Nacional de Tecnologia - INT

Av. Venezuela n. 82 - sala 603, 20281-310 Rio de Janeiro - RJ

\*e-mail: [vieira@uenf.br](mailto:vieira@uenf.br); [duailibi@int.gov.br](mailto:duailibi@int.gov.br)

**Resumo:** O presente estudo teve como objetivo discutir a utilização de parâmetros advindos da determinação de análises granulométricas como ferramentas de controle de uma argila sedimentar com alto conteúdo de partículas finas, correlacionando-os, dentre outros fatores, com a absorção de água. Para realização deste trabalho foram coletadas amostras, em doze pontos de uma malha de 20.000 m<sup>2</sup>, de um dos tipos de argilas encontradas na região de Campos dos Goytacazes, norte do Estado do Rio de Janeiro. A granulometria das amostras de argila foi determinada por peneiramento e sedimentação. O ensaio de absorção de água foi realizado em corpos-de-prova preparados por prensagem uniaxial e queimados a 1100 °C. Os resultados mostraram que em diferentes pontos da malha a argila apresentou o mesmo percentual de areia (fração > 63 µm) e diferentes percentuais de argilomineral (fração < 2 µm). Isto, além de acarretar diferenças significativas nas propriedades tecnológicas de queima, questiona a eficiência da utilização da fração retida em malha de abertura de 63 µm como parâmetro de controle de lotes de argilas altamente plásticas e heterogêneas.

**Palavras-chave:** argilas, variabilidade, características, cerâmica vermelha

### 1. Introdução

As argilas são compostas pelos argilominerais propriamente ditos e por outros constituintes, algumas vezes denominados de impurezas, como quartzo, feldspatos, carbonatos, matéria orgânica, dentre outros<sup>1-3</sup>. Os argilominerais são os responsáveis pelo desenvolvimento da plasticidade que as argilas apresentam quando misturadas com uma quantidade conveniente de água<sup>4-6</sup>. A plasticidade é uma importante propriedade tecnológica que possibilita o emprego de diversas técnicas de conformação, permitindo a obtenção de peças com formas geométricas das mais variadas e com a resistência mecânica a verde adequada para seu manuseio. Esta é uma das razões para o emprego de argilas em diversos segmentos cerâmicos como os de revestimento, cerâmica vermelha, cerâmica branca, refratários, dentre outros<sup>7</sup>.

Pelas diversas condições de formação e períodos, os sedimentos argilosos geralmente apresentam variações significativas das suas características no depósito. No segmento de cerâmica vermelha em que normalmente se utilizam somente argilas na composição de massa, a variação de suas características pode acarretar sérios problemas de processamento e de inconstância das propriedades finais requeridas. Como o comportamento de argilas durante o processo produtivo depende da sua natureza, estrutura mineralógica e características físicas e químicas<sup>8,9</sup>, se faz necessário minimizar e controlar a variabilidade de suas características.

A variabilidade das características das argilas pode ser minimizada pelo conhecimento prévio da jazida e elaboração de uma exploração racional com o emprego de técnicas de homogeneização, geralmente por pilhas<sup>10-12</sup>. Faz parte da homogeneização o “descanso” das pilhas por períodos que variam de 3 meses a um ano. A massa cerâmica trabalhada com argila homogeneizada e descansada comporta-se bem melhor nos equipamentos de conformação e nas demais etapas do processo produtivo. Isto proporciona ganhos de produtividade acompanhados de melhorias significativas na qualidade do produto,

resolvendo ou minimizando boa parte dos problemas mais corriqueiros verificados na produção da cerâmica vermelha.

Já o controle de lotes de argilas pode ser realizado mediante metodologias de controle de aceitação. Os controles de aceitação de matéria-prima se dividem em dois grupos: controle básico e controle complementar<sup>13,14</sup>. Os ensaios referentes ao controle básico se caracterizam por sua rapidez (menos que 6 horas) e simplicidade. Já os ensaios incluídos no controle complementar são mais demorados e são aplicados durante a pesquisa da lavra e periodicamente para confirmar a conformidade do material.

Dentre os ensaios de controle básico, a determinação do teor retido em peneira de abertura de 63 µm é bastante usual, devido à facilidade de ensaio, relativa rapidez e baixo custo. Esta fração é comumente representada por partículas de areia. É comum associar um maior teor de areia em uma argila, com uma menor fração de argilominerais, os quais são representados por partículas menores que 2 µm<sup>3</sup>.

No caso de argilas como os tágua, existentes em depósitos extensos e profundos, e para argilas transportadas que apresentam valores médios da fração abaixo de 2 µm, a fração acima de 63 µm pode ser perfeitamente aplicada como parâmetro de controle. O presente trabalho teve como objetivo verificar se a “fração retida em malha de 230 mesh (maior que 63 µm)”, pode ser aplicada como parâmetro de controle de argilas transportadas extremamente finas, como é o caso das argilas encontradas nos depósitos da região de Campos dos Goytacazes, as quais, por se encontrarem próximas à foz do Rio Paraíba, apresentam uma granulometria bastante fina, diferentemente das argilas encontradas no Médio Vale do Paraíba, como as da Região de Três Rios, também localizadas no Estado do Rio de Janeiro. O presente estudo também discute a variabilidade da argila em estudo e a necessidade de se proceder à exploração racional e a adoção de

técnicas de homogeneização e descanso para a obtenção de produtos conformes e de maior valor agregado.

## 2. Materiais e Métodos

Para a realização deste trabalho utilizou-se uma área com aproximadamente 20.000 m<sup>2</sup> de uma jazida pertencente à Cerâmica R.P. Pessanha, localizada no município de Campos dos Goytacazes, norte do Estado do Rio de Janeiro. As amostras de um tipo de argila largamente empregada pelas cerâmicas locais foram identificadas e coletadas segundo o sistema de malha conforme mostra a Figura 1. Nos pontos de coleta centrais, amostras de argilas foram extraídas com retro-escavadeira. Nos pontos de coleta laterais, as argilas foram extraídas com trado manual.

Após a coleta das amostras de argila, estas foram secas em estufa a 110 °C, desagregadas com pilão manual e peneiradas em 12 *mesh* (1680 µm). A distribuição de tamanho de partículas foi realizada por peneiramento e sedimentação de acordo com norma da ABNT<sup>15</sup>.

Para determinação da absorção de água das amostras de argilas, foram preparados corpos-de-prova retangulares (11,43 x 2,54 x 0,7 cm) por prensagem uniaxial a 25 MPa, com 6,5% de umidade. Em seguida os corpos-de-prova foram secos em estufa a 110 °C até peso constante e queimados em forno de laboratório a 1100 °C, com taxa de aquecimento de 10 °C/min e 30 minutos na temperatura de patamar. O resfriamento foi realizado por convecção natural, desligando-se o forno.

## 3. Resultados e Discussão

A Figura 2 mostra a localização no diagrama de Winkler das amostras da argila provenientes dos doze pontos de coleta. O diagrama de Winkler<sup>16</sup> se constitui em uma importante ferramenta para processamento de cerâmica vermelha já que, de acordo com a granulometria das argilas, pode-se prever sua recomendação para fabricação de determinados tipos de produtos ou na necessidade de mistura com outras matérias-primas. O vértice representado pela fração < 2 µm, conforme já mencionado, está relacionado com os argilominerais. Isto significa que as amostras de um mesmo tipo de argila que se localizam mais próximas deste vértice, apresentam maior plasticidade. Esta maior plasticidade por um lado é benéfica no sentido de obtenção de peças com maior resistência mecânica e menor desgaste dos equipamentos de preparação da massa e conformação. Por outro lado, maior plasticidade também acarreta uma necessidade de utilização de maior quantidade de água, que dificulta a etapa de secagem e implica em maiores gastos energéticos para eliminação de água de conformação e na etapa de queima, da água de constituição dos argilominerais. Observa-se na Figura 2 que a maioria das amostras da argila estudada encontra-se em regiões apropriadas para fabricação de telhas e produtos de qualidade com dificuldade de extrusão. Através deste conhecimento granulométrico da argila pode-se elaborar um plano de extração com formação de pilhas de homogeneização de forma que a argila da região que apresenta maior quantidade de areia P10 possa ser misturada com as regiões mais ricas em argilominerais, P5 e P12.

A Figura 3 apresenta a variação das frações granulométricas 2 µm e > 63 µm da argila em função dos pontos de coleta. Observa-se um elevado desvio dos parâmetros da fração < 2 µm e da fração > 63 µm em relação à média para os pontos de coleta P5, P10 e P12. Era de se esperar uma significativa correlação negativa entre as frações < 2 µm e > 63 µm. Ou seja, quanto maior a quantidade de argilomineral, menor seria a quantidade de areia presente em uma amostra de argila. Entretanto, o baixo coeficiente de correlação linear obtido, R = - 0,0571, mostra que não há uma correlação significativa entre as frações granulométricas < 2 µm e > 63 µm. Este comportamento pode ser explicado pela diferença na distribuição de tamanho das partículas primárias das amostras, conforme será visto a seguir.

A Figura 4 apresenta as curvas de distribuição de tamanho de partículas de amostras de alguns pontos de coleta avaliados. Observa-se na Figura 4a que as amostras provenientes dos pontos de coleta P2 e P3 apresentam o mesmo percentual de fração > 63 µm, indicando similar teor de areia. Entretanto, o teor da fração menor que 2 µm é significativamente diferente. Enquanto que no ponto P2 o valor obtido

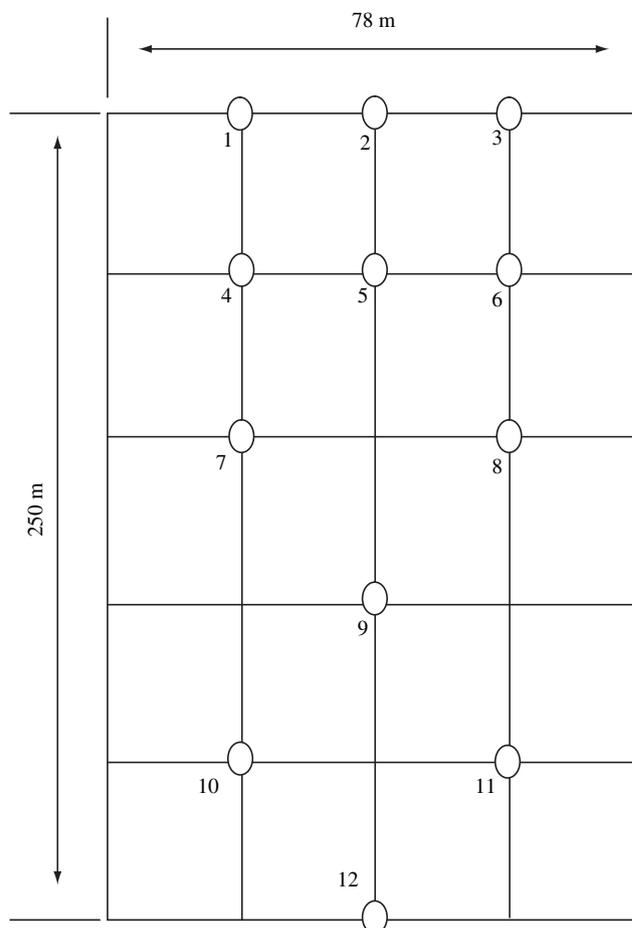


Figura 1. Malha utilizada para coleta de amostras.

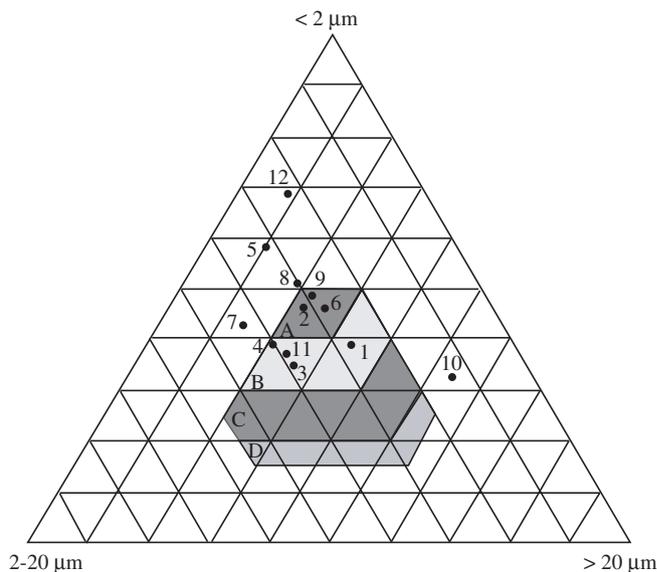


Figura 2. Diagrama de Winkler com localização das amostras de argila.

é de 47% em peso, no ponto **P3** a fração correspondente aos argilominerais é de 34% em peso. Como pode ser observada na Figura 2, esta diferença de granulometria posiciona as amostras de argilas dos pontos **P2** e **P3** em regiões diferentes do diagrama de Winkler.

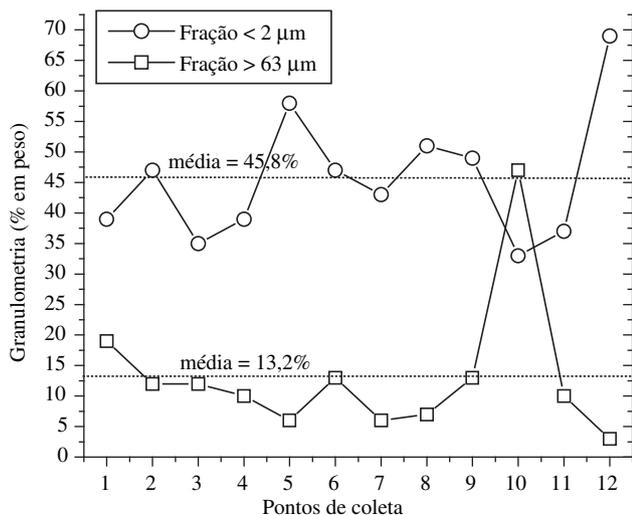
Um outro exemplo observado é mostrado na Figura 4b. Neste caso, amostras de argila dos pontos **P1** e **P4** apresentam o mesmo teor de argilomineral, fração < 2 µm, e diferente percentual de areia. Em função destas diferenças, caso não seja realizada uma exploração racional da jazida e formação de pilhas de homogeneização, a utilização da argila avaliada pode acarretar, com o tempo, diferenças de comportamento no processo produtivo e variações nas propriedades tecnológicas requeridas.

De acordo com a Figura 5, pode-se observar uma significativa variação dos valores de absorção de água da argila em alguns pontos de coleta. O maior valor de absorção de água foi obtido para a amostra que apresenta o menor percentual de argilomineral e maior percentual de areia, **P10**. Para amostras provenientes dos pontos de coleta **P2** e **P3** que apresentam similar teor de partículas > 63 µm, os valores de absorção de água obtidos foram de 12,4 e 15,4%, respectivamente. Com isso, a amostra de argila do ponto de coleta **P2** apresenta um valor de absorção de água cerca de 20% menor que a amostra proveniente do ponto de coleta **P3**. Isto mostra que caso ocorra uma significativa variação granulométrica das argilas, que nem sempre pode ser observada pela determinação de partículas > 63 µm, pode levar a uma significativa variação nas propriedades tecnológicas de queima.

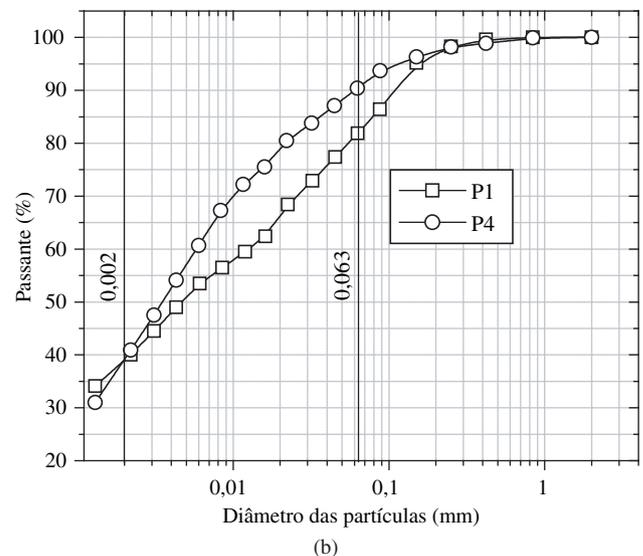
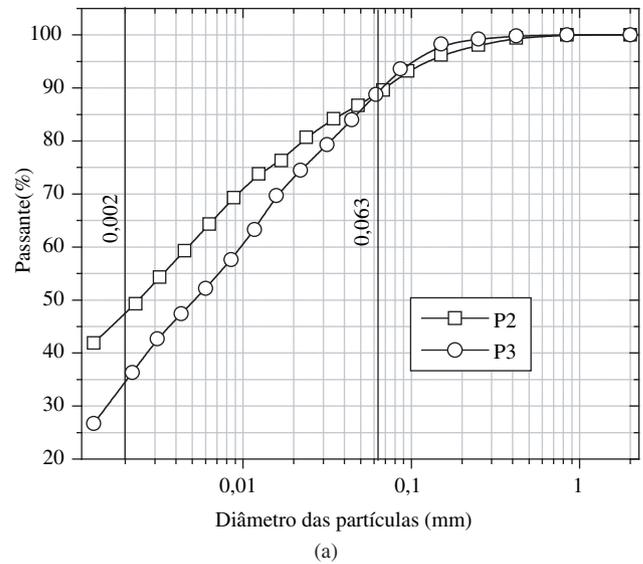
Desta forma, para evitar a liberação equivocada de um lote de argila, deve-se empregar mais de uma técnica de controle de aceitação de matéria-prima em conjunto com a determinação da fração retida em malha de 63 µm. Neste sentido, seria recomendável a adoção da medida da capacidade de troca de cátions determinada pela técnica de azul de metileno como parâmetro complementar. O índice de azul de metileno, determinado de forma simples, barata e rápida, é uma medida indireta da plasticidade da argila, da superfície específica e do tipo de argilomineral presente.

#### 4. Conclusões

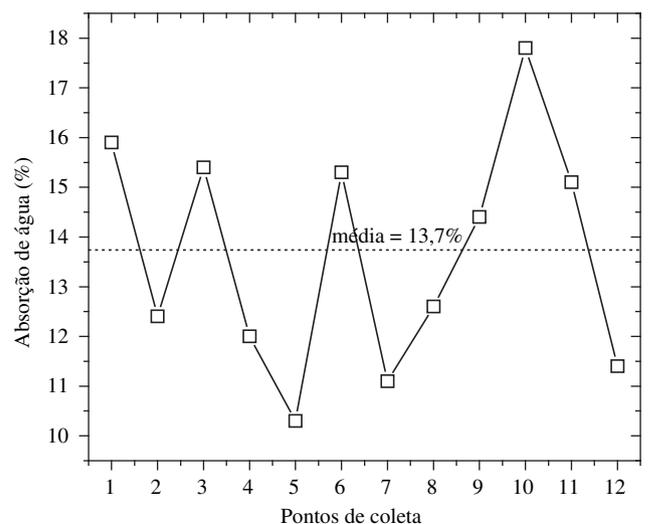
Amostras da argila estudada apresentaram o mesmo percentual de areia (fração maior que 63 µm) e diferentes percentuais de argilomineral (fração menor que 2 µm). Isto pode acarretar diferenças significativas nas propriedades tecnológicas de queima. Desta forma, para evitar a liberação equivocada de um lote de argila, deve-se



**Figura 3.** Variação das frações < 2 µm e > 63 µm da argila em função do ponto de coleta.



**Figura 4.** Curvas de distribuição de tamanho de partícula de amostras de argila: a) pontos de coleta **P2** e **P3**; b) Pontos de coleta **P1** e **P4**.



**Figura 5.** Variação dos valores de absorção de água da argila em função do ponto de coleta.

empregar mais de uma técnica de controle de aceitação de matéria-prima em conjunto com a determinação da fração retida em malha de 63 µm. Recomenda-se a utilização do índice de azul de metileno como parâmetro de controle complementar.

A argila avaliada apresenta, de acordo com o diagrama de Winkler, adequada trabalhabilidade para fabricação de cerâmica vermelha. Entretanto, em função da alta variabilidade verificada ao longo do depósito, devem ser elaboradas pilhas de homogeneização de forma a garantir um fornecimento de argila com características constantes.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Sr. Roosevelt Pessanha, proprietário da Cerâmica R. P. Pessanha, pela sua colaboração.

## Referências

1. Verduch, A. G. Características de las arcillas empleadas en la fabricación de ladrillos. **Tecnica Ceramica**, n. 232, 214-228, 1995.
2. Verduch, A. G. Origen y composicion de las arcillas ceramicas. **Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.**, v. 4, n. 6, p. 395-404, 1985.
3. Santos, P. S. **Ciência e Tecnologia das Argilas**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1989, p.4.
4. Cannon, S. B., Wynn, A. M. A new method for establishing the upper and lower limits of clay plastic behaviour. **Tile & Brick Int.**, v. 15, n. 2, p. 82-89, 1999.
5. Ribeiro, C. G., Correia, M. G. Ferreira, Luís G., Gonçalves, A. M., Ribeiro, M. J. P., Ferreira, A. A. L. Estudo sobre a influência da matéria orgânica na plasticidade e no comportamento térmico de uma argila. **Cerâmica Industrial**, v. 9, n. 3, p. 35-38, 2004.
6. Schmitz, R. M., Schroeder, C., Charlier, R. Chemo-mechanical interactions in clay: a correlation between clay mineralogy and Atterberg limits. **Applied Clay Science**, v. 26, n. 1-4, p. 351-358, 2004.
7. Motta, J. F. M., Zanardo, A., Cabral Junior, M. As matérias-primas cerâmicas. Parte I: O perfil das principais matérias-primas cerâmicas e seus produtos. **Cerâmica Industrial**, v. 6, n. 2, p. 28-39, 2001.
8. Fuente, C., Boix, A., Sanfeliu, T. La investigación mineralógica en las materias primas cerámicas. **Tecnica Ceramica**, n. 207, p. 660-670, 1992.
9. Boix, A. Gargallo, L., Jordán, M. M., Segura, R., Sanfeliu, T. Mineralogía y propiedades tecnológicas de arcillas utilizadas en el sector pavimento-revestimiento cerámico. **Tecnica Ceramica**, n. 224, p. 404-413, 1994.
10. Facincani, E. **Tecnología Cerámica – Los Ladrillos**. 3. ed. Barcelona: Faenza Editrice Iberica, 1997, p. 31.
11. Fugmann, K. G. How to produce tiles 1. Raw materials and raw materials storage. **Interbrick**, v. 5, n. 2, p. 30-33, 1989.
12. Whittmore, W. Raw material stockpiling techniques. **American Ceramic Society Bulletin**, v. 73, n. 6, p. 60-62, 1994.
13. Amorós, J. L. A., et al. Manual para el control de la calidad de materias primas arcillosas, **Instituto de Tecnología Cerámica-AICE**, Castellón, p. 21-37, 1998.
14. Sánchez, E. et al. Control de calidad de las arcillas empleadas en la fabricación de los soportes de baldosas cerámicas, **Anais do Qualicer 98**, Castellón, 1998, p. 97-112.
15. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6459-84: Solo – Análise Granulométrica**. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.
16. Pracidelli, S., Melchiades, F. G. Importância da composição granulométrica de massas para cerâmica vermelha. **Cerâmica Industrial**, v. 2, n. 1/2, p. 31-35, 1997.