

CARACTERIZAÇÃO DE ARGILAS PARA UTILIZAÇÃO EM INDÚSTRIA CERÂMICA

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.16.25.XI-010>

Geovana Carla Girondi Delaqua *, Carlos Maurício Fontes Vieira

*Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF / CCT / LAMAV – Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro/Brasil – geovanagirondi@gmail.com

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo caracterizar três matérias-primas utilizadas em cerâmicas da grande BH para fabricação de produtos de cerâmica vermelha. Para isto, as matérias-primas foram caracterizadas por FRX, DRX, plasticidade, e distribuição de tamanho de partícula. As argilas apresentam constituição mineralógica bem comum com predominância de caulinita, quartzo e muscovita. A argila denominada de Rosa é um silte arenoso não plástico com a presença de uma pequena quantidade de caulinita. A argila Forte é bem plástica e de granulometria bem fina, necessitando da adição de uma material mais magro, menos plástico, ou sem plasticidade para ajuste da trabalhabilidade da massa de cerâmica vermelha. Já a argila Fraca apresenta uma plasticidade bem satisfatória. Entretanto, o elevado teor de quartzo deve acarretar redução da resistência mecânica da cerâmica, inviabilizando a utilização dessa argila como único componente da massa.

PALAVRAS-CHAVE: Argila; Caracterização; Cerâmica vermelha.

INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, as argilas são as principais matérias-primas utilizadas na fabricação de diversos produtos cerâmicos para a construção civil. Devido às suas características físicas, químicas e mineralógicas complexas, as argilas geralmente apresentam propriedades únicas relacionadas à sua própria diagênese natural [1-4].

Normalmente, a indústria cerâmica da construção civil precisa utilizar argilas de depósitos próximos. Como consequência, a caracterização e o controle de qualidade de cada argila são importantes para o desempenho técnico dos produtos locais [5,6]. Além disso, um depósito específico pode apresentar camadas distintas associadas a diferentes argilas. Isso dá à indústria regional a oportunidade de misturar diferentes argilas para ajustar as propriedades tanto do corpo cerâmico cru quanto do produto final correspondente.

O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores mundiais de cerâmica argilosa, e as indústrias regionais dependem de um grande número de depósitos naturais para a extração das argilas. Para a grande maioria dos depósitos existentes, apenas o conhecimento empírico é utilizado para o processamento da argila, o que frequentemente resulta em produtos abaixo das especificações. Como a microestrutura e as propriedades de qualquer cerâmica dependem das características das matérias-primas e dos parâmetros de processamento [7], para garantir a qualidade dos produtos cerâmicos, é necessária uma caracterização completa das argilas precursoras em função da temperatura de queima. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar três matérias-primas utilizadas em cerâmicas da grande BH para fabricação de produtos de cerâmica vermelha.

OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar três matérias-primas utilizadas em cerâmicas da grande BH para fabricação de produtos de cerâmica vermelha.

METODOLOGIA

Para este trabalho foram caracterizadas três matérias-primas utilizadas em cerâmicas da grande BH para fabricação de produtos de cerâmica vermelha.

A caracterização química consistiu na determinação dos constituintes químicos, bem como da perda de massa até 1000°C. A composição química foi determinada por fluorescência de raios-X utilizando um equipamento Bruker, modelo S2 Ranger

A caracterização mineralógica foi realizada pelas técnicas de difração de raios-X (DRX) e por análise térmica-diferencial e termo-gravimétrica (ATD/TG). O teste de DRX foi realizado utilizando um difratômetro da Benchtop, modelo Proto AXRD, com radiação de $\text{CuK}\alpha$ e ângulo de varredura 2 variando de 5 até 60°.

A caracterização física teve por objetivo determinar a distribuição de tamanho de partícula, densidade real dos grãos. A distribuição de tamanho de partícula foi determinada pela combinação das técnicas de peneiramento e sedimentação de acordo com norma técnica da ABNT [NBR 7181/84] [8]. A densidade real dos grãos foi determinada pela técnica picnometria.

RESULTADOS

Caracterização Química - Fluorescência de Raios-X

A Tabela 1 apresenta a composição química das matérias-primas. É possível observar que as argilas apresentam como maiores constituintes SiO_2 e Al_2O_3 , os quais estão em sua maior parte combinados formando os aluminossilicatos como a mica muscovita e a caulinita, por exemplo. A argila Forte realmente tem características químicas que indicam se tratar de uma argila com maior teor de argilomineral e mais plástica comparativamente com a argila Fraca, como a menor relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (2,65 diante de 4,53 da argila “fraca”) e maior perda ao fogo PF.

As argilas Forte e Fraca apresentam teores de Fe_2O_3 que acarretam cor avermelhada na cerâmica após queima. O óxido alcalino K_2O e alcalino-terrosos CaO e MgO estão presentes na estrutura da mica muscovita. O K_2O é fundente muito ativo e tem como finalidade promover a formação de fase líquida, necessária para uma densificação acentuada da cerâmica durante a etapa de queima com consolidação das partículas. A argila Rosa apresenta uma composição química muito parecida com a argila Fraca, à exceção do menor teor de Fe_2O_3 .

Tabela 1. Composição química das argilas.

ELEMENTOS	ARGILA FORTE	ARGILA FRACA	ARGILA ROSA
CaO	0,60	0,33	-
SiO₂	51,10	67,12	67,51
Fe₂O₃	7,65	4,30	2,75
MnO	-	-	0,08
MgO	1,60	1,67	1,22
Al₂O₃	19,31	14,83	12,49
K₂O	1,87	2,83	2,56
P₂O₅	0,08	0,09	-
TiO₂	1,43	1,01	0,34
SO₃	0,05	0,07	-
ZrO₂	-	0,05	-
BaO	0,05	0,09	0,09

Caracterização Mineralógica - Difractometria de Raios-X

A Figura 1 apresenta o difratogramas de raios-X das matérias-primas. Pode ser observado que todas as três argilas apresentam composição mineralógica semelhantes com picos de difração predominantes são correspondentes à caulinita – $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, ao quartzo – (SiO_2) e à mica muscovita – ($\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

As argilas caulínicas, são caracterizadas por apresentarem um comportamento de queima refratário. Temperaturas máximas da ordem de 1200°C a 1350°C são consideradas normais para estas argilas, em aplicações específicas de materiais refratários e porcelanas [9]. O quartzo se constitui na principal impureza presente. A mica muscovita é um mineral com textura lamelar que pode ocasionar o aparecimento de defeitos nas peças cerâmicas. Desde que apresente tamanho de partícula reduzido, a mica muscovita pode atuar como fundente devido à presença de óxidos alcalinos.

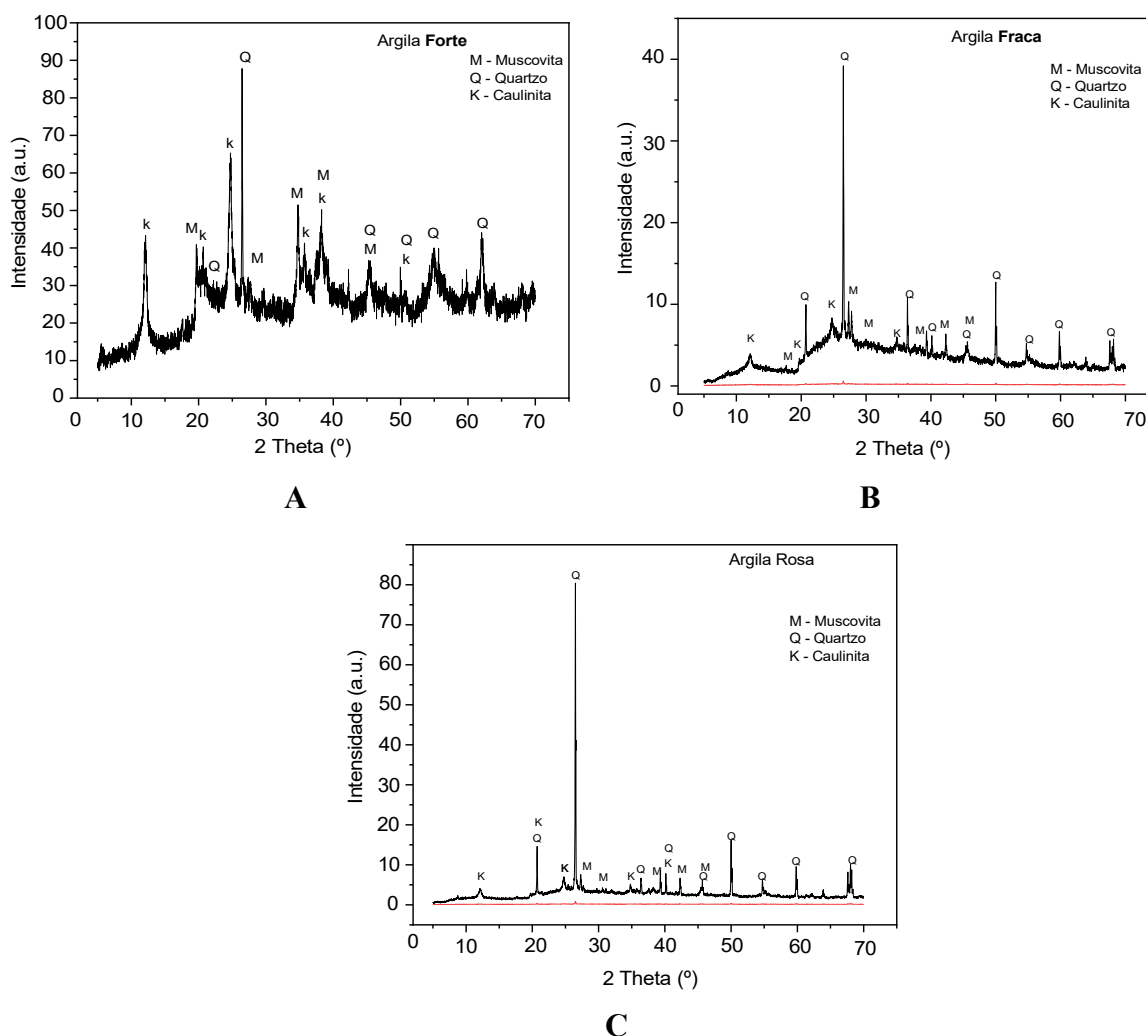


Figura 1. Difratomogramas de Raios-X das argilas: A: Argila forte; B: Argila fraca; C: Argila rosa.

Caracterização Física

Distribuição de Tamanho de Partículas

A Figura 2 apresenta as curvas de distribuição de tamanho de partículas das matérias-primas após destorroamento e peneiramento em malha de 14 mesh (abertura de 1,2 mm). Nota-se que a argila Forte apresenta uma granulometria bem mais fina que as argilas Fraca e Rosa, com fração “argila”, “silte” e “areia” de 57, 41,5 e 1,5% em massa, respectivamente. É uma argila muito fina para ser utilizada como único componente para a fabricação de cerâmica vermelha. A fração “argila” está associada com tamanho de partícula inferior a 2 μ m e confere à massa cerâmica plasticidade em mistura com água, possibilitando assim alcançar uma consistência plástica que possibilita conformar as peças por extrusão. Isto ocorre porque os argilominerais, responsáveis pelo aporte de plasticidade estão associados a este intervalo de tamanho de partícula [9-11].

As argilas Fraca e Rosa apresentam granulometria correspondente à areia, entre 0,02 e 2 mm, bem semelhante. Entretanto, as frações “argila” e “silte” se diferem. A argila Fraca apresenta frações “argila” e “silte” de 28 e 48%, respectivamente. Já a argila Rosa essas frações são de 6 e 51%, respectivamente.

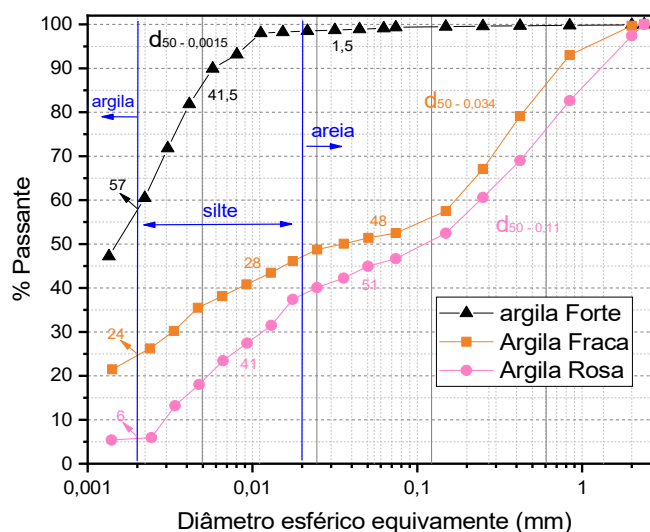


Figura 2. Curvas de distribuição de tamanho das partículas das argilas.

A Tabela 2 apresenta os diâmetros característicos das argilas. Observa-se que a argila Forte apresenta um d50 bem menor que das demais argilas.

A **argila Rosa** é tecnicamente um silte arenoso e não deve desenvolver plasticidade em mistura com água. É um material que ajusta melhor a granulometria excessivamente mais fina, bem como a plasticidade da **argila Forte** em comparação com a **argila Fraca**. Além disso, como a fração mais grosseira, “areia” é bem semelhante ao da argila Fraca, sua utilização na composição da massa não deve ser tão prejudicial à resistência mecânica da cerâmica.

Tabela 2. Diâmetros característicos

Matérias-primas	D ₁₀	D ₂₀	D ₅₀	D ₈₀
Argila Forte	0,0003	0,0007	0,0015	0,039
Argila Fraca	0,0007	0,001	0,0352	0,44
Argila Rosa	0,0030	0,005	0,01171	0,73

A Figura 3 mostra a localização das matérias-primas dentro do Diagrama de Winkler. Este diagrama baseia-se na granulometria das argilas para delimitar regiões apropriadas para a fabricação de determinados produtos tais como tijolo maciço, região 1, blocos vazados, região 2, telhas, região 3 e produtos com dificuldade de produção, região 4. Como se pode observar, a argila Forte está localizada na parte superior do diagrama no limite da região 3, comprovando sua granulometria excessivamente fina. Já a argila Fraca encontra-se no limite das regiões 1 e 2. Por outro lado, a argila Rosa está na parte do gráfico, com elevada concentração de frações “silte” e “areia”.

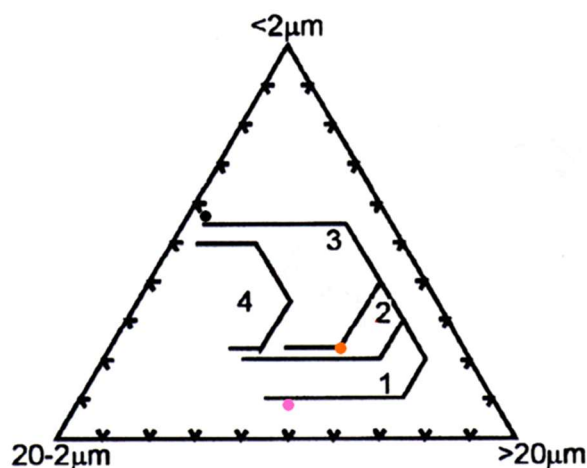


Figura 3. Diagrama de Winkler com a localização das argilas.

As densidades reais dos grãos, obtida por picnometria (ASTM, C373-72), para as argilas **Forte**, **Fraca** e **Rosa** foram de 2,57, 2,56 e 2,62g/cm³, respectivamente. Os valores obtidos estão dentro da normalidade para esse tipo de material.

Plasticidade

Por meio do gráfico da Figura 7, elaborado a partir dos limites de Atterberg [12], é possível obter um prognóstico da etapa de conformação por extrusão das argilas. Observa-se que a argila Forte se localiza numa região de extrusão aceitável, mas bem próxima da região de extrusão ótima. Já a argila Fraca localiza-se dentro de região de extrusão ótima. A argila Rosa não apresentou plasticidade.

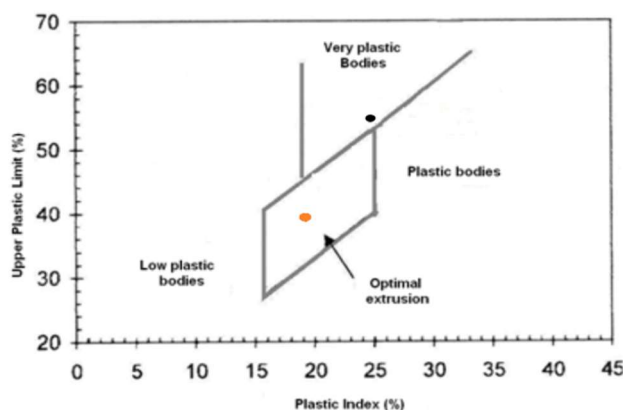


Figura 7. Prognóstico do comportamento de extrusão através dos limites de Atterberg.

CONCLUSÃO

As argilas apresentam constituição mineralógica bem comum com predominância de caulinita, quartzo e muscovita. A argila denominada de Rosa é um silte arenoso não plástico com a presença de uma pequena quantidade de caulinita. A argila Forte é bem plástica e de granulometria bem fina, necessitando da adição de uma material mais magro, menos plástico, ou sem plasticidade para ajuste da trabalhabilidade da massa de cerâmica vermelha. Já a argila Fraca apresenta uma plasticidade bem satisfatória. Entretanto, o elevado teor de quartzo deve acarretar redução da resistência mecânica da cerâmica, inviabilizando a utilização dessa argila como único componente da massa.

Agradecimentos

Os autores agradecem à UENF, à CAPES, ao CNPq proc. n° 302976/2022-1, à FAPERJ – Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, proc. n° E-26/203.927/2024, E-26/200.105/2024, E-26/210.513/2025 pelo apoio financeiro, e à Arte Cerâmica Sardinha pela doação da matéria-prima argilosa utilizadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gomes CF. **Argilas – O que são e para que servem**. Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1988.
2. Verduch AG. **Características de las Arcillas Empleadas en la Fabricación de Ladrillos**. Técnica Cerámica 1995;(232):214-228.
3. Hajjaji M, Kacim S, Boulmane M. **Mineralogy and firing characteristics of a clay from the valley of Ourika (Morocco)**. Applied Clay Science 2002;21:203-212.
4. Amaral, L.F., De Carvalho J.P.R.G., Da Silva B.M., Delaqua G.C.G., S.N. Monteiro, Vieira C.M.F., **Development of ceramic paver with ornamental rock waste**, J. Mater. Res. Technol. (2019).
5. Fabbri, B. **Quality assurance of ceramic clays – A deeper understanding**. Tile & Brick Int. 1994;10(2):73-76.
6. Sánchez E, Ginés F, Agramunt JV, Monzó M. **Control de calidad de las arcillas empleadas en la fabricación de los soportes de baldosas cerámicas**. In: Proceedings Qualicer 98. Castellón, Espanha, 1998. p. 97-112.
7. Ramos IS. **Delimitação, Caracterização e Cubagem da Região de Exploração de Argila no Município de Campos dos Goytacazes**. M.Sc. Thesis, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ; 2000.
8. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Determinação da Análise Granulométrica de Solos**. NBR - 7181, Rio de Janeiro: Brasil, 1984
9. Abajo MF. **Manual sobre Fabricación de Baldosas**, Tejas y Ladrillos Ed. Beralmar S. A, Barcelona, 2000.

-
10. Santos, P. S. **Ciência e Tecnologia das Argilas**. 2. ed. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 1989. 408.91p
 11. Monteiro, S.N., Alexandre, J., Margem, J.I., Sanchez, R., Vieira C.M.F. **Incorporation of sludge waste from water treatment plant into red ceramic**. Construction and Building Materials, 22, p.1281-1287, 2008
 12. Marsigli M, Dondi M. **Plasticità delle Argille Italiane per Laterizi e Previsione Del Loro Comportamento in Foggatura**. L'Industria dei Laterizi 1997;46:214-22.