

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE MATERIAIS ARGILOSOS EM USO NAS OLARIAS DA REGIÃO DE RIO CLARO (SP) VISANDO SUA UTILIZAÇÃO NA FABRICAÇÃO DE PRODUTOS CERÂMICOS

G. C. Ferreira; C.C. de Oliveira
UNESP/IGCE/Campus de Rio Claro/ Departamento de Geologia Aplicada
Avenida 24 A, 1515 – Bela Vista – Rio Claro (SP) CEP 13506-900
gildacf@rc.unesp.br

RESUMO

Neste trabalho, os materiais argilosos utilizados pelas indústrias oleiras, associadas à ASCER, foram caracterizadas quanto às suas principais propriedades cerâmicas, objetivando embasar a elaboração dos projetos de extração mineral, subsidiar a proposição de formulações mais adequadas à fabricação de tijolos e aplicação de materiais ainda não conhecidos, contribuindo para o aprimoramento técnico da indústria oleira local. Foram realizados ensaios de plasticidade, resistência mecânica a seco, absorção de água, retração linear de queima, cor de queima e resistência mecânica pós-queima. Os ensaios demonstraram que os materiais argilosos têm potencial para uso em cerâmica vermelha, como argilas plásticas. As amostras apresentaram comportamento que as classifica como material nobre para fabricação de telhas e tijolos. Os resultados desses ensaios servirão de base para estudos posteriores, visando propor eventuais modificações na massa cerâmica, para a obtenção de produtos de melhor qualidade, adaptados às normas técnicas para os respectivos produtos.

Palavras-chave: argila, caracterização física, cerâmica vermelha

INTRODUÇÃO

Na região de entorno à cidade de Rio Claro (SP), existe atualmente cerca de 50 pequenas olarias, cujas atividades de extração mineral e produção de tijolos, vêm sendo conduzida há várias dezenas de anos, em sua grande maioria, sem qualquer orientação técnica no que se refere ao aproveitamento dos materiais argilosos, matéria-prima básica na fabricação de tijolos ⁽¹⁾.

Para mudar este quadro negativo, foi realizada uma parceria entre a Fundação para o Desenvolvimento da UNESP (FUNDUNESP) e o SEBRAE – SP, através de um projeto intitulado “Apoio técnico às atividades de extração de matéria-prima executadas pela indústria oleira da região de Rio Claro”, cujo objetivo principal foi a orientação aos oleiros associados da ASCER - Associação das Cerâmicas Vermelhas de Rio Claro e Região para a caracterização, dimensionamento e planejamento da extração de matérias-primas argilosas de suas respectivas jazidas minerais. Esse projeto, que teve a participação de docentes e alunos do curso de graduação em Geologia da UNESP, Campus de Rio Claro, foi financiado pelo SEBRAE – SP, com uma pequena participação de cada olaria, nos custos dos ensaios cerâmicos realizados pela UNESP ⁽²⁾

Entre as olarias existentes foram estudadas quatorze olarias pertencentes à ASCER, localizadas nos municípios de Rio Claro e Corumbataí, na porção centro-leste do estado de São Paulo.

A matéria prima cerâmica utilizada por essas olarias são materiais argilosos resultantes do intemperismo de rochas síltico-argilosas da Formação Corumbataí, envolvendo tanto porções superficiais, mais intensamente alteradas (solo argiloso), quanto os níveis mais profundos apenas parcialmente intemperizados (saprólito silto-argiloso), sendo ambos os materiais misturados para a obtenção da matéria prima com composição adequada à fabricação de tijolos maciços ou de blocos cerâmicos de oito furos ⁽³⁾.

Este trabalho tem como objetivo principal a caracterização física dos materiais argilosos atualmente em uso nessas olarias, a fim de embasar a elaboração dos projetos de extração mineral das jazidas e subsidiar a proposição de formulações mais adequadas à fabricação de tijolos, assim como a aplicação de materiais ainda não conhecidos, contribuindo para o aprimoramento técnico da indústria oleira local.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas três amostras de cada olaria estudada, num total de quatorze olarias, fabricantes de tijolos maciços e blocos de oito furos.

Para qualificar os materiais argilosos, foram efetuadas sondagens a trado manual, com extremidade no formato de caneco, devido às características do

material e a espessura das camadas de solo argilo-siltoso e de saprólito silto-argiloso, utilizados na confecção de tijolos (Figura 1). O material encontrado em profundidades maiores (argilito siltoso “pastilhado”), devido à sua dureza, não é utilizado pelas olarias, sendo sua presença utilizada como limitador nas sondagens, por ser impenetrável ao trado manual.



Figura 1 – Material argiloso sendo retirado do trado tipo caneca utilizado na amostragem.

O material argiloso retirado de cada furo foi misturado, quartado e três amostras representativas deste material foram submetidas a ensaios de caracterização tecnológica (Figura 2). Os ensaios foram realizados pelo LabCER – Laboratório de Ensaio Cerâmicos do IGCE/UNESP, elaborando laudos das quatorze olarias estudadas. As amostras brutas foram codificadas (segundo codificação original), secas ao sol por 72 horas e desagregadas.

Os materiais argilosos previamente desagregados foram moídos em moinho de martelo marca Tigre, até granulometria passante em malha ABNT 32 (abertura de 500 μ m), partindo-se, após, para a caracterização cerâmica destes. Foram realizados dois tipos de análise: plasticidade e caracterização física.



Figura 2 – Materiais argilosos utilizados pelas indústrias oleiras locais.

(A: saprólito argilo-siltoso vermelho com argila cinza-claro e castanho; B: solo areno-argiloso castanho com argila cinza-claro e verde; C: saprólito argilo-siltoso vermelho com níveis argilosos de cor cinza; D: solo argilo-siltoso castanho e cinza claro)

Plasticidade

A plasticidade é a propriedade que possuem as argilas de se deixarem modelar, quando pastosas, pela adição de água, isto é, como será o desempenho de uma argila ao se efetuar a conformação dos tijolos por extrusão, introduzindo água.

As argilas foram peneiradas em malha ABNT 80 (abertura de $177\mu\text{m}$). Foi acrescentada água até que as argilas apresentassem trabalhabilidade, sendo posteriormente estocadas por 24 h para homogeneização de umidade. As amostras foram caracterizadas quanto ao Limite de Liquidez (LL), que é a quantidade máxima de água que transforma a massa plástica em suspensão fluída, através de ensaio em aparelho Casagrande, acompanhado pelos ensaios de Água de Esfarelamento e

Água de Amassamento, para determinação do Índice de Plasticidade (IP), que indica a trabalhabilidade do material, comparado a uma tabela de referência (Tabela 1).

Tabela 1: Referência para Índice de Plasticidade

Argila	Índice de Plasticidade
Excessivamente Plástica	19 a 25
Excelente	17 a 18
Boa	15 a 16
Regular	13 a 14
Fraca	11 a 12
Material de Capa	5 a 10

O Índice Plasticidade é calculado de acordo com a equação (A), subtraindo-se a água de esfarelamento da porcentagem de umidade obtida a 25 golpes (Limite de Liquidez):

$$IP = (LL) - (\text{Água de Esfarelamento}) (A)$$

Caracterização Física

Para a realização dos ensaios tecnológicos cerâmicos, os materiais argilosos foram umidificados, com um teor de 7,5% de água e estocados 24h para homogeneização.

As amostras foram prensadas em prensa hidráulica manual Luxor, utilizando 250 N/cm² de pressão. Os corpos de prova secos em estufa elétrica a 100°C por 24 h foram pesados e medidos (comprimento, largura e espessura) para serem avaliados quanto aos ensaios de densidade geométrica e Módulo de Ruptura à Flexão. A prensagem foi escolhida para a conformação ao invés da extrusão pela praticidade de realização e por apresentar maior precisão nos resultados.

- Módulo de Ruptura à Flexão (MRF) (seco)

Determina a resistência mecânica mínima que as peças apresentarão para o manuseio na olaria (colocação de peças para secagem, colocação de peças no forno, etc.).

Esse ensaio foi efetuado no flexômetro da marca BP Engenharia, nos corpos de prova secos. O ensaio consiste basicamente em colocar o corpo de prova sobre

dois apoios em forma de cilindros e fixar um terceiro apoio, também em forma de cilindro, por cima e que vai exercer pressão sobre o corpo de prova. O Módulo de Ruptura à Flexão (MRF) em kgf/cm² é definido pela leitura no aparelho da carga máxima atingida no momento da ruptura, vezes um fator que depende da distância entre os apoios e o peso que vai exercer a força, dividido pela espessura mínima ao quadrado na seção de ruptura (excluídas as bordas), vezes a largura na seção de ruptura. O valor do Módulo de Ruptura à Flexão (seco) para tijolos maciços deve ser no mínimo de 15 kgf/cm² e para blocos cerâmicos para alvenaria de 25 kgf/cm² ⁽⁴⁾.

Foram realizadas nos corpos de prova, duas queimas em forno tipo mufla de laboratório, com taxa de aquecimento de 7°C/min a temperaturas de 900°C, 950°C e 1000°C, para avaliação da potencialidade do uso dos materiais argilosos em cerâmica estrutural. Após queima, os corpos de prova foram avaliados quanto à Absorção de Água, Retração Linear de Queima, Cor de Queima e Módulo de Ruptura à Flexão (pós-queima).

- Absorção de Água (AA)

Determina a quantidade de água que o material absorve e indiretamente, determina se a porosidade dos tijolos está alta demais. Os valores de absorção de água variam de acordo com a finalidade do material. Para blocos cerâmicos para alvenaria de vedação o valor pode variar de 8% a 22%, segundo a NBR 15270-1:2005 ⁽⁵⁾, para telhas o limite máximo admissível é de 20% segundo a NBR 15310:2005 ⁽⁶⁾.

Neste ensaio, os corpos queimados em diferentes temperaturas são pesados (P₁), em seguida, são colocados em um banho de água e esta é aquecida durante cerca de 3 h após a fervura da água. Durante o ensaio, o nível da água deve ser mantido, deixando-se esfriar a temperatura ambiente. O excesso de água das superfícies das peças é removido com um pano úmido e em seguida são novamente pesadas (P₂). A absorção de água é dada pela equação (B) ⁽⁷⁾.

$$AA (\%) = (P_2 - P_1) / P_1 \times 100 (B)$$

- Retração Linear de Queima (RL)

Determina o tamanho final do tijolo após a queima, considerando todas as perdas de água que ocorrerão no material.

Para a determinação da retração linear dos corpos de prova após a queima, utilizou-se um paquímetro digital, para a medição dos comprimentos. O cálculo do valor da retração linear em porcentagem foi realizado de acordo com a equação (C), onde C_i é o valor do comprimento do corpo de prova antes da queima e C_q é o valor do comprimento do corpo de prova após o processo de queima.

$$RL (\%) = (C_i - C_q) / C_i \times 100 (C)$$

- Cor de Queima

Determina a cor final que a argila conferirá ao tijolo depois da queima, determinando a tipologia dos produtos.

O ensaio de cor foi obtido através da observação e descrição da cor dos corpos de prova, obtida após a queima nas temperaturas de 900º, 950º e 1000º.

- Módulo de Ruptura à Flexão (MRF) (pós queima)

Determina a resistência mecânica que o produto apresentará em seu uso.

Após a queima dos corpos de prova, eles foram medidos, pesados e submetidos ao ensaio do Módulo de Ruptura à Flexão, conforme foi descrito anteriormente, para o Módulo de Ruptura à Flexão a seco.

O valor do Módulo de Ruptura à Flexão para tijolos maciços pós-queima deve ser no mínimo de 20 kgf/cm² e para blocos cerâmicos para alvenaria de 55 kgf/cm² (4).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 contém os resultados dos ensaios de caracterização realizados nos materiais argilosos das quatorze olarias que fizeram parte deste estudo. Os resultados dos ensaios, pós queima, serão apresentados para a temperatura de 900º C, por ser esta a temperatura usual de queima das olarias estudadas.

As amostras apresentaram-se como tendo boa plasticidade, segundo a tabela de referência (Tabela 1). Para cada amostra foi confeccionado o gráfico referente ao ensaio de Plasticidade e valores de Água de Amassamento (quantidade de água necessária a se adicionar, até que a argila não grude nas mãos) e Esfarelamento (quantidade mínima de água onde a massa plástica perde sua plasticidade).

Tabela 2 – Resultados dos ensaios de caracterização cerâmica realizados nos materiais provenientes das olarias

Ensaio cerâmicos	Índice de Plasticidade	Densidade (g/cm ³)	MRF (kgf/cm ²) (seco)	AA (%) (900° C)	RL (%) (900°C)	MRF (kgf/cm ²) (900° C)
Olarias						
Olaria Sartori	15,70	1,91	25,70	19,29	0,47	40,93*
Olaria Bortolin	16,04	1,83	24,97	18,43	0,50	90,28
Olaria da Figueira	16,30	1,76	34,85	20,29	0,69	105,33
Olaria JRS	15,64	1,70	33,97	20,98	1,26	139,01
Olaria Pancheri	16,04	1,76	26,77	18,85	1,44	131,35
Olaria São Bento	15,24	1,82	34,56	21,95	0,37	71,73
Olaria Estrela	15,07	1,69	21,78	16,58	0,73	42,52*
Cerâmica Santa Marta	15,88	1,82	33,65	17,16	1,21	99,11
Olaria Rampim	16,69	1,85	30,15	19,48	1,08	112,67
Tralba Olaria	15,44	1,75	27,34	18,82	2,05	160,52
Olaria Modelo	15,46	1,75	33,71	20,68	1,07	121,09
Olaria Vedovello	15,84	1,75	17,54	20,23	0,89	90,00
Olaria Curtolo	15,54	1,85	31,93	17,97	0,70	81,06
Olaria J Scatolin	15,70	1,84	38,35	19,62	-	104,80

* Geração de microtrincas durante a queima.

Quanto à densidade geométrica média, as amostras apresentaram densidades elevadas e próximas entre si para uma mesma pressão (250 N/cm²), tendo assim, boa compactação e boa trabalhabilidade. As amostras que apresentaram densidade geométrica ligeiramente inferior podem estar relacionadas com a quantidade de quartzo e/ou feldspato (minerais não plásticos) presente na amostra. Assim, um menor teor de não plásticos, ou estes em granulometria mais fina, confere maior densidade às peças prensadas.

No ensaio de Módulo de Ruptura à Flexão a seco, observou-se que as argilas apresentaram resistência mecânica com valores suficientes para o manuseio das peças secas no processo produtivo (é necessário que as peças tenham certa resistência a seco, para que seu transporte e manuseio durante o processo produtivo não seja prejudicado). A variação nos valores de Módulo de Ruptura à Flexão é função dos teores variados de quartzo e granulometria deste e de outros contaminantes, como óxidos de ferro e lateritas.

As amostras foram queimadas em três temperaturas: 900°C, 950°C e 1000°C, para avaliação da potencialidade do uso das argilas em cerâmica estrutural. As argilas são fundentes, isto é, sinterizam, fundem, em temperaturas baixas, em virtude de serem compostas basicamente por illita, quartzo e feldspato.

As cores apresentadas pelos corpos de prova após a queima variaram pouco, estando em matizes de laranja, sendo que quanto mais avermelhada as cores, maior a porcentagem de ferro presente no material argiloso (Figura 3).

O ensaio de Absorção de Água observou que os valores encontrados estão dentro do limite admissível. As argilas com maior porcentagem de quartzo apresentam maior valor de absorção de água, em função da maior porosidade. De modo geral, a variação na absorção de água pode estar relacionada com os minerais componentes da amostra, assim como o grau de alteração destes, além de sua granulometria.

Os valores de retração linear encontrados após a queima dos corpos de prova são extremamente baixos. Um menor valor de retração linear está relacionado com uma maior porcentagem de quartzo na amostra.

As argilas apresentam valores altos e adequados de resistência mecânica pós queima. Valores mais baixos de resistência mecânica podem estar relacionados com micro trincas, o que, porém, não influencia o comportamento final das peças. Quando a quantidade de micro trincas é grande, o corpo de prova não suporta a

mesma carga de pressão, rompendo-se com maior facilidade. Os valores maiores de MRF podem ser explicados pela quantidade de quartzo presente nas amostras, que pode acelerar a formação de fases líquidas na queima, o que pode incrementar a resistência mecânica.

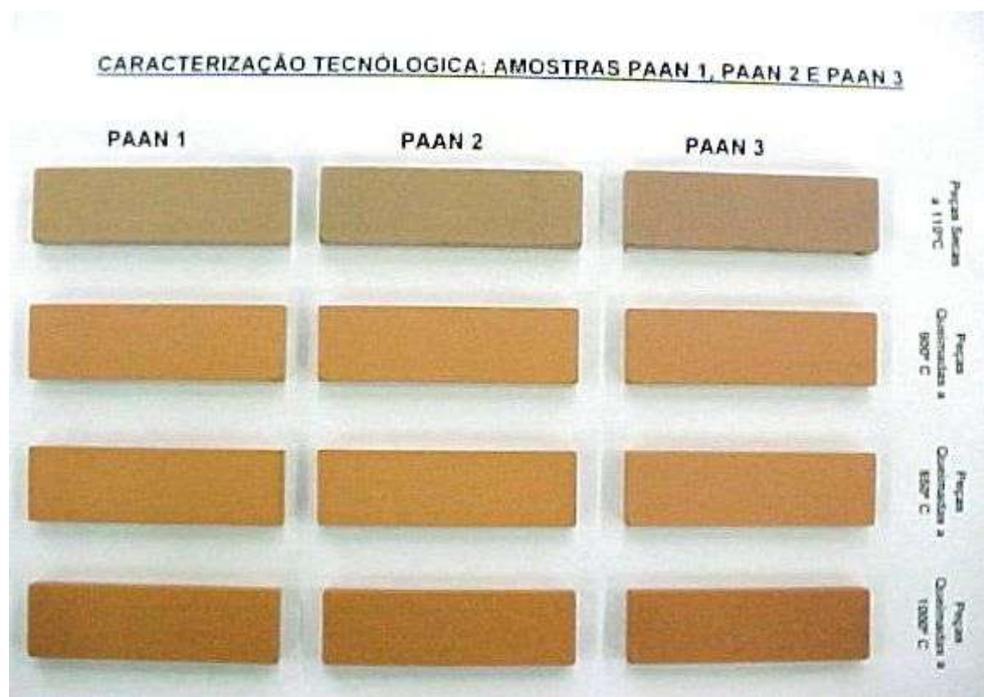


Figura 3 – Cor de queima: peças secas a 110° C, peças queimadas a 900° C, 950° C e 1000° C.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que os materiais argilosos analisados têm potencial para uso em cerâmica vermelha, estrutural como argilas plásticas (“gordas”). De maneira geral, as amostras apresentaram comportamento que as classifica como material nobre para a fabricação de telhas e tijolos, gerando produtos de alta qualidade.

Os materiais argilosos, provenientes das áreas estudadas, podem ser utilizados para a fabricação de tijolos, em sua grande maioria, naturalmente, sem necessidade de misturas, ou em misturas, conforme resultados dos ensaios.

REFERÊNCIAS

1. FERREIRA, G. C.; DAITX, E. C.; GOMES, J. R. S.; LIMA, P. R. Apoio técnico às atividades de extração de matéria-prima executadas pela indústria oleira da região de Rio Claro (SP). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 44, 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba, Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. p. 225.
2. DAITX, E. C. & FERREIRA, G. C. **Projeto Parceria – FUNDUNESP/SEBRAE-SP-PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO CLARO**. Apoio técnico às atividades de extração de matéria prima executadas pela indústria oleira da região de Rio Claro. Rio Claro, SP: IGCE/UNESP 2006.
3. FERREIRA, G. C.; DAITX, E. C.; OLIVEIRA, C. C.; LIMA, P. R. Programa de apoio à legalização mineral das olarias da região de Rio Claro (SP). **REM: R. Esc. Minas**, Ouro Preto, 65(1), 119-129, 2012.
4. SANTOS, P. S. **Ciência e Tecnologia de Argilas**. São Paulo: Edgar Blucher, 1975. V.2.
5. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15270-1** – Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, RJ, 2005 a. 11 p.
6. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15310** – Componentes cerâmicos – Telha – Terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, RJ, 2005. 4 p.
7. SACMI. **Dalla Tecnologia alle Macchine ai Forni per la Piastrella**. Note tecnologiche sulla fabbricazione delle piastrelle ceramiche. Forli (Itália): Grafiche MDM, 1986. V.1

PHYSICAL CHARACTERIZATION OF CLAY MATERIALS USED IN THE BRICKWORK INDUSTRIES IN THE REGION OF RIO CLARO (SP) AIMING THEIR USE IN THE PRODUCTION OF CERAMIC

In this work, the clay materials used by brickwork industries, associated with ASCER, were characterized according to their main ceramic properties, aiming to base the development of mining projects, support proposals for suitable formulations for manufacture of bricks and application of materials not yet known, contributing to the technical improvement by the local brickwork industry. Were performed tests of plasticity, dry strength, water absorption, linear shrinkage of firing, mechanical strength after firing and color after firing. The tests showed that the clay materials have potential for use in red ceramic, such as ball clays. The samples showed

behavior that qualifies as prime material for making tiles and bricks. The results of these tests form the basis for further studies aiming to propose any changes in the ceramic body, to obtain better quality products, adapted to the technical standards for their products.

Key-words: clay, physical characterization, red ceramic