

Estudo sobre a Influência da Matéria Orgânica na Plasticidade e no Comportamento Térmico de uma Argila

Clara G. Ribeiro^a, Márcia G. Correia^a, Luís G. Ferreira^a, Ana Margarida Gonçalves^a, Manuel J.P. Ribeiro^{a*}, António A. Labrincha Ferreira^{b*}

^aInstituto Politécnico de Viana do Castelo, ESTG,

Av. do Atlântico, 4900-348 Viana do Castelo, Portugal

^bDep. de Eng. Cerâmica e do Vidro, Universidade de Aveiro, 3810 Aveiro, Portugal

*e-mail: ribeiro@estg.ipvc.pt, labrincha@estg.ipvc.pt

Resumo: A influência da matéria orgânica em suspensões argilosas é bem conhecida e os seus efeitos são unanimemente descritos pelos estudiosos da matéria. Contudo, a sua influência na plasticidade de uma argila já é uma questão mais polémica. Para agravar ainda mais o estudo desta influência, existem numerosos testes para aferir da plasticidade de uma argila mas a interpretação dos seus resultados requer muita atenção uma vez que não é possível uma comparação directa dos resultados obtidos.

Este trabalho é realizado com o intuito de contribuir para um melhor conhecimento sobre a influência de matéria orgânica nas propriedades de uma argila, designada normalmente por “ball clay”, e muito especialmente numa propriedade de primordial importância no processo cerâmico que é a plasticidade. Simultaneamente, avalia-se também, a sua influência no comportamento térmico da argila.

Palavras-chave: *matéria orgânica, plasticidade, comportamento térmico de argilas*

1. Introdução

Plasticidade é a propriedade que um material possui de se deformar sem rotura, pela aplicação de uma força, e de manter essa deformação quando a força aplicada é removida ou reduzida abaixo de um certo valor (tensão de cedência). A plasticidade de uma argila é tanto maior quanto mais elevada for a força necessária para a deformação (tensão de cedência) e quanto maior for a sua deformação sem entrar em rotura.

Sendo, a plasticidade associada à formação de filmes de água, de uma certa espessura, à volta das partículas argilosas, que actua como um filme lubrificante, se estiver mais água do que a necessária para a sua formação, esta água livre permite a fluidez e implica a redução ou mesmo eliminação da plasticidade^{1,2}. Se, por outro lado, o teor de água for muito reduzido, as partículas tocam-se e a plasticidade acabará por desaparecer. Portanto, o teor de água influencia a plasticidade dependendo o ponto de plasticidade máxima da área superficial capaz de ser

humedecida. Estes filmes de água adsorvida parecem ter uma estrutura induzida pela superfície com a qual estão em contacto, gerando-se uma continuidade estrutural entre todas as partículas, que confere ao sistema, simultaneamente, um certo grau de rigidez e uma certa facilidade de deformação.

A plasticidade das argilas é afectada principalmente pelo^{3,5}:

- teor de água;
- temperatura da água;
- dimensão das partículas sólidas;
- composição/mineralogia das partículas sólidas;
- distribuição de tamanhos das partículas sólidas;
- forma das partículas e a sua estrutura interna;
- agregação das partículas;
- área superficial das partículas e sua atracção intermolecular;
- presença de outros materiais (nomeadamente matéria

orgânica, areias, etc.);

- orientação das partículas na massa;
- origem das argilas e tratamentos prévios.

A matéria orgânica (colóides orgânicos tais como tano ou húmus) pode estar presente nas argilas e afectar a sua plasticidade, no entanto, a sua influência na plasticidade é polémica. É comum referir que a sua presença promove um aumento de plasticidade mas alguns autores referem que realizaram testes de plasticidade a uma argila com matéria orgânica antes e depois da sua remoção e não verificaram diferenças nos resultados obtidos. A matéria orgânica pode funcionar como uma “cola”, promovendo a aderência e aumentando a coesão após secagem (contribuindo assim para uma maior trabalhabilidade) mas limitando a mobilidade das lamelas (influenciando assim negativamente a plasticidade)⁶.

Existem vários métodos para a medição da plasticidade^{7,10}. Estes podem ser divididos em 2 grupos conforme determinem uma propriedade relacionada com a plasticidade (métodos indirectos) ou tentem uma abordagem mais directa (métodos directos). Como é possível verificar pela classificação dos diferentes testes, a medição da plasticidade até pode ser uma tarefa simples mas a interpretação dos resultados já se afigura mais complicada e a comparação de resultados obtidos por diferentes métodos requer extremos cuidados, visto não ser possível uma comparação directa de valores.

Os métodos indirectos incluem medições da:

- a) proporção de água necessária para desenvolver na pasta uma determinada consistência;
- b) proporção de matéria coloidal presente na argila;
- c) viscosidade da massa;
- d) penetrabilidade da pasta;
- e) resistência à flexão (módulo de rotura) e retracção verde-seco.

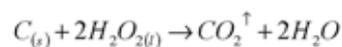
Os métodos directos podem consistir em:

- a) verificação da aderência da pasta;
- b) métodos de extrusão;
- c) métodos de extensão;
- d) métodos de compressão;
- e) métodos de torção.

2. Procedimento Experimental

A argila utilizada na realização deste estudo é uma argila caulínica com presença de alguma ilite (Fig. 1) de cor escura, cor essa associada à presença de matéria orgânica. Trata-se de uma argila comum da zona de Barracão-Leiria-Portugal. Os testes utilizados para avaliar a plasticidade foram o limite de plasticidade, o teste de Pfefferkorn e a medição da retracção verde-seco e do módulo de rotura de provetes secos extrudidos. A extrusora utilizada foi uma extrusora de pistão sem vácuo. Os testes de plasticidade foram realizados de maneira convencional. Com o intuito de avaliar da efectiva eliminação da matéria orgânica foram realizadas análises térmicas à argila em diferentes condições de pré-tratamento.

A matéria orgânica pode ser eliminada recorrendo a água oxigenada concentrada, observando-se a formação, em elevada quantidade, de bolhas de ar na barbotina (a razão ponderal argila:água oxigenada foi em todos os ensaios de 1:4). A reacção que ocorre é descrita pela seguinte equação:



Outra forma usada para eliminar parcialmente matéria orgânica presente na argila foi a pré-calcinação a 400-450 °C.

3. Discussão de Resultados

Realizaram-se os diferentes ensaios de plasticidade à argila antes de qualquer tratamento. Repetiram-se os mesmos ensaios à argila depois de um primeiro tratamento com água oxigenada (argila com H₂O₂) e obtiveram-se resultados análogos tendo, por isso, sido aproveitada alguma argila já tratada para se lhe adicionar novamente água oxigenada (argila com H₂O₂+). Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Considerando que a matéria orgânica incrementa a plasticidade, como a maioria dos autores assume, era de esperar que o limite de plasticidade e a plasticidade de Pfefferkorn (tanto para as diferentes razões como para o intervalo de trabalhabilidade) diminuíssem no caso das argilas tratadas. Tal não é verificado, mantendo-se os valores muito semelhantes para a argila com os diferentes graus de tratamento.

Tabela 1. Resultados de plasticidade para a argila com diferentes teores de matéria orgânica.

		Argila	Argila com H ₂ O ₂	Argila com H ₂ O ₂ +
Limite de plasticidade		26,8	25,8	—
Plasticidade de Pfefferkorn	razão 2.5 (% hum.)	32,9	34,0	32,6
	razão 3.3 (% hum.)	33,9	35,5	34,2
	razão 4.0 (% hum.)	34,7	36,1	35,2
Intervalo de trabalhabilidade (% hum)		1,8	2,1	2,7
% retracção verde-seco		7,88*	8,37**	—
Módulo de rotura à flexão (N/mm ²)		6,79	8,28	—

* percentagem de humidade dos provetes igual a 29,2.

** percentagem de humidade dos provetes igual a 31,8.

Comparando também os valores da retracção verde-seco e da resistência à flexão de provetes extrudidos secos constata-se, novamente, que os valores não diferem muito para a argila tratada e para a argila sem qualquer tratamento. Mais uma vez os valores deveriam diminuir e isso não é verificado. O ligeiro aumento na retracção poderá ser explicado pela humidade mais elevada que a argila apresentava aquando da extrusão.

Tendo em conta os resultados obtidos nos ensaios de plasticidade e o facto das argilas tratadas continuarem a apresentar uma tonalidade bem escura, indicadora da presença de matéria orgânica, realizaram-se análises térmicas sobre as diferentes amostras de argila com o intuito de avaliar da efectiva eliminação da matéria orgânica. Foi, ainda, calcinada argila a 400 °C, temperatura esta que já deve eliminar matéria orgânica do barro, para ser utilizada como comparação. Utilizou-se esta temperatura e não uma superior para não se eliminar água de constituição dos argilominerais presentes e deturpar completamente os resultados.

Os resultados das análises térmicas gravimétricas (Fig. 2) revelam que o primeiro tratamento efectuado não causou alterações muito relevantes, embora a diferença na perda de peso total em relação à argila sem tratamento se situe em cerca de 0,7%, mas a alteração aquando do 2º tratamento já é bem mais significativa, na ordem dos 2%, e essa curva é praticamente coincidente com a obtida para a argila calcinada a 400 °C.

Verifica-se assim, que é efectivamente eliminada matéria orgânica com os tratamentos com água oxigenada. Tal observação sugere duas possibilidades para a interpretação da influência que a matéria orgânica tem na plasticidade de uma argila. Como primeira hipótese a matéria orgânica não terá influência na plasticidade, ou então, a sua influência na plasticidade não será muito dependente da sua quantidade.

Worrall¹⁰ fez diversos estudos de plasticidade e não afirma claramente que a matéria orgânica aumente a plasticidade, refere é que argilas plásticas têm normalmente matéria orgânica associada. Mas há autores^{11,12} que refe-

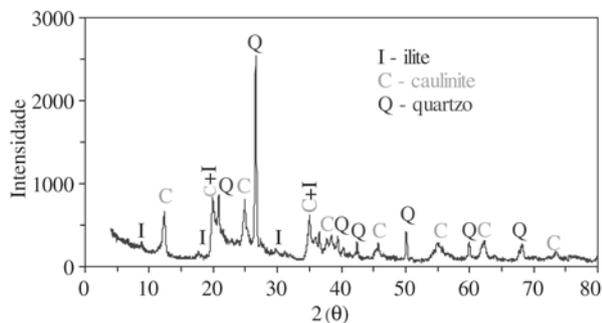


Figura 1. difractograma da argila BM8.

rem que a matéria orgânica diminui a plasticidade dos solos. Como tal, esta é uma questão que se mantém em aberto.

Foram também realizadas análises dilatométricas sobre diferentes amostras. Os resultados obtidos são apresentados na Fig. 3.

Os comportamentos evidenciados são semelhantes até uma temperatura de 900 °C e surpreendentemente, uma vez que a queima da matéria orgânica ocorre para temperaturas inferiores a 900 °C, é a partir desta temperatura que são observadas algumas discrepâncias. É observado, entre os 960 e os 1050 °C, um abrandamento na retracção devida à sinterização, nos provetes sujeitos a tratamento. Tal abrandamento é característico do mineral argiloso caulinite², um dos constituintes da argila em estudo.

Foram, então, realizados ensaios para tentar determinar qual a temperatura de calcinação a que se deixa de observar a cor escura na argila. Os resultados obtidos são

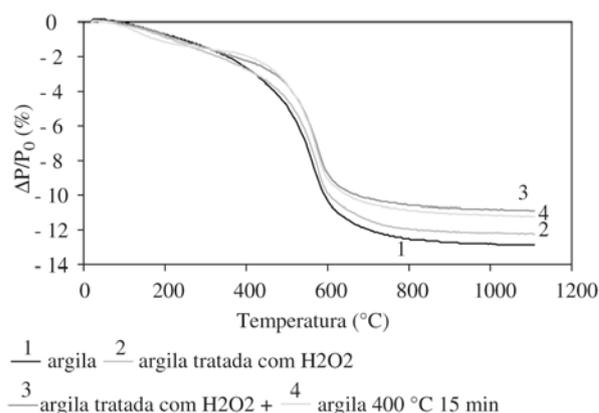


Figura 2. análises térmicas gravimétricas da argila com diferentes tratamentos.

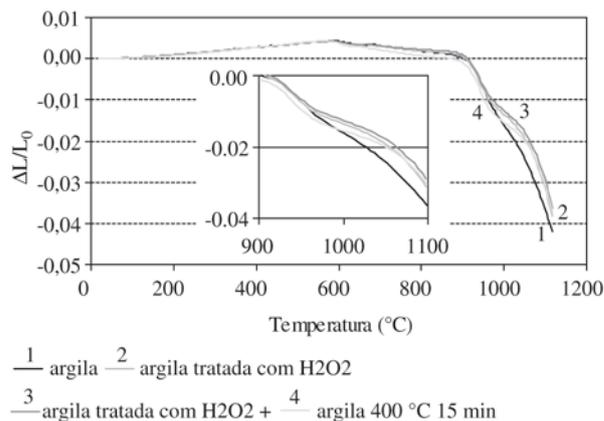


Figura 3. análises dilatométricas da argila com diferentes tratamentos.



Figura 4. variação da cor de provetes cozidos do barro a diferentes temperaturas.

observados na Fig. 4 e constata-se que a cor escura à superfície das amostras desaparece a uma temperatura na ordem dos 700 °C. Sendo assim, qual a influência da matéria orgânica na cozedura a temperaturas entre os 960-1050 °C?

No intuito de esclarecer esta questão foram seccionados provetes cozidos a diferentes temperaturas para observação do seu interior (Fig. 5). O diâmetro dos provetes cozidos oscila entre os 0,6-0,7 cm. Observa-se, claramente, que a queima da matéria orgânica no interior dos provetes, para as condições de cozedura usadas, se prolonga para temperaturas superiores a 800 °C devido à dificuldade de acesso de oxigénio ao seu interior. Esta deverá ser a causa para as diferenças evidenciadas pelas análises dilatométricas para temperaturas superiores a 900 °C.

4. Conclusão

A matéria orgânica não parece afectar a plasticidade desta argila. Caso influencie, esse efeito não é muito significativo e, para o caso estudado, não será muito afectado pela quantidade de matéria orgânica presente.

A presença de matéria orgânica acentua a retracção devida à sinterização para temperaturas entre os 960 e os 1050 °C. A sua eliminação, total ou parcial, parece acentuar, para esta gama de temperaturas, um pequeno patamar característico do mineral argiloso caulinite.



Figura 5. Variação da cor do interior de provetes cozidos a diferentes temperaturas.

Referências

1. Obstler, M. Out of the earth into the fire, *The American Ceramic Society*.
2. Jouenne, C.A. *Traité de Céramique et Matériaux Minéraux*, Editions Septima, Paris, 1990.
3. Gomes, C.F. Argilas - O que são e para que servem, *Fundação Calouste Gulbenkian*.
4. Singer, F.; Singer, S.S. *Cerâmica Industrial v. 1*, Ediciones URMO.
5. Santos, P.S. *Ciência e Tecnologia de Argilas*, Ed. Edgard Blücher Lda.
6. Hammil, Gillespie website.
7. Fabbri, B.; Fiori, C.; Ravaglioli, A. *Materie prime ceramiche Tecniche analitiche e indagini di laboratorio*, Faenza Editrice.
8. Greber, E. *Tratado de cerámica*, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1947.
9. Norton, F.H. *Cerâmica fina - tecnologia y aplicaciones*, OMEGA.
10. Worrall, W.E. *Ceramic Raw Materials*, *Institute of Ceramics Textbook Series*, 1982.
11. The Royal Agricultural College, Gloucestershire, UK, website.
12. Soil Quality Information Sheet, United States Department of Agriculture.