

“ARGILAS: O QUE SÃO, SUAS PROPRIEDADES E CLASSIFICAÇÕES.”

João M. L. Meira
Geólogo

INTRODUÇÃO

O termo argila permite vários conceitos subjectivos e interpretativos, tornando-o, de certa forma, indefinível e com vários sentidos. Os vários conceitos de argila são função da formação profissional, técnica ou científica dos que por ela se interessam (geólogos, pedólogos, agrónomos, químicos, mineralogistas, petrólogos, ceramistas, engenheiros civis, sedimentólogos, etc.), quer seja pela sua génese, quer seja pelas suas propriedades, quer ainda pelas suas aplicações. De facto, o termo argila representa para um ceramista um material natural que quando misturado com água se converte numa pasta plástica, para um sedimentologista representa um termo granulométrico que abrange todos os sedimentos em que dominam as partículas com diâmetro esférico equivalente inferior a 2micron, para um petrologista é uma rocha, para um mineralogista é um mineral ou mistura de minerais argilosos que apresentam estrutura essencialmente filitosa e granulometria muito fina e, finalmente, para um leigo uma argila ou barro é um material natural onde, quando húmido, a bota escorrega.

Todavia, o conceito de argila, que reúne aceitação mais geral, considera a argila como sendo um produto natural, terroso, constituído por componentes de grão muito fino, entre os quais se destacam, por serem fundamentais, os minerais argilosos. Este produto natural desenvolve, quase sempre, plasticidade em meio húmido e endurece depois de seco e, mais ainda, depois de cozido.

Neste trabalho iremos, pois, abordar o conceito de argila, de uma forma sintética, realçando algumas das suas propriedades e principais classificações.

GRUPOS DE ARGILAS

Num mineral argiloso os elementos mais frequentes (oxigénio, silício, alumínio, ferro, magnésio, potássio e sódio), no estado iónico, assemelham-se a esferas que se arranjam em modelos estruturais tridimensionais. Os arranjos fazem-se segundo sete modelos diferentes, pelo que é considerado igual número de grupos sistemáticos nos minerais argilosos cristalinos, a saber: grupo da caulinite, grupo da illite, grupo da montmorilonite, grupo da clorite, grupo da vermiculite, grupo dos interestratificados e grupo da palignorsquite e sepiolite.

Cada grupo compreende várias espécies, cujo número se deve em particular à substituição atómica isomórfica muito comum nos minerais argilosos.

GÉNESE DOS MINERAIS ARGILOSOS

Minerais como o quartzo, feldspatos, micas, anfíbolos e piroxenas, constituintes das rochas silicatadas da crosta terrestre, quando expostos à atmosfera tornam-se instáveis. A água que penetra nos poros, clivagens e microfracturas desses minerais dissolve os seus constituintes. A reorganização destes constituintes em solução, com participação de água, oxigénio, dióxido de carbono e iões dissolvidos permite a formação de minerais argilosos e, conseqüentemente, de argilas que ficarão em equilíbrio nas condições atmosféricas.

Os materiais que servem de base à formação dos minerais argilosos podem ser minerais não argilosos, minerais argilosos pré-existentes, suspensões colóidais e iões em solução aquosa. Estes materiais estão na origem dos três processos formadores das argilas, os quais se

podem classificar em neoformação, herança e transformação.

PROPRIEDADES GERAIS DAS ARGILAS

GRANULOMETRIA

As argilas são materiais geológicos finamente divididos. Os minerais argilosos seus constituintes têm cristais de pequeníssimas dimensões, em regra com diâmetro esférico equivalente inferior a 2 micron.

A granulometria é uma das características mais importantes dos minerais argilosos e que domina muitas das suas propriedades. Na cerâmica estão dependentes da dimensão, da distribuição e da forma do grão, propriedades tais como a plasticidade das pastas, a permeabilidade e a resistência em verde e em seco dos corpos cerâmicos.

Nos sistemas granulares dispersos, o termo argila, como outros, silte, areia ou seixo, é um conceito com significado puramente granulométrico. A argila compreende, pois, as partículas de dimensões inferiores a 2 micron, enquanto que por exemplo o silte compreende as partículas de dimensões situadas entre 2 micron e 20 micron e a areia as partículas que se situam entre 20 micron e 2 mm.

SUPERFÍCIE ESPECÍFICA

As argilas possuem elevada superfície específica, muito importante em certos usos industriais em que a interacção sólido - fluído depende directamente da superfície específica do sólido: cerâmica, catálise, branqueamento de óleos, etc. A superfície específica de uma argila é definida como a (área da superfície externa)+(a área da superfície interna das partículas constituintes), por unidade de massa, expressa em m^2/g .

A superfície específica exprime o teor em fracção argilosa ou o teor relativo de finos, médios e grossos bem como o grau de dispersão/agregação das partículas constituintes de argila.

Todavia, o valor da superfície específica não oferece uma representação ou imagem da dispersão dimensional do grão, uma vez que argilas com superfície específica igual ou semelhante podem proporcionar comportamentos muito distintos face a determinadas propriedades tecnológicas.

TROCA OU PERMUTA DE IÕES

Os minerais argilosos possuem a propriedade de trocar iões fixados na superfície exterior dos seus cristais, nos espaços inter-camadas estruturais ou localizados noutros espaços interiores mas acessíveis por outros iões existentes em soluções aquosas envolventes. A capacidade de troca iónica que um mineral argiloso ou argila pode adsorver e trocar é uma propriedade que resulta do desequilíbrio das suas cargas eléctricas. Este desequilíbrio deve-se a substituições isomórficas, as quais influenciam fortemente determinadas propriedades físico-químicas e tecnológicas.

A troca de iões é um processo estequiométrico segundo o qual cada ião adsorvido pelo mineral argiloso, provoca a libertação dum ião anteriormente fixado.

VISCOSIDADE

O modo como o sistema "argila?água? flui sob a acção duma força tem muita importância na indústria cerâmica. A moldagem ou formação dos corpos cerâmicos através de processos variados (extrusão, prensagem por via seca ou húmida, trabalho e alambugem) requer bons conhecimentos das propriedades reológicas da pasta ou barbotina.

A viscosidade de um fluído traduz a resistência que ele oferece à fluência. No sistema "argila?água? o comportamento reológico assemelha-se ao de um fluído constituído por um número infinito de moléculas lamelares que, quando em movimento, deslizam umas sobre as outras. A viscosidade não é mais do que a medida da fricção interna das suas moléculas e a fluidez é o inverso da viscosidade.

A viscosidade de qualquer suspensão de argila sofre modificações, geralmente aumentando continuamente e irreversivelmente com o tempo, se não lhe for adicionada água. A este efeito denomina-se envelhecimento duma suspensão, o qual pode ser acelerado se for executado trabalho sobre ela utilizando, por exemplo, a acção de um agitador mecânico ou de um agitador ultrassónico.

A modificação irreversível da viscosidade é devida à desagregação progressiva dos agregados de partículas de argila e à clivagem dos cristais individuais dos minerais argilosos por acção da água, fazendo aumentar os contactos entre partículas aumentando, conseqüentemente, a viscosidade.

Algumas suspensões de argila, se deixadas em repouso durante algum tempo, evidenciam um espessamento, tornando-se mais viscosas. Porém, se depois forem sujeitas a vigorosa agitação, tornam-se novamente fluidas, para voltarem ao estado inicial. Esta propriedade reversível, dependente do tempo de repouso, é denominada tixotropia.

PLASTICIDADE

Plasticidade de uma argila é a propriedade que se manifesta na mudança de forma sem rotura de uma massa feita com argila e água por aplicação duma força exterior e pela retenção da forma quando a força é removida ou reduzida abaixo dum certo valor, correspondente à chamada tensão de cedência. O termo trabalhabilidade usa-se também, por vezes, como sinónimo de plasticidade.

O grau de deformação duma pasta de argila, até ela entrar em rotura, aumenta progressivamente até determinado valor em função do conteúdo em água. A água, em quantidade adequada, funciona como um lubrificante que facilita o deslizamento das partículas umas sobre as outras sempre que uma tensão superficial é aplicada.

Os principais factores que afectam a plasticidade são a mineralogia, granulometria, forma dos cristais, carga eléctrica dos cristais e o estado de desfloculação da argila.

ENDURECIMENTO APÓS SECAGEM OU COZEDURA

Durante a secagem dos corpos cerâmicos (a temperatura à roda dos 110°C) ocorrem contracções de volume. Estas contracções podem ser boas, permitindo a separação do corpo cerâmico do molde de gesso, ou inconvenientes do ponto de vista tecnológico, provocando o fendilhamento do corpo caso a contracção seja muito rápida ou não uniforme. Os corpos cerâmicos secos adquirem certa resistência mecânica que permite a sua manipulação no decurso do processo de fabricação. A resistência mecânica é maior ou menor em função de parâmetros como sejam a forma e espessura do corpo cerâmico, tipo e teor de argila, bem como finura e forma das partículas.

Durante a cozedura os componentes minerais que constituem o corpo cerâmico, para determinadas temperaturas sofrem modificações estruturais ocasionando retracções ou expansões volumétricas do corpo. As estruturas muitas vezes colapsam e, para temperaturas relativamente elevadas, podem desenvolver-se as chamadas fases de alta temperatura e as fases vítreas. Por isso, a cozedura proporciona aumento notável da resistência mecânica dos corpos cerâmicos.

CLASSIFICAÇÃO DAS ARGILAS

A complexidade e variabilidade das argilas deve-se à variação qualitativa e quantitativa dos minerais argilosos e não argilosos que as constituem, à variação da distribuição dimensional das partículas minerais que as formam e às suas características texturais. Estes factores dificultam a classificação das argilas, conduzindo à ideia de que não existem duas argilas iguais.

Contudo, existem duas classificações, frequentemente usadas, que têm em conta, quer o modo de formação, quer a composição e usos industriais das argilas. Por um lado, temos uma classificação genética, que tem em conta a relação entre os processos de formação das argilas e o seu modo de ocorrência e, por outro, temos a classificação industrial ou tecnológica,

que tem em consideração as características e propriedades específicas das argilas e as suas aplicações industriais.

A primeira classificação, já largamente desenvolvida nos manuais de geologia, em geral, e de mineralogia, em particular, não será desenvolvida neste trabalho, pelo que nos iremos debruçar sobre a classificação tecnológica, por ser a que serve melhor os objectivos a atingir.

CAULINO

O caulino é uma argila constituída essencialmente por caulinite que coze branco ou quase branco e que é muito refractária. O termo caulino deriva da expressão chinesa *Kao Ling*, nome dado a uma colina da China central perto da qual se explorava este material para o fabrico de porcelana.

A formação dos caulinos resulta da alteração meteórica das rochas ricas em feldspatos e micas, pelo que os depósitos com interesse económico podem ser do tipo residual, localizados próximo da fonte que lhes deu origem, ou do tipo sedimentar, localizados fora da fonte de alimentação.

A rocha caulinizada ou caulino bruto, pode ter teores em caulinite inferiores a 20 %. Além da caulinite, participam também na sua composição quartzo, feldspatos, micas e muitos outros minerais acessórios. Tendo em vista as aplicações industriais desta matéria prima, torna-se imprescindível proceder à sua beneficiação, de forma a enriquecê-la para valores entre 80-90 % de caulinite.

FIRE CLAY - ARGILAS REFRACTÁRIAS

As *fire clays* são argilas sedimentares de refractaridade superior a 1500° C e que queimam com cor castanho claro. O termo refere-se não só à resistência pirosópica ou refractaridade mas também ao modo de jazida. De facto, estas argilas ocorrem sob ou intercaladas entre camadas de carvão sendo, por vezes, denominadas de *underclay*.

As *fire clays* são constituídas essencialmente por caulinite associada a quantidades variáveis de quartzo, mica, diquite, illite, montmorilonite, interestratificados illite-montmorilonite e matéria orgânica.

Existem outras argilas ainda mais refractárias que as *fire clays* - as *refractory clays* - que compreendem a *flint clay* e a *semiflint clay*. Estas argilas são mais caulínicas e mais aluminosas, contendo hidróxidos de alumínio como a gibsite e a boemite.

BENTONITE

A bentonite é uma argila residual proveniente da alteração de cinzas ou tufos vulcânicos ácidos, de granulometria muitíssimo fina que, geralmente, aumenta de volume de modo substancial em meio aquoso, cor variada e baixa refractaridade.

A bentonite é uma designação genética e comercial atribuída a uma argila rica em minerais do grupo da montmorilonite. O nome foi pela primeira vez atribuído a uma ocorrência desta argila localizada em Forte Benton no Estado de Wyoming, EUA, que pelas suas características reológicas especiais, começou por ser usada como lama de sondagem nos furos de pesquisa e produção de petróleo.

Existem duas variedades de bentonite, uma expansiva e outra não expansiva, diferindo esta da primeira por apresentar interestratificados illite-montmorilonite. A bentonite expansiva apresenta, ainda, quando imersa em água, grande tixotropia, podendo mesmo aumentar até vinte vezes o volume da argila seca.

Existem argilas montmoriloníticas sedimentares ou residuais não relacionadas com cinzas ou tufos vulcânicos que, quando devidamente tratadas, produzem argilas com especificações industriais semelhantes às verdadeiras bentonites.

BALL CLAY - ARGILAS EM BOLA

As *ball clays* são argilas muito plásticas, com granulometria muito fina (onde dominam as

partículas com diâmetro esférico equivalente inferior a 1 micron), com apreciável poder ligante, com refractaridade inferior à do caulino e que evidenciam cor marfim ou creme claro após cozedura. O termo que lhes deu o nome teve origem na plasticidade extremamente elevada destas argilas que permitiam que, nas explorações a céu aberto, fossem cortadas em cubos que eram rolados por gravidade, para a base das explorações, adquirindo formas arredondadas.

As *ball clays* são compostas basicamente por caulinite, associada a hidromica e quartzo finamente divididos, clorite, montmorilonite, interestratificados illite-montmorilonite e matéria orgânica. São sempre argilas sedimentares com características específicas para cada depósito e dentro dos quais são vulgares as variações de qualidade.

ARGILAS FIBROSAS

As argilas fibrosas são constituídas, basicamente, por minerais argilosos fibrosos do grupo da paligorsquite e sepiolite, umas vezes ricas em paligorsquite outras vezes ricas em sepiolite. A atapulgite é a designação comercial de uma argila fibrosa constituída à base de paligorsquite. O seu nome deriva dos importantes depósitos que ocorrem em formações miosénicas na área de Quincy-Attapulgis no sul da Geórgia e a Norte da Florida.

Estas argilas são caracterizadas por desenvolver alta viscosidade nas suspensões ou dispersões aquosas em que participam. Devido ao hábito muito alongado das partículas dos minerais fibrosos, elas não floculam facilmente.

FULLER`S EARTH - TERRA FULLER

A *fuller earth* é uma argila predominantemente montmorilonítica, que apresenta interestratificados illite-montmorilonite e clorite-montmorilonite, paligorsquite ou sepiolite, com alto poder absorvente e em que o catião de troca é geralmente o magnésio.

O termo tem um significado histórico referindo-se a qualquer argila que tinha a capacidade de absorver óleos, gorduras ou corantes e que podia ser utilizada na limpeza de roupas de lã.

Por vezes a *fuller earth* montmorilonítica não se distingue mineralógica e geologicamente da bentonite não expansiva. No entanto, uma bentonite não expansiva não produz qualquer clarificação de óleos, a não ser depois de tratada, ao contrário da *fuller earth*.

ARGILA COMUM

É a argila mais abundante na natureza, sendo utilizada no fabrico de produtos cerâmicos de menor valor comercial. Ocorre em depósitos sedimentares, geralmente de idades recentes na história geológica e de origens diversas: glacial, eólica, fluvial ou marinha.

A argila comum compreende dois tipos principais de argilas, determinados pela sua utilização industrial: argila para olaria e argila para tijolo.

A argila para olaria é utilizada particularmente em cerâmica ornamental de terracota, é plástica e pode ser moldada facilmente no torno de oleiro. De cores variadas, na sua composição podem entrar quartzo, feldspatos, micas, óxidos e hidróxidos de ferro, piritite e carbonatos. Após queima proporciona corpos cerâmicos de cor variada, dependendo dos minerais presentes portadores de ferro, titânio e manganês e da atmosfera que preside à queima. Na queima verifica-se uma região de vitrificação pouco ampla entre 1000-1100° C e uma fusão acentuada entre 1150-1330° C.

A argila para tijolo é uma argila grosseira possuindo quantidades apreciáveis de silte e areia e cores variadas. O teor em fracção argilosa é baixo mas suficiente para permitir o desenvolvimento da plasticidade necessária à moldagem dos corpos cerâmicos. A plasticidade cresce, obviamente, com a razão minerais argilosos/minerais não argilosos. Este tipo de argila é utilizada na cerâmica estrutural no fabrico de materiais de construção aplicados em

Engenharia Civil, nomeadamente, tijolo maciço e tijolo furado, telha e pavimentos. Na sua composição, para além dos minerais argilosos, participam quartzo, micas, fragmentos de rocha, carbonatos em grão ou concreções, sulfatos, sulfuretos, óxidos e hidróxidos de ferro e matéria carbonácea.

CONCLUSÕES

A importância e diversidade de uso das argilas são consequência de características específicas destes materiais. De entre estas características destacam-se a granulometria muito fina, diversidade química e estrutural, grande e variada superfície específica, capacidade de troca iónica, dispersão fácil em água e outros solventes proporcionando a formação de suspensões, forte poder adsorvente, elevada plasticidade e dimensões apreciáveis e boa homogeneidade da maior parte dos depósitos ou jazigos.

É a elevada gama de valores apresentados pelas argilas, ou seja, pelos valores definidores das suas propriedades que faz com que existam inúmeras variedades de argilas e, conseqüentemente, inúmeras aplicações para estes materiais naturais.

A Figura 1 mostra, em diagrama ternário, de forma sintética, uma classificação para a maior parte das argilas utilizadas em cerâmica, com base na cor após queima em atmosfera oxidante. São tidas em consideração argilas diversas com aplicações nas três indústrias seguintes: cerâmica branca, cerâmica vermelha ou estrutural e refractários.

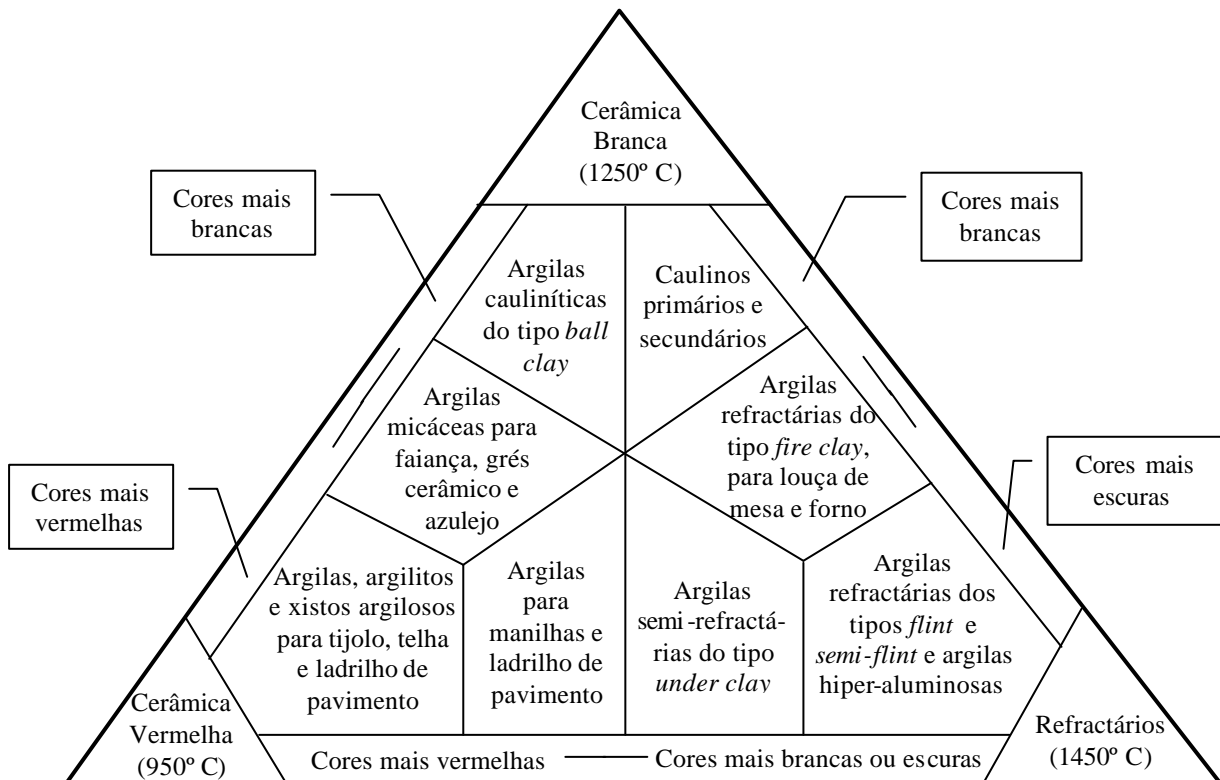


Figura 1 - Classificação de argilas para uso cerâmico com base na cor após queima a 950°C, 1250°C e 1450°C, em atmosfera oxidante.

Em conclusão podemos dizer que uma argila é uma mistura natural poliminerálica mais ou menos complexa e com textura própria, uma vez que cada espécie mineral possui cristais com dimensão, hábito e formas próprias, características que são dependentes dos processos de formação. A denominada fracção argilosa dum argila, ou dum material argiloso, compreende um conjunto de partículas com diâmetro esférico equivalente inferior a 2 micron, estando presentes mais do que uma espécie mineral que representam cristais com dimensão, hábito e forma próprios, até os cristais da mesma espécie mineral apresentam maior ou menor variabilidade de dimensão, hábito e forma e até organização estrutural.

BIBLIOGRAFIA

BARBA, A., BELTRÁN, V., FELIU, C., GARCÍA, J., GINÉS, F., SÁNCHEZ, E., SANZ, V., 1997. MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACIÓN DE SOPORTES DE BALDOSAS CERÁMICAS. INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA. CASTELLÓN, ESPANHA.

GOMES, C. F., 1988. ARGILAS: O QUE SÃO E PARA QUE SERVEM. FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN. LISBOA.

VELHO, J., GOMES, C. F., ROMARIZ, C., 1998. MINERAIS INDUSTRIAIS: GEOLOGIA, PROPRIEDADES, TRATAMENTOS, APLICAÇÕES, ESPECIFICAÇÕES, PRODUÇÕES E MERCADOS. GRÁFICA DE COIMBRA, LDA. COIMBRA.