

CARACTERIZAÇÃO DE ARGILA EXPANDIDA PARA USO EM CONCRETOS LEVES

L. A. Carús; C. Gonzalez; R.T. da Cruz; A. Zimmer; J. Pedrassani; S.R. Bragança

RESUMO

A argila expandida, no Brasil, tem produção restrita ao um único fabricante, sendo a manufatura direcionada, principalmente, ao setor têxtil, encontrando ainda aplicação na indústria civil e jardinagem. A sua crescente demanda no mercado da construção civil, como agregado em concretos leves, impulsionou o desenvolvimento da presente pesquisa. As argilas expandidas sofrem tratamento térmico a fim de desenvolver estrutura porosa interna, sendo sua massa específica aparente menor após a queima. Este trabalho propõe caracterizar as propriedades de uma argila expansiva, como granulometria, composição química e fases cristalinas, relacionando essas características com o desenvolvimento da porosidade final. Após a queima foram caracterizadas a expansão volumétrica, a densidade e a resistência mecânica à compressão em função da temperatura de queima. Os dados obtidos mostram que a argila possui propriedades coerentes para essa aplicação, alcançando cinco vezes a expansão volumétrica em relação ao tamanho do corpo à verde na melhor temperatura de queima (1250°C).

Palavras chaves: expansão volumétrica, caracterização, argila expandida.

INTRODUÇÃO

A utilização de concretos leves no Brasil teve início em 1970, com a implantação de uma unidade de produção de agregados leves, época em que se começou a estudar mais detalhadamente esse material. Entretanto, o concreto leve nacional encontra modesta aplicação na construção civil, comparado com outras nações desenvolvidas [1]. Na maioria dos casos o concreto leve nacional é empregado na produção de elementos construtivos pré-fabricados, sendo sua utilização concentrada, principalmente, no estado de São Paulo e em estados vizinhos, dada a localização da fábrica de agregados de argila expandida no estado de São Paulo [2].

Entre os agregados leves, a argila expandida é o material que apresenta maior potencialidade para a produção de concretos estruturais leves. Os concretos preparados com esse material comumente apresentam maior resistência mecânica do que os preparados com outro tipo de agregado. Devido a isso, a argila expandida tem sido tema de diversos estudos como uma alternativa para substituir os agregados tradicionais, com o mínimo comprometimento da resistência mecânica, porém com a redução de massa específica em relação a agregados convencionais (brita, cascalho, etc) [1,2]. Os

agregados de argila possuem massa específica variável entre 300 kg/m³ a 900 kg/m³, de acordo com o processo de fabricação [2].

Os agregados de argila expandida são obtidos por tratamento térmico, até a fusão incipiente a temperatura de 1000 a 1200°C, quando ocorre a expansão do material por causa da geração de gases que ficam retidos em uma massa que resulta viscosa e plástica pelo calor. Assim, forma-se uma estrutura porosa que se mantém após o resfriamento, de modo que a massa específica aparente do material resultante é menor do que antes da queima [2,3]. Entre as principais características desse material encontra-se leveza, resistência, quimicamente inerte, estabilidade dimensional, além de excelentes propriedades de isolamento térmico e acústico [4].

No Brasil, a produção de argila expandida é limitada a um fabricante e sua manufatura é direcionada, principalmente, ao setor têxtil para estonagem de jeans, encontrando ainda aplicações na indústria civil, paisagismo e jardinagem [1,2,5]. A argila expandida nacional é produzida pelo processo de fornos rotativos, e podem ser utilizadas em diversos segmentos, tais como agregado graúdo ou miúdo para concretos estruturais.

Este trabalho propõe caracterizar as propriedades de uma argila expansiva oriunda de Pantano Grande, Rio Grande do Sul. Para isso, fez uso das análises de difração de raios X, fluorescência de raios X, granulometria e análise termogravimétrica. Após a queima as peças foram caracterizadas por expansão volumétrica, densidade e a resistência mecânica à compressão em função da temperatura.

MATERIAIS E MÉTODOS

A argila estudada provém de uma jazida localizada na região de Pantano Grande (RS). Em laboratório este material foi seco em estufa a 110°C, após esta etapa a matéria-prima foi desagregada em almofariz de porcelana e o material passado em peneira ABNT malha 325 (abertura de 45µm).

A identificação da composição mineralógica da argila foi realizada por meio de difração de raios X (Philips, modelo X'Pert). A composição química da matéria-prima foi obtida por espectroscopia de fluorescência de raios (Shimatzu modelo XRF-1800).

Para análise granulométrica utilizou-se um granulômetro a laser (Cilas modelo 1180). As análises, termogravimétrica (ATG) e termodiferencial (ATD) também foram utilizadas para avaliar a perda de massa por temperatura e as reações que ocorrem durante o aquecimento da argila, respectivamente. O equipamento utilizado para obter as curvas de TG e TD é marca Mettler Toledo modelo TG/SDTA 851e.

Os corpos-de-prova foram conformados no formato esferas com diâmetro de 2 cm e peso de 8g. A argila foi umidificada até atingir plasticidade para ser conformada manualmente. Posteriormente, a argila foi queimada nas temperaturas de 1100, 1200, 1220 e 1250°C. A expansão volumétrica foi determinada pela inserção do corpo-de-prova antes e após a queima dentro de uma proveta, no interior do volume pré-calculado de um material em pó (alumina eletrofundida na granulometria <180mm).

Os corpos-de-prova sinterizados nas temperaturas de 1220°C e 1250°C foram confeccionados para o ensaio de compressão, os mesmos tiveram de ser retificados para obedecer à norma ABNT NBR 6024. O equipamento utilizado foi uma máquina de ensaios universal Shimadzu AG-X modelo 50kNXD, com capacidade máxima de 50kN.

A morfologia da argila expandida nas temperaturas de 1220°C e 1250°C foi caracterizada por microscopia eletrônica de varredura, o equipamento utilizado foi um microscópio eletrônico de varredura (MEV) de bancada da marca Hitachi, modelo TM3000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos por difração de raios X estão apresentados da Figura 1. De acordo com o difratograma da argila expandida os picos identificados são referentes às fases cristalinas caolinita, montmorillonita e quartzo. A composição química da argila analisada é apresentada na Tabela 1.

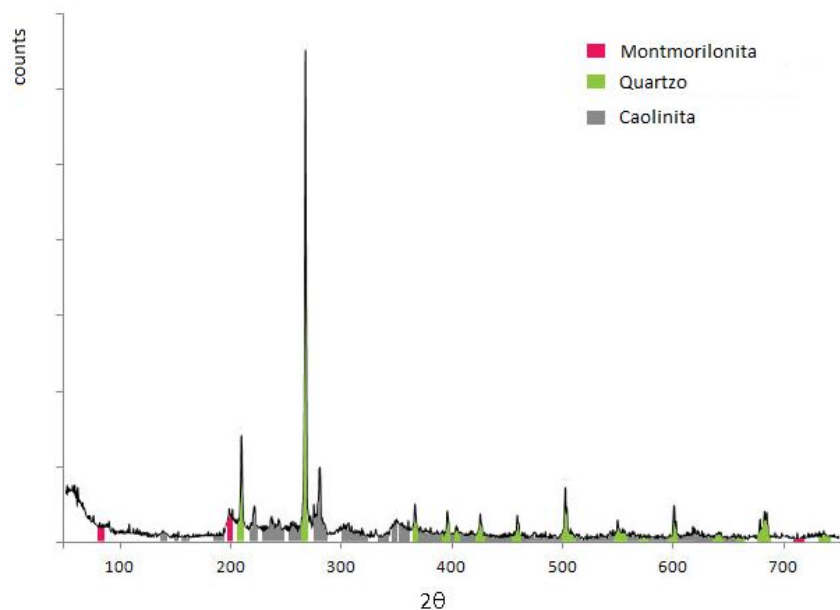


Figura 1 – Difratoograma da argila

Tabela 1- Composição química da argila

Composição química	(%)
SiO ₂	64,19
Al ₂ O ₃	10,73
Fe ₂ O ₃	7,05
K ₂ O	2,48
TiO ₂	1,24
CaO	1,23
SO ₃	1,19
Na ₂ O	0,21
Perda ao fogo	11,68

Os resultados adquiridos por granulometria a laser estão apresentados na Tabela 2 e na Figura 2, os dados dessa análise mostram um diâmetro médio de partículas de 7,51µm e a distribuição granulométrica da argila, respectivamente. Os resultados de granulometria encontrados estão de acordo os reportados na literatura para este tipo de material (7).

Tabela 2 –Diâmetro das partículas de argila

Diâmetro(μm)	10%<	50%<	90%<	Diâmetro Médio
	0,87	4,84	19,19	7,51

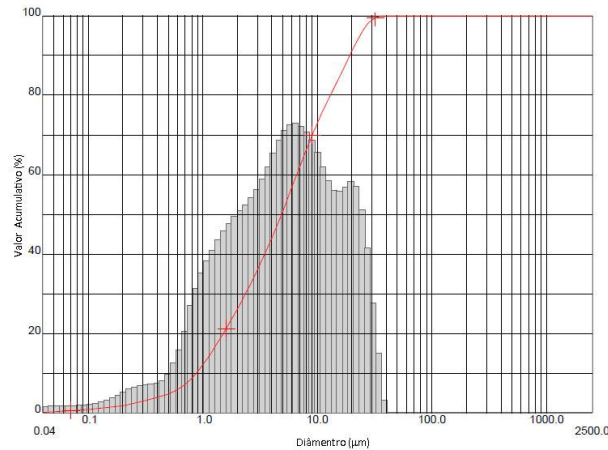


Figura 2 – Distribuição granulométrica da argila

As curvas obtidas pelas análises termogravimétrica (ATG) e termodiferencial (ATD) estão apresentadas na Figura 3. Os dados de ATG exibem a perda de massa da amostra em função da temperatura, enquanto que os dados de ATD registram as reações exotérmicas e endotérmicas que ocorrem com o material durante o aquecimento.

A análise da curva TG, Figura 3, mostra a primeira perda de massa desde o início do aquecimento até ~150°C, nesta etapa aproximadamente 4,5% da massa da argila é perdida, concomitante, ocorre um pequeno pico de reação endotérmica na curva TD, esse fato relaciona-se à perda de água adsorvida pela argila.

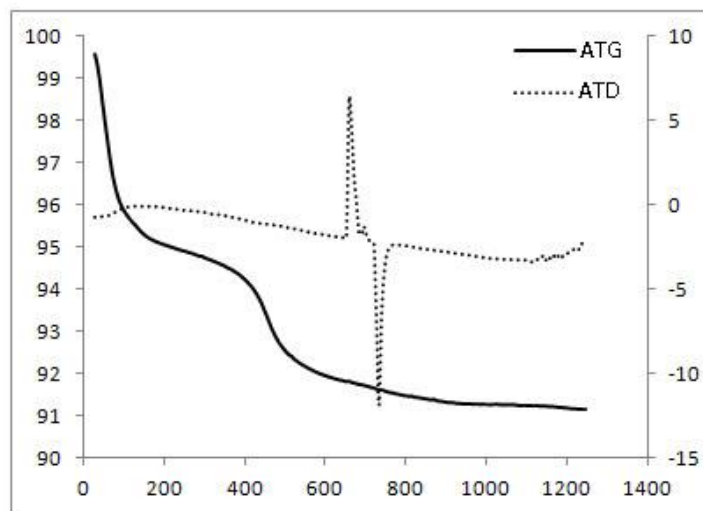


Figura 3- Análise térmica da argila

A curva TG, Figura 3, mostra uma segunda perda de massa no intervalo entre as temperaturas de 200 a 800°C, concomitante, picos exotérmico a ~650°C e endotérmico a ~750°C são registrados na curva TD. Os picos endo e exotérmicos mostrados na análise termodiferencial (ATD) podem indicar a decomposição de substâncias orgânicas e a presença de carbonatos na composição da argila, respectivamente [8].

Os resultados de expansão volumétrica, Figura 4, mostram que a temperatura de queima influencia diretamente nos dados de expansão volumétrica, sendo que a temperaturas superiores a 1200°C a expansão é maior. Algumas argilas, como a estudada, caracterizam-se por expandir quando submetidas a temperaturas elevadas (entre 1000°C e 1350°C). Nessa faixa de temperatura, parte dos constituintes da argila se funde formando uma massa viscosa, concomitante, decomposições químicas geram gases no interior da massa. A camada externa da massa vitrifica com baixa porosidade, enquanto que a fase líquida que envolve as partículas não permite que os gases escapem, expandindo o material [2, 9,10].

A estrutura porosa, formada devido aos gases, se mantém após o resfriamento, de modo que a massa unitária do material resultante torna-se menor do que antes do aquecimento. Algumas argilas chegam a atingir uma expansão de até sete vezes o seu volume inicial [9,10].

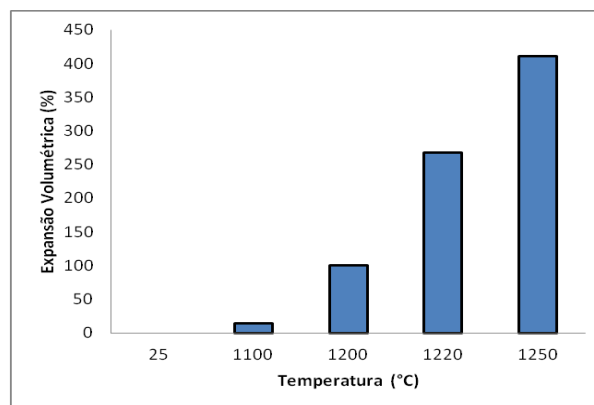


Figura 4 – Expansão volumétrica

A Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), ilustrando a morfologia da argila expandida. Nas Figuras 5A e 5C observa-se a superfície externa da argila expandida queimada nas temperaturas de 1220°C e 1250°C, respectivamente. De acordo com as imagens obtidas ao MEV, a superfície externa do material apresenta textura mais lisa com pouca porosidade.

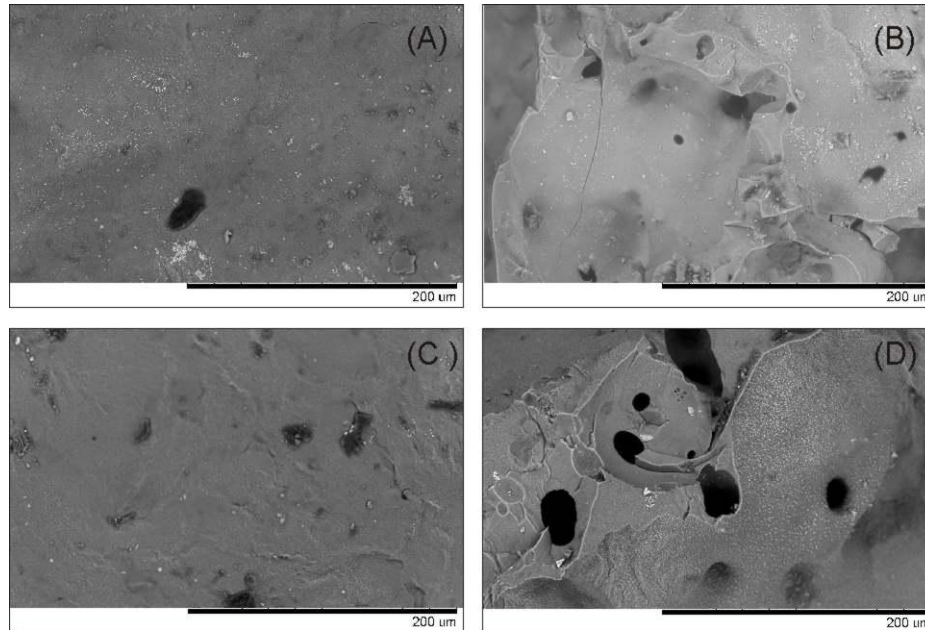


Figura 5 – Imagens obtidas ao MEV (A) Superfície externa peça queimada a 1220°C (B) Superfície interna massa queimada a 1220°C (C) Superfície externa massa queimada a 1250°C (D) Superfície interna massa queimada a 1250°C.

As figuras 5B e 5D mostram a superfície interna da amostra, de acordo com as imagens as superfícies internas apresentam maior quantidade de poros. No entanto, a massa queimada a 1120°C (Figura 5B) possui poros menores no que a massa queimada a 1250°C (Figura 5D), a porosidade da superfície interna está relacionada a expansão dos gases originados no processo de aquecimento da argila expandida, bem como à expansão térmica dos mesmos em decorrência ao aquecimento [1]. O tamanho dos poros da Figura 5B, juntamente, com os dados obtidos na Figura 4, mostram que na temperatura de 1250°C a formação de gases no interior da massa é maior do que na temperatura de 1220°C.

Os resultados densidade, Tabela 3, mostram que a temperatura de queima afeta a densidade do material, sendo a densidade a verde da amostra de 1,15 g/cm³.

Tabela 3 – Caracterização: resistência à compressão e densidade

Temperatura de queima da argila (°C)	Resistência a Compressão (MPa)	Densidade (g/cm ³)
1120	7,0	1,04
1250	9,0	0,85

A Tabela 3 mostra que a variação de densidade foi de ~ 26% para queimada a 1250°C e ~0,09% para queimada a 1120°C. Os resultados de resistência à compressão

mostraram que em temperatura mais elevada de queima a resistência a compressão também é mais elevada. A resistência de 9,0 MPa obtidas no ensaio a compressão para as peças queimadas a 1250°C assemelham-se aos dados da argila expandida Cinexpan 2215 que apresenta resistência de 8,4MPa [10].

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como proposta a caracterização físico-química de uma argila com características expansivas oriunda do estado do Rio Grande do Sul. Os resultados encontrados mostram que essa matéria-prima é composta pelas fases mineralógicas caolinita, montmorillonita e quartzo. A argila apresentou granulação fina e elevada quantidade de fase orgânica, expressa pela perda de massa e reações exotérmicas na análise termogravimétrica.

Os dados de expansão volumétrica mostraram que a temperatura de queima atua diretamente no percentual de expansão do material, sendo que quanto maior esta, maior será a expansão. De acordo com os resultados encontrados a argila estudada dobra de tamanho em relação seu tamanho inicial a temperatura de 1200°C, no entanto quando atinge 1250°C a expansão chega ser cinco vezes maior quando comparada ao tamanho inicial da amostra.

A porosidade do material aumentou com o incremento da temperatura de queima. A microscopia eletrônica de varredura mostrou que os poros da peça queimada a 1250°C são maiores do que os da peça queimada a 1220°C, pois há mais formação de gases e expansão dos mesmos no interior da peça.

Os resultados de resistência mecânica da argila expandida mostram que na temperatura de queima de 1250°C a resistência mecânica do material é compatível com valores de agregados de argila expandida comerciais.

REFERÊNCIAS

[1] MELO, D. M. **Análise da resistência a compressão axial e massa específica do concreto confeccionado com argila expandida com substituição parcial do agregado miúdo leve por areia média.** Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Estadual de Feira de Santana, 2010.

[2] SCHWANTES, C. G. G. **Concreto estrutural leve: resistência à compressão e módulo de elasticidade usando argila expandida como agregado graúdo.** Trabalho apresentado para obtenção de título de mestre a Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS. Junho- 2012

[3] EVANGELISTA, A.C. **Produção e propriedade de concretos leve de alta resistência**. Tese de doutorado apresentada a Universidade do Rio de Janeiro. Março – 1996

[4] CINEXPAN. <http://www.cinexpan.com.br> /Acesso em: Março 2014

[5] MAYCÁ, J.; CREMONINI, R. A.; RECENA, F. A. P. **Estudo da resistência à compressão de concretos leves produzidos com argila expandida nacional**. In: congresso brasileiro do concreto, 51., 2009, curitiba. Anais. São Paulo: ibracon, 2009.
Disponível em: <http://www.allquimica.com.br/arquivos/websites/artigos/concreto_leve-mayca-recena-cremonini2009101315555.pdf>. Acesso em: março. 2014.

[6] LUCAS, E.F. A.; CARANASSIOS, A.; BORLINI, M.C. **Estudos preliminares de caracterização da argila do vale do Mulembá - ES** . - XV Jornada de Iniciação Científica – CETEM

[7] SANTOS, P.S. **Ciência e Tecnologia de Argilas**. 1989. 2º ed., São Paulo, Edgard Blucher, v. 1.

[8] SÁNCHEZ, M. G.P.; GOMES, N.S.; CARNEIRO, M.A.; et al. **Caracterização mineralógica dos Lutitos Diatomáceos da Península de Santa Elena, Equador**. Rem: Rev. Esc. Minas vol.63 no.2 Ouro Preto. Jun 2010.

[9] MORAVIDA, W. G.; OLIVEIRA, C. A. S.; GUMIERI, A. G.; VASCONCELOS, W. L. **Caracterização microestrutural da argila expandida para aplicação como agregado em concreto estrutural leve**. Cerâmica vol.52 no. 322 São Paulo Abr./Jun 2006

[10] ROSSIGNOLO, J.A. **Concreto leve estrutural: Produção, propriedades, microestrutura e aplicações**. Ed. Pini. São Paulo, 2009.

EXPANDED CLAY AGGREGATES CHARACTERIZATION FOR USE IN LIGHTWEIGHT CONCRETE

The production of expanded clay aggregates, in Brazil, is restricted to a single manufacturer, and the manufacturing is directed primarily to the textile sector. It still finds application in civil industry and gardening. Their increasing demand in the construction market, as aggregate in lightweight concrete, boosted the development of this research. The expanded clay aggregates undergo heat treatment to develop internal pore structure, with a lower apparent density after firing. This paper proposes to characterize the properties of this clay such as grain size, chemical composition and crystalline phases. These features were related to the development of the final porosity. After firing were characterized volumetric expansion, density and compressive strength as a function of firing temperature. The data show that the clay has consistent properties for this application, achieving five times the volumetric expansion relative to the size of the green body in the best firing temperature (1250°C).

Key words : volume expansion , characterization , expanded clay .