

PAIVA; Anderson Queiroz <sup>1</sup>

## RESUMO

## INTRODUÇÃO

São diversos os conceitos utilizados para designar o termo argila devido serem várias as áreas que a empregam ou a estudam. No entanto, pode-se generalizar argila como sendo um produto natural, terroso, constituído por componentes de grão muito fino ( $\leq 2\mu\text{m}$ ), e quando umedecida, apresenta plasticidade endurecendo à medida que vai secando, naturalmente ou em estufa. (GOMES, 1998). No Amazonas, a indústria cerâmica se concentra na área de construção civil, tendo como principal produto o tijolo de oito furos e principais polos as cidades de Manacapuru e Iranduba. Este último, tradicionalmente se apresenta como principal polo oleiro-cerâmico do estado, com um total de 25 olarias instaladas (MACIEL, 2010).

Para a utilização das argilas nos processos industriais é imprescindível sua caracterização para determinar quais as formulações e condições de processamento são mais adequadas a fim de se obter produtos com propriedades finais desejadas (MORAIS e SPOSTO, 2006). A partir dos valores obtidos é possível prever com bastante segurança a utilização de argilas nos diversos produtos industriais. Com isso foram realizados neste trabalho a caracterização mineralógica (Difração de Raios-X e Fluorescência de Raios-X) e física (Plasticidade) de uma argila proveniente de Manaus.

A Fluorescência de Raios-X (FRX) é uma técnica que consiste em determinar a quantidade e os elementos presentes em uma amostra através da incidência de raios-X (SILVA, 2008). Através dessa incidência, os elementos passam a emitir uma radiação com comprimentos de onda e intensidades característicos (raios-X fluorescentes), sendo possível assim identificá-los.

A Difração de Raios-X pode ser utilizada na determinação das fases cristalinas (argilominerais) presentes nos materiais cerâmicos (Albers, 2002). Ao incidir na amostra, os raios X interagem com os átomos da estrutura cristalina que através do fenômeno de interferência construtiva origina a difração segundo a Lei de Bragg (Equação 1)

$$n\lambda = 2d \sin \theta \quad (1)$$

Onde n: número inteiro;  $\lambda$ : comprimento de onda dos raios X incidentes; d: distância interplanar;  $\theta$ : ângulo de difração.

O Limite de Plasticidade (LP) indica o percentual da quantidade de água mínima que a argila ou massa cerâmica devem conter para serem conformadas, por exemplo, em uma extrusora a vácuo (MÁS, 2002). O Limite de Liquidez (LL) corresponde ao percentual máximo de quantidade de água que a argila ou massa cerâmica possa conter para ainda ser moldável. Já o Índice de Plasticidade (IP) representa a diferença entre o limite de liquidez e limite de plasticidade. Ou seja, representa a quantidade de água que ainda pode ser adicionada a partir do limite de plasticidade,

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Amazonas, aqp.mec@uea.edu.br

sem alterar o estado plástico da argila ou massa cerâmica (ABAJO et al, 2000).

Existem poucos trabalhos na literatura cujo foco seja a caracterização de argilas de novos depósitos do Amazonas para indústria cerâmica. Pesquisas como o de Sabino (2016) e Rodrigues et al. (2015) caracterizaram argilas de depósitos já explorados pelas empresas da região. E os trabalhos de Lima (2015) e Sarges et al. (2010) apesar das amostras serem de depósitos intactos, a aplicação não tinha como foco a indústria cerâmica. Portanto, este estudo tem como possível contribuição um impacto econômico na região, pois esta passará a contar com mais uma fonte de materiais argilosos, impulsionando a atividade de extração mineralógica de argila e indústria cerâmica no Amazonas.

## METODOLOGIA

O local de coleta das amostras está situado no km 34 da rodovia AM010 que liga Manaus aos municípios de Manacapuru e Itacoatiara, sendo um local ainda não explorado pelas olarias regionais. A região está inserida na formação Barreiras também conhecida mais recentemente como Alter do Chão sendo constituída por arenitos de granulação finos a médio, siltitos e argilitos caulínicos, caracterizada pela coloração clara a tons mais escuros (de branca a vermelha) vermelhos, amarelos e brancos (RADAMBRASIL, 1978). No fluxograma mostrado na Figura 1 pode ser visualizada a coleta das amostras e secagem natural durante 4 dias. Após isso, foram separadas as amostras para análises.

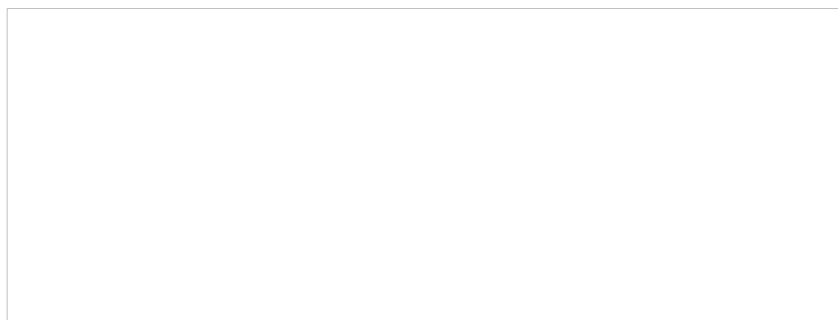


Figura 1. Local de coleta e secagem da amostra.

Para a Difração de Raios-X (DRX), isolou-se a argila da areia e silte, pois estes contêm grande quantidade de quartzo que interferiria na identificação dos argilominerais, sendo feita análise na amostra antes (fração total) e após separação (fração argila). As fases foram identificadas através do equipamento modelo BRUKER D2 Phaser diffractometer equipado com fenda de 0,6mm, tubo de radiação de  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda=0,15406\text{nm}$ , 30kV, 10mA). As amostras foram analisadas em ângulos de 10 a 100° (Theta) com passo de 0,02°, com intensidade registradas de 1 segundo a cada passo. Foram utilizados os softwares Origin 8.0 para a geração dos difratogramas e o Xpert Highscore para a identificação dos argilominerais.

Como análise auxiliar à Difração de Raios-X foi realizada a Fluorescência de Raios-X aplicada também à fração total e fração argila. Foi realizada no laboratório do Grupo Crowfoot de Métodos de Raios-X da EST através de equipamento de FRX-DO da Rigaku, modelo Supermini, que realiza a análise quantitativa e qualitativa sem a destruição da amostra.

A plasticidade foi determinada a partir do Índice de Plasticidade (IP) sendo esta obtida pela diferença entre o Limite de Plasticidade (LP) e o Limite de Liquidez (LL). Para a determinação do LP foram utilizadas as normas NBR 6457 (ABNT), NBR 7180 (ABNT) e DNER (ME 082/94). E para o LL foram adotadas as normas NBR 6457 (ABNT), NBR 6459 (ABNT) e DNER (ME 122/94).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 podem ser vistos os difratogramas da fração total e fração argila. Na Figura 2A, os picos mais intensos e em maior quantidade indicam a presença do mineral quartzo. Em menor presença foi detectada a caulinita. Após a separação (Figura 2B), houve diminuição da quantidade de quartzo e aumento na quantidade de picos relacionados aos argilominerais caulinita e haloisita. Ou seja, o processo de isolamento foi eficaz na detecção dos argilominerais que o mineral quartzo impedia de serem identificados.

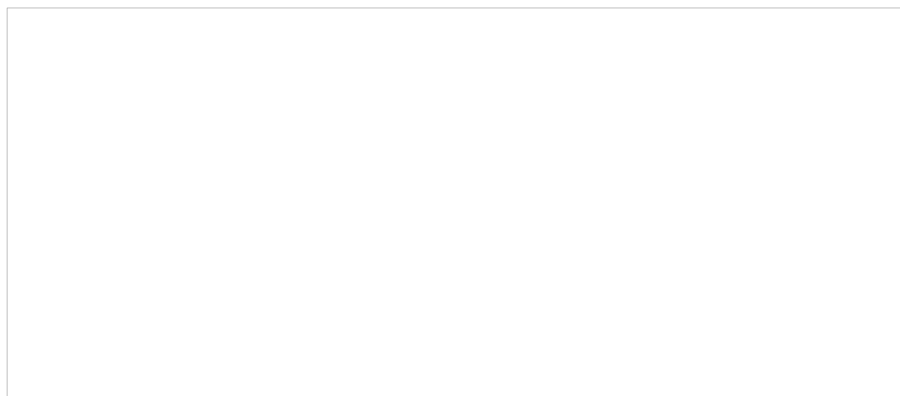


Figura 2. Difratogramas das amostras A) fração total B) fração argila

Na Tabela 1, tem-se o percentual médio dos compostos presentes nas amostras. Percebe-se que após separada a argila das demais partículas, a amostra apresentou maior percentual de  $Al_2O_3$  e menor percentual de  $SiO_2$  e dos demais compostos. Como observado por Vieira et al (2007) a razão  $SiO_2 / Al_2O_3$  é um parâmetro indicativo da quantidade de argilomineral e quartzo. De acordo com a composição química teórica da caulinita, a razão  $SiO_2 / Al_2O_3$  é de 1,18. Valores maiores que este indica sílica livre na forma de quartzo. A “fração total” apresentou uma razão  $SiO_2 / Al_2O_3$  de 2,66, enquanto na “fração argila” esta razão apresentou um decréscimo para 1,73.

O composto  $Fe_2O_3$  está relacionado possivelmente à goethita, o  $TiO_2$  ao rutilo e anastásio e o  $K_2O$  aos feldspatos e às micas (MIRANDA et al., 2014; SANTOS, 1989; MENEZES, 2007). No entanto, no difratograma não foram detectados estes minerais. Com isso, pode-se afirmar que para uma análise mais precisa é necessária uma técnica de tratamento mais eficaz para a identificação total dos argilominerais presentes na amostra. Porém, a análise deste trabalho já é suficiente para a identificação da argila em estudo, sendo formada majoritariamente por caulinita e haloisita tratando-se, portanto, de um caulim.

Tabela 1. Compostos químicos das amostras antes e após separação.

Composto químico	% médio antes da separação	% médio após separação
$Al_2O_3$	22,23	23,18

| SiO<sub>2</sub> | 59,17 | 40,30  
| K<sub>2</sub>O | 0,15 | 0,09  
| TiO<sub>2</sub> | 8,28 | 7,29  
| Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> | 8,8 | 7,1  
| ZrO<sub>2</sub> | 1,75 | 0,9

Para o ensaio de plasticidade amostra demonstrou Limite de Plasticidade de aproximadamente 23,35%, Limite de Liquidez de 35% e Índice de Plasticidade de 11,2% dentro da faixa de extrusão aceitável com plasticidade média ( $7\% < IP < 15\%$ ). Essa condição oferece vantagem pois se a argila apresentasse uma alta plasticidade ( $IP > 25\%$ , indicando boa adaptação para conformação, no entanto aceitando grande quantidade de água podendo prejudicar o processo de extrusão) encareceria o processo de fabricação do produto pois além da adição de material não plástico para o seu processamento (compensar a alta plasticidade) ou adição de maior quantidade de água para extrudar as peças, a etapa de secagem seria mais problemática com aumento do risco de defeitos e tempo mais prolongado, aumentando assim o gasto energético e reduzindo a produtividade. (SILVA e FERREIRA, 2018). A semelhança do Limite de Plasticidade da amostra com os trabalhos de referência (conforme a Tabela 2), indicou que ela é adequada para aplicação na área de cerâmica estrutural (tijolos furados, tijolos maciços, lajes, blocos de vedação e estruturais, telhas, manilhas e pisos rústico).

Tabela 2. Percentual do LP dos trabalhos de referência

| LP (%) | Referência  
| 20,5 | Macedo et. al, 2008  
| 23,6 | Ramos et. al, 2010  
| 20-23 | Vieira et. al, 2003

## CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que a argila em estudo se trata de um caulim, possuindo uma plasticidade média e com possível aplicação para cerâmica estrutural. Como trabalhos futuros sugere-se a confecção de corpos-de-prova para testes mecânicos e térmicos, além também de um estudo geotécnico e ambiental do local para possível implantação de um polo oleiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAJO, M. F. Manual Sobre Fabricación de Baldosas, Tejas y Ladrillos, Ed. BERALMAR S.A., Terrassa, Espanha (2000) p.125.

DNER – ME 122/94 – Solos – Determinação do Limite de Liquidez – método de referência e método expedito.

GOMES, C. F. Argilas: o que são e para que servem. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1988.

LIMA, I. B. Caracterização das argilas de várzea da região metropolitana de Manaus, para emprego como fluido estabilizante em perfuração de poços tubulares. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2015

MACIEL, C. F. A natureza das inovações tecnológicas no Polo-Cerâmico de Iranduba (AM). (Monografia) Departamento de Ciências Sociais da Universidade Federal do Estado do Amazonas, 2010.

MACEDO, R. S.; MENEZES, R. R.; NEVES, G. A. e FERREIRA, H. C.. Estudo de argilas usadas em cerâmica vermelha. Cerâmica [online]. 2008, vol.54, n.332, pp.411-417. ISSN 0366-6913. <http://dx.doi.org/10.1590/S0366-69132008000400005>.

MÁS, E. Qualidade e Tecnologia em Cerâmica, Editor J. L. Francisco, Santa Catarina, Brasil (2002) p. 27.

MIRANDA, E. S. Argila caulinita da região Norte do Brasil: caracterização e aplicação como adsorvente de compostos orgânicos (btx) e oxiânions de cromo hexavalente. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Pará. Belém. p. 90. 2014.

MENEZES, R. R.; ALMEIDA, R. R.; SANTANA, L.N.L; FERREIRA, H. S.; NEVES, G. A; FERREIRA, H. C. Uso de resíduo da produção de alumina eletrofundida na produção de blocos e telhas cerâmicos. Matéria 12, 1 (2007) 226.

MORAIS, D. M.; SPOSTO R. M., Propriedades Tecnológicas e Mineralógicas das Argilas e suas Influências na Qualidade de Blocos Cerâmicos de Vedação que Abastecem o Mercado do Distrito Federal. Cerâmica industrial, São Paulo, v. 11, n. 5, p.35-38, 2006.

NBR 6457 – ABNT – “Amostras de Solo – Preparação para Ensaio de Compactação e Ensaio de Caracterização”.

NBR 6459 – ABNT – “Solo – Determinação do Limite de Liquidez”

NBR 7180 – ABNT – “Solo – Determinação do Limite de Plasticidade”.

RADAMBRASIL. Folha SA.21-Santarém; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976.

RODRIGUES, V. O; SOUZA, W. R.; LIMA, R. H. C.; CASTRO, R.T. Caracterização das Matérias Primas Empregadas na Fabricação de Produtos do Polo Cerâmico de Iranduba-AM. Cerâmica Industrial, 20 (1) Janeiro/Fevereiro, 2015.

SABINO, A.R. Características físico-químicas das argilas utilizadas na indústria de cerâmica vermelha no município de Tabatinga-Am: um estudo de caso em indústrias do município. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos. Belém, 2016.

SANTOS, P. S.; Ciência e Tecnologia de Argilas. 2.ed. São Paulo: Edgar Blücher, v. 1. 1989.

SARGES, R.R; NOGUEIRA, A.C.R. FROTA, C.A.; SILVA, C.L. Depósitos argilosos Cenozóicos do estado do Amazonas: utilização como agregados de argilas calcinadas para pavimentações na região Amazônica. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium 1 (2010) 33-49

SILVA, A. R. V.; FERREIRA, H. C. Espectros organofílicos: conceitos, estruturas,

propriedades, síntese, usos industriais e produtores/fornecedores nacionais e internacionais. Revista Eletrônica de Materiais e Processos. v.3.3, p. 01-11, 2008.

SILVA, A.A. Novos catalisadores a base de argilas para a produção do Biodiesel. Tese (Doutorado) apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus I, Campina Grande, 2008.

VIEIRA, C.M.F; TERRONES, L.A; SÁNCHEZ, R.; MONTEIRO, S.N. Características e efeito da fração granulométrica < 2 µm no comportamento de queima de uma argila. Cerâmica 53 (2007) 249-254.

**PALAVRAS-CHAVE:** Argilas, Indústria Cerâmica, Difração de Raios-X, Fluorescência de Raios-X, Plasticidade