

CARACTERIZAÇÃO DE ARGILAS E MASSAS UTILIZADAS NA INDÚSTRIA G. MATOS DE CERÂMICA VERMELHA NA REGIÃO DO CARIRI - CEARÁ.

I.A.B.Neta¹, A.S.Cartaxo¹, A.D.Esmeraldo¹, F.F.Gomes¹, F.C. Silva¹,
S.B.N.Ribeiro¹, L.S.Neiva², M.I.Brasileiro³

¹Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais – Universidade Federal do Cariri, Av. Tenente Raimundo Rocha S/N – Bairro Cidade Universitária, CEP: 63048-080, Juazeiro do Norte – Ce, Brasil.

² Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais – Universidade Federal do Cariri, Av. Tenente Raimundo Rocha S/N – Bairro Cidade Universitária, CEP: 63048-080, Juazeiro do Norte – Ce, Brasil.

³ Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais – Universidade Federal do Cariri, Av. Tenente Raimundo Rocha S/N – Bairro Cidade Universitária, CEP: 63048-080, Juazeiro do Norte – Ce, Brasil.

RESUMO

O estudo das características de matérias-primas utilizadas na produção de artefatos da indústria de cerâmica vermelha, tais como tijolos e telhas, tem um papel fundamental na determinação da qualidade do produto final. Este trabalho tem por finalidade avaliar as propriedades químicas e físicas das argilas e massas provenientes da olaria G. Matos, Crato-Ceará. Foram coletadas três amostras, beneficiadas e submetidas à caracterização DRX.

Foram também analisadas quanto à plasticidade pelos métodos de Atterberg e Pfefferkorn. No método de Atterberg, as amostras Argila Gordas e Massa Pronta estão dentro do intervalo de índice de plasticidade para cerâmica vermelha, no método de Pfefferkorn, as massas Gordas e Pronta também apresentaram plasticidade, mas com resultados diferentes do método anterior. Em ambos os testes, a massa vermelha não apresentou moldabilidade. No DRX, as amostras apresentam picos de quartzo, os quais foram em maior quantidade na amostra que não desenvolveu plasticidade, além disso, obtivemos picos de montmorilonita, caulinita.

Palavras-chave: Caracterização, Cerâmica Vermelha, Argilas e Massas.

INTRODUÇÃO

O setor cerâmico está cada vez mais presente no mercado, tendo cerca de 1% no PIB nacional, sendo aproximadamente 40% desta participação representada pelo setor de cerâmica vermelha. Ela é bastante utilizada devido sua serventia em revestimentos e acabamentos: pisos, tijolos e placas cerâmicas ⁽¹⁾.

A indústria cerâmica da Região Cariri possui uma gestão familiar, se caracterizando como uma indústria nativa, devido à presença de olarias e pequenas empresas ⁽²⁾. Existem aproximadamente 30 fábricas. Ela é grande consumidora de matérias-primas minerais e possui uma grande diversidade dos mesmos, sendo que depende de onde está localizada a fábrica e o tipo de produto.

O processo de fabricação dos produtos da região do Cariri é um processo que se pode dizer um tanto “arcaico”, ou melhor, sem tecnologia de ponta. É feito basicamente pela mistura de um ou dois tipos de argilas (uma gorda e outra magra) acrescidas de água. Em seguida, a mistura é homogeneizada e passa para a maromba onde as peças são moldadas. Após isso, o produto é secado e queimado, onde essa secagem pode ser ao ar livre ou artificialmente aproveitando o calor dos fornos. Na maioria das vezes a queima é feita utilizando lenha como combustível ⁽³⁾. Desta maneira, os produtos, em muitas

das indústrias da região, não tem um controle específico e por isso, não tem suas propriedades testadas dentro das Normas.

Pensando no aquecimento da construção civil, e no aumento da utilização dos produtos da cerâmica vermelha, que vem sendo utilizado desde os produtos mais simples até os mais sofisticados, esse trabalho teve como objetivo caracterizar as argilas e massas utilizadas no processamento da indústria G. Matos, de forma a adequá-las nas Normas existentes para seus produtos e conseqüentemente, se conseguir produtos de melhor qualidade visando uma diminuição das perdas no processamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

As argilas foram coletadas na indústria cerâmica G. Matos, localizada na região do Cariri-Ce, na cidade de Crato, acondicionadas em sacos e transportadas ao Laboratório de materiais cerâmicos da UFCA, onde foram codificadas como AG, AM e MP (Argila Gorda, Argila Magra e Massa Pronta, respectivamente). As amostras foram secas em estufa a 110°C durante 24h, destorroadas em um moinho de martelos e passadas em peneira ABNT80 (0,177mm).

As fases mineralógicas foram identificadas através da difração de raios X (DRX), utilizando o equipamento da marca Shimadzu com radiação de $\text{CuK}\alpha$; com intervalo angular escolhido de $2\theta:3-60^\circ$, pela UFCG/LEMa – Laboratório de Engenharia de Materiais – Campina Grande – PB.

A composição química das várias amostras foi obtida através da fluorescência de raios X utilizando o equipamento de FRX de marca Shimadzu (EDX-900), pela UFCG/LEMa – Laboratório de Engenharia de Materiais – Campina Grande – PB.

Para determinação do índice de plasticidade pelo método de Atterberg foram utilizadas as normas técnicas da ABNT⁽⁴⁾⁽⁵⁾, determinando-se previamente os Limites de Liquidez (LL) e Limites de Plasticidade (LP). Através dos resultados do Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade obtém-se o Índice de Plasticidade (IP) do material, de acordo com a Equação A:

$$IP = LL - LP \text{ (A)}$$

O índice de plasticidade Pffefekorn foi determinado em um plasticímetro da marca Servitech modelo CT-283.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 indica a análise química das amostras investigadas. A Sílica é o composto dominante em todas as amostras, seguido de alumina e óxido de ferro. Resultados como este também poderá ser vistos nos estudos feitos por CARTAXO et al., 2015, para argilas procedentes da mesma região.

A argila denominada AM, apresentou maior quantidade de alumina e baixo teor de álcalis, o que provavelmente indicará uma refratariedade elevada. Diferentemente, as demais amostras exibiram um teor considerável de óxidos alcalinos fundentes, os quais contribuíram para formação da fase líquida durante o processo de queima e também podem reagir com fases formando, fases cristalinas mais estáveis mediante a umidade ⁽⁸⁾. A elevada presença de óxido de ferro nestas argilas também pode contribuir para a formação de eutéticos de baixo ponto de fusão ⁽⁹⁾.

As amostras apresentaram porcentagem de Fe_2O_3 elevada, se enquadrando em matérias-primas introduzidas na fabricação de produtos de queima vermelha ⁽¹⁰⁾.

Outro elemento colorante encontrado em argilas é o Titânio, o qual se encontra normalmente na forma de óxido como rutilo ou anatásio ou ainda como impureza em outros minerais. A presença desse óxido tende a intensificar a cor desenvolvida por outros elementos, como no caso o Ferro. ⁽¹¹⁾

Tabela 1. Composição química das amostras.

ÓXIDOS	AMOSTRA		
	AG	AM	MP
SiO ₂	61.95%	57.34%	60.4%
Al ₂ O ₃	22.68%	31.13%	23.58%
Fe ₂ O ₃	6.4%	5.75%	7.48%
MgO	3.74%	1.32%	3.33%
K ₂ O	3.28%	2.17%	2.27%
CaO	0.78%	--	0.58%
TiO ₂	0.96%	0.85%	0.75%
OUTROS	0.16%	1.39%	0.74%
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	2.73	1.84	2.56

As figuras 1,2 e 3 mostram os difratogramas de raios X das argilas denominadas AG, AM e MP, respectivamente. Através das figuras pode-se observar que os picos característicos da amostra revelam a presença dos argilominerais caulinita, ilita e montmorilonita, sendo os mais evidentes.

A amostra denominada AG apresentou picos de montmorilonita, a qual provavelmente é o responsável pelo desenvolvimento da plasticidade⁽⁶⁾. Argilas constituídas por esses argilominerais geralmente possuem, em elevado grau, propriedades plásticas e coloidais ⁽⁷⁾. Além desse argilomineral, apresentou também o argilomineral caulinita e quartzo.

A amostra AM apresentou picos de caulinita, quartzo e ilita. Uma grande quantidade de picos de quartzo pode ser observada, o que, provavelmente influenciou na plasticidade da argila (Tabela 2).

A amostra MP apresentou picos de montmorilonita, ilita, mica muscovita e quartzo. A mica muscovita é um mineral com textura lamelar que pode ocasionar o aparecimento de defeitos nas peças cerâmicas. Em tamanho de partícula reduzido, a mica muscovita pode atuar como fundente devido à presença de óxidos alcalinos ⁽⁷⁾.

A presença de mica/ilita e quartzo provavelmente influencia o comportamento de plasticidade das amostras analisadas. O quartzo age como redutor de plasticidade e é inerte durante a queima. (mais evidente na amostra AM), sendo possível elaborar massas com limites de plasticidade adequados para cerâmica vermelha (valores medianos), sem a necessidade de adição de materiais friáveis.

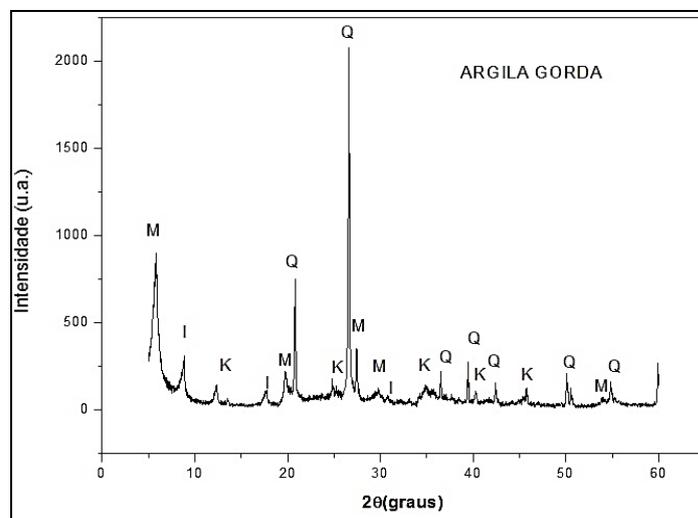


Figura 1. Difratograma para AG.

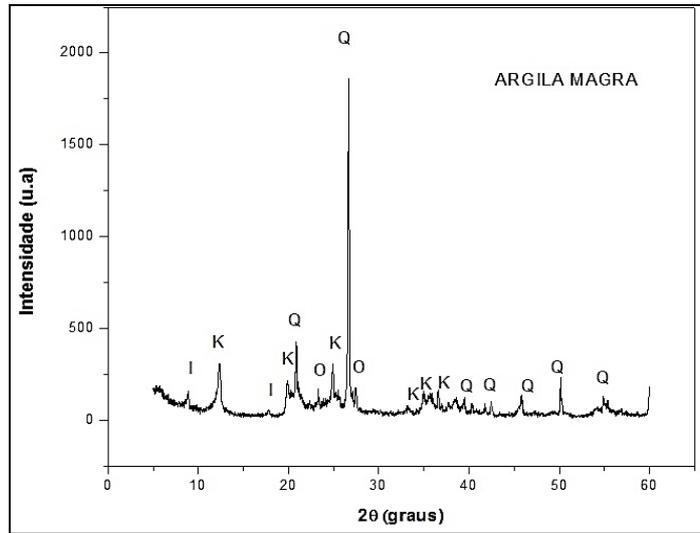


Figura 2. Difratoograma para AM.

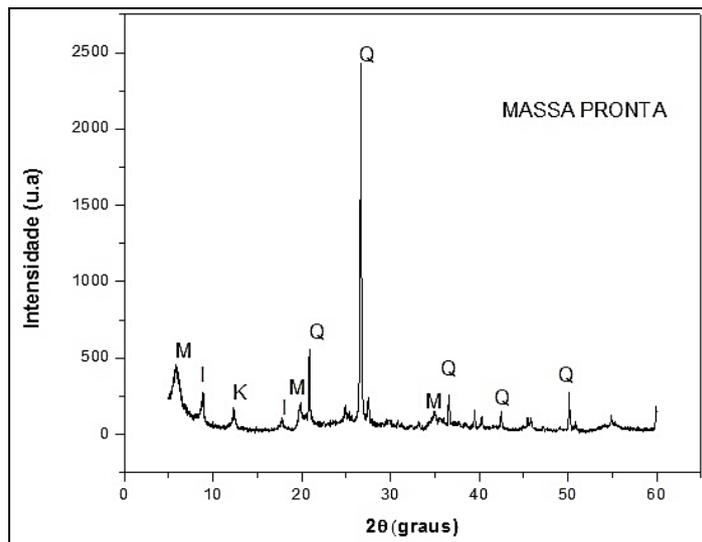


Figura 3. Difratoograma para MP.

Os resultados para o teste de plasticidade pelo método de Atterberg para as amostras Argila Gorda, Argila Magra e Massa Pronta seguem na tabela 2. De acordo com o que foi observado, os resultados se assemelharam com os resultados alcançados no estudo nas argilas utilizadas em outras indústrias de cerâmica vermelha do Cariri⁽¹⁶⁾.

Tabela 2. Limite de liquidez, limite de plasticidade e índice de plasticidade (Método Atterberg).

Amostra	Limite de liquidez	Limite de plasticidade	Índice de plasticidade
Argila gorda	53,12%	21,62%	31,5%
Argila magra	26,8%	--	--
Massa pronta	41,91%	10,81%	30,5%

De acordo com os valores apresentados na tabela 1 entre eles, o LL obtido, para as amostras encontra-se dentro do intervalo para cerâmica vermelha, ou seja, LL entre 30 e 60%. Com base nos limites de plasticidade obtidos, apenas a amostra AG encontra-se dentro do intervalo para cerâmica vermelha (LP entre 15 e 30%). Adicionalmente, o IP das amostras AG e MP encontram dentro do intervalo recomendável para o processamento de cerâmica vermelha⁽¹²⁾. Índices de plasticidade abaixo de 10 podem ser problemáticos, pois uma pequena variação no teor de água de conformação pode resultar em mudança na consistência da argila ou massa cerâmica.

Os resultados obtidos para a plasticidade pelo método Atterberg permitiu classificar as amostras segundo critérios utilizados em mecânica dos solos como: AG e MP como altamente plásticas ($IP > 15\%$)⁽¹³⁾. Essa elevada plasticidade pode ser relacionada à presença do argilomineral montmorilonita, uma vez que fornecem a plasticidade em certos tipos de argilas⁽¹⁴⁾. Apesar da presença do quartzo o comportamento plástico das argilas não foi comprometido.

Por outro lado, a amostra AM (Argila Magra) não apresentou moldabilidade, sendo utilizada como reguladora da plasticidade de argilas muito plásticas.

Os resultados obtidos para o ensaio de plasticidade pelo método Pfeffekorn estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Valores médios obtidos no ensaio de plasticidade pelo método Pfeffekorn.

Amostra	Altura (mm)	A	Umidade (%)
Argila gorda	15,36	2,73	23,14
Massa pronta	15,68	2,53	22,5

Coeficiente de plasticidade determinado por este método, corresponde à percentagem de água presente, para a qual o corpo de prova apresenta uma deformação de 30%, em relação à sua dimensão inicial. A relação entre a altura inicial do cilindro (H_0) e a altura após a deformação (H_1), representa o grau de deformação, de forma que a percentagem de água correspondente a uma relação de deformação de 3,3 fornece o índice de plasticidade de Pfefferkorn. Segundo a tabela 2 e em conformidade com as figuras anteriormente apresentadas, com os valores para ($a=40\text{mm}/H_f$) obtidos, pode-se afirmar que as amostras contêm uma proporção de água que as confere deformabilidade satisfatória ⁽¹⁵⁾, as quais resultaram 23,14% e 22,5% para as amostras AG e MP, respectivamente.

De acordo com os valores obtidos, para ambos métodos de ensaio para plasticidade das amostras estudadas, nota que esses números diferem entre si. Os métodos utilizados são classificados como indiretos já que não avaliam a plasticidade propriamente dita. Esses métodos indiretos estão relacionados ao empacotamento das partículas da amostra, assim para o índice Pfefferkorn à medida que o empacotamento é reduzido, mais alta é a quantidade de água necessária para conseguir uma determinada consistência. Para o índice de Atterberg a dependência é menor⁽¹¹⁾.

Mesmo as argilas oriundas da mesma bacia hidrográfica apresentam constituição um pouco diferente, o que evidencia o caráter particular de cada amostra quando se trata de jazimentos de cerâmica vermelha. Portanto, o estudo das características das matérias-primas para indústria de cerâmica vermelha é fundamental, já que as propriedades destas estão interligadas com a maneira como o processamento é realizado.

CONCLUSÕES

Na composição química de todas as amostras obteve-se óxido de ferro em percentagem que equivale a quantidade para cerâmica vermelha. As amostras denominadas AG e MP apresentaram composições semelhantes a argilas fundentes com altos teores de sílica e álcalis formadores de fase líquida.

Todas as amostras apresentaram quartzo em sua composição mineralógica, porém a mais amostra mais afetada por este argilomineral foi a AM, já que não apresentou plasticidade.

Todas as amostras encontram-se dentro do intervalo de limite de liquidez para cerâmica vermelha. Por outro lado, apenas a amostra AG encontra-se no intervalo para limite de plasticidade. O índice de plasticidade das amostras AG e MP encontram dentro do intervalo recomendável para o processamento de cerâmica vermelha, sendo classificadas em altamente plásticas.

De acordo com o método Pfeffekorn as amostras AG e MP possuem moldabilidade satisfatória com índices de plasticidade de 23,14% e 22,5%, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a cerâmica G. Matos pela disponibilidade das matérias-primas, bem como a Universidade Federal do Cariri e a Universidade Federal de Campina Grande, pelo o auxílio para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] Gesicki, A. L. D.; Boggiani, P. C.; Salvatti, A. R. Cerâmica Industrial 7 (2002) 44. (ajeitar essa referencia, titulo do trabalho)
- [2] MEHISUFC: Disponível em <[HTTP://www.mehisufc.blogspot.com.br](http://www.mehisufc.blogspot.com.br)> Acesso em: 18/08/2015.
- [3] BRASILEIRO, M.I.Projeto: Desenvolvimento sustentável para resíduos das indústrias da cerâmica vermelha na região do Cariri – CE
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6459: solo - determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984. (E)
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7180: solo - determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984. (B)

[6] KLEIN, C.; DUTROW, B. Manual de ciências minerais. Porto Alegre: Artmed editora S.A., 2012.

[7] Vieira, C. M. F.; R. M. Pinheiro. Avaliação de argilas caulínicas de Campos dos Goytacazes utilizadas para fabricação de cerâmica vermelha. Cerâmica, v. 57 p.319-323, 2011. (S)

[8] FACINCANI, E. Tecnologia Cerâmica: losLadrillos, Espanha: Faenzalberica S. L., 1993.

[9] MAESTRELLI, S. C.; ROVERI, C. D.; NUNES, A. G. P; FAUSTINO, L. M; AIELO, G. F; PINTO, L. P. A.; MANOCHIO, C.; CAL, T. M. L.; RIBEIRO, F. F.; MARIANO, N. A. Estudo de caracterização de argilas não plásticas da região de Poços de Caldas. Cerâmica, v.59, p.242-248, 2013.

[10] Santos, P. S.; Ciência e Tecnologia de Argilas, 3a Ed., Vol. 1, Edgard Blücher, S. Paulo, SP (1992) 4.

[11] BARBA, A.; BELTRÁN, V.; FELIU. C.; GARCÍA, J.; GINÉS, F.; SÁNCHEZ, E.; SANZ, V. Materias primas para La fabricación de soportes de balbosas cerâmicas. Castellón. Instituto de TecnologíaCerámica – AICE, 1997.

[12] MACEDO, R. S.; MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. Estudo de argilas usadas em cerâmica vermelha. Cerâmica, v.54, p.411-417, 2008.

[13] CAPUTO, H. P. Mecânica dos solos e suas aplicações fundamentais. Rio de Janeiro: Livros Técnicos, vol.1, 1994.

[14] PRADO, C. M. O. Caracterização química e mineralógica das argilas utilizadas na produção de cerâmica vermelha no Estado de Sergipe. Dissertação (mestrado em química) - Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2011.

[15] CARTY, W.M.; LEE, C. "The Characterization of Plasticity": Science of Whitewares. The American Ceramic Society, p. 89-101, 1996.

[16] CARTAXO, A.;S.; ESMERALDO, A.;D.;S.;R.; SUASSUNA, P.;M.;PRADO, A.;C.;A.; NEIVA, L.;S.; BRASILERIO, M.;I. Caracterização de argilas utilizadas na indústria de cerâmica vermelha na região do cariri – Ceará – parte I.

**(CHARACTERIZATION OF CLAY AND MASS USED IN RED CERAMIC
INDUSTRY IN CARIRI REGION - CEARÁ).**

ABSTRACT

The study of the characteristics of raw materials used in the production of red ceramic industry articles, such as bricks and tiles, has a key role in determining the quality of the final product. This study aims to evaluate the chemical and physical properties of clays and pasta from pottery G. Matos, Crato, Ceará. Three samples were collected, processed and submitted to the characterization DRX. They were also analyzed for plasticity by the methods of Atterberg and Pfefferkorn. In the method Atterberg, samples and Fat Mass Ready clay are within the plasticity index range for red ceramics, Pferfferkorn method, pasta and ready Fat also had plasticity, but with different results of the above method. In both ostestes, the red mass showed no moldability. XRD, the samples show quartz peaks, which were in the greatest amount in the sample that did not develop plasticity, addition, montmorillonite obtained peaks kaolinite.

Key words: Characterization, red cerâmica, clay and mass.