

ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO DAS MASSAS ARGILOSAS USADAS EM OLARIA DO SUL DO CEARÁ-BRASIL PARA A PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO POROSO

Angela Maria Menezes Santos (1); Ana Candida de Almeida Prado (2)

(1) Universidade Federal do Pernambuco; (2) Universidade Federal do Cariri

e-mail: angela.menezes12@hotmail.com¹, ana.prado@ufca.edu.br²

Resumo: No sul do Ceará, região do Cariri, há um pólo de cerâmica vermelha produtor de telhas e tijolos. Este trabalho teve por objetivo analisar a composição química e mineralógica de massas usadas na fabricação de telha e de tijolos e suas respectivas características tecnológicas, com a posterior finalidade de testá-las como massa para a produção de revestimento cerâmico poroso. Duas amostras de uma dessa região foram analisadas, a primeira foi uma massa usada na produção de tijolos e, a outra, de telhas. Foram feitos ensaios de análise química por fluorescência de raios X, mineralógicos por difração de raios X, de plasticidade, reológicos e físicos. As amostras foram prensadas, queimadas em temperaturas que variaram de 750 a 1150°C e tiveram suas características físico-mecânicas testadas. Os resultados determinaram que as massas argilosas são constituídas por caulinita, feldspato e quartzo, sendo que montmorilonita e/ou vermiculita está presente na massa do tijolo. Essa diferença composicional influenciou o comportamento plástico e reológico, a eficiência de moagem e a sinterabilidade das amostras. A massa argilosa do tijolo é mais plástica que a massa argilosa da telha, bem como a primeira não apresentou boa defloculação com a adição de silicato de sódio. Assim, a massa argilosa do tijolo apresentou baixa cominuição de suas partículas durante a moagem a úmido. Os valores de AA em todas as temperaturas de queima foram superiores a 10%. As retrações lineares de queima são semelhantes para ambas amostras queimadas na mesma temperatura. Porém, os corpos-de-prova da massa argilosa de tijolo submetidos à queima a 1150°C não apresentam boa estabilidade dimensional. Os resultados obtidos da análise de resistência mecânica à flexão, para todas as misturas, são muito baixos, e não seguem as especificações contidas na NBR 13818 para revestimento poroso do tipo BIII. Desta maneira, as misturas testadas são inadequadas para a fabricação de revestimento poroso, propondo-se estudos futuros adicionando outras matérias-primas.

Palavras-chave: Olaria; Argilas do Cariri Cearense; Placa cerâmica para revestimento porosa (BIII).

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização, o homem utiliza de barro e fogo para a fabricação de materiais cerâmicos como vasilhas, blocos e tijolos. A versatilidade, utilidade e durabilidade desses materiais garantem sua fabricação e seu uso até os dias atuais.

Dentre, os inúmeros produtos cerâmicos, destacam-se os produtos de cerâmica vermelha, também conhecidos como estruturais usados na construção civil (telhas, tijolos, blocos, entre outros) e as placas cerâmicas para revestimento.

Os maiores pólos cerâmicos desses dois tipos de produtos estão concentrados na região Sudeste, devido à maior densidade demográfica, melhor distribuição de renda e ao destaque nos centros de pesquisa quando comparados

(83) 3322.3222

contato@joinbr.com.br

www.joinbr.com.br

às outras regiões brasileiras. Além do Sudeste, segundo o Ministério de Minas e Energia, o Nordeste tem se destacado no setor de cerâmica vermelha, a região é responsável por 22,5% da produção nacional [1]. O Ceará e a Bahia são os estados nordestinos de maior produção [2]. Notícia publicada no diário do nordeste no ano de 2012, trás um levantamento realizado pela Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER) que aponta o Ceará como o estado com maior faturamento oriundo da indústria cerâmica em todo o nordeste, sendo a quinta posição no ranking nacional [3]. Por outro lado, atualmente, o segmento de revestimento cerâmico no Ceará se resume a peculiaridade de apenas uma indústria, a Cerâmica Brasileira Cerbrás LTDA, localizada em Maracanaú (CE) que produz revestimento cerâmico do tipo BIIb (de 6 a 10% de Absorção de água) [4]. Assim, o Ceará tem potencial de mercado para a produção e consumo de tipos diversos de revestimentos cerâmicos.

A principal matéria-prima utilizada para fabricação de produtos de cerâmica vermelha e para placas de revestimento é a argila: material terroso, de fina granulometria, rico em argilo-minerais e que normalmente contém outros minerais como quartzo, feldspato, hematita, calcita e dolomita. O conhecimento da composição e do comportamento das matérias-primas de olarias é estratégico para se obter produtos de boa qualidade e uma boa produtividade, bem como agregar valor e produzir produtos diferenciados [5].

Entretanto, as empresas do Ceará ainda desconhecem as características tecnológicas de suas matérias-primas. A informação sobre as características da matéria-prima e o desenvolvimento de novos produtos cerâmicos de maior valor agregado tal como o revestimento poroso potencializará o crescimento da indústria cerâmica local.

Neste contexto, os objetivos deste trabalho foram caracterizar físico-químico-mineralogicamente as matérias-primas utilizadas para produção de cerâmica estrutural do sul do Estado do Ceará e analisar a viabilidade de produzir revestimentos porosos rústicos (tipo BIII), constituídos por essas massas argilosas, visando à diversificação dos produtos cerâmicos produzidos nesta região.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na presente trabalho, foram utilizadas como matéria-prima duas massas argilosas, uma usada no fabrico de tijolos e a outra na produção de telhas. Ambas as massas argilosas foram fornecidas pela Cerâmica Gomes Matos (CGM), localizada no município de Crato, CE.

Após a coleta das matérias-primas, as massas argilosas foram secas a 60°C e em seguida desaglomeradas em um almofariz.

Posteriormente, todas as matérias-primas foram peneiradas em peneira nº 200 ABNT (abertura 74 μ m). Então, foi feita a caracterização das mesmas. Foram feitas as análises química e mineralógica por meio das técnicas de Fluorescência de raios X (FRX) no equipamento EDX Shimadzu 720, e, Difração de raios X (DRX) no equipamento XRD 6000 Shimadzu com radiação Cuka (40 kV/30 mA), respectivamente.

Efetuiu-se teste reológico das duas massas argilosas, a fim de analisar a variação da viscosidade com a adição de defloculante (silicato de sódio), e encontrar o teor ideal de defloculante para cada massa argilosa que gera a viscosidade mais adequada para a moagem a úmido. Para tanto, foi usado o viscosímetro Cup Ford (orifício nº 4).

E para avaliar a plasticidade das duas massas argilosas em estudo, foram determinados os limites de liquidez (LL) e os limites de plasticidades (LP) conforme as normas NBR 6459 e NBR 7180, respectivamente [6, 7]. Assim, o índice de plasticidade (IP) foi calculado, pela diferença entre os dois limites.

As massas argilosas foram moídas em moinho de bolas de alumina por 5 horas usando os respectivos teores ideais de silicato de sódio determinados nos testes reológicos. Foram determinados os resíduos de moagem em porcentagem (%) de partículas menor que 74 micrometros (malha 200) das formulações. Em seguida realizou-se a produção dos corpos-de-prova (c.p.s) de cada uma das massas argilosas por prensagem uniaxial, onde foi usada uma prensa hidráulica para conformação de 60 (30 para cada massa) corpos-de-prova no total, utilizando uma matriz de aço inoxidável de seção retangular com dimensões de aproximadamente 8,0 x 2,5 x 1,0 cm³, controlando a densidade de prensagem dos mesmos em 2,00 \pm 0,02 g/cm³.

Após a compactação os corpos-de-prova obtidos foram secos em uma estufa a 110°C por 24 horas, para eliminação da água livre. Após a secagem as amostras foram pesadas com auxílio de uma balança analítica e suas dimensões medidas com auxílio de um paquímetro. Posteriormente, foram queimados nas máximas temperaturas de queima de 750, 850, 950, 1050 e 1150°C com 30 minutos de patamar, com uma taxa de aquecimento de 10°/min. Em que para cada condição do experimento (composição das formulações X temperatura máxima de queima) foram testados 5 (cinco) c.p.s. Após a queima foram determinadas as seguintes propriedades tecnológicas: absorção de água (AA) e resistência mecânica à flexão (RMF), seguindo as normas da ABNT 13.818 [8], densidade aparente (PA) e retração linear total (RLT).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão compilados os resultados das composições químicas das matérias-primas expressas em termos dos seus componentes óxidos principais.

Verifica-se que a massa argilosa da telha é quimicamente composta, em ordem decrescente, por SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e demais elementos em menor percentual. Já a massa argilosa do fabrico de tijolo é composta, além da predominância de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 , por quantidades apreciáveis de K_2O , MgO e CaO .

Tabela 1 - Composição química (% em peso) das matérias-primas.

Matéria-prima	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	MgO	CaO	TiO_2	BaO	P_2O_5	MnO
Massa Tijolo	59,14	24,12	7,79	3,36	2,90	1,03	0,95	0,3	0,25	0,09
Massa Telha	63,30	27,77	2,64	0,88	0,84	0,45	0,88	-	-	0,04

Os maiores teores de Fe, K, Mg e Ca na massa argilosa do tijolo e menores de Si e Al em relação à massa da telha indicam uma composição mineralógica mais diversa da primeira. Devido a esta massa ter teor de óxido de ferro maior (7,79%) do que a massa para fabrico de telha (2,635%), já esperava-se que os corpos-de-prova compostos pela massa de tijolo apresentassem coloração mais avermelhada após a queima, o que ocorreu. O Ferro também atua nos processos de sinterização reduzindo a viscosidade da fase líquida formada durante a queima, o que pode levar a deformação piropástica (o que também ocorreu na maior temperatura de queima).

Na Figura 1, está ilustrado o difratograma de raios X das duas massas argilosas utilizadas. Os resultados mostram que a massa argilosa para telha é constituída principalmente pelo argilomineral caulinita ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), quartzo (SiO_2) e feldspato. O que colabora com os resultados da análise química, pois a relação dos percentuais de SiO_2 e Al_2O_3 é compatível com a composição química da caulinita. Também pela análise química, conclui-se que o feldspato deve ser do tipo potássico. Já a massa argilosa para tijolo, é composta predominantemente por argilominerais do grupo da montmorillonita e/ou vermiculita (a diferenciação entre os minerais não foi feita, pois não foi possível fazer a difração de raios X da amostra passada pela processo de glicolagem), caulinita, feldspato e quartzo. A presença de montmorillonita e/ou vermiculita e a menor quantidade de SiO_2 indicam que a massa de tijolo é mais plástica do que a massa argilosa da telha. Na difração de raios X, não foi detectado nenhum mineral cuja composição química apresente ferro, o que não significa que essa matéria-prima não contenha esses tipos de minerais e, sim que a precisão da medida da DRX não permitiu a detecção.

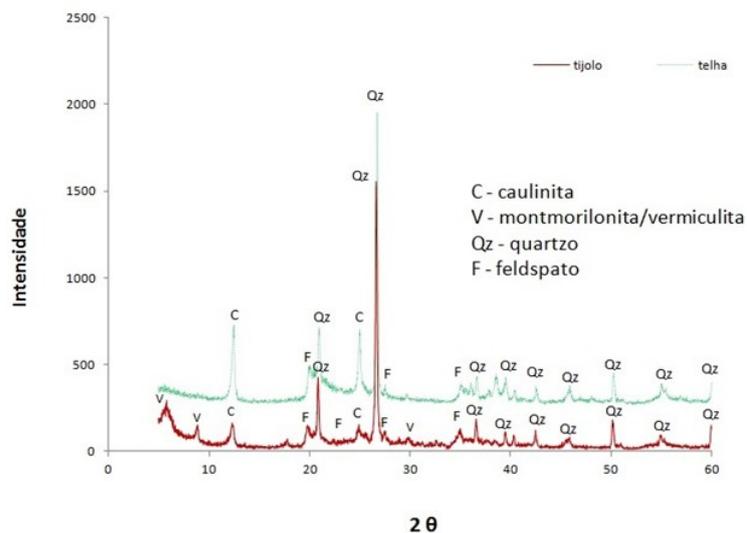


Figura 1: Difratoograma de raios X das massas argilosas.

Na Tabela 2, estão compilados os resultados de limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP) e índice de plasticidade (IP). Os resultados mostram que o limite de plasticidade (LP) da massa da telha e o da massa do tijolo (17,2% e 17,1%, respectivamente) são semelhantes. Já em relação aos limites de liquidez (LL), o maior é da massa argilosa do tijolo (35,1%) e o menor é o da massa da telha (27,2%), isso quer dizer que a massa argilosa do tijolo suporta uma quantidade maior de água sem alterar seu estado plástico.

A escala de classificação de Jenkins categoriza o índice de plasticidade em fracamente plástico ($1 < I_p < 7$), medianamente plástico ($7 < I_p < 15$) e altamente plástico ($15 < I_p$) [9]. Assim, a massa argilosa da telha é classificada como medianamente plástica e a do tijolo como altamente plástica, todos os valores são compatíveis para a fabricação de cerâmica. Todavia, a massa argilosa de tijolo possui maior índice de plasticidade, devido à presença de argilomineral montmorilonita e/ou vermiculita em sua composição mineralógica e devido a menor quantidade de SiO_2 .

Tabela 2 - Índice de Plasticidade das massas argilosas.

Massa Argilosa	LP (%)	LL (%)	IP (%)
Argila Telha	17,2	27,2	10,0
Argila Tijolo	17,1	35,1	18,0

Na Figura 2, estão expostas as curvas de defloculação das massas argilosas. Para ambas as amostras, observa-se que a adição de defloculante nas massas reduz a viscosidade até certo teor de defloculante, após propicia o seu

aumento. Conforme esta figura, o teor ideal de defloculante para massa da telha corresponde a 0,22% e para a massa argilosa do tijolo é 0,43%.

Para essas amostras, foram feitas as seguintes observações:

- A barbotina da massa de telha era bem fluida e aderiu muito pouco nas bordas do recipiente. Este material teve menor consumo de defloculante e menor viscosidade;
- Para a massa argilosa do tijolo, houve uma variação grande da tixotropia e o material ficou preso dentro do recipiente. Esse material teve maior consumo de defloculante. Este comportamento, provavelmente, deve-se a presença de argilominerais do grupo da montmorillonita/vermiculita em sua composição.

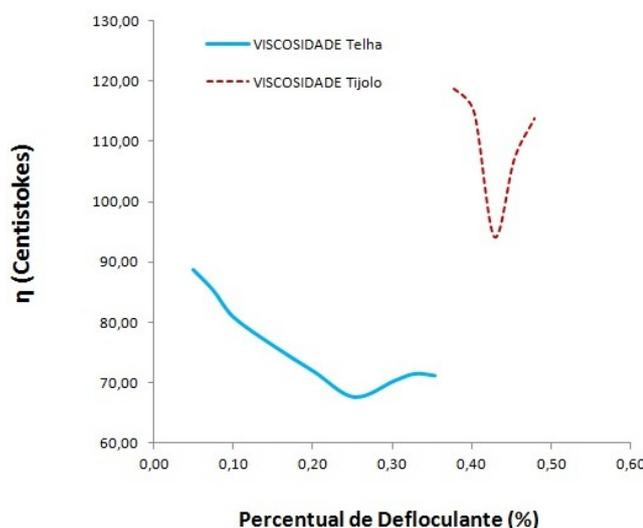


Figura 2: Curvas de deflocação das massas argilosas.

Na Tabela 3, estão compilados os resultados da porcentagem de massa retida após a moagem, por 5 horas, para cada uma das misturas. Observa-se que para a massa da telha, a porcentagem de massa retida na peneira 200 mesh (abertura 74 micra), é bem menor em relação à massa do tijolo. Por mais que aumentasse o tempo de moagem para melhorar o grau de cominuição e obter partículas com menores granulometrias, observa-se um efeito que impedia que este processo tivesse êxito. Com o tempo a viscosidade das barbotinas da massa do tijolo é alterada e estas começaram a grudar nas laterais do cilindro do moinho de bolas, impedindo o atrito com as bolas de alumina (Al_2O_3) e conseqüentemente que acontecesse a continuação do processo de moagem, conforme mostra a foto da figura 3. O que está de acordo com os ensaios reológicos (figura 2), onde a adição de defloculante silicático de sódio não foi tão eficaz em reduzir a viscosidade da massa e a inversão (aumento da viscosidade) ocorre com pequeno incremento de defloculante.

Então, possivelmente o tipo de defloculante usado (silicato de sódio) não é o ideal para ser aplicado nesta massa argilosa. Assim, mesmo com o percentual de sílica (SiO_2) maior, o grau de moagem da massa argilosa da telha é maior do que o da massa de tijolo.

Tabela 3 - Resíduo de moagem.

Massa	Massa tijolo (TJL)	Massa telha (TLH)
Porcentagem retida (%)	19,997	0,910



Figura 3: Moagem da massa do tijolo com tempo superior a cinco horas.

Conforme a literatura, quanto mais fina a granulometria destas misturas, maior é a área de contato que associada a uma boa homogeneização, favorecendo uma melhor reatividade de partículas durante a etapa de queima [10]. E uma boa reatividade propicia a formação de novas fases cristalinas, responsáveis pelas propriedades finais do revestimento cerâmico [11].

Após a caracterização das matérias-primas, fez-se a análises das propriedades físicas dos corpos-de-prova das formulações.

Na Figura 4, estão ilustrados os resultados de absorção e retração linear das massas da telha e do tijolo com a variação de temperatura, conhecidos como diagrama de gresificação. Conforme visualizado no diagrama, a mistura da massa argilosa da telha, queimadas nas temperaturas de 750°C a 1050°C não sofre variação significativa de absorção de água. Com a elevação da temperatura de queima a 1150°C , ocorre redução da absorção de água. Também, verifica-se que com a elevação da temperatura de queima ocorre um aumento gradativo da retração linear total desta amostra. Sendo que, este comportamento é mais pronunciado na temperatura de queima 1150°C .

Já para a mistura da massa argilosa do tijolo, os desvios padrões da absorção de água dessas amostras são consideráveis, ou seja, há maior variabilidade dos resultados. Então, verifica-se que para essa massa argilosa (Figura 4), a absorção de água (AA) até a temperatura

de queima 850°C não varia, e, acima de 950°C até 1150°C há redução gradativa dessa característica. Também, com a elevação da temperatura de queima ocorre aumento gradativo da retração linear total da amostra da massa do tijolo; este aumento é maior entre as temperaturas de queima de 1050°C e 1150°C.

Os resultados de retração linear de queima de ambas as amostras são muito semelhantes. A retração é maior nas temperaturas mais elevadas (1050°C e 1150°C), evidenciando que a sinterização efetiva somente ocorre a partir de 1050°C.

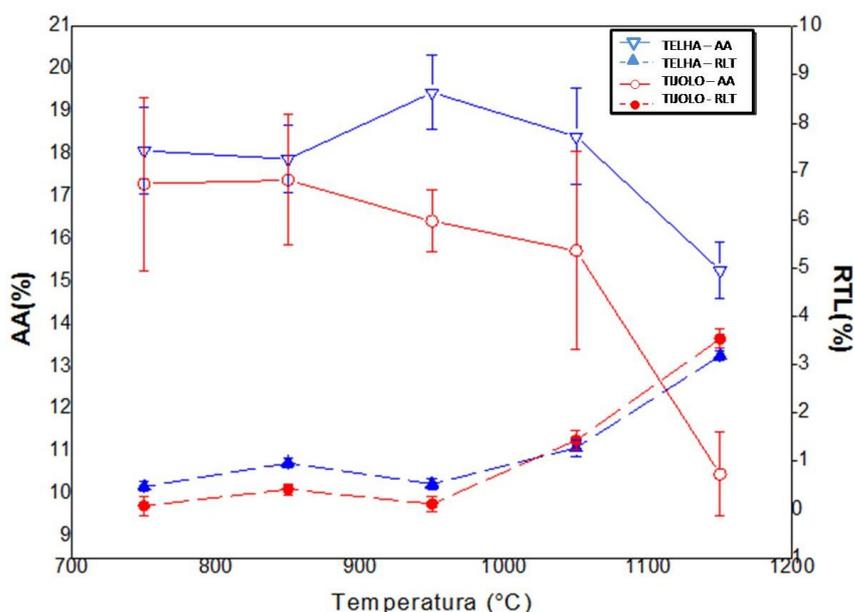


Figura 4: Diagrama de gresificação das misturas da massa do tijolo e da telha.

Observando os gráficos de gresificação, verifica-se que a partir de 1050°C, para ambas as amostras, ocorre um aumento da retração linear com concomitante diminuição da absorção de água. Tal comportamento é decorrente do aumento da formação de fase líquida que preenche progressivamente os poros abertos e, por conseguinte, propicia um aumento da retração linear à medida que se aumenta a temperatura de queima [11].

Tanto para a massa argilosa da telha como para a massa do tijolo, os valores de capacidade de absorção de água (AA) são superiores ou igual a 10%, assim foram obtidos corpos-de-prova que segundo esse quesito são classificados como revestimento do tipo poroso (BIII) [12].

Entretanto, verificou-se que os corpos-de-prova da massa argilosa de tijolo, submetidos à queima a 1150°C deformam, ou seja, ocorre deformação piropástica e, por conseguinte, não apresentam boa estabilidade dimensional. Este comportamento não é desejado, uma vez que é exigida grande estabilidade

dimensional para as placas cerâmicas para revestimento [13]. Além disso, apresentam valores de AA bem próximos do que é estabelecido pela ABNT para revestimento tipo BIII, portanto com base nestes quesitos não é recomendável o uso destas condições para produção de revestimento rústico.

Na Figura 05, para ambas as massas argilosas, observam-se que com a elevação da temperatura de queima de 750°C a 950°C, não ocorrem variações significativas da densidade aparente. Em 1150°C, ocorre um aumento expressivo da densidade aparente das misturas compostas pelas massas da telha. As densidades aparentes das amostras compostas por massa de tijolo são maiores do que as densidades aparentes das amostras de telha.

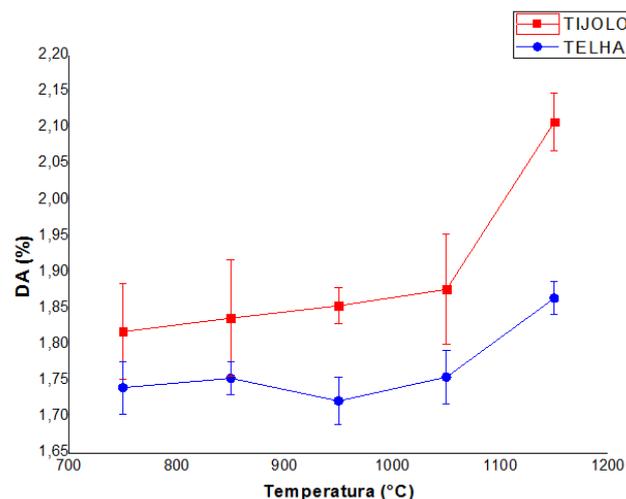


Figura 06: Densidade aparente em função da temperatura de queima das amostras compostas pela massa argilosa da telha e pela massa argilosa do tijolo.

Na Figura 07, está ilustrado o gráfico com os resultados de resistência mecânica à flexão para as misturas da massa argilosa do tijolo e da telha. Verifica-se que tanto para as misturas da massa do tijolo quanto para as misturas da massa da telha, a resistência mecânica a flexão (RMF) é maior para a temperatura de queima elevada, a 1150°C. A resistência mecânica das duas amostras na mais alta temperatura de queima testada é semelhante, apesar de em geral a massa de tijolo ter apresentado maior valor de absorção de água e menor densidade aparente do que a massa da telha. Provavelmente, devido ao melhor grau de moagem das amostras compostas pela massa da telha, o que propicia menores tamanhos de partículas, por conseguinte maior área superficial de partículas e melhor reatividade durante a queima.

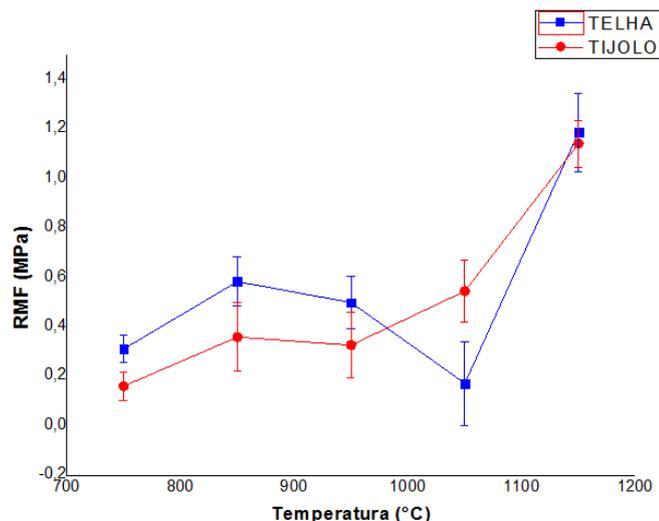


Figura 07: Resistência mecânica à flexão das amostras compostas pela massa argilosa do tijolo e da telha.

Entretanto, os resultados da análise de resistência mecânica à flexão (RMF) para as misturas das duas massas argilosas são muito baixos, não atingindo os valores mínimos de módulo de resistência à flexão do produto sinterizado iguais ou superiores a 12 MPa, para placas cerâmicas com espessura inferior a 7,5 mm e superiores ou iguais a 15 MPa, para placas com espessura superior ou igual a 7,5 mm, conforme a NBR 13818 [8].

CONCLUSÕES

Os resultados experimentais obtidos indicam que ambas as massas argilosas são constituídas pelos argilominerais caulinita, feldspato e quartzo. Além destes, a massa argilosa do tijolo apresenta o argilomineral montmorillonita ou vermiculita. Na massa da telha, o argilomineral principal é a caulinita.

A massa argilosa do tijolo é mais plástica que a massa argilosa da telha. As duas massas argilosas têm comportamento reológico distinto, tal característica influenciou no processo de moagem. Assim, a massa argilosa da telha apresenta melhor cominuição de partículas. Portanto, a moagem a úmido utilizando o defloculante silicato de sódio não é adequada para cominuir a massa usada na fabricação de tijolo.

Os valores de AA para ambas as misturas são adequados para produção de revestimento poroso tipo BIII. As retrações lineares de queima são semelhantes para ambas amostras queimadas na mesma temperatura. Porém, os corpos-de-prova da massa argilosa de tijolo submetidos à queima a 1150°C não apresentam boa estabilidade dimensional.

Os resultados obtidos da análise de resistência mecânica à flexão, para todas as misturas, são muito baixos, e não seguem as

especificações contidas na NBR 13818 para revestimento poroso do tipo BIII [8]. Portanto, as formulações com as matérias-primas argilosas do sul do Ceará utilizadas nesta pesquisa não são adequadas para a fabricação de revestimento cerâmico poroso (BIII).

Assim, recomenda-se a realização de pesquisas suplementares, tais como a adição de outras matérias-primas às formulações, a fim de aumentar a resistência mecânica das amostras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à agência de fomento Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa, à Cerâmica Gomes Matos LTDA (CGM), pelo fornecimento de matéria-prima argilosa e à Universidade Federal de Campina Grande pela disposição de equipamentos para caracterizações (FRX e DRX).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Anuário estatístico do setor de transformação de não metálicos**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1865684/Anuario_Setor_Transformacao_Nao_Metalicos_2012_base_2011.pdf/0a0c955c-1144-480e-9470-e1ee00d0d19c>. Acesso em: 7 mai. 2017.
- [2] AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Estudo técnico setorial da cerâmica vermelha**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/05prova_p%C3%A1gina%20%C3%BAnica%20-%20Cer%C3%A2mica%20Vermelha.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2017.
- [3] DIÁRIO DO NORDESTE. Notícias - **Indústria cerâmica do Ceará assume 1º lugar no Nordeste**. Fortaleza, 25 agosto 2012. Disponível em: <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/negocios/industria-ceramica-do-ceara-assume-1-lugar-no-nordeste-1.595439>>. Acesso em 17 fev. 2017.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA - ABC. **Revestimento Cerâmico - Distribuição das Empresas por Estado, 2015**. Disponível em: <<http://www.abceram.org.br>>. Acesso em: 12 mai 2015.
- [5] RAMOS, S. O.; MACEDO, R. S.; CARTAXO, J. M.; MENEZES, R. R.; NAVARRO, L. N. L.; NEVES, G. A. Caracterização de argilas usadas para cerâmica estrutural. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.5. n. 3, p. 65 -70, 2010.
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Solo: Determinação do limite de liquidez** - Métodos de ensaio: NBR 6459. Rio de Janeiro, 1984.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Solo: Determinação do limite**

de **Plasticidade** - Métodos de ensaio: NBR 7180. Rio de Janeiro, 1984.

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Placas cerâmicas para revestimentos**: especificação e métodos de ensaios: NBR 13818. Rio de Janeiro, 1997. 78p.

[9] CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações - Fundamentos**. LTC S.A., Rio de Janeiro, RJ, 6 ed. (1998).

[10] PRADO, A. C. A. **Placas cerâmicas para revestimento de baixa absorção de água e estabilidade dimensional confeccionadas por moagem a seco usando o material da formação Corumbataí**. 2007. 203 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

[11] SOUSA, S. J. G. **Desenvolvimento de massas cerâmicas processadas por via seca com matérias-primas do Norte fluminense visando aplicação em revestimento poroso**. 129 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Do Norte Fluminense – UENF, Campos Dos Goytacazes – RJ, 2008.

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Placas cerâmicas para revestimentos**: classificação: 13817. Rio de Janeiro, 1997. 3p.

[13] SÁNCHEZ, E., BELTRÁN, V., BAGAN, V., NEGRE, F. Aspectos a Serem Melhorados nas Características e Homogeneidades de Argilas Vermelhas Empregadas na Fabricação de Placas Cerâmicas. **Cerâmica Industrial** 1, 3: p. 13 - 22. 1996

