

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, MINERALÓGICA E TÉRMICA DAS ARGILAS E DA ESCÓRIA DE ALTO FORNO DO ESTADO DO PARÁ VISANDO A UTILIZAÇÃO EM CERÂMICA VERMELHA.*

Clara Giovana Souza Silva¹
Sérgio Neves Monteiro²
Alisson Clay Rios da Silva³
Verônica Scarpini Candido⁴

Resumo

Este trabalho teve como objetivo a caracterização química, mineralógica, e térmica por meio de fluorescência de raios-X, difração de raios-X e gravimetria (TG/DTG) de argilas provenientes do município de São Miguel do Guamá e escória de alto-forno, também proveniente do estado do Pará. Notou-se que as argilas apresentam, principalmente, uma alta concentração de SiO₂ e o resíduo apresentou concentrações consideravelmente altas de cálcio, ferro e sílica. Assim como o esperado, nos difratogramas das argilas foram encontrados picos de quartzo e caulinita, já no difratograma da escória foram encontradas fases como hematita, quartzo e calcita. Termicamente, as argilas perderam massa devido à perda de água superficial e estrutural. O comportamento térmico do resíduo apresentou desidroxilações de magnésio e de cálcio.

Palavras-chave: Argilas; Escória de alto forno; Caracterização.

CHEMICAL, MINERALOGICAL AND THERMAL CHARACTERIZATION OF CLAYS AND BLAST FURNACE SLAG IN THE STATE OF PARÁ AIMING TO USE IN RED CERAMICS.

Abstract

The objective of this work was to characterize chemical, mineralogical, and thermal characterization by means of X-ray fluorescence, X-ray diffraction and gravimetry (TG / DTG) of clays from the municipality of São Miguel do Guamá and blast furnace slag, also coming from the state of Pará. It was observed that the clays present, mainly, a high concentration of SiO₂ and the residue presented considerably high concentrations of calcium, iron and silica. As expected, quartz and kaolinite peaks were found in the clay diffractograms, and in the diffractogram of the slag were found phases such as hematite, quartz and calcite. Thermally, the clays lost mass due to the loss of surface and structural water. The thermal behavior of the residue showed dehydroxylations of magnesium and calcium.

Keywords: Clay; Blast furnace slag; Characterization.

¹ *Graduanda em Engenharia de Materiais, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará (UFPA), Ananindeua-PA, Brasil/Formação/graduação, titulação, cargo/função, setor/departamento, Instituição de trabalho e/ou estudo, cidade, estado e país.*

² *Engenheiro de Materiais, PhD em Engenharia e Ciência dos Materiais, Professor, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Materiais/Departamento de Engenharia mecânica e Materiais, Instituto Militar de Engenharia (IME), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.*

³ *Químico industrial, Doutor em Ciência dos Materiais, Professora Adjunta I, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará (UFPA), Ananindeua-PA, Brasil.*

⁴ *Bióloga, Doutora em Ciência dos Materiais, Professora Adjunta I, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará (UFPA), Ananindeua-PA, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos são uma preocupação mundial crescente, por conta da suageração desenfreada e da sua destinação final que ocasiona custos e degrada o meio ambiente, quando colocados em lugares inapropriados como lixões, aterros sanitários, causando a degradação do solo, lençóis freáticos, mananciais e o ar [1]. Por essa razão, na área acadêmica, a incorporação de resíduos na fabricação de produtos cerâmicos está sendo estudada amplamente[2].

Um desses resíduos é a escória de alto forno, proveniente do processo de fabricação de ferro-gusa. Esse resíduo é constituído, predominantemente, de aluminossilicatos de cálcio na forma vítrea. A fusão da ganga do minério de ferro e dos fundentes através de reações químicas formam a escória. Além dos aluminossilicatos cálcicos, ocorre, de maneira secundária, a formação de sulfetos de cálcio e manganês, além de óxidos de ferro e manganês [3].

Segundo o Centro de Coprodutos Aço Brasil [4], em 2015, cerca de 43% da geração de coprodutos e resíduos do setor siderúrgico foi de escória de alto forno.

Sendo assim, uma alternativa de reciclagem é a indústria de cerâmica vermelha, que suscita a utilização dos resíduos em grandes quantidades pois a composição da massa argilosa pode tolerar diversos tipos de resíduos, inertizando seus elementos potencialmente tóxicos na etapa de queima, além de suportar altos teores desses materiais. O que contribui na economia de matéria-prima, reduzindo a quantidade de argila gasta, tornando mais duradouro esse recurso natural [5-6-7]. Além disso, os resíduos sólidos podem melhorar o processamento cerâmico, a sua qualidade e, ainda, contribuir na redução do gasto energético na etapa de sinterização [1]. Tornando, assim, o setor cerâmico uma alternativa promissora para o descarte final desses resíduos poluentes [8].

Nesse contexto, é de suma importância a realização de um estudo prévio dos constituintes mássicos, sendo assim, possível definir uma composição ideal que otimize seu processamento, gerando peças de melhor qualidade ao mercado consumidor alcançando um padrão que atenda as normas regulamentadoras.

Considerando o supramencionado, a incorporação de resíduos em cerâmica vermelha tem um enorme potencial de contribuição na solução de problemas ambientais causados pelo despejo inadequado de resíduos provenientes dos mais diversos processos industriais, entre eles a escória de alto forno, além de economizar matéria-prima e energia no processo de fabricação de peças cerâmicas. Assim, esse trabalho tem por objetivo estudar o comportamento termogravimétrico de duas argilas provenientes de São Miguel do Guamá – PA e da escória de alto-forno obtida de uma siderúrgica no sudeste paraense.

2 DESENVOLVIMENTO

Materiais e métodos

Nesse trabalho foram utilizadas uma argila forte e uma argila fraca, ambas provenientes do município de São Miguel do Guamá no Pará, e escória de alto-forno, proveniente da atividade siderúrgica no município de Marabá no Pará.

As matérias-primas foram caracterizadas mineralogicamente por meio de análise de fluorescência e difração de raios-X e ainda tiveram seu comportamento termogravimétrico analisado.

A fluorescência de raios-X foi realizada em equipamento Axios Minerals da PANalytical. Para a análise das fases cristalinas das matérias-primas, utilizou-se um difratômetro da marca Bruker modelo D2-Phaser, operando a 30 Kv E 10 mA e com comprimento de onda $\lambda_{CuK\alpha}=1,5406 \text{ \AA}$.

A análise termogravimétrica (TG/DTG) foi feita em aparelho STA 449F3 da marca NETZSCH.

Resultados e discussões

A tabela 1 apresenta a composição química das argilas e da escória de alto-forno.

Tabela 1. Composição química das matérias-primas.

Componentes	Escória (% em peso)	Argila Forte (% em peso)	Argila Fraca (% em peso)
SiO ₂	20,7	46,42	62,8
Al ₂ O ₃	6,38	27,90	21,5
Fe ₂ O ₃	20,1	4,23	4,56
TiO ₂	0,52	1,30	1,07
MnO	1,84	0,11	-
MgO	4,83	0,72	0,23
CaO	26,7	0,21	0,02
K ₂ O	0,48	3,67	0,07
SO ₃	0,46	-	-
ZnO	0,58	-	-
Cr ₂ O ₃	0,15	-	-
PF	16,94	11,96	9,89

Como mostrado na tabela 1, é notável um alto teor de SiO₂ que ajuda no controle dimensional de peças cerâmicas, e um baixo teor de óxidos fundentes (MgO e K₂O) nas argilas. O resíduo apresenta uma alta concentração de ferro, cálcio e sílica e, também, a presença de fundentes em quantidades consideráveis.

As figuras 1,2 e 3 apresentam os difratogramas de raios-X das argilas e do resíduo.

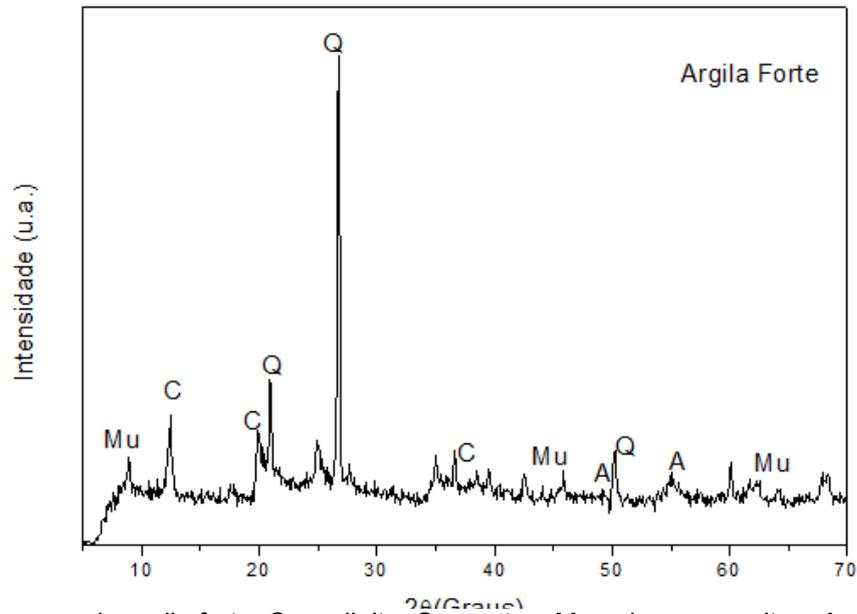


Figura 1. Difratograma da argila forte. C: caulinita, Q: quartzo, Mu: mica muscovita e A: anatásio.

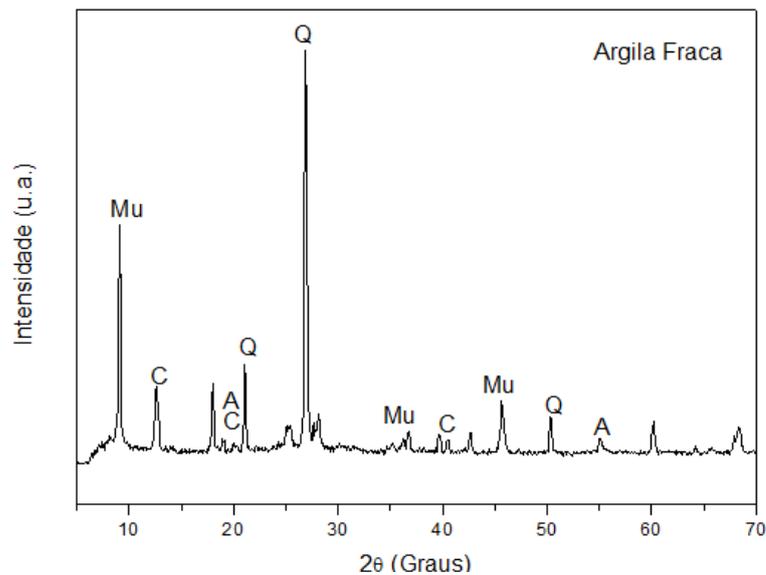


Figura 2. Difratograma da argila fraca. C: caulinita, Q: quartzo, Mu: mica muscovita e A: anatásio.

De acordo com os difratogramas de ambas as argilas é possível notar a presença de fases como o quartzo, caulinita, mica muscovita e anatásio.

A presença da caulinita revela que essas argilas são tipicamente cauliniticas, e apresentam um comportamento de queima refratário.

A mica muscovita pode auxiliar na formação de fase vítrea nas peças cerâmicas, devido a presença de fundente (K_2O) em sua estrutura.

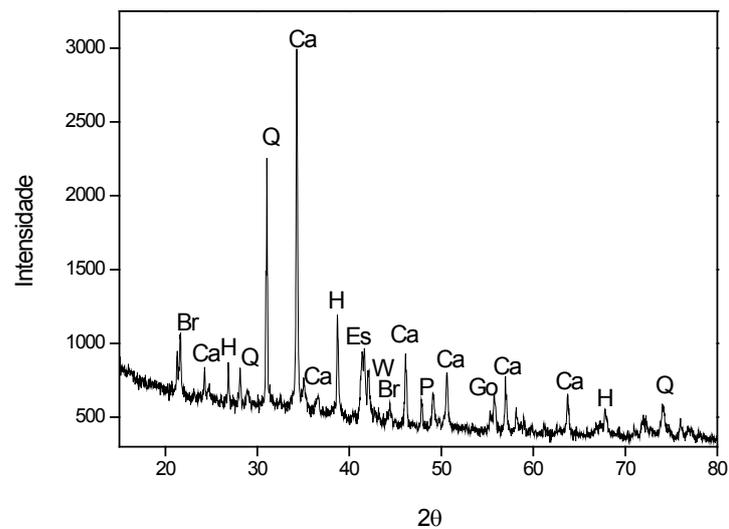


Figura 3. Difratograma de raios-x da escória de alto forno. Ca: calcita, Es: espinélio, Go: goetita, H: hematita, M: magnetita, Q: quartzo, W: Wustita, Br: brucita, P: periclásio, Fr: franquilinita

A difratometria de raios-X do resíduo mostrou a presença de fases associadas ao ferro como a hematita, franklinita, magnetita e wustita. Também foram observadas fases como a brucita, calcita, quartzo e periclásio.

As fases de calcita e periclásio estão relacionadas aos óxidos de cálcio e magnésio respectivamente.

As figuras 4 e 5 apresentam a análise gravimétrica (TG/DTG) da argila forte e da argila fraca, respectivamente.

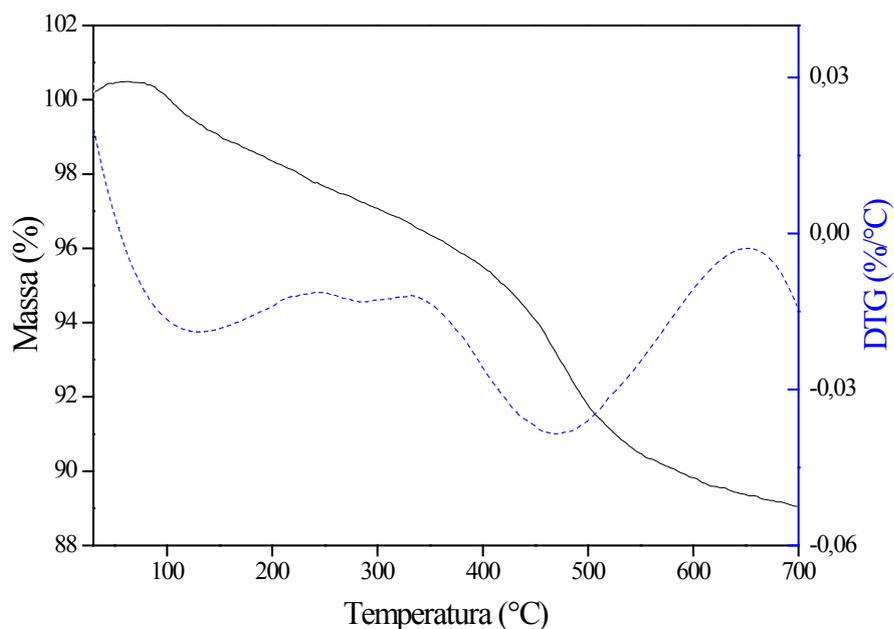


Figura 4. TG/DTG da argila forte.

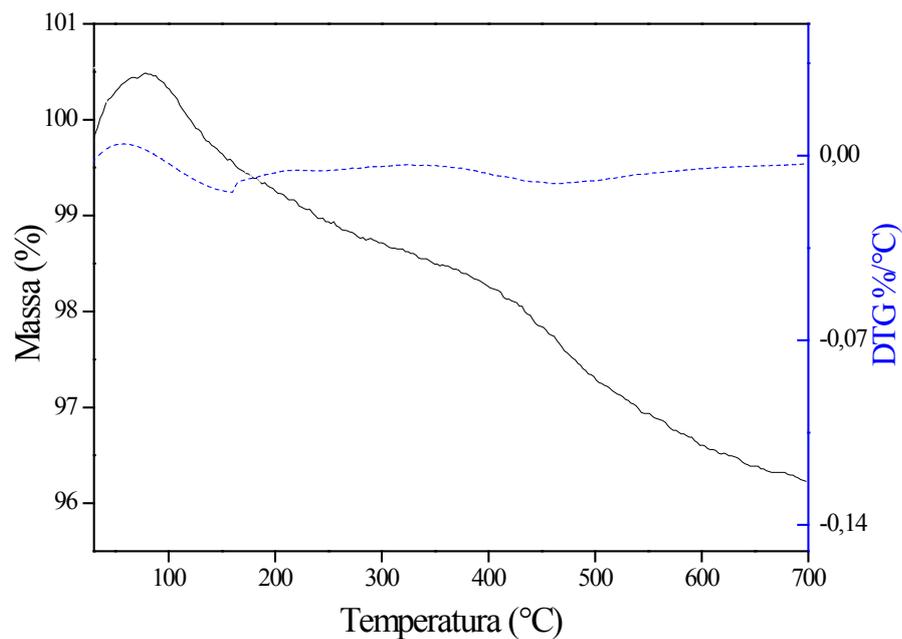


Figura 5. TG/DTG da argila fraca.

É possível notar nas curvas das argilas que em aproximadamente 100 °C ocorre uma perda de massa devido à evaporação de água livre. Em aproximadamente 450 °C ocorre nova perda de massa associada à desidroxilação da caulinita, transformando-se em metacaulinita.

A figura 6 apresenta o termograma da escória de alto forno.

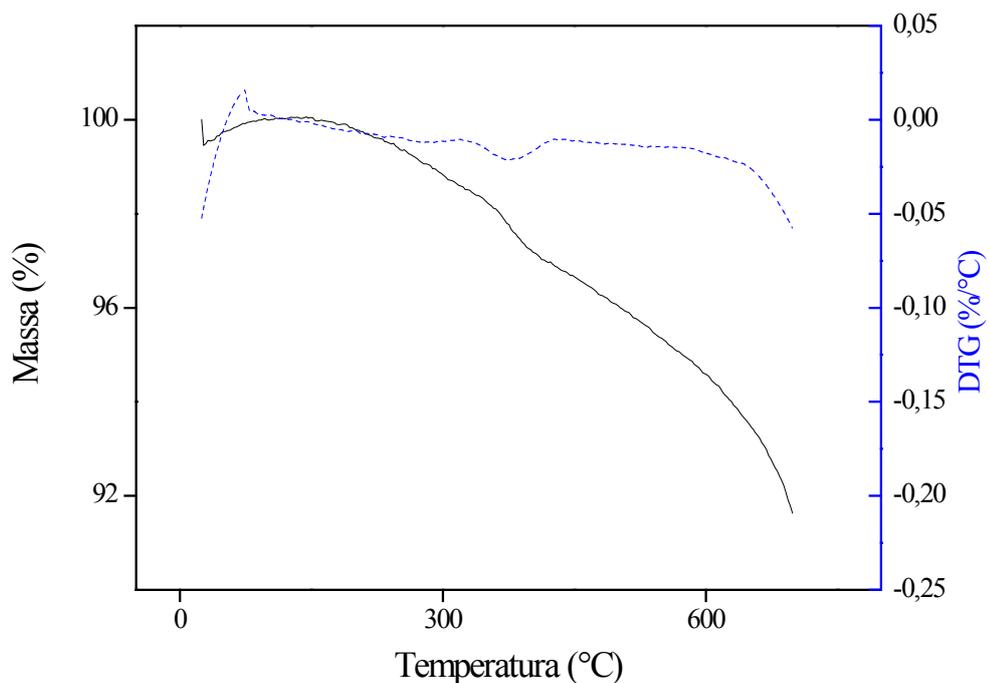


Figura 6. Termograma da escória de alto-forno.

Na curva TG/DTG da escória, a aproximadamente 60 °C ocorre uma leve perda de massa correspondente à umidade. Em uma temperatura próxima a 200 °C há perda de massa associada à desidroxilação do hidróxido de magnésio. Em, aproximadamente, 450 °C observa-se nova perda de massa associada à desidroxilação do hidróxido de cálcio.

3 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nas caracterizações, destaca-se que, diferente das argilas, a escória de alto forno tem um teor considerável de óxidos fundentes, que, quando incorporadas às argilas e sinterizadas, formarão fase vítrea, melhorando as propriedades mecânicas de peças cerâmicas fabricadas com essas argilas. O ferro presente na escória poderá conferir às peças uma coloração mais avermelhada. Além de melhorar as propriedades da cerâmica, a incorporação desse resíduo é viável por ser uma alternativa de destinação final correta da escória de alto-forno.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- 1 VITORINO, J.P.D.; MONTEIRO, S.N.; VIEIRA, C.M.F. Caracterização e incorporação de resíduos provenientes de Estação de Tratamento de Água em cerâmica argilosa. **Cerâmica**.2009; volume (55): 385–392.
- 2 HEREK, L. C. S.; JÚNIOR, A. T. S.; PAVEZZI, C. C.; BERGAMASCO, R.; TAVARES, C. R. G. Incorporação de lodo de lavanderia industrial na fabricação de tijolos cerâmicos. **Cerâmica**. 2009; volume (55): 326-331.
- 3 BATAGIN, A. F.; ESPER. M.W. **Contribuição ao conhecimento das propriedades do cimento Portland de alto-forno**. São Paulo: ABCP,1987.
- 4 Centro de coprodutos aço Brasil. **Estatística**. Disponível em: <http://www.ccabrazil.org.br/estatisticas.asp>. Acessado em: 2 de Abril de 2018.
- 5 JONKER, A.; POTGIETER. J.H. An evaluation of selected waste resources for utilization in ceramic materials applications. **Journal of the European Ceramic Society**.2005; volume (25): 3145–3149.
- 6 DONDI, M.; MARSIGLI, M.; FABBRIO, B. Recycling of industrial and urban wastes in brick production: a review, **Tile & Brick International**.1997; volume (3): 218-225.
- 7 SILVA, C.R.L.; CHINELATTO, A.L.; CHINELATTO, A.S.A. Viabilidade da incorporação do lodo de estação de tratamento de esgoto (ETE) em massa cerâmica para produção de blocos. **Cerâmica**. 2015; volume (61): 31–40.
- 8 RAUT, S.P.; RALEGAONKAR, R.V.; MANDAVGANE, S.A. Development of sustainable construction material using industrial and agricultural solid waste: A review of waste-create bricks.**Construction and building materials**. 2011; volume (25): 4037–4042.