

CARACTERIZAÇÃO DE CORPOS CERÂMICOS DE UMA MISTURA DE ARGILA, TIJOLOS REFRAATÓRIOS E LAMA VERMELHA PARTE I: UM ESTUDO PRELIMINAR

José Manuel Rivas Mercury

Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão

Departamento de Química

e-mail: rivas@cefet-ma.br

Elson César Moraes

Universidade Estadual do Maranhão

Departamento de Engenharia Mecânica e Produção

São Luis-MA

Celina Margarida de Oliveira Monteiro

Laboratório de Ensaios Tecnológicos de Argilas – LETA – SENAI-PI

Distrito Industrial – Teresina-PI

Resumo

No presente trabalho, estuda-se de forma preliminar a utilização de rejeitos industriais nocivos ao meio ambiente procedentes da indústria de alumínio, visando a sua utilização na indústria cerâmica estrutural. Foi estudado o comportamento mecânico e, as características cerâmicas de corpos confeccionados a partir de várias concentrações de Argila e rejeitos industriais (Lama Vermelha e Tijolos Refratários) procedentes da Indústria de Alumínio queimados em diferentes temperaturas (700 e 950°C). Os resultados obtidos apresentam-se superiores quando comparados com as normas NBR - 6113, NBR 6220 e com MB-305 da ABNT.

Palavras-chave: Lama Vermelha. Blocos. Argila. Cerâmica.

1. Introdução

O Estado do Maranhão possui atualmente uma das maiores indústrias de produção de Alumínio primário do Brasil e do mundo. Para a produção de Alumínio é necessária a obtenção de Alumina através do processo Bayer, que utiliza Bauxita como matéria-prima, como resultado desse processo é obtido como subproduto um licor alcalino, constituído basicamente de álcalis, sílica, ferro, titânio e outras impurezas[1], denominado de "Lama Vermelha" (Red Mud), que constitui um dos maiores problemas para o meio ambiente devido a sua elevada agressividade. Muitas tentativas de aproveitamento têm sido efetuadas durante os últimos anos[2-3]; a sua dificuldade de utilização reside nas grandes quantidades produzidas no processo. Além deste problema, surge também com a indústria do Alumínio o uso de Tijolos Refratários para a obtenção de Alumínio Metálico, que são utilizados nas salas de recozimento de ânodos e nas cubas da sala de redução do processo Holt-Herolt.

O rejeito industrial de refratários silico-aluminosos provenientes da indústria de produção do alumínio no Maranhão é constituído basicamente de blocos chamados "Super Duty Slag Resistant-ASTM", onde são predominantes os constituintes Ferro, Alumina, Silício, Titânio e Magnésio. Já a Lama Vermelha, que é constituída de uma mistura de álcalis, Titânio, Sílica e Oxido de Ferro são materiais que atuam na massa cerâmica como fundentes baixando o ponto de fusão, formando fase vítrea na matriz cerâmica.

São poucas as tentativas de utilização da Lama Vermelha na formulação de massas cerâmicas para uso na manufatura de produtos cerâmicos, entretanto, registram-se na literatura muitas tentativas de reutilização de materiais refratários e de resíduos sólidos industriais em cerâmica estrutural[3-4].

A presença de álcalis como, Na_2O , K_2O , TiO_2 , e de Fe_2O_3 , Alumina, e SiO_2 orientam para a formação um diagrama de fases composto por $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ com a formação de fase líquida, que reduz a refratariedade do chamote de tijolo refratário, diminuindo, assim, a temperatura de sinterização do material.[4]

Estes materiais são rejeitos da indústria de Alumínio e constituem uma fonte de matéria-prima para a fabricação de peças cerâmicas nas indústrias de Cerâmica Vermelha da região, visando a sua utilização como material alternativo, de baixo custo, acessível às camadas da população de menor poder aquisitivo.

Neste estudo foram realizados ensaios de caracterização de compactos cerâmicos de dimensões $12 \times 4 \times 1 \text{ cm}^3$, obtidos após prensagem uni-axial com carga de 24 ton., através da mistura de argila, tijolos refratários e lama vermelha em diferentes composições, submetidos a tratamento térmico em temperaturas de 700 e 950°C.

2. Materiais

- ◆ **Argila** – Foi utilizada argila coletada na localidade de Pacas, município de Pinheiro na Baixada Maranhense, distante 200 km de São Luís.
- ◆ **Tijolo refratário** – Amostra Industrial, rejeito do cozimento de ânodos para a indústria de alumínio, cedida pela ALUMAR (Alumínio do Maranhão S/A).
- ◆ **Lama Vermelha** – Amostra industrial, resíduo proveniente do processo Bayer, cedida gentilmente pela ALUMAR (Alumínio do Maranhão S/A).

3. Métodos

Os materiais recebidos no laboratório foram processados da seguinte forma:

Argila – foi submetida à secagem natural, moagem em moinho de disco, desagregação em peneira ABNT nº 80.

Lama Vermelha – foi submetida à secagem a 110°C em estufa.

Tijolos refratários – o material foi tratado em moinho de mandíbulas e peneirado em peneira ABNT nº 80.

Após pesagem de cada uma das matérias-primas e colhidas amostras para análises químicas, foram preparados corpos de provas com a seguinte composição em peso:

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO EM PESO DOS CORPOS DE PROVA

Composição	Argila	Lama Vermelha	Tijolo Refratário
LV – 1	30%	20%	50%
LV – 2	40%	30%	30%
LV – 3	50%	40 %	10%

Misturados e homogeneizados os componentes de cada composição, foram confeccionados corpos de prova com dimensões 15 x 2,5 x 1,5 cm³, em prensa uni-axial com pressão de 24 ton., com umidade de 8 %. Os corpos de prova foram mantidos em estufa a 110°C durante 24 horas, e queimados posteriormente em forno mufla com atmosfera oxidante a 700°C e 950°C com ciclo de queima de 3 horas, no patamar.

Os corpos de prova, após tratamento térmico, foram submetidos aos seguintes ensaios tecnológicos:

Perda ao fogo (P.F) -

Porosidade Aparente (P.A.) – NBR – 6220

Massa Específica Aparente (MEA) – NBR – 6220

Tensão de Ruptura à Flexão em três pontos (TRF) – NBR – 6113

Absorção de água (AA) – NBR – 6220

Retração Linear (RL) – MB – 305

4. Resultados e Discussão

TABELA 2 – ANÁLISE QUÍMICA DAS MATÉRIAS-PRIMAS

Composto	Argila (%)	Lama	Tijolo
		Vermelha (%)	Refratário (%)
SiO ₂	49,13	12,50	52,10
Al ₂ O ₃	29,90	20,00	43,10
Fe ₂ O ₃	3,40	40,00	1,51
TiO ₂	0,68	2,50	1,74
Na ₂ O	0,17	5,00	---
K ₂ O	1,30	---	---
CaO	Traços	5,00	0,15
MgO	0,21	Traços	0,35
Alcalis	---	---	1,25
P.F.	15,21	15,00	---

Nota-se na tabela 2 o elevado teor de fundentes Na₂O (5,0%), Fe₂O₃ (40%). Na lama vermelha, apesar de o material ter sido coletado no último tanque de lavagem do processo Bayer, ou seja, material já pronto para ser enviado a lagoas de estabilização, o teor residual de soda é ainda considerável; outro aspecto importante que pode ser observado é o seu elevado conteúdo de alumina e sílica, que fazem deste material uma fonte de matéria-prima para a indústria cerâmica.

TABELA 03 – VALORES-LIMITES DAS CARACTERÍSTICAS CERÂMICAS PARA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS MACIÇOS, BLOCOS FURADOS E TELHAS

Massa cerâmica para a fabricação de :	Tijolos Maciços	Tijolos Furados	Telhas
TRF da massa após queima (mínimo)	20 Kgf/cm ²	55 Kgf/cm ²	65 Kgf/cm ²
Absorção d'água após queima	--	8% - 25,0%	8% - 20,0%

TABELA 4 – RESULTADOS DAS CARACTERÍSTICAS CERÂMICAS DOS CORPOS DE PROVAS

AMOSTRA	Tempetratura (°C)	P.F. (%)	R.L. (%)	T.R.F. (Kgf/cm2)	AA.(%)	M.E.A.(%)	P.A.(%)
LV-1	700	6,60	0,60	36,00	21,70	1,59	34,60
	950	7,50	1,30	51,00	22,00	1,58	34,80
LV-2	700	9,20	0,80	44,00	21,80	1,57	34,40
	950	10,20	2,70	77,00	21,10	1,56	33,00
LV-3	700	11,60	1,80	72,00	21,20	1,60	34,00
	950	12,70	6,40	155,00	14,90	1,57	23,60

A análise dos resultados da tabela 4 mostra que os valores de tensão ruptura à flexão (T.R.F.) dos corpos de prova ensaiados foram maiores que os estabelecidos como limites na tabela 3, para todas as composições (LV-1, LV-2, LV-3), para o uso em tijolos maciços, nas diferentes temperaturas de queima. Nota-se na mesma tabela 4 que, para tijolos furados, os valores da T.R.F. das composições LV-2 a 950°C e LV-3 em ambas temperaturas (700, 950°C) apresentaram valores superiores de T.R.F. quando comparados com os valores limites da tabela 3, tanto para tijolos furados como para telhas. Observa-se também que a absorção de água em todas as composições e no intervalo de temperatura de trabalho está dentro dos valores-limites para tijolos furados, porém para telhas apenas a composição LV-3 a 950°C se apresentou abaixo dos limites esperados para tijolos perfurados e telhas.

5. Conclusão

Os resultados preliminares indicam que os materiais produzidos podem ser utilizados na fabricação de blocos na indústria Cerâmica Vermelha Estrutural.

Os materiais produzidos apresentaram propriedades mecânicas superiores quando comparados com as normas da ABNT[5].

6. Referências Bibliográficas

- [1] [01] SOUZA SANTOS, P. **Ciência e tecnologia de argilas**, 2. ed., São Paulo: Edgar Blücher, 1989.
- [2] [02] SOUZA SANTOS, P.; PUCCL, J.R. **Estudos preliminares sobre o emprego de lama vermelha como pigmento na fabricação de ladrilhos cerâmicos de piso**. Enga. Miner. Metal., 1962.
- [3] [03] SHREVE R. N.; BRINK, J.A. Jr. **Industriais de processos químicos**., 2. ed., Rio de Janeiro: Guanabara dois, 1980.
- [4] [04] NORTON, F.H. **Introdução à tecnologia cerâmica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1973.
- [5] [05] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Características cerâmicas para blocos e tijolos maciços**. NBR – 06113 /6220/MB-305.