

ESTUDO DA ADIÇÃO DO RESÍDUO CO-GERADO DE BAUXITA EM ARGILAS VERMELHAS VISANDO A FABRICAÇÃO DE ELEMETOS CERÂMICOS PARA PAVIMENTAÇÃO

Delgado, D(1) ; Lopes D.V(1) ; Rodrigues T.B(1) ; Pinto, B.C.C(1); Santos, C. S. X(2); Queiroz, A.P(1)

SENAI Mario Amato(1)

Centro Universitário Uni Ítalo(2)

prof_antonia_patricia@hotmail.com

RESUMO

A proposta deste trabalho é apresentar um estudo sobre os efeitos da incorporação de um resíduo na fabricação de bauxita para fins não-cerâmicos em uma argila vermelha. O objetivo foi estudar o incremento proporcionado pelo resíduo nas propriedades físicas da argila, com vistas à fabricação de elementos cerâmicos de pavimentação. A argila e o resíduo foram caracterizados química e fisicamente. Foram formuladas três misturas, com incorporação de resíduo nas faixas de 3%, 5% e 10%. Para comparação, foi realizada prova em branco, sem a adição de resíduo na argila vermelha. As misturas foram conformadas por extrusão e submetidas à queima em forno elétrico na temperatura 900°C. Os corpos cerâmicos obtidos foram caracterizados por retração linear, absorção de água, resistência mecânica à flexão. Os resultados mostraram que a introdução do resíduo co-gerado de bauxita é viável, influenciando características físicas positivamente. A introdução de 10% de resíduo em argila vermelha contribuiu para acelerar a secagem e reduzir a retração total, não comprometendo as características físicas da argila estudada.

Palavras-chave: co-gerado, bauxita, argila

INTRODUÇÃO

Este trabalho, cujo tema é Incorporação de Bauxita Calcificada na massa cerâmica, teve por objetivo de estudo o co-gerado de bauxita, sendo este “co-gerado armazenado em busca de utilização e o mesmo não sendo descartado em nenhuma ocasião. Objetivou-se com este projeto, propor a fabricação de produtos cerâmicos, com incorporação resíduos industriais agregados, e neste caso, o co-gerado, ainda não utilizado para estes fins. A incorporação de resíduos com granulometria fina (ABNT # 100), possui uma característica favorável à indústria cerâmica, devido à granulometria das matérias-primas interferirem em diversas propriedades destes materiais, dentre elas, a retração total do produto e tempo de secagem durante o processo de fabricação. O material utilizado como referência para a incorporação das diferentes proporções de resíduos, foi a argila vermelha. Estas argilas são argilas utilizadas na fabricação de tijolos, telhas, ladrilhos de piso, lajes cerâmicas entre outros. A indústria Brasileira utiliza processos de moldagem manual, por extrusão e prensagem sua temperatura de queima varia de 900 a 1200°C conforme a argila utilizada no produto, ou até mesmo do forno utilizado. Os resíduos sólidos, incorporados em produtos cerâmicos, favorecem não só a melhoria das suas propriedades físico-químicas como também pode auxiliar em processos de conformação secagem e queima, além de promover economia de recursos naturais e garantir a utilização de matérias primas que poderiam ser descartadas em aterros como “lixo industrial”. Segundo a LEI da Política Nacional de Resíduos sólidos Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010, Sancionada pelo até então Presidente da República Luis Inácio Lula da Silva, serão envolvidos os elos das cadeias de indústria, produção, serviços e consumo na questão da coleta e do reaproveitamento correto dos resíduos sólidos em seu ciclo e na destinação ambiental adequada. A execução da lei que faz a gestão de resíduos sólidos é fundamental para fortalecer a experiência de alguns setores da indústria que já vinham praticando ações ambientais e contribuir com a geração de renda no país. A indústria cerâmica é reconhecida como uma das mais importantes potências da construção civil. Após a lei da política nacional de resíduos sólidos ter sido sancionada, o setor tem como desafio conciliar sua

principal atividade produtiva com as condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável e menos agressivo ao meio ambiente. O mercado consumidor do minério de Bauxita é formado por, principalmente, refinarias de alumina, insumo base para produção de alumínio. Para cada 4 toneladas de Bauxita são geradas 2 de alumina e 1 de alumínio.



Figura 1 – Utilização do minério de Bauxita

MATERIAIS E MÉTODOS

Com o objetivo de incorporação de resíduo de co-gerado de bauxita em mistura para cerâmica vermelha, foi utilizado, um resíduo sólido de origem industrial, que segundo a NBR 10004, é definido como resultado das atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviável em face à melhor tecnologia disponível.

Os resíduos inertes, são definidos como, quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes

solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água. São as rochas, tijolos, vidros, alguns plásticos e borrachas que não são decompostos facilmente.

Na tabela 1, encontra-se a formulação do resíduo utilizado como objeto de estudo para este trabalho.

| Ensaio | Resultados(%) | Ensaio | Resultados(%) |
|--------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
| P.F. | 3,4 | MgO | 0,07 |
| SiO ₂ | 8,6 | Na ₂ O | < 0,01 |
| Al ₂ O ₃ | 68,7 | K ₂ O | 0,46 |
| Fe ₂ O ₃ | 15,7 | MnO | 0,22 |
| TiO ₂ | 2,28 | P ₂ O ₅ | 0,22 |
| CaO | 0,08 | Total | 99,73 |

Tabela 1 – Análise química do resíduo co-gerado de bauxita

No desenvolvimento deste trabalho, adotou-se a seguinte seqüência na obtenção dos corpos de prova: preparação e caracterização dos corpos de provas, ou seja, pesagens da argila e resíduos, homogeneização da argila juntamente com o respectivo resíduo e suas porcentagens definidas, conformação através de extrusão, secagem a 110°C e a queima a 900° C. Os corpos foram caracterizados quanto às suas formulações argila e percentual de resíduo. As matérias primas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho foram argila vermelha e o co-gerado de Bauxita sendo que, foi denominado 3 porcentagens, ou seja, 3%, 5% e 10%. As formulações foram denominadas da seguinte maneira:

| Formulações | F1 | F2 | F3 | F4 |
|--------------------|------|-----|-----|-----|
| Argila | 100% | 97% | 95% | 90% |
| Resíduo de Bauxita | 0% | 3% | 5% | 10% |

Tabela 2 – Tabela de formulações desenvolvidas

Na tabela 3, pode-se verificar a composição química da argila utilizada para incorporação das diferentes proporções deste resíduo de Bauxita:

| Ensaio | Resultados(%) | Ensaio | Resultados(%) |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|
| P.F. | 6,29 | MgO | 1,3 |
| SiO₂ | 65,97 | Na₂O | < 0,01 |
| Al₂O₃ | 17,17 | K₂O | 1,93 |
| Fe₂O₃ | 5,63 | MnO | <0,01 |
| TiO₂ | 0,77 | P₂O₅ | 0,1 |
| CaO | 0,22 | Total | 99,38 |

Tabela 3 – Análise química por FRX da argila

As formulações foram preparadas utilizando uma argila e o resíduo investigado sempre com o mesmo percentual em peso nas proporções determinadas (3%, 5% e 10%). A formulação “branca”, ou F1, de comparação foi preparada sem a utilização de resíduos, assim sendo o padrão de referência. A mistura foi realizada a seco em misturador tipo galga, utilizando-se argila e resíduo. A água acrescida à mistura foi calculada em 25% em peso, sendo suficiente para que as formulações adquirissem a plasticidade ideal, na seqüência, esta mistura foi passada em laminadora, para a união das partículas. Os corpos-de-prova das matérias-primas e das formulações foram obtidos por extrusão. Após conformação, os corpos de prova foram secos à temperatura ambiente por 24 horas e em estufa, a 110 °C.

A seguir, efetuaram-se as medições e pesagens para os ensaios de retração e perda ao fogo. A queima dos corpos de prova foi feita em forno elétrico, patamar de queima de 1h na temperatura de 900°C. Os corpos cerâmicos obtidos foram caracterizados quanto às propriedades físicas (retração linear, absorção de água e mecânicas - resistência mecânica à flexão).



Figura 2 – Corpos de prova obtidos por extrusão

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, foi realizada a caracterização da argila utilizada como referência de propriedades para a incorporação das diferentes proporções de resíduos, obtendo-se os resultados à seguir, conforme tabela abaixo:

| ENSAIOS | Resultados (%) |
|------------------------------|-----------------------|
| % Umidade | 31,3 |
| %Perda Fogo | 7,8 |
| % Retração Secagem | 7,5 |
| % Retração Queima | 1,2 |
| % Retração Total | 8,6 |
| %Absorção Água | 11,1 |
| % Porosidade Aparente | 21,3 |

Tabela 4 – ensaios físicos da argila

Após realização de ensaios em corpos de prova, em ambas as misturas, foram obtidos os resultados à seguir, conforme gráficos abaixo:

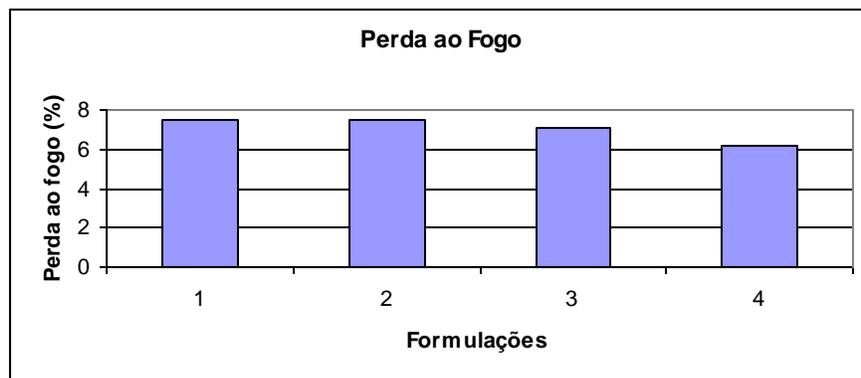


Gráfico 1 – Perda ao fogo dos corpos de prova

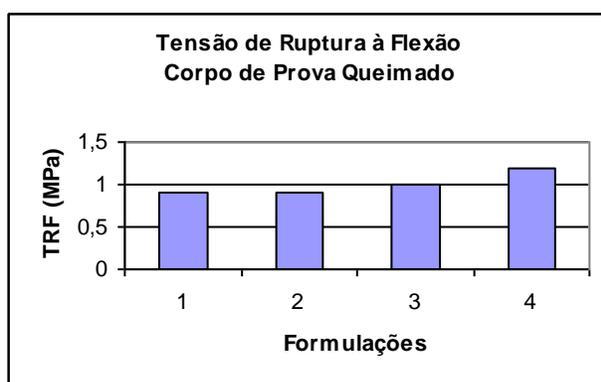


Gráfico 2 – Resistência Mecânica à Seco

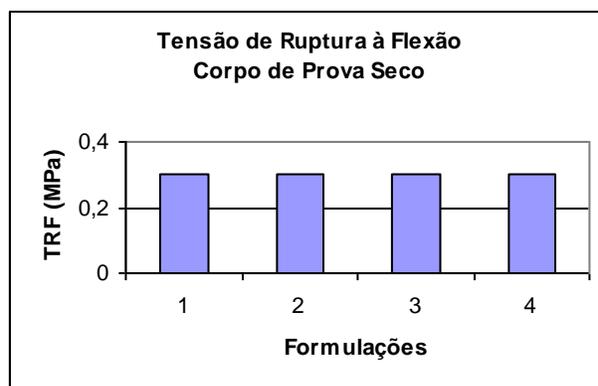


Gráfico 3 – Resistência Mecânica Queimado

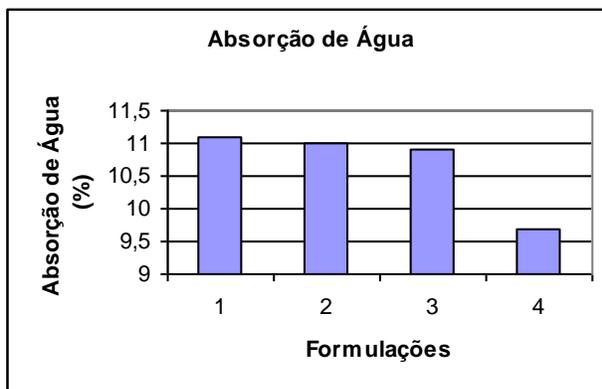


Gráfico 4 – Absorção de água

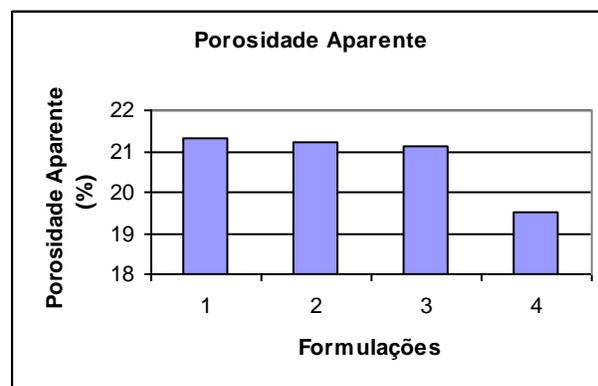


Gráfico 5 – Porosidade Aparente

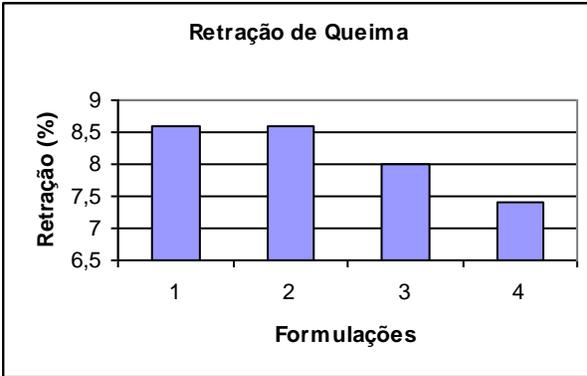


Gráfico 6 – Retração de Queima

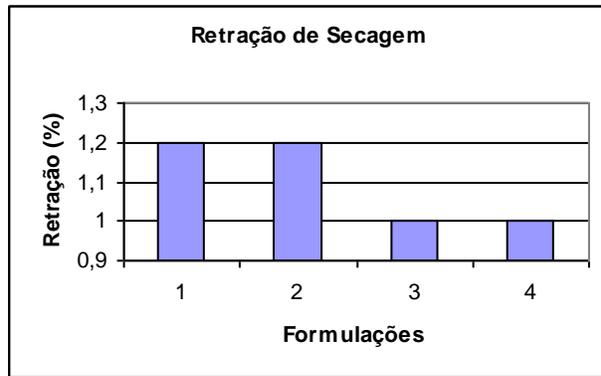


Gráfico 7 – Retração de Secagem

Uma análise dos dados dos gráficos permite verificar que não houve alteração significativa da perda ao fogo. O resíduo incorporado já havia sido previamente calcinado pela empresa geradora do mesmo, antes deste ser utilizado para o estudo. Há, inclusive, uma pequena redução da perda ao fogo, em virtude da substituição de argila pelo aditivo inerte. Percebe-se uma considerável diminuição na porcentagem de retração, à seco, retração após queima e retração total dos corpos de prova, o que facilita no processo de secagem de produtos cerâmicos, podendo até levar à diminuição de incidência de trincas de secagem no produto. Houve queda nos resultados para absorção de água e porosidade aparente das misturas, refletindo-se o resultado no aumento da resistência mecânica das formulações estudadas. A formulação F4 - (90% Argila e 10% Bauxita) apresentou melhores resultados para as propriedades físicas, ou seja melhor Absorção de água, Porosidade, Retração Total, entre outros. Os principais benefícios da bauxita sinterizada na massa cerâmica é melhorar a resistência à abrasão, diminuir a retração, diminuir o teor umidade para processamento e não tendo nenhuma reação negativa, por se tratar de resíduo ser inerte. Reaproveitar o co-gerado possibilita um destino ecologicamente correto, uma vez que é possível o reaproveitamento desse material.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, foi possível a obtenção de corpos cerâmicos a partir das formulações efetuadas com a adição de co-gerado de bauxita. A incorporação dos resíduos de baixa granulometria promoveu uma maior densificação destas misturas, chegando-se a uma redução da absorção de água em relação à formulação de bauxita a 10 % e diminuição da retração linear, devido ao alto grau de alumina contido na bauxita. Através da densificação das formulações estudadas com a incorporação do resíduo estudado, obteve-se um ganho com relação à resistência mecânica das mesmas, sendo estas aumentadas de acordo com a diminuição da porosidade do material.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos à Deus por ter nos proporcionado saúde e força para conseguirmos alcançar este objetivo.

A todos os funcionários e professores da Escola SENAI Mario Amato que durante o curso contribuíram para a execução e elaboração deste trabalho.

Não podendo deixar de agradecer a empresa Mineração Curimbaba, que disponibilizou material e informações imprescindíveis para que se pudesse realizar este trabalho com dedicação, permitindo analisar dados correspondentes ao resíduo estudado.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010** – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 de ago. de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 30 ago. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT. NBR 10.004:**
Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro 2004.

BIDONE, F. R. A. **Conceitos básicos de resíduos sólidos.** São Carlos. *CETESB*
1996 - 2012

REIS, H. **Argilas, suas Ocorrências, Propriedades e Uso.** New York, John
Wiley.

Instituto Brasileiro de Mineiraçãotecnologia Web Advisor. **La historia de los
pavimentos con adoquines.** Mineração Rio do Norte, 2012.

PUREZA, J. C. C. Vicenzi e J. Bergman, C. P. **Utilização de Resíduos de Baixa
Granulometria como Matéria-prima na Produção de Cerâmica Vermelha:
Considerações quanto aos Mecanismos de Sinterização.** Revista Cerâmica
Industrial, São Carlos - SP, Maio/Junho 2007, pg. 27-33

**STUDY OF THE ADDITION OF THE CO-GENERATED RESIDUO OF BAUXITE IN
RED CLAY AIMING TO THE MANUFACTURING OF ELEMENTS CERAMIC TO
PAVING**

ABSTRACT

The purpose of this paper is to present a study about the effects of non-ceramic bauxite residue incorporating in a red clay. The objective was to study the increase provided by the residue in the physical properties of clay used to the manufacture of ceramic elements paving. The clay and the residue were characterized chemically and physically. Three mixtures were formulated with incorporation of residue in the ranges of 3%, 5% and 10%. For comparison, blank test was performed without the addition of

residue in the red clay. The mixtures were processed by extrusion and heated in an electric oven at temperature 900 ° C. The ceramic samples were characterized by linear shrinkage, water absorption, flexural strength. The results showed that the introduction of the residue co-generated bauxite is feasible positively influencing physical characteristics. The introduction of a 10% residue on red clay helped to accelerate drying and reduce overall shrinkage while not compromising the physical characteristics of the clay studied.

Key-words : co-generated, bauxite, clay