

AVALIAÇÃO DO REAPROVEITAMENTO DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) NA INDÚSTRIA CERÂMICA VERMELHA

R.A.Rodrigues; B.E.D.B.S.Martins; V.M.P.Couto; .J. C Campos; V.C.Almeida.

Centro de Tecnologia, Escola de Química, Bloco E sala 206

Ilha do Fundão – CEP 21949 -900 E-mail: valeria@eq.ufrj.br

Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

A indústria cerâmica apresenta um enorme potencial para absorver resíduos poluentes. O objetivo principal deste trabalho foi investigar a influência da utilização de um lodo (ETA) nas propriedades físicas e mecânicas de queima de uma massa cerâmica vermelha. Foram preparados composições com diferentes percentuais de lodo pelo método de conformação por prensagem e, queimados a 900 °C, 1000°C e 1100 °C. Os corpos de prova foram submetidos a ensaios de retração linear de absorção de água, porosidade aparente, e de tensão de ruptura a flexão. Foram caracterizados pelas técnicas de fluorescência de Raios X, difração de Raios X e microscopia eletrônica de varredura Os resultados revelam que a incorporação de lodo da ETA altera a qualidade da cerâmica.

Palavras-chave: cerâmica, lodo ETA, argila.

INTRODUÇÃO

As questões ambientais têm despertado interesse da sociedade como um todo, incluindo a comunidade científica e autoridades, onde a busca crescente pelo desenvolvimento sustentável, a preservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida vêm sendo alvo de pesquisas e de muitas discussões. Um caso específico é o de abastecimento de água de muitas cidades brasileiras, que passam por Estações de tratamento de água (ETA's) onde a água é submetida a processos físico-químicos que incluem etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, correção de pH e fluoretação, seguido de distribuição para a população (Teixeira, 2006).

Todo este tratamento gera um inconveniente que é a produção de lodo, resíduo sólido produzido ao final do tratamento nas ETA's (Estação de Tratamento de água) que do ponto de vista ambiental é classificado como resíduo classe IIA - Não Inerte. Atualmente, este resíduo não tem recebido uma destinação adequada, sendo, na maioria das vezes desaguado no leito dos rios, o que pode ocasionar alterações na fauna e na flora aquática, bem como o assoreamento de corpos hídricos.

O lodo de ETA apresenta um percentual de aproximadamente 80% de água e deve ser seco em leitos próprios a fim de reduzir seu volume. A qualidade da água a ser tratada e os produtos químicos utilizados na fase de coagulação e floculação nas ETA's podem alterar as características do resíduo gerado, contudo, após a secagem este lodo apresenta uma composição rica em argilominerais, se assemelhando com algumas propriedades das argilas utilizadas na fabricação de corpos cerâmicos (Oliveira, 2008).

Em vista das novas diretrizes ambientais e econômicas, tal problemática nos leva a pensar em novas formas de aproveitamento desse resíduo, considerando que a classe de argilominerais é capaz de ser moldada, a incorporação do lodo como uma das matérias-primas na composição de matrizes produzidas pela indústria de cerâmica vermelha torna-se automático.

O trabalho tem como objetivo analisar os meios pelo qual se pode transformar o lodo de resíduo em recurso tanto para o setor ceramista como para as indústrias de abastecimento de água, tendo como resultado imediato o cuidado com o meio ambiente e o aproveitamento econômico que se faz necessário à referida incorporação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados no presente trabalho foram argila e o lodo gerado numa estação de tratamento de água do Estado do Rio de Janeiro.

A caracterização dos materiais foi realizada empregando-se as técnicas de fluorescência de Raios-X (FRX), difração de Raios-X (DRX) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Estabeleceu-se, que para as misturas a serem preparadas, as quantidades de lodo utilizadas foram de 10%, 20% e 30% e de uma mistura com 100% de argila em relação à massa de bloco cerâmico empregada no preparo dos corpos de prova (20 gramas).

As misturas então preparadas formaram massas cerâmicas, as quais foram conformadas através de compactação (prensagem) em uma matriz retangular de aço inox (60 mm X 20 mm X 5 mm) sob uma pressão de 220 kgf/cm², conforme aplicado no IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (SANTOS, 1989).

Os corpos de prova recém preparados foram colocados para secar em estufa à temperatura de 40 ± 5 °C por vinte e quatro horas para perda de umidade. As dimensões (L_i, C_i e E_i – largura, comprimento e espessura iniciais) foram determinadas através de um paquímetro digital. Em seguida os corpos de prova foram colocados dentro de um forno elétrico para serem calcinados nas temperaturas de 900, 1000 e 1100 °C durante o tempo de duas horas. Os corpos de prova foram submetidos aos ensaios tecnológicos de retração linear, absorção de água, porosidade aparente e tensão de ruptura à flexão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela1 mostra o resultado da análise de Fluorescência de Raios X da argila e da massa bruta do lodo da ETA utilizada neste trabalho.

Tabela 1: Composição química elementar

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	Na ₂ O
Argila %peso	64,23	26,06	-	-	3,00	0,44	4,08	1,39	0,33	0,44
Lodo da ETA % peso	27,18	46,62	3,65	1,69	0,75	2,35	17,05	0,68	-	-

Os dados da Tabela 1 mostram que o lodo desta ETA é constituído principalmente de sílica, alumínio e ferro, proveniente do sulfato de alumínio ferroso utilizado na etapa de coagulação do tratamento da água bruta.

A análise por difração de Raios-X dos resíduos utilizados pode ser observada na Figura 1.

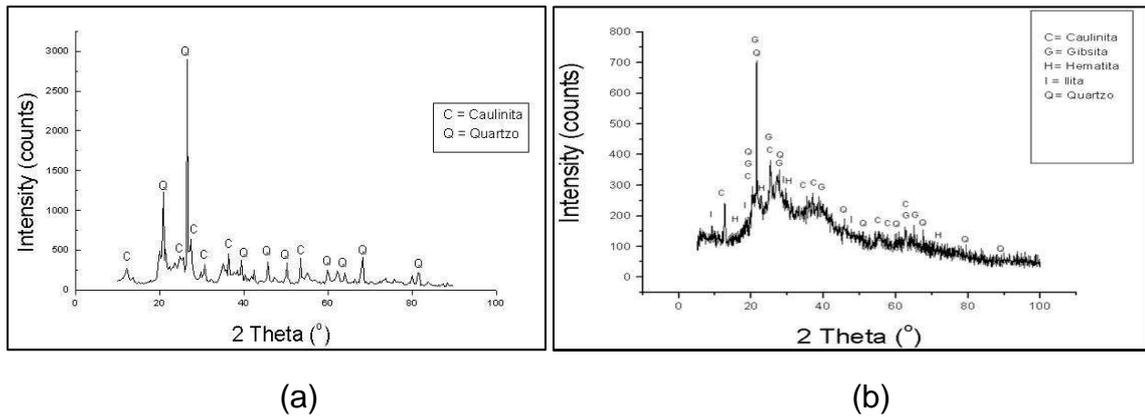


Figura 1: Difratoograma Argila (a) e Lodo da ETA (b).

Baseado nos difratogramas da Figura 1 (a) e (b), respectivamente, pode-se observar que a argila apresentou as fases minerais típicas de argilas, caulinita e quartzo. Os elementos encontrados no lodo da ETA em maior quantidade também são as fases minerais das argilas caulinita, gibsita, quartzo (na forma de SiO_2) e Ferro na forma de Fe_2O_3 . A presença destes elementos é justificada pelo uso do coagulante de sulfato de alumínio ferroso no tratamento de água e pela própria composição da água, a qual contém materiais em suspensão, tais como, areia e materiais argilosos.

A análise micro estrutural da argila e do lodo da ETA esta ilustrada respectivamente na Figura 2 (a) e (b).

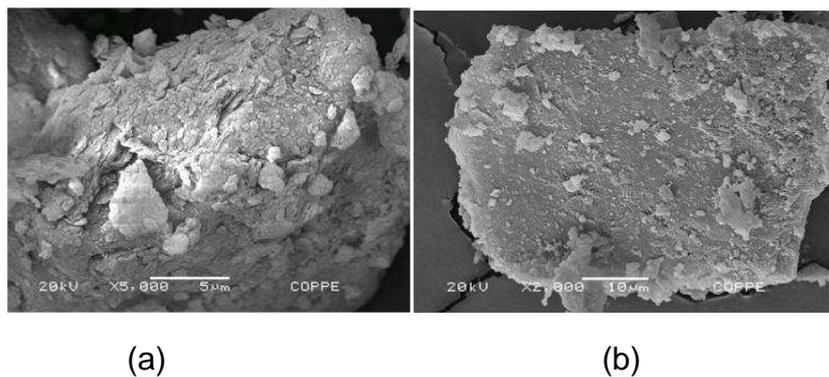


Figura 2: Fotomicrografia da argila in natura (a) e fotomicrografia do lodo da ETA (b).

Na fotomicrografia (a) é possível observar uma estrutura heterogênea de natureza densa e formato irregular. As superfícies mais claras da fotomicrografia são um indicativo da possível presença de ferro. Já na fotomicrografia (b) nota-se na fotomicrografia do lodo in natura a uma superfície bastante homogênea de aspecto denso.

De acordo com a Figura 3, pode-se observar que o produto cerâmico obtido possui características de um material denso, homogêneo pouco poroso e de formato regular.

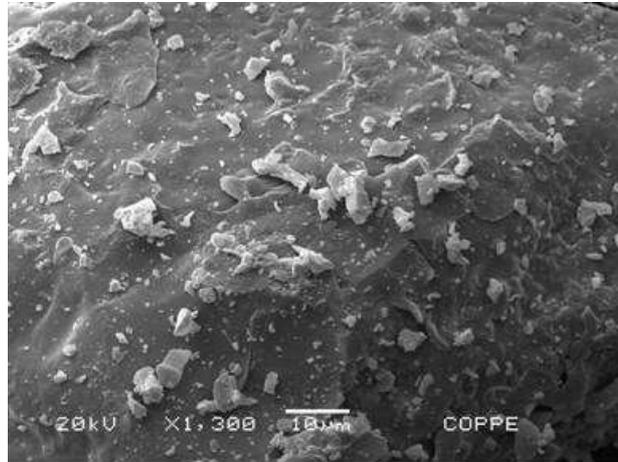


Figura 3: Fotomicrografia do corpo cerâmico contendo 80% de argila 20 % de lodo de ETA, calcinada a 1100 °C.

Os corpos de prova com os diferentes de lodo foram calcinados nas temperaturas de 900 °C, 1000 °C e 1100 °C e os valores das propriedades físicas e mecânicas encontradas estão dispostos a seguir:

- Absorção de água

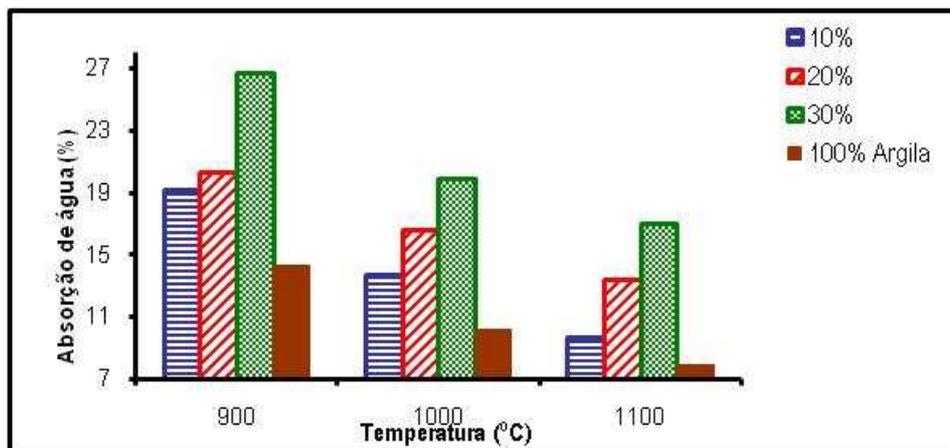


Figura 4: Absorção de água em função das temperaturas de queima.

A Figura 4 apresenta o comportamento de absorção de água dos corpos de prova para as diferentes composições analisadas. Observa-se que à medida que se o teor de lodo aumenta na mistura ocorre um acréscimo no percentual de absorção de água nas faixas de temperaturas pesquisadas. Verifica-se também, que à medida que aumenta a temperatura de queima do corpo cerâmico, o percentual de absorção

de água decresce. O menor percentual de absorção de água corresponde à composição formada por 10% de lodo na faixa de temperatura de 1100°C.

- Retração linear

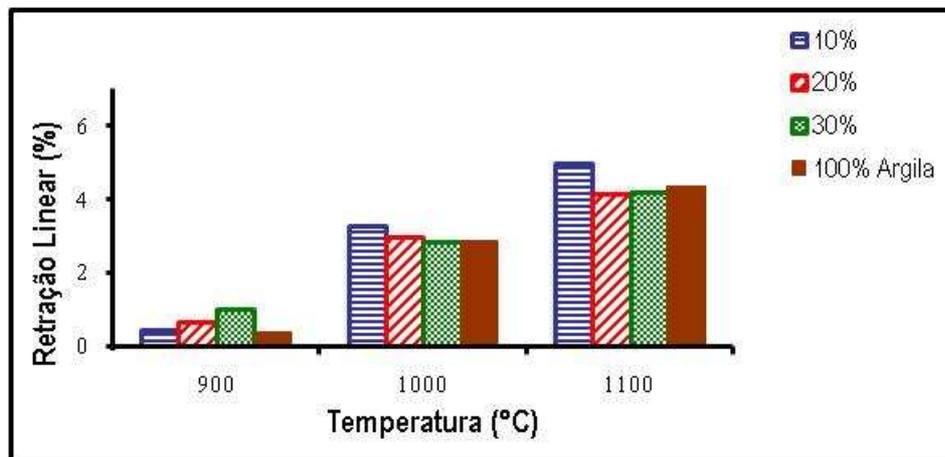


Figura 5: Retração linear em função das temperaturas de queima.

A Figura 5 apresenta o comportamento da retração linear dos corpos de prova para as diferentes composições em função das temperaturas de queima. Observa-se que para as diferentes teores de lodo das misturas preparadas a retração linear é praticamente inexistente para a temperatura de 900°C, muito próximas para as temperaturas de queima a 1000°C e a 1100°C. A retração linear é observada à medida que se aumenta a temperatura de queima do corpo cerâmico. Isto pode ser atribuído a uma possível mudança de fase da argila promovendo a densificação do material em questão e da conseqüente diminuição da porosidade.

- Porosidade aparente

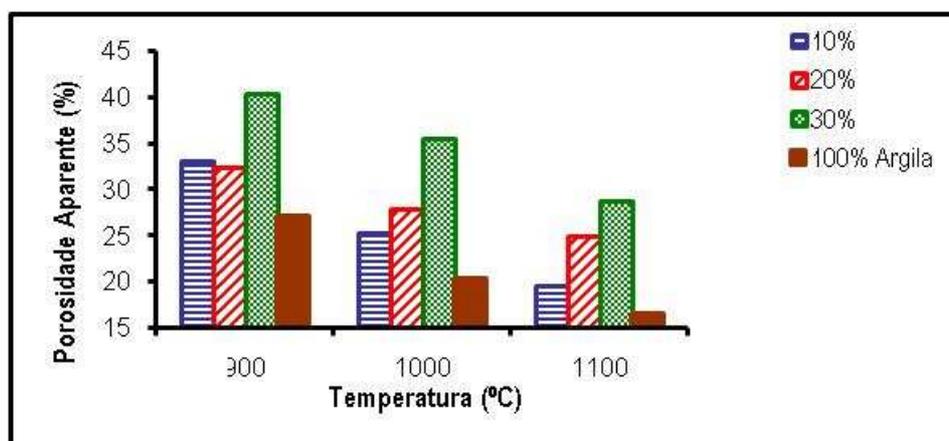


Figura 6: Porosidade aparente em função das temperaturas de queima.

A Figura 6 demonstra o comportamento da porosidade aparente dos corpos de prova para as diferentes composições em função das temperaturas de queima.

Observa-se que para este ensaio, à medida que aumenta a temperatura de queima do corpo de prova, a porosidade aparente decresce. Verifica-se também que a medida que o teor de lodo aumenta na mistura o percentual de porosidade aparente aumenta.

- Tensão de ruptura à flexão

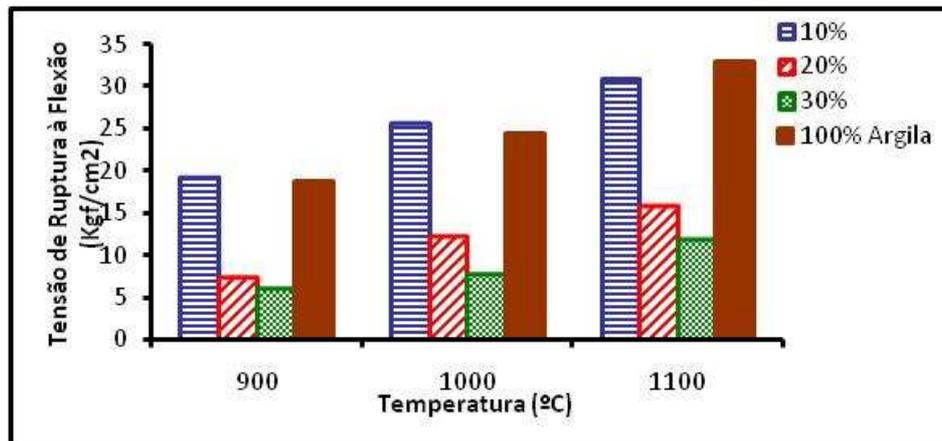


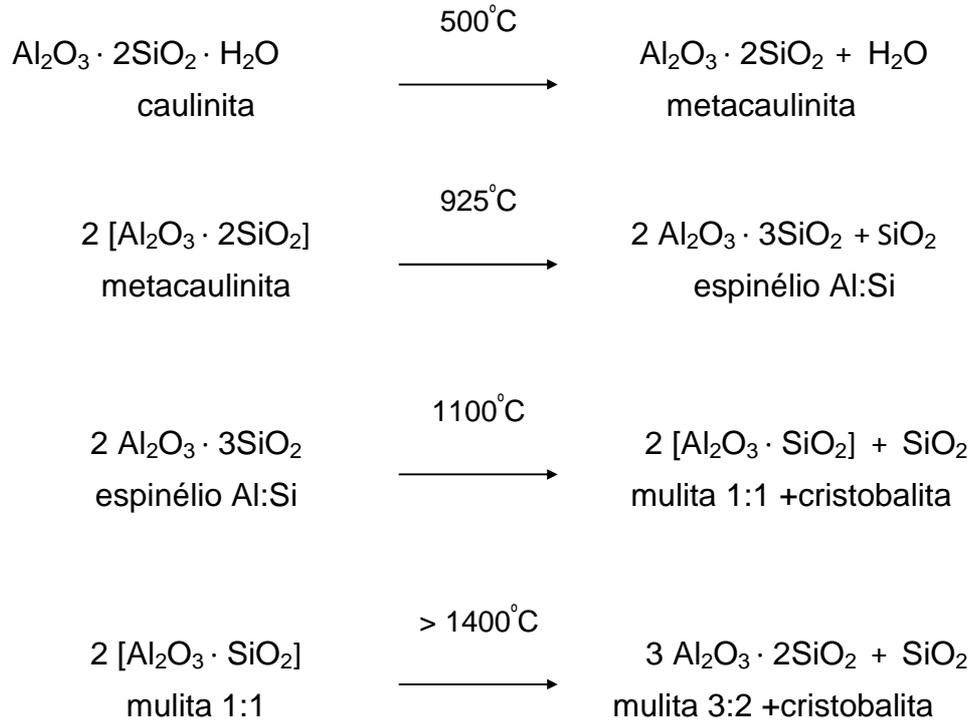
Figura 7: Tensão de ruptura à flexão em função das temperaturas de queima.

De acordo com a Figura 7, verifica-se que os valores de tensão de ruptura à flexão são fortemente influenciados pela quantidade de lodo presentes nas misturas. Observa-se uma redução significativa da tensão de ruptura à flexão dos corpos de provas com teores de 20% e 30% nas faixas de temperaturas investigada. Nota-se também que a introdução do teor de 10% de lodo pouco afetou a resistência da argila.

Quando materiais à base de argilas são aquecidos a essa temperatura podem ocorrer algumas reações complexas e intrincadas. Uma dessas reações é a vitrificação que consiste na formação gradual de um vidro líquido que flui para o interior e preenche parte do volume dos poros. O grau de vitrificação depende da temperatura e do tempo de queima, assim como da composição da massa cerâmica. Essa fase tende a escoar ao redor das partículas que permanecem sem fundir e preenchem os poros como resultado de forças de tensão superficial (ou por ação capilar), uma contração também acompanha esse processo (Callister, 2008)

Segundo Souza Santos (1989) a retração de queima da caulinita atinge o valor máximo a 950°C, a vitrificação se inicia entre 950°C e 1225°C devido à liberação de cristobalita (SiO₂) que irá reagir com os óxidos metálicos livres, formando vidro.

As seqüências de reações de transformação da caulinita nesta faixa de temperatura são:



Os difratogramas resultantes da queima da argila pura e da mistura 90% + 10% de lodo a 1100°C (Figura 8) mostrou a presença das seguintes fases mineralógicas:

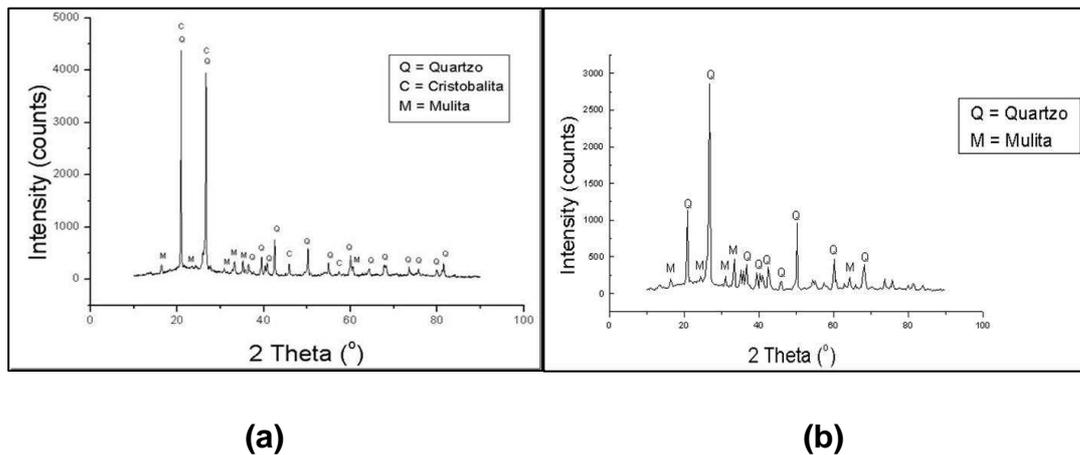


Figura 8: Difratograma da argila pura (a) e da mistura 90% argila+10% lodo resultante da queima a 1100°C.

No difratograma da argila pura queimada 1100°C observa-se a presença de dois novos picos; mulita (JCPAS – 15-0776), proveniente da transformação da caulinita e, cristobalita (JCPAS-39-1425) formada a partir do quartzo presente. No difratograma

da mistura 90% argila +10% de lodo além da presença do quartzo (JCPAS-46-1045) também se observa a presença de mulita (JCPAS – 15-0776).

Deste modo para os corpos cerâmicos com maior variação de lodo a variação da tensão de ruptura esta limitada não somente a essa retração de vitrificação como também as transformações mineralógicas presentes ocasionando a aproximação das partículas entre si.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos até o presente indicam que apesar do lodo da ETA apresentar uma constituição mineralógica semelhantes às argilas empregadas em cerâmica vermelha, sua incorporação em mistura com argila não resultam em incremento das propriedades físicas e mecânicas como o esperado. A incorporação não deve ultrapassar a 10% de lodo para não afetar a qualidade do produto final.

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALLISTER, W.D., Ciência e engenharia de materiais - uma introdução 7ª Ed LTC, Rio de Janeiro, 2008.

OLIVEIRA, E. M. S; MACHADO, S.Q; HOLANDA, J.N.F. Influência da adição de resíduo (lodo) de estação de tratamento de águas nas propriedades e microestrutura de cerâmica vermelha. Cerâmica, v. 54, PP.167-173, 2008.

SANTOS, P.S., Ciência e Tecnologia de Argilas. Volume 1. Edgard Blücher, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1989.

TEIXEIRA, S.R; SOUZA, S.A; SOUZA, N.R; ALÉSSIO, P.; SANTOS, G.T.A. Efeito da adição de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades de material cerâmica estrutural Cerâmica, v. 52 pp 215-220; 2006

EVOLUTION OF REUSE OF SLUDGE FROM WATER TREATMENT PLANT IN THE RED CERAMIC INDUSTRY

ABSTRACT

The ceramic industry has enormous potential to absorb wastes. The main objective of this study was to investigate whether the use of a sludge (WTP) in the physical and mechanical properties of the burning of a red ceramic body. Compositions were prepared with different percentages of mud by the method of forming the pressed and sintered at 900 °C, 1000 °C and 1100 °C. The specimens were tested for linear shrinkage, water absorption, porosity and stress rupture flexion. Were characterized by X-ray fluorescence, X-ray diffraction and Scanning Electron Microscopy. The results show that the incorporation of sludge WTP changes the quality of ceramics.

Key-words; ceramic, sludge WTP, waste