

AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DO SULFATO DE ALUMÍNIO UTILIZADO NA GERAÇÃO DO LODO DA ETA QUANDO INCORPORADO À ARGILA.

B.E.D.B.S.Martins; A.C. Chunha L.Yokoyama; 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

As ETA's geram um resíduo nos decantadores denominado lodo, que apesar de apresentar uma composição química semelhante a um argilomineral, não se comporta como tal quando incorporado a uma argila. Diversas pesquisas realizadas apontam a diminuição da resistência à flexão do corpo cerâmico quando da sua introdução. O objetivo deste trabalho é avaliar a incorporação do lodo gerado em uma ETA, que utiliza o coagulante sulfato de alumínio, à argila. Foram preparados, pelo método de conformação e prensagem, corpos de prova com diferentes percentuais de lodo contendo o coagulante utilizado. Também foram realizados ensaios com lodo previamente calcinado a 700°C, a fim de obter-se lodo sem o coagulante. Em ambos os casos os corpos de prova finais foram queimados a 900°C e foram submetidos a ensaios de retração linear, absorção de água, porosidade aparente e tensão a ruptura a flexão. Os resultados revelam que a incorporação do lodo não calcinado altera positivamente a qualidade da cerâmica preparada.

Palavras-chave: cerâmica, lodo ETA, argila.

INTRODUÇÃO

O “lodo” é uma denominação genérica para o resíduo sólido gerado pelos sistemas de tratamento de água e de esgotos. Trata-se de um material heterogêneo, cuja composição depende do tipo de tratamento utilizado. Segundo Padilha (2011) o modelo para tratamento de água mais aplicado no Brasil é o de ciclo completo, que engloba as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção.

A coagulação é definida como o processo pelo qual ocorre a desestabilização das partículas através da adição de um produto químico, o coagulante, sob forte agitação. O coagulante mais utilizado no tratamento de água é o sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14 \text{H}_2\text{O}$),

Os lodos de ETA são classificados, segundo a NBR 10004/2004, como resíduos sólidos – Classe II A – não inertes e, portanto, devem ser tratados e dispostos dentro dos critérios estabelecidos pela legislação vigente. As características dos lodos gerados nas ETAs variam em função das condições apresentadas pela água bruta, pelo tipo e quantidade de produtos químicos utilizados, bem como a forma de limpeza dos decantadores.

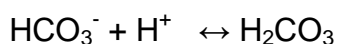
A constituição dos lodos de ETA é basicamente de partículas argilosas, siltosas, arenosas e, também de matéria orgânica, que são materiais encontrados nas argilas que se constituem nas principais matérias-primas para a cerâmica vermelha (UENO, 2006, Padilha 2011). Trabalhos indicam que a incorporação de lodos de ETA deve ser realizada em pequenas quantidades para não prejudicar as propriedades físicas e mecânicas da cerâmica queimada.

Os lodos gerados nos decantadores das ETAs são resultados dos processos e operações de coagulação/floculação e sedimentação das partículas presentes na água bruta. Essas partículas sofrem ação de reações químicas e operação física de formação de flocos que se tornam propícios para a operação de sedimentação ou de flotação (CORDEIRO, 2001). Para Richter (2001), o LETA tem a composição da água bruta de origem, acrescida de substâncias resultantes dos produtos químicos utilizados, principalmente hidróxidos de alumínio ou de ferro, provenientes do coagulante.

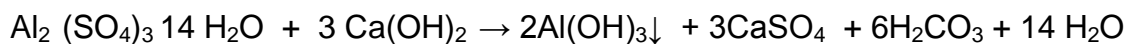
Assim as reações que ocorrem com a adição do sulfato de alumínio à água podem ser simplificadas como segue:



Na presença de suficiente alcalinidade natural



Se a alcalinidade natural é insuficiente então cal virgem ou hidratada ou qualquer outro alcalinizante pode ser adicionado:



Nas equações estequiométricas apresentadas acima, o produto principal é o hidróxido de alumínio. Entretanto, ocorrem reações de hidrólise e de polimerização, muito complexas e quase instantâneas. Os produtos de hidrólise combinam-se formando uma série de espécies polinucleares de alumínio, São essas espécies que promovem a destabilização dos colóides precipitando no lodo.

O objetivo deste trabalho é avaliar a introdução de uma etapa de calcinação antes da incorporação do lodo gerado nas ETA's na presença do coagulante sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14 \text{H}_2\text{O}$) à argila. Induzindo um aumento da TRF do corpo de prova gerado visto que o possível composto de alumínio, suposto responsável, pelo aumento da porosidade quando da incorporação do lodo à argila já teria sido eliminado.

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).

Os corpos-de-prova foram preparados com as misturas das frações de argila e lodo e outros, de iguais teores, porém com lodo previamente calcinado a 700°C, a fim de obter-se lodo sem o coagulante. O método utilizado para a determinação correta da proporção de: argila/água e argila+ lodo/água foi de tentativa e erro. Estabeleceu-se que as quantidades a serem utilizadas de lodo e argila seriam respectivamente 10% e 20% em relação à massa de tijolo empregado no preparo dos corpos-de-prova (20g). Logo, foram preparadas massas cerâmicas com lodo e argila nas seguintes proporções: 100% argila (padrão), 90% argila + 10% de lodo SA, 80% argila + 20% de lodo SA, 90% argila + 10% de lodo Calcinado (LC), 80% argila + 20% de lodo calcinado (LC). A homogeneização da mistura foi feita manualmente. A princípio foram misturados o tijolo e o lodo e, posteriormente, foi adicionada a água de amassamento.

As misturas preparadas foram conformadas através de compactação (prensagem) em uma matriz retangular de aço inox, com medidas de 60 mm de comprimento, 20 mm de largura e 5 mm de espessura sob uma pressão de 200 kgf/cm² conforme aplicado no IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, conferindo uma maior estabilidade dimensional da peça cerâmica.

Os corpos-de-prova recém-preparados foram colocados para secar em estufa à temperatura de 40±5 °C por 24 horas, para que ocorresse a perda de umidade e, em seguida, os mesmos foram colocados dentro de um forno elétrico para serem calcinados, na temperatura previamente determinada de 900 °C durante o período de 2 horas. Antes e depois do processo de calcinação, o peso das peças, bem como suas dimensões (largura, comprimento e espessura), foi determinado. Características físico-mecânicas dos corpos-de-prova preparados foram determinadas por meios de ensaios de retração linear, absorção de água, densidade, porosidade aparente e tensão de ruptura por flexão (TRF).

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	SO ₃	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO
Argila (Terracota) (AT) %peso	63,85	25,07	-	2,69	-	6,21	0,90	1,05
Lodo (SA) da ETA % peso	43,30	33,62	2,02	0,88	0,15	18,81	0,71	-

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.

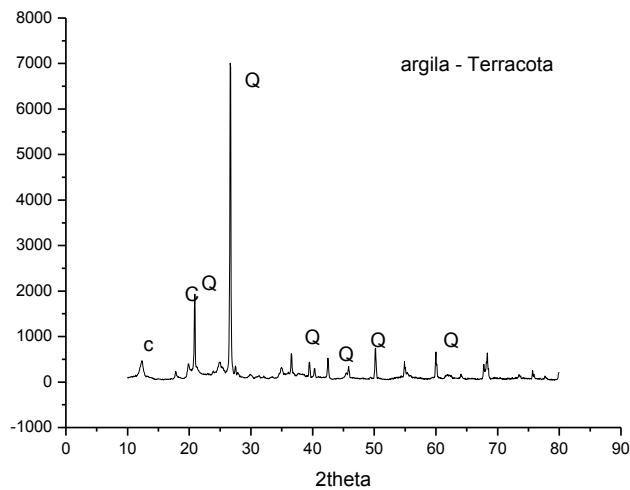


Figura 1- Difratoograma da argila terracota

A partir da análise do difratograma foi possível identificar que a argila terracota é composta por Caolinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) – JCPDS 29-1488 e Quartzo (SiO_2) – JCPDS – 46-1045; minerais característicos das argilas empregadas na indústria de cerâmica vermelha.

A Figura 2 apresenta a análise de Difração de Raios X do lodo utilizado no presente trabalho.

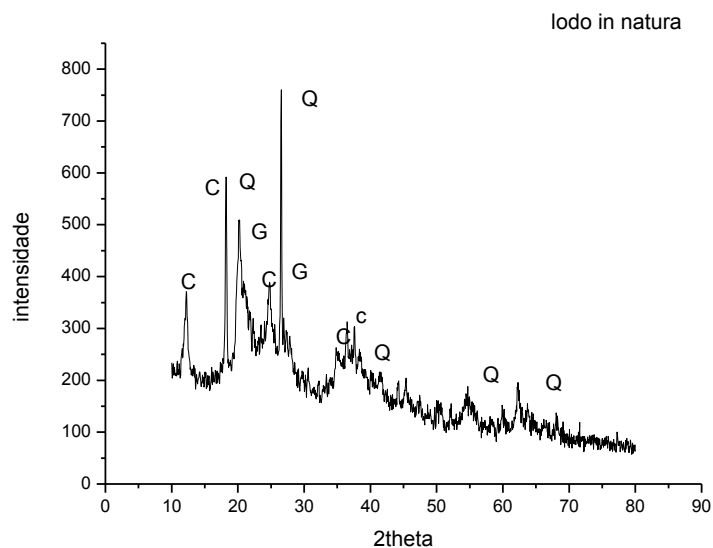


Figura 2- Difratoograma do lodo (SA).

Para o lodo, as fases minerais identificadas foram: Quartzo (SiO_2) JCPDS 46-1045, Caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) JCPDS 29-1488, Gipsita $\text{Al}(\text{OH})_3$ JCPDS 33-0018. A presença destes elementos é justificada pela própria composição da água, a qual contém materiais em suspensão, tais como areia e materiais argilosos. O quartzo e a caulinita podem favorecer ao processo de conformação, pelo aumento da plasticidade, mas o excesso da gipsita pode acarretar a quebra da peça durante a secagem, pois tem grande capacidade de retenção de água, causando com isso o aparecimento de micro trincas no corpo verde.

A análise micro estrutural da argila terracota está ilustrada na Figura3.

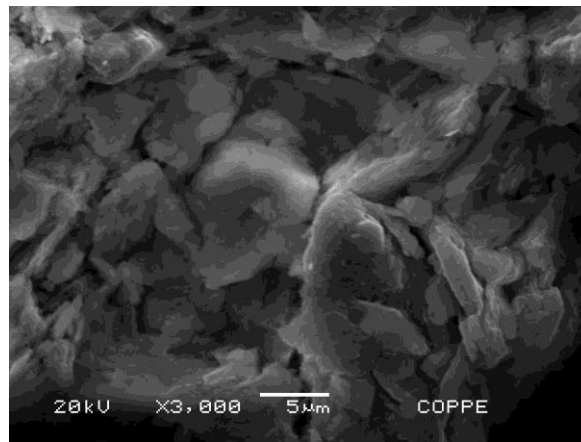


Figura 3 Fotomicrografia da argila 3000x

De acordo com a Figura 3, pode-se observar que a argila possui características de um material denso, heterogêneo e de formato irregular. Observa-se os cristais pseudo hexagonais da caulinita

A fotomicrografia do lodo (SA) pode ser vista na Figura 4.

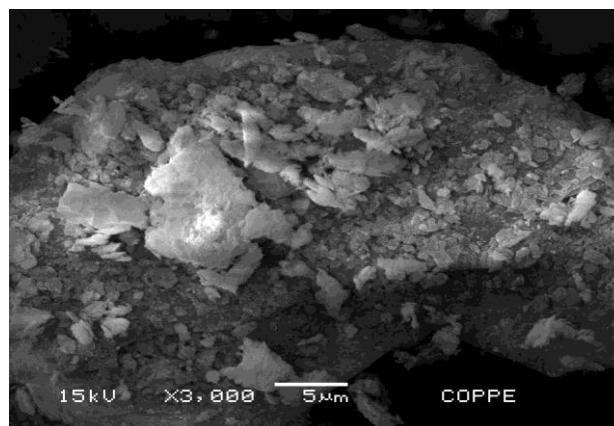


Figura 4 – Fotomicrografia do lodo (SA) – 3000x.

Na fotomicrografia é possível observar uma superfície bastante homogênea de aspecto denso.

Caracterização física e mecânica dos corpos de prova cerâmicos

Foram definidas 5 composições para a confecção dos corpos de prova e identificados com as letras AT 100% (argila terracota), 90%AT-10%LCSA (90% de argila +10% de lodo),), 80%AT-20%LCSA (80% de argila+20% de lodo), 90%AT-10%LC (90% de argila+10% de lodo calcinado),), 80%AT-20%LC (80% de argila+20% de lodo calcinado)

As variações de comportamento, no que tange às propriedades física-mecânicas, como retração linear (RL), absorção de água (AA) e tensão de ruptura à flexão (TRF) em função das diferentes teores de lodo, foram analisadas e os resultados obtidos são mostrados nas figuras a seguir.

A Figura 5 apresenta a variação da retração linear dos corpos-de-prova de acordo com o teor de lodo inserido à mistura.

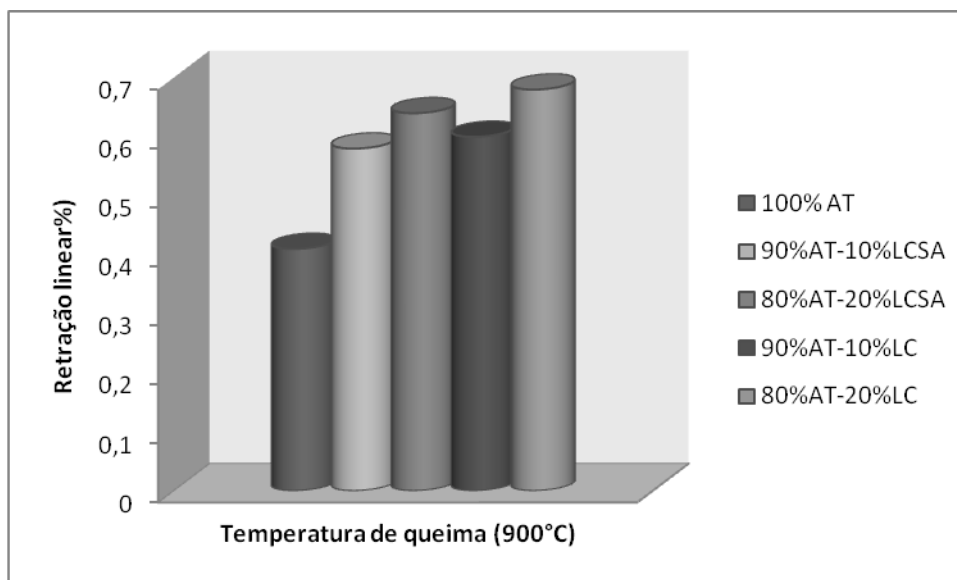


Figura 5 - Retração linear (A)

Avaliando os dados do gráfico pode-se observar que a retração linear aumenta com o aumento do teor de lodo na mistura. Tal fato pode ser atribuído a granulometria da composição, já que tanto a fração argila quanto a fração lodo

utilizados estavam na mesma faixa granulométrica, contribuindo para o empacotamento do corpo de prova. A introdução da etapa de calcinação do lodo antes da sua adição a argila não afetou significativamente esse parâmetro.

A Figura 6 apresenta a variação do percentual de absorção de água dos corpos-de-prova de acordo com o teor de lodo inserido à mistura.

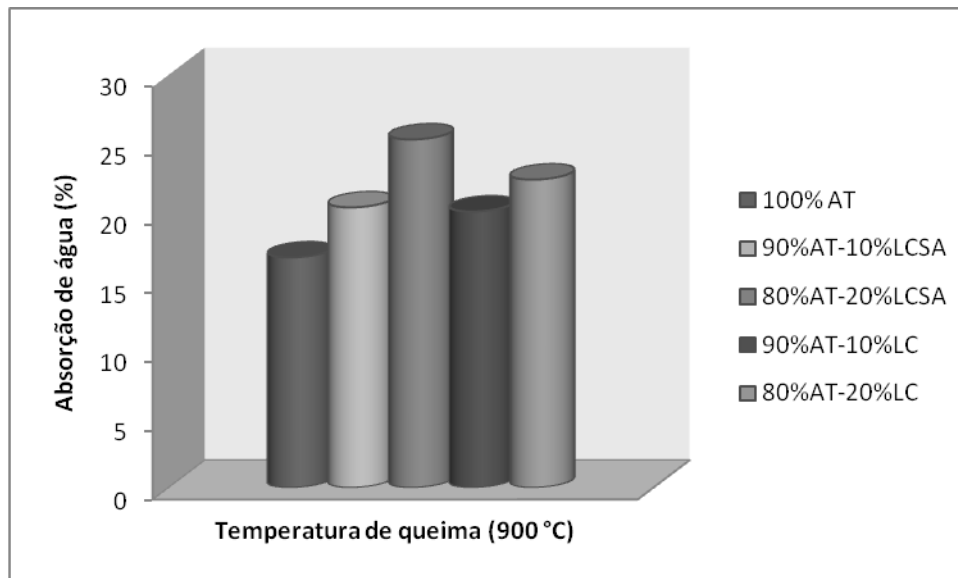


Figura 6 - Absorção de água.

A absorção de água aumenta com o aumento do teor de lodo, como mostra o gráfico da Figura 6. Como a absorção de água é uma propriedade associada à porosidade aberta do material, seu incremento em função da quantidade de lodo incorporada pode ser atribuído a fusão dos compostos de hidróxidos de alumínio gerados a partir da utilização do coagulante (sulfato de alumínio empregado como floculante nas ETA's, uma vez que apresenta ponto de fusão em torno de 660°C. Bem como a saída de matéria orgânica presente no lodo ocasionado um aumento de poros nos corpos cerâmicos. Entretanto observa-se também um aumento do percentual de absorção de água quando o lodo é calcinado antes da incorporação da argila apresentando um comportamento de enchimento não plástico.

No que se refere à absorção de água, os valores encontrados nos corpos-de-prova das misturas mostram-se superiores aos da argila sendo, crescentes com o teor de lodo incorporado. Conforme especificações das normas brasileiras - ABNT,

produto comercial como blocos e tijolos tem limites aceitáveis entre 8 a 25% e para telhas o limite máximo é de 18%.

Na Figura 7 observa-se um aumento na TRF à medida que se eleva o teor de lodo na mistura.

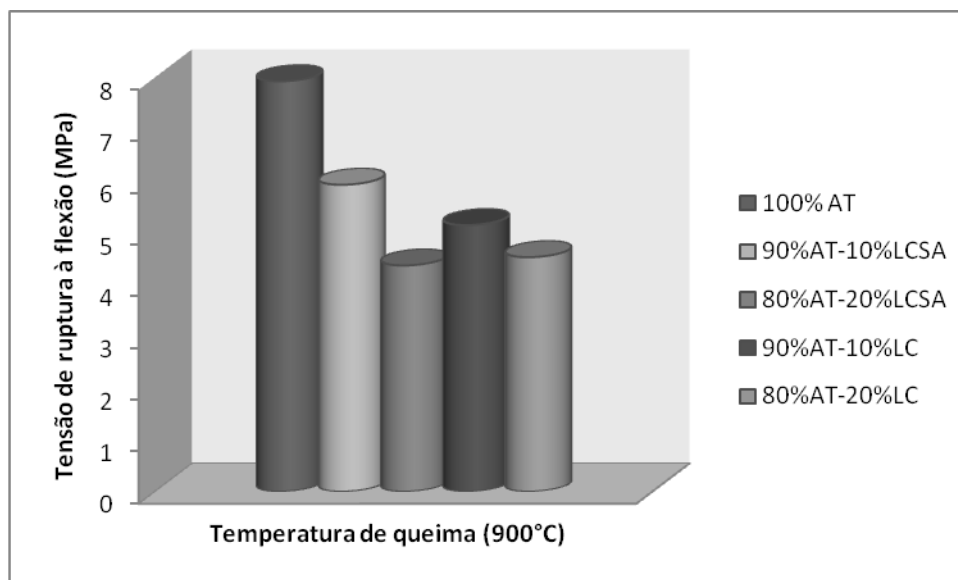


Figura 7 – Tensão de Ruptura a Flexão

A faixa de temperatura de queima (900°C) proporciona transformações nas fases cristalinas presentes nos materiais utilizados. À temperatura de 500°C, tem-se o início da transformação da caulinita em metacaulinita (amorfa). Desse modo, a massa cerâmica preparada com maior teor de lodo irá apresentar, além da mudança de fase da caulinita e do quartzo presente na argila as mudanças das fases presentes no lodo (caulinita, quartzo e gibsita). Observa-se uma diminuição da TRF para os corpos cerâmicos preparados com lodo calcinado evidenciando o seu caráter não plástico.

Apesar dos valores da tensão de ruptura à flexão da mistura estudada diminuir com a adição do teor de lodo os valores da tensão de ruptura à flexão após queima alcançam o valor mínimo de 2,0 MPa para tijolos, 5,5 MPa para blocos e 6,5 MPa para telhas, podendo ser utilizados na fabricação de blocos e tijolos, na temperatura de queima a partir de 900°C.

CONCLUSÕES

A avaliação das propriedades físicas e mecânicas das composições pesquisadas aponta que a incorporação do lodo calcinado à argila provoca uma diminuição da TRF do material não contribuindo para a diminuição de uma possível porosidade que poderia estar relacionada à saída dos compostos de alumínio e de matéria orgânica durante a etapa de queima. Embora os valores de resistência mecânica sejam fundamentais em elementos construtivos é fundamental que o resíduo a ser utilizado seja caracterizado quimicamente e fisicamente para que se possam desenvolver materiais alternativos construtivos de qualidade.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

Bloco cerâmico para alvenaria – Verificação da resistência à compressão; Método de ensaio; NBR 6461. Rio de Janeiro. 1983. 3p.

Bloco cerâmico para alvenaria; Especificação - NBR 7171; Rio de Janeiro. 1992. 2p.

Telha cerâmica - Determinação da massa e da absorção de água; Método de ensaio; NBR 8947. Rio de Janeiro. 1985. 2p.

CORDEIRO, J.S. *Processamento de Lodo de estação de tratamento de água*. In: ANDREOLI, C.V (coord.) *Resíduos Sólidos do Saneamento Processamento Reciclagem e Disposição Final*. Rio de Janeiro: RiMA/ABES/PROSB, p.119-142, 2001.

PADILHA, D. CERUTI, F. VIDAL, C. MARTINS, C. *Análise da Utilização de Três Diferentes Coagulantes na Remoção da Turbidez de Água de Manancial de Abastecimento*. Maringá, Paraná, 2011.

RICHTER, C.A. *Tratamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água*. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 2001.

UENO, O.K. ; LEIT, V.M.B., *Anais do 50º Congresso brasileiro de Cerâmica, SC 2006*

EVALUATION OF THE PRESENCE OF ALUMINUM SULPHATE USED IN THE GENERATION OF WTP SLUDGE WHEN INCORPORATED TO THE CLAY.

ABSTRACT

The WTPs generate a residue in decanters called sludge, which despite having a similar chemical composition to clay minerals, does not behave as such when embedded in such clays. Several surveys conducted indicate the decrease in flexural rupture strain of the ceramic body when incorporated. The objective of this study is to evaluate the incorporation of the sludge, generated at a WTP which uses aluminum sulfate coagulant, to clay. By the method of pressure casting, samples were prepared with different percentages of sludge containing the said coagulant. Test runs with previously calcined sludge at 700 ° C were also performed in order to obtain sludge without the coagulant. In both cases the final bodies were fired at 1200 ° C and were tested for linear shrinkage, water absorption, porosity and the flexural rupture strain. The results reveal that the incorporation of non-calcined sludge positively change the quality of the ceramics prepared.

Key-words; ceramic, sludge WTP, waste