

VI-171 - UTILIZAÇÃO DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA CERÂMICA

Juliana Karla da Silva⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade de Pernambuco - UPE. Técnico em Saneamento pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – IFPE. Técnica Operacional da Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA.

Elma Lareste Vera Cruz⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP. Técnico em Saneamento / IFPE. Técnica Operacional da Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA.

Cláudia Cristina Siqueira Ribeiro⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade de Pernambuco - UPE. Especialista em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Gerente de Inovação Tecnológica da COMPESA.

Robson Xavier Duarte⁽⁴⁾

Geólogo pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Mestre em Geologia Sedimentar / UFPE. Geólogo da COMPESA.

Endereço⁽¹⁾: Rua da Aurora, 763 – Boa Vista - Recife - PE – CEP: 50060-010 - Brasil - Tel: (81) 3412-9572 - e-mail: git@compesa.com.br

RESUMO

A qualidade da água bruta está se comprometendo gradativamente, devido a uma série de fatores, como: poluição dos mananciais, destruição de matas ciliares, descontrole das ações públicas ambientais, etc. Diante disto, faz-se necessário o aumento da utilização de produtos químicos no tratamento da água, para que a distribuição desta fique dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação.

Estes fatos ocasionam um aumento na quantidade de lodo gerado durante o tratamento da água bruta, por isso há uma grande necessidade de buscar alternativas para destinar esses resíduos, reaproveitando-o de forma a não agredir ao meio ambiente. A utilização do lodo de ETA para fabricação de tijolos é uma alternativa promissora para as companhias de saneamento e para as indústrias do setor cerâmico, já que a primeira dará um destino mais nobre ao lodo, e a segunda irá minimizar o extrativismo da argila.

O objetivo desse trabalho foi analisar a viabilidade do uso de lodo de ETA na indústria cerâmica sem o comprometimento das características do produto final. Foi realizada a caracterização do lodo de ETA *in natura*, como também, ensaios mecânicos dos corpos de prova nas proporções de lodo: 2%, 3%, 5%, 7%, 9%, 12% e 15%, e ensaios de lixiviação e solubilização com o material cerâmico na maior proporção de lodo utilizada que ficou dentro dos padrões admissíveis pelas normas pertinentes.

O lodo apresentou pH 5,1 (a 25,3 ° C) e se encontra dentro da faixa de pH para resíduos não corrosivos. De acordo com os resultados da caracterização do lodo, recomenda-se a classificação do resíduo como Classe I – Perigoso, por apresentar algumas substâncias que lhe conferem periculosidade. Os ensaios mecânicos mostraram, que em todos os percentuais utilizados, a mistura lodo/massa cerâmica ficou dentro dos valores admissíveis pelas normas da ABNT, sugerindo a sua utilização na fabricação de tijolos manuais, prensados e furados. Observando-se os resultados dos ensaios relativos ao lixiviado e solubilizado com percentual de 15% do lodo, recomenda-se para o material cerâmico a classificação Classe II A – Não inerte, considerando que o material não apresenta toxidade para os constituintes analisados no lixiviado, pois as concentrações dos mesmos encontram-se abaixo dos limites máximos especificados.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo, ETA, Indústria Cerâmica, Resíduos Industriais.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água bruta está se comprometendo gradativamente, devido a uma série de fatores, como: poluição dos mananciais, destruição de matas ciliares, descontrole das ações públicas ambientais, etc. Com a piora da qualidade da água bruta, faz-se necessário o aumento da utilização de produtos químicos no tratamento da mesma, com a finalidade de haver uma distribuição da água para população dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação. Isto ocasiona uma maior produção de lodo durante o tratamento da água bruta (RIBEIRO, 2004).



Devido à adição de sais de alumínio ou de ferro para provocar a coagulação dos resíduos existentes na água bruta os hidróxidos desses sais passam a ser os principais componentes químicos do lodo e, além disso, partículas orgânicas e inorgânicas. Na ausência de algas e outros materiais orgânicos no manancial, a fração orgânica do lodo torna-se desprezível e o lodo passa a ter características de estabilidade química, sendo composto apenas de matéria inorgânica, tais como areia fina, limos e argilas (WAG, 1996 e PROSAB, 1999)

As indústrias vêm buscando novas alternativas para dar um destino correto aos seus resíduos industriais, devido ao fato de adquirirem certificações ambientais e às pressões dos órgãos competentes. O tratamento de água também é considerado um processo industrial, pois, para se obter a água tratada que é o produto final, gera-se o lodo (JUNIOR et al, 2006).

As estações de tratamento de água geram uma enorme quantidade de lodo e por isso há uma grande necessidade de buscar alternativas para destinar esses resíduos, reaproveitando-o de forma a não agredir ao meio ambiente. O setor industrial da cerâmica vermelha apresenta um enorme potencial que contribui na solução desse problema (PAIXÃO, 2005).

A matéria-prima da indústria cerâmica é essencialmente a argila. Quimicamente, as argilas utilizadas neste setor industrial são formadas principalmente por argilominerais, sendo uma rocha de granulação fina, que geralmente quando umedecida com água adquire certa plasticidade, são basicamente formadas por silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio. Na sua composição também contém minerais que não são considerados argilominerais (calcita, dolomita, quartzo e outros), matéria orgânica e outras impurezas (SILVA et al, 2006).

A utilização do lodo de ETA é uma alternativa promissora para as companhias de saneamento e para as indústrias do setor cerâmico, já que a primeira dará um destino adequado para o lodo, e a segunda irá minimizar o extrativismo da argila. Desta forma, as normas pertinentes e reguladoras serão atendidas e a proposta de aproveitamento do resíduo contribuirá para a diminuição do impacto ambiental.

A COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento – com sede em Recife – PE, possui dentre outras, a Estação de Tratamento de Água (ETA) Botafogo, localizada no município de Igarassu-PE. A captação deste sistema é realizada em diversos pontos e a produção de água tratada é de 4.166.912 m³/mês (COMPESA, MARÇO/2009). Esta ETA é do tipo convencional onde utiliza os seguintes processos para tratamento: coagulação / floculação, decantação, filtração e desinfecção, produzindo aproximadamente 48 m³ de lodo/dia (COMPESA, MARÇO/2009).

Neste trabalho, amostras de lodo provenientes dos decantadores e filtros da ETA Botafogo foram analisadas sob aspectos físico-químicos. Os ensaios químicos tiveram a finalidade de permitir o conhecimento de grau de corrosividade e toxicidade do resíduo (lodo) na sua forma *in natura*, e após sua participação de 15% na composição dos corpos de prova cerâmicos, segundo ensaios de lixiviação e solubilização. Todas as composições lodo/massa cerâmica foram submetidas a ensaios cerâmicos específicos.

O desenvolvimento desse trabalho contou com a participação da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA-PE) e o apoio técnico da Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos do presente estudo, foi utilizado o lodo proveniente dos decantadores e filtros da ETA do Sistema Botafogo / COMPESA (figura 1) e a massa cerâmica da Indústria Cerâmica São José (figura 2). As amostras foram coletadas e acondicionadas de acordo com a NBR 10007:2004.

**Figura 1: Lodo da ETA Botafogo****Figura 2: Massa Cerâmica da Indústria São José**

O lodo de ETA foi classificado de acordo com a NBR 10.004:2004 devido a sua caracterização através das análises físico-químicas, de acordo com o Standard Methods, for the examination of water wastewater, 21 edition, 2005. Com essas análises foi possível conhecer o grau de corrosividade e toxicidade do resíduo (lodo) na sua forma in natura.

A massa cerâmica, após ser recebida, foi primeiramente esmagada e exposta a uma secagem ao ar até uma umidade de aproximadamente 8 %. Foram realizados corpos de prova com mistura do lodo da ETA e massa cerâmica com o objetivo de realizar ensaios mecânicos após secagem e queima.

Após secagem, a massa cerâmica foi posteriormente submetida ao britador de mandíbulas para quebrar os torrões e moída com o equipamento moinho de discos para deixar o material com uma granulometria de 1mm. Em seguida, a massa cerâmica foi umedecida até uma umidade de 20 % ficando por 48 horas para atingir a maturação. O lodo não foi submetido a processo preliminar de preparação. Vale salientar que a massa cerâmica foi submetida a esta etapa preliminar para se adaptar as condições laboratoriais, portanto não sendo necessária em escala a nível industrial.

Após moagem, foram confeccionadas amostras que envolvem massa cerâmica pura e mistura da massa cerâmica com lodo da ETA, em que o lodo participou nas seguintes proporções: 2%, 3%, 5%, 7%, 9%, 12% e 15%. O lodo foi adicionado em seu estado natural de forma homogênea em relação à massa cerâmica industrial preparada preliminarmente.

As amostras foram submetidas a vários refluxos o que garante a homogeneização do material, embora este procedimento não seja necessário na indústria cerâmica, pois os laminadores das olarias têm uma quantidade de paletas em escala a nível industrial para homogeneizar a mistura, o que se faz desnecessário o procedimento do refluxo. Após esse refluxo foi colocado no equipamento o molde para dar o formato dos corpos de prova nas dimensões de 2 cm x 1 cm x 20 cm, que foram secos ao ar e, posteriormente, submetidos a uma queima de 110° C por 24 horas e posteriormente a 950° C por 8 horas.

Após queima foram determinadas as características cerâmicas utilizando quatro corpos de prova para cada proporção analisada. Os estudos cerâmicos (figuras 3, 4 e 5) seguiram a metodologia sugerida por Souza Santos (1989).

Foram realizadas as seguintes determinações:

- Tensão de ruptura à flexão (TRF);
- Retração linear (RL);
- Absorção de água (AA), somente após a queima a 950 °C.



Figura 3: Ensaio de TRF



Figura 4: Medição da RL



Figura 5: Teste de Absorção

Os ensaios de lixiviação e solubilização foram realizados de acordo com a NBR 10.005:2004 e 10.006:2004 respectivamente, em corpos de prova (figura 6) no formato de tijolos de 6 furos nas dimensões de 5,8cm x 3,6cm x 2,4cm, queimados à temperatura de 950° C. Através destes ensaios foi possível conhecer o grau de corrosividade e toxicidade do produto utilizando o maior percentual de lodo adicionado na massa cerâmica que foi de 15 %.



Figura 6: Corpos de prova no formato de tijolos

RESULTADOS

Para caracterizar o lodo da ETA as análises foram realizadas na massa bruta, no que se refere ao lodo, e no lixiviado e solubilizado, no que diz respeito ao material cerâmico, o que permitiu serem observadas as características físicas e químicas.

O lodo apresentou pH 5,1 (a 25,3 ° C) e se encontra dentro da faixa de pH para resíduos não corrosivos. De acordo com os resultados de ensaios recomenda-se a classificação do resíduo como **Classe I – Perigoso**, por apresentar constituintes constantes do anexo C (Substâncias que conferem periculosidade ao resíduo), conforme item 4.2.1.4 marcador b da NBR 10004:2004. Os constituintes apresentados foram Arsênio (Chemical Abstratct Substance: 7440-38-2), Cromo (Chemical Abstratct Substance: 7440-47-3) e Níquel (Chemical Abstratct Substance: 7440-02-0).



Os teores de cor encontrada na queima dos corpos de prova a 950 °C foi do tipo Laranja avermelhado moderado (10 R 6/6), para todas as proporções adicionadas de lodo de ETA na massa cerâmica, sendo aceitável já que a norma exige a cor vermelha.

Os resultados encontrados para os ensaios cerâmicos de tensão de ruptura e flexão estão demonstrados na figura 7. Fazendo uma análise comparativa entre os resultados encontrados para a massa cerâmica pura e com proporções de lodo, nota-se que a TRF aumenta com a incorporação de 2%, 3% e 5% e diminui com o acréscimo das demais concentrações do lodo, entretanto todos os corpos de prova ficaram dentro dos limites admissíveis.

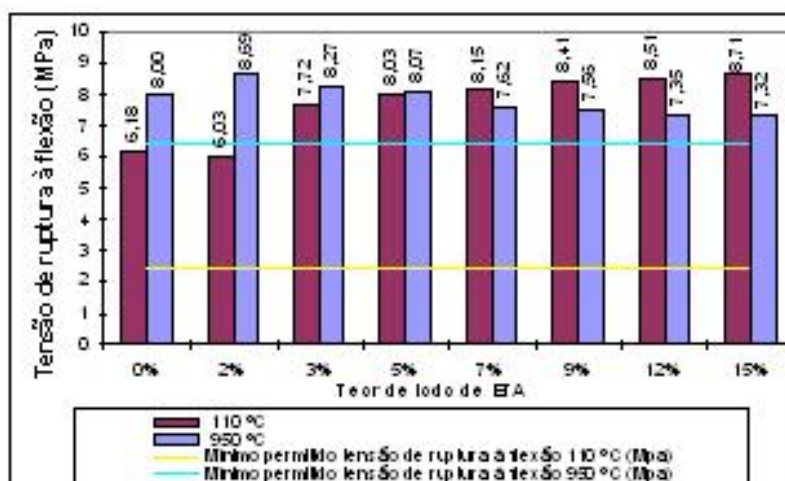


Figura 7: Variação da tensão e ruptura à flexão em função da adição do Lodo de ETA

A figura 8 mostra a variação dos valores de RL total em função das diferentes adições de lodo de ETA onde os corpos de prova foram submetidos a temperaturas de 110 °C e 950°C. Os resultados encontrados demonstram que os valores de RL total com a adição de lodo, em sua maioria, são maiores que o da amostra sem lodo, porém os valores ficaram abaixo do limite máximo estabelecido para produção de blocos cerâmicos que é de 10 %. O mesmo aconteceu com a absorção de água, seu acréscimo ocorreu à medida que foram adicionados maiores teores de lodo na massa cerâmica, mas todos os valores ficaram dentro do limite que deve ser menor que 25 %.

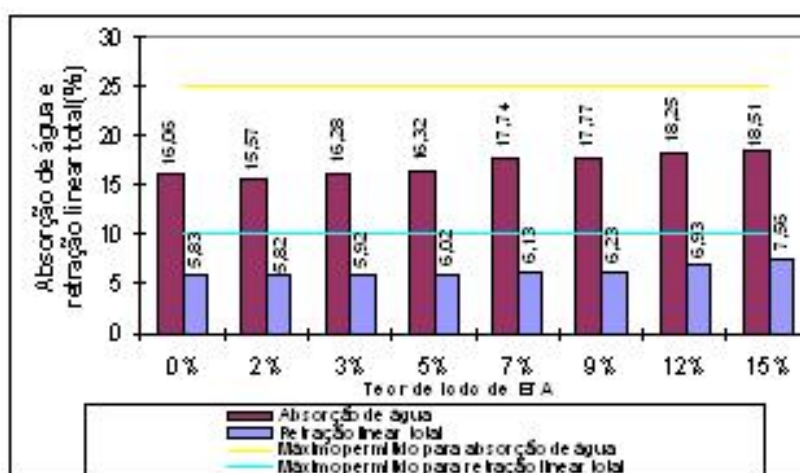


Figura 8: Variação da absorção e retração linear em função da porcentagem de lodo de ETA adicionada à massa cerâmica

Pode-se observar que todas as proporções do lodo de ETA na massa cerâmica tiveram resultados aceitáveis pelas normas, incluindo o maior percentual de lodo utilizado que foi de 15% na mistura com a massa cerâmica.



A classificação dos resíduos é baseada normalmente na avaliação do comportamento deste em contato com um solvente. A lixiviação é o procedimento mais utilizado para analisar a potencialidade de transferência de matéria para o meio natural, é um ensaio dinâmico onde a amostra é submetida a fluxo de solvente para retirar o material que vai ser analisado determinando ou avaliando a estabilidade química dos resíduos, permitindo assim verificar o grau de imobilização de contaminantes (CAUDURO & RORBERTO 2002). A solubilização é um ensaio estático, onde a amostra fica imersa no solvente, a qual será analisada. Nas tabelas 1 e 2 são demonstrados os resultados do ensaio de lixiviação e solubilização do corpo de prova (tijolo) com o percentual de 15 % de lodo de ETA adicionado na massa cerâmica.

Tabela 1: Resultado do ensaio de lixiviação do material cerâmico

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	UNIDADE
ALUMÍNIO (Al)	s/Especificação	0,25	mg/L
ARSÊNIO TOTAL (As)	Máx. 1,0	0,0018	mg/L
CROMO TOTAL (Cr)	Máx. 5,0	0,02	mg/L
NÍQUEL TOTAL (Ni)	s/Especificação	< 0,906	Mg/L
TEMPO TOTAL DE LIXIVIAÇÃO	s/ Especificação	1080	minuto
SOLUÇÃO DE EXTRAÇÃO	s/ Especificação	Nº 01
pH - Potencial Hidrogeniônico	s/ Especificação	4,93 (a 25° C)

Tabela 2: Resultado do ensaio de solubilização do material cerâmico

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	UNIDADE
ALUMÍNIO (Al)	Máx. 0,20	0,3	mg/L
ARSÊNIO TOTAL (Ar)	Máx. 0,01	0,0002	mg/L
CROMO TOTAL (Cr)	Máx. 0,05	0,009	mg/L
NÍQUEL TOTAL (Ni)	s/Especificação	< 0,906	mg/L

Observando-se os resultados dos ensaios relativos ao lixiviado e solubilizado recomenda-se para o material cerâmico (já misturado) a classificação **Classe II A – Não inerte**, considerando que o material não apresenta toxicidade para os constituintes analisados no lixiviado, pois as concentrações dos mesmos encontram-se abaixo dos limites máximos especificados no Anexo F da norma NBR 10.004:2004.

Conforme a referida norma no seu item 4 – Processos de Classificação, o constituinte Alumínio no solubilizado não classifica o material cerâmico como pertencente à Classe I, mesmo estando o valor do constituinte superior ao limite máximo estabelecido no Anexo G da referida norma.

CONCLUSÕES

Os resultados dos ensaios cerâmicos específicos sugerem que todas as composições constituídas por lodo/massa cerâmica industrial são adequadas para uso na fabricação de tijolos manuais, prensados e furados e, apesar das características cerâmicas serem minimizadas na medida em que a participação do lodo aumenta na composição da massa final, todas as proporções ficaram de acordo com as normas e especificações brasileiras pertinentes.

Diante do exposto concluiu-se que a utilização do lodo de ETA na indústria cerâmica vermelha contribui para a diminuição da extração de materiais neste setor industrial, como também se torna uma alternativa mais adequada de destinação do lodo, atendendo desta forma, às exigências ambientais e buscando um modelo de desenvolvimento sustentável.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for examination of water and wastewater, 21 th., Washington: APHA, 2005. 1268p.
2. CAUDURO, F.; ROBERTO, S. Avaliação comparativa de testes de lixiviação de resíduos sólidos. XXVIII CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL 2002. Cancun, México, 2002.
3. JUNIOR, V.M.T.; MYMRINE, V.; RIBEIRO, R. A. C.; PONTE, H. A. Utilização de lodo de ETA no desenvolvimento de novos compostos cerâmicos. XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS 2006. Foz do Iguaçu PR, 2006.
4. M.A.P. Reali./Coordenação Programa de Pesquisa de Saneamento Básico, Noções Gerais de Tratamento e Disposição Final de Lodos de Estações de Tratamento de Água. Rio de Janeiro PROSAB, (1999).
5. NBR 10004 – Classificação de Resíduos Sólidos/Avaliação dos Resultados – 2004. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
6. NBR 10005 - Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos – 2004. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
7. NBR 10006 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos – 2004. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
8. NBR 10007 - Amostragem de Resíduos Sólidos – 2004. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
9. PAIXÃO, L. C. C. Aproveitamento de lodo de estação de tratamento de água em cerâmica vermelha. Ouro Preto. 2005. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto-Universidade Estadual de Minas Gerais 2005.
10. RIBEIRO, F. L. M. Estudo das águas residuárias da ETA de itabirito vermelha – MG: caracterização e alternativas de tratamento e reutilização. Ouro Preto. 2004. Universidade Federal de Ouro Preto. Minas Gerais 2004.
11. SILVA, A. A.; PEREIRA, O.; RODRIGUES, M. G.F.; VALENZUELA-DIAZ, F. R. Caracterização de duas argilas esmectíticas do município de Boa vista-pb/ sítio juá. XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS 2006. Foz do Iguaçu PR, 2006.
12. SOUZA, P. S. Ciência e Tecnologia de Argilas. , 2ª Ed., vol. 1, Ed. Edgard Blucher, São Paulo, 1989.
13. WAG, Y. Condicionamento de Lodo de Estação de Tratamento de Água: Estudo de Caso. Escola Politécnica USP – São Paulo SP, (1996).