

## **I-058 – COPROCESSAMENTO DO LODO DE ETA PARA A FABRICAÇÃO DE ARGILA EXPANDIDA**

**Alexandre Saron<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Químico, Mestre em Engenharia Civil e Doutor em Ensino de Ciências e Matemática. Atua como Professor – Pesquisador no Centro Universitário do Senac junto aos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia de Produção e Engenharia de Computação.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Eusébio Stevaux, 823 – Santo Amaro – São Paulo – SP CEP: 04696-000 - Brasil - Tel: (11) 5682.7446 - e-mail: [alexandre.saron@sp.senac.br](mailto:alexandre.saron@sp.senac.br)

### **RESUMO**

A disposição ambientalmente correta dos resíduos gerados em Estações de Tratamento de Água continua sendo um tema que deve ser debatido ainda no século XXI pois muitas empresas de saneamento mantêm as práticas de disposição incorreta dos lodos de ETA. Sob este aspecto, muitos trabalhos acadêmicos foram realizados e apresentados em diferentes fóruns ambientais. O coprocessamento deste rejeito foi estudado com a perspectiva de amplitude de oportunidades de agregar este resíduo como matéria-prima na fabricação de argila expandida. Para a obtenção dos corpos de prova foi efetuado uma variação percentual dos constituintes da fabricação da argila expandida comercial inserindo frações do lodo de ETA oriundo de tratamento de água convencional utilizando o sulfato de alumínio como coagulante e o sistema de desidratação por centrífugas. Os resultados, bastante promissores, indicam uma excelente oportunidade de ter a disposição adequada deste resíduo pois obteve-se um material final com maior resistência à compressão e menor teor de absorção de água comparado com argila expandida comercial.

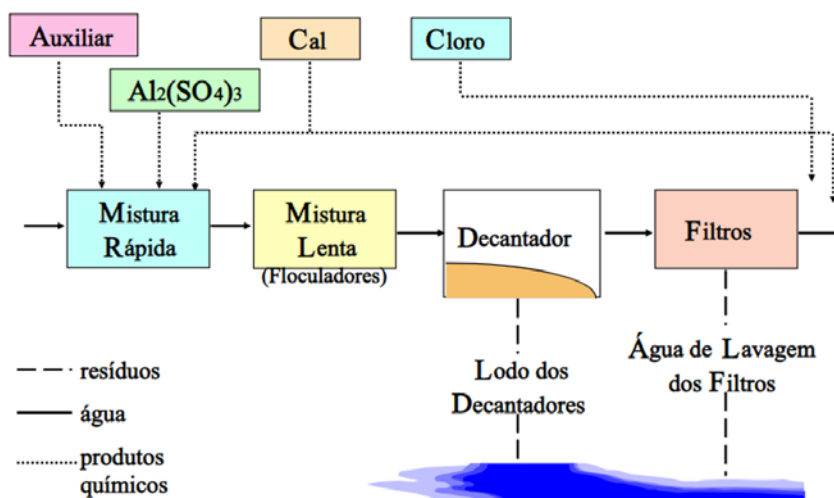
**PALAVRAS-CHAVE:** Argila expandida, Lodo de ETA, Coprocessamento.

### **INTRODUÇÃO**

Para a transformação de água bruta em água potável, as Estações de Tratamento de Água (ETA) utilizam processos como coagulação, floculação, decantação e filtração. Estas atividades, produzem uma grande quantidade de resíduo (lodo), que na maioria das vezes, é lançado diretamente nos corpos d'água como forma de destinação final. O lodo gerado em ETA é um resíduo e, portanto, sua destinação deve ser compatível com as diretrizes da Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos). A utilização do lodo de forma benéfica pode ser considerada uma oportunidade de redução de custos e impactos ambientais associados a este resíduo. Entre as alternativas utilizadas para o reaproveitamento do lodo, pode-se destacar o emprego deste material na construção civil, através do coprocessamento como matéria-prima na fabricação de argila expandida.

#### **O lodo de ETA**

Uma Estação de Tratamento de Água - ETA, que utiliza a tecnologia de tratamento convencional, tem como etapas do processo: a coagulação com a mistura rápida, a mistura lenta com a floculação, a decantação seguida de filtração, desinfecção e fluoretação. Durante a potabilização, o sistema que trabalha com esta tecnologia de tratamento, gera efluentes líquidos. São produzidos dois principais tipos de efluentes líquidos que se não geridos poderão ser muito problemáticos ambientalmente: Um, oriundo nas descargas dos decantadores, e o outro, da água de lavagem dos filtros (SARON, 2000). A figura 01 ilustra o processo de tratamento de água e a geração destes resíduos na ETA.



**Figura 01: Processo de tratamento convencional de água e a geração dos resíduos**  
**Fonte: Realí,M.A.P., 1999 pág.5**

A quantidade e as características dos lodos gerados em ETA variam em função da tecnologia e vazão de tratamento, qualidade da água bruta, tipo e dosagem dos produtos químicos utilizados no processo de coagulação / floculação da água. Há diversas formas para se realizar a quantificação de lodo gerado no tratamento de água. Saron e Leite, 2001 apresentam e comparam diferentes fórmulas empíricas para a quantificação de lodo de ETA. O lodo de origem dos decantadores representa de 0,3 a 1,0% do volume de água tratada. Contém materiais inertes, matéria orgânica e precipitados químicos, incluindo compostos de alumínio ou ferro em grande quantidade, dependendo do tipo de tratamento utilizado e da própria ETA. Segundo Grandin, Além Sobrinho e Garcia Jr., 1993 e ANDREOLI *et al.*, 2006, o lodo de ETA é constituído basicamente, de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos provenientes da água bruta, tais como: algas, bactérias, vírus, partículas orgânicas em suspensão, colóides, areias, argilas, siltes, cálcio, ferro, manganês, etc e do coagulante utilizado no tratamento. De acordo com os autores, os insumos em maiores proporções no lodo de ETA são os óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro, argilas silicatadas.

Atualmente, o desenvolvimento de soluções ambientalmente vantajosas e economicamente viáveis para o tratamento dos resíduos das ETA apresenta-se como possibilidade de transformar resíduos em recursos. Para tanto, se faz necessário a caracterização do lodo do decantador e da água de lavagem de filtro das ETA e o conhecimento das legislações aplicáveis a cada tipo de disposição final (TSUTIYA e HIRATA, 2001).

Os lodos de ETA's são classificados pela série de normas NBR-10.004, (2004), como resíduos sólidos classe IIA e seu lançamento in natura em águas superficiais é uma prática inadequada de gestão (PEREIRA, 2011).

A utilização do lodo de forma benéfica pode ser considerada uma oportunidade de redução de custos e impactos ambientais associados ao resíduo. Segundo Ferreira e Calliari (2008), entre as alternativas utilizadas para o reaproveitamento do lodo, pode-se destacar o emprego deste material à construção civil.

Os lodos de ETA apresentam constituintes e características físicas semelhantes às matérias primas utilizadas nas peças cerâmicas. Pode também ser utilizado na confecção de substratos para plantas, incorporado em matriz de concreto, fabricação de agregados leves, como matéria prima para a indústria cimenteira, com agente de recuperação de áreas degradadas como material de cobertura de célula em aterros sanitários (ANDREOLI *et al.*, 2006).

### A argila expandida

Segundo a Embrapa (2006), a exploração de minerais é altamente impactante do ponto de vista ambiental, visto que resulta da completa devastação das áreas, devido à remoção da vegetação e do solo, trazendo impactos muitas vezes irreversíveis para o meio ambiente.

Segundo Ferreira *et al.* (2012), a etapa de extração de argila e o preparo da área consiste na remoção da vegetação na camada superior do solo. Este procedimento retira a parte mais fértil do solo para agricultura,

rico em matéria orgânica e nutrientes disponíveis para as plantas. Ainda nesta fase, a perda de biodiversidade é um dos principais danos ecológicos.

Valicheski *et al.*, (2009) afirmam que processos de remoção de solo envolvem perda do horizonte orgânico superficial, levando à perda de biodiversidade dos organismos associados à microbiota e mesofauna do solo.

Nas áreas de preservação ambiental observa-se que as extrações de argila vêm provocando possíveis danos aos meios florísticos, faunísticos, edáficos e hídricos, este último por haver o carreamento de sedimentos para os cursos d'água, potencializado pela erosão do solo, promovendo o assoreamento, o aumento da turbidez de corpos hídricos, afetando diferentes comunidades aquáticas e a cadeia trófica, entre outros. Outro fato ainda observado é que, independente da extração ocorrer em área irregular, não há qualquer medida mitigadora de controle ou dispositivo de contenção de sedimentos (FERREIRA *et al.*, 2012).

Segundo Oliveira *et al.* (2004), o uso do de resíduos como o lodo de ETA na indústria cerâmica é altamente promissor, visto que as massas argilosas utilizadas são de natureza heterogênea, aceitando incorporação de materiais residuais de diversos tipos e origens, mesmo quando adicionados em quantidades significantes.

A incorporação em cerâmica vermelha é atualmente uma solução correta do ponto de vista ambiental para a disposição em larga escala de resíduos sólidos (MARGEM, 2008).

Alguns tipos de resíduos podem contribuir para facilitar o processamento, através da melhoria da maleabilidade da massa argilosa e ainda melhorar a qualidade do produto final (MARGEM, 2008).

A partir das considerações acima, este projeto de pesquisa foi realizado com o intuito de apresentar a preparação de argila expandida, elaborada a partir da incorporação de percentual de lodo de ETA em argila e demais insumos necessários para sua fabricação, como uma forma de reuso do resíduo do decantador de ETA.

## **OBJETIVO**

Preparar e testar corpos de prova de argila expandida a partir da incorporação de lodo de ETA na massa de argila e demais componentes para sua fabricação. Comparar dados obtidos com o produto disponível em mercado.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A proposta metodológica desta pesquisa foi desenvolvida a partir de um lodo de ETA gerado com a utilização de sulfato de alumínio na etapa de coagulação química. Após a coleta do lodo desidratado por centrifuga, este apresentou um teor de sólidos médio de  $31 \pm 2\%$ . Foram realizados diferentes percentuais deste lodo e serragem, utilizando 0,5% bentonita e de talco e quantidade de argila que completou 100% da massa total de  $25,0 \pm 0,5g$  e que após a queima tem sua massa reduzida, gerando o corpo de prova a ser estudado, como ilustrado no quadro 01

**Quadro 01: Composição dos corpos de prova elaborados no estudo**

Corpo de Prova	Composição				Massa (g) Após queima
	Serragem	Lodo	Bentonita	Talco	
1	3%	5%	0,5%	0,5%	10,587
2	3%	10%	0,5%	0,5%	11,147
3	3%	15%	0,5%	0,5%	11,755
4	3%	20%	0,5%	0,5%	11,046
5	3%	50%	0,5%	0,5%	14,974
6	5%	5%	0,5%	0,5%	10,634
7	5%	10%	0,5%	0,5%	10,882
8	5%	15%	0,5%	0,5%	11,065
9	5%	20%	0,5%	0,5%	11,212
10	5%	50%	0,5%	0,5%	14,928
11	7%	5%	0,5%	0,5%	10,364
12	7%	10%	0,5%	0,5%	10,399
13	7%	15%	0,5%	0,5%	10,766
14	7%	20%	0,5%	0,5%	11,180
15	7%	50%	0,5%	0,5%	15,200

**Fonte: Autor, 2018**

Como o lodo já possui uma quantidade de água relevante, não foi preciso incorporar água no processo. Os corpos de prova foram deixados em temperatura de 105°C por 24h seguidos de queima à 1000°C por 10h. A figura 02 ilustra corpos de prova dentro do forno industrial para o processo de queima.



**Figura 02: Conjunto de corpos de prova dentro do forno para a queima**

**Fonte: Autor, 2018**

Após a confecção das argilas expandidas foram realizados ensaios de absorção de umidade e resistência de compressão comparando os resultados com ensaios em um branco (amostra de argila expandida comercial).

## RESULTADOS

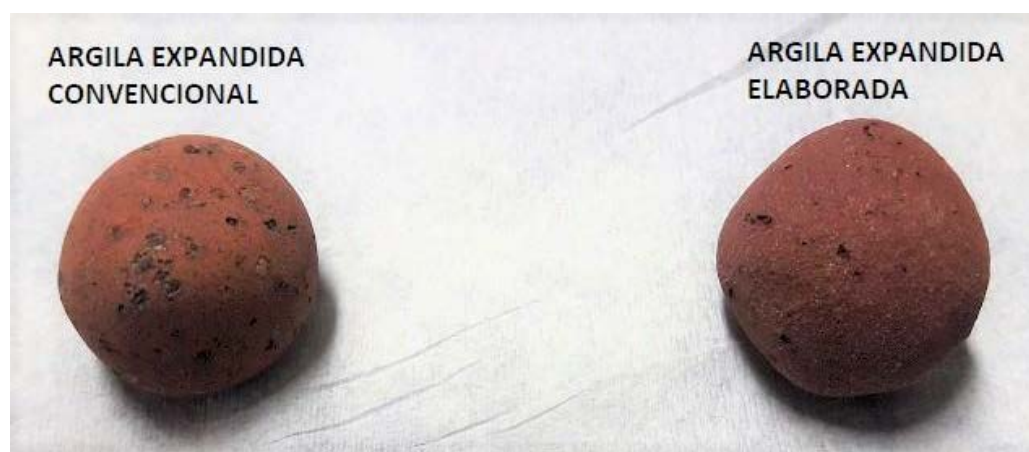
O quadro 02 informa os resultados nos ensaios de absorção de água com contato 24h em água e o valor do ensaio de resistência à compressão pelo equipamento modelo AMEC 614.

**Quadro 02: Resultados de triplicata de corpos de prova**

Corpo de Prova	Massa (g) Após queima	Absorção de água (%)	Resistência à compressão (N/m <sup>2</sup> )
Branco	11,548	28±1	816±272
1	10,587	6±1	3853±50
2	11,147	9±1	3813±71
3	11,755	12±1	3157±74
4	11,046	7±1	3017±29
5	14,974	18±2	1270±62
6	10,634	2±1	2637±340
7	10,882	4±0	2633±58
8	11,065	6±1	2830±159
9	11,212	10±5	2480±72
10	14,928	32±4	827±31
11	10,364	2±1	2257±116
12	10,399	4±1	2180±62
13	10,766	7±0	2027±12
14	11,180	11±0	1897±105
15	15,200	43±5	797±15

Fonte: Autor, 2018

A figura 03 ilustra uma argila expandida adquirida no mercado e a outra elaborada na pesquisa. Na imagem está ilustrada uma das de corpo de prova número 5.



**Figura 03: Comparação visual de argila expandida: a de mercado com a sintetizada no estudo**  
 Fonte: Autor, 2018

## CONCLUSÃO

Em todos os percentuais de adesão de lodo na composição de massa da argila expandida avaliado em termos de absorção de água e ensaio de compressão, verificou-se total atendimento aos parâmetros avaliados. Sugere-se para próximos trabalhos a reprodutibilidade dos dados e a inserção de novos parâmetros de ensaio nos estudos. O coprocessamento do lodo no processo de fabricação de argila expandida é um ato significativo tanto para o destino ambientalmente correto deste resíduo quanto para minimização dos impactos causados pela extração de argila, já que a quantidade de argila utilizada para a fabricação de argila expandida poderá ser reduzida com o uso do lodo de ETA.



No estudo realizado faz-se o diagnóstico favorável desta potencialidade de reuso do lodo gerado pelas Estações de Tratamento de Água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S.; HOPPEN, C.; TAMANINI, C. R.; NEVES, P. S. Alternativas de Uso de Resíduos de Saneamento – Produção, Composição e Constituição do Lodo de Estação de Tratamento de Água. PROSAB. Capítulo III. Curitiba, Paraná. 2006.
2. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Documentos 209, ISSN 1517-8498/fevereiro de 2006. Seropédica – RJ. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agrobiologia/>. Acesso em: 18/02/2017.
3. FERREIRA, B.S; CALIARI. Utilização de lodo de ETA na fabricação de tijolos ara construção de casas populares. Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo. 2008. Disponível em: <[http://pse.ifes.edu.br/prppg/pesquisa/jornadas/jornada\\_2007\\_2008/PIBIC/Engenharias/PIBIC%20-%20ENG%20-%20Paulo%20Cezar%20Caliari%20-%20Bianca%20-%20116%20117.pdf](http://pse.ifes.edu.br/prppg/pesquisa/jornadas/jornada_2007_2008/PIBIC/Engenharias/PIBIC%20-%20ENG%20-%20Paulo%20Cezar%20Caliari%20-%20Bianca%20-%20116%20117.pdf)>. Acesso em: 26/02/2017.
4. FERREIRA, E. P; PANTELEÃO, F. S. FERREIRA, J. T. P; FERREIRA, A. C. Diagnóstico ambiental das áreas de extração de argila em município produtor de cerâmica vermelha. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; p. – 2012. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/ambientais/diagnostico%20ambiental.pdf>>. Acesso em: 05/03/2017.
5. GRANDIN, S. R; ALEM SOBRINHO, P.; GARCIA JR., A. D. Desidratação de Lodos Produzidos em Estações de Tratamento de Água. ABES, V.2, p. 324-341. Natal, 1993.
6. MARGEM, J. I. Caracterização e Incorporação de Lodo de Decantação de Estação de Tratamento de Água (ETA) em cerâmica vermelha. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF Laboratório de Materiais Avançados – CCT. Campos dos Goytacazes/RJ. 2008.
7. OLIVEIRA, E. M. S. *et al.* Caracterização de resíduo (lodo) proveniente de estação de tratamento de águas visando sua utilização em cerâmica vermelha. Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2004.
8. PEREIRA, S. L. M. Características físicas, químicas e microbiológicas do lodo das lagoas da ETA Gramame. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. UFPB, 2011.
9. REALLI, M.A.P. – Coord. PROSAB - REDE COOPERATIVA DE PESQUISAS. Usos Alternativos de Lodos de Estações de Tratamento de Água e Estações de Tratamento de Esgoto. 1999.
10. SARON, A.; LEITE, V. M. B. I-075 - Quantificação de Lodo em Estação de Tratamento de Água. São Paulo: Abes, 2001
11. SARON, A. Sistema Cantareira estudo da potencialidade do uso da filtração direta descendente. Campinas, 2000. Dissertação de mestrado-Faculdade de Engenharia Civil-Universidade Estadual de Campinas, 2000.
12. TSUTIYA , M. T.; HIRATA, A. Y. Aproveitamento E Disposição Final De Lodos De Estações De Tratamento De Água Do Estado De São Paulo. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, João Pessoa: ABES, 2001.
13. VALICHESKI, R. R.; MARCIANO, C. R.; POCIANO, N. J. Avaliação econômica da reutilização de áreas degradadas pela extração de argila em Campos dos Goytacazes – RJ. Revista Ceres ISSN 0034-737X 56(1): 001-008, 2009.