



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## APROVEITAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE LODOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE PALMAS – TO

Camila Rosa da Silva Takada<sup>1</sup>; Juan Carlos Valdés Serra<sup>2</sup>;  
Wesley Adonai Mafra<sup>3</sup>; Kaio César de Assis Borba<sup>4</sup>

### RESUMO

---

Os lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs) têm sido dispostos de forma inadequada, na maioria das vezes, em cursos de água sem nenhum tratamento prévio. Contudo, as legislações brasileiras estão exigindo uma alteração nesse comportamento. Os usos benéficos de maior potencial de utilização para o Estado do Tocantins são: aterros sanitários; disposição controlada em certos tipos de solos; co-disposição com biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos; incineração dos resíduos; recuperação de áreas degradadas; lançamento na rede coletora de esgoto; bem como aplicações industriais diversas tais como fabricação de tijolos ou outros materiais de construção. A busca por soluções economicamente viáveis e ambientalmente vantajosas para o tratamento e disposição final de lodos de ETAs continua sendo um grande desafio em todos os países, principalmente no Brasil, onde esse assunto está em seu início. Dentre as várias soluções de aproveitamento e disposição final para o Estado do Tocantins destacam-se: a fabricação de cerâmica vermelha, o aterro sanitário e a recuperação de áreas degradadas.

**Palavras-chave:** Lodo de ETA; disposição final; reaproveitamento.

### REUSE AND FINAL DISPOSAL OF WATER TREATMENT PLANTS SLUDGES IN THE MUNICIPALITY OF PALMAS – TO

#### ABSTRACT

The sludge produced in Water Treatment Plants (WTPs) has been disposed inappropriately, mostly in rivers without prior treatment. However, the laws in Brazil are demanding a change in behavior. The greater potential uses for the state of Tocantins are: landfills, controlled disposal in certain soil types, co-disposal with biosolids generated in wastewater treatment plants, incineration, recovery of degraded areas, discharge in sewage disposal system, as various industrial applications such as manufacture of bricks or other building materials. The search for solutions economically viable and environmentally beneficial for the treatment and disposal of sludge from water treatment plants remains a major challenge in all countries, especially in Brazil, where this subject is in its infancy. Among the various solutions of reuse and final disposal for the state of Tocantins can be highlighted: the manufacture of clay products, landfill and recovery of degraded areas.

**Keywords:** WTPs sludge; final disposal ; reuse.

---

Trabalho recebido em 02/02/2012 e aceito para publicação em 15/04/2013.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Endereço para correspondência: Av. NS 15 ALC NO 14, 109 Norte, Bloco II, Sala 11 - Laboratório de Resíduos Sólidos - Palmas - TO - CEP: 77001-090 – Brasil. E-mail: camilatakada@hotmail.com. Telefone: (63)8442-9580

<sup>2</sup> Professor Doutor Adjunto IV da Universidade Federal do Tocantins (UFT).

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT).

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT).

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da globalização e com a respectiva elevação do consumo de água o homem passou a buscar novas formas de obter água em boas condições de uso. A Estação de Tratamento de Água (ETA) é o local onde se localizam as instalações e equipamentos destinados a realizar o tratamento de água advinda dos mananciais, ou seja, onde ocorre a transformação de água inadequada para o consumo humano em água dentro dos padrões de potabilidade.

Os principais processos utilizados em ETA são: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação (SABESP, 2012). Esses sistemas de tratamento de água geram um resíduo denominado lodo de água, e é originado, na maioria das vezes, na fase de decantação e filtração.

A ABNT (2004) classifica o lodo proveniente de ETA como resíduo sólido, e como tal, sua disposição deve estar dentro dos critérios estabelecidos pela mesma.

No Brasil, grande parcela das ETAs dispõe o lodo de água de forma inadequada. Na maioria das vezes o lodo in natura é lançado em coleções de água superficiais (CORDEIRO, 2001).

As Leis 9.433, de 8 de janeiro de 1997 – “Política Nacional de Recursos

Hídricos”, e 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 – “Crimes Ambientais” apresentam condições que deverão exigir nova postura dos gestores das ETAs acerca dos resíduos gerados e de sua disposição no meio ambiente (CORDEIRO, 2001). Dessa forma alternativas adequadas de tratamento e de disposição final do lodo de água deverão ser adotadas.

Os principais destinos finais para os lodos de ETA são: aterros sanitários, disposição no solo, co-disposição com biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos, incineração dos resíduos, lançamento na rede coletora de esgoto e aplicações industriais diversas tais como fabricação de tijolos ou outros materiais de construção (UNICAMP, 2012).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo a metodologia empregada foi uma análise de diversos artigos publicados na área acerca do reaproveitamento e disposição final de lodos de ETAs no Brasil, assim como visitas às estações do município de Palmas a fim de verificar as metodologias de disposição utilizadas, bem como algumas características de aspectos visuais do lodo a fim de possibilitar a identificação dos potenciais de utilização do lodo, para conversão deste resíduo em matéria-prima

ou ainda propiciar uma disposição adequada do mesmo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Caracterização de lodos de ETAS

O lodo de ETA representa de 0,3 a 1,0% do volume de água tratada. Em sua composição é encontrado 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 (RICHTER, 2001).

A quantidade de lodo produzida em determinada ETA dependerá de fatores como: partículas presentes na água bruta; concentração de produtos químicos aplicados ao tratamento; tempo de permanência do lodo nos tanques; forma de limpeza dos mesmos; eficiência da

sedimentação; entre outros (CORDEIRO, 2001).

A qualidade do lodo de água varia de acordo com a qualidade da água bruta tratada, os produtos químicos utilizados em seu tratamento, o tempo de permanência da água nos decantadores e o tipo de tecnologia de tratamento (SARON E LEITE, 2001).

A caracterização do lodo de água deve ser realizada de acordo com a disposição final desejada. A tabela 01 apresenta alguns parâmetros que permitem a avaliação geral do lodo para seus possíveis usos. Em casos específicos de uso do lodo alguns parâmetros podem ser omitidos ou acrescidos, de acordo com a necessidade de caracterização.

**Tabela 01** - Parâmetros de caracterização de lodos de ETA.

PARÂMETROS FÍSICOS	PARÂMETROS QUÍMICOS
Concentração de sólidos	Nutrientes
Cor	Nitrogênio
Textura	Fósforo
Teor de umidade	Potássio
Granulometria	Cálcio
Limite de liquidez	Toxicidade
Limite de plasticidade	Metais
Densidade	Orgânicos
Peso específico	Coliformes
Retração	Ph

**Fonte:** Adaptado de AWWA (1999).

### **Utilização de lodos de ETAS**

A disposição adequada de lodos de ETAs e seu aproveitamento estão sendo considerados como oportunidades de lucro, redução de custos e minimização de impactos ambientais.

Os lodos de ETAs são caracterizados por possuírem grande umidade, assim, um objetivo para se trabalhar mais facilmente com esse resíduo é a redução do volume, que facilita a disposição final, o custo de transporte e os riscos de poluição do meio ambiente (CORDEIRO, 1999). Para a disposição nas Estações de Tratamento de Esgoto não é necessário essa redução do volume do lodo.

Entre os métodos mais comumente utilizados para melhorar as condições dos lodos para disposição final podem ser citados a desidratação natural em lagoas e leitos de secagem, o adensamento mecânico em centrífugas, concentradores por gravidade de dupla célula, filtros a vácuo, filtros-prensa de placas ou de esteiras e leitos de secagem a vácuo (BIDONE et al, 2001).

No município de Palmas-TO o lodo das ETAs é disposto *in natura* em uma área localizada no pátio da própria ETA, ou seja, não há o reaproveitamento nem disposição final adequada.

Os usos benéficos de maior potencial de utilização para o município de Palmas-

TO são: aterros sanitários; recuperação de áreas degradadas; lançamento na rede coletora de esgoto; fabricação de artefatos cerâmicos; incorporação em matriz de concreto; bem como fabricação de cerâmica vermelha.

### **Recuperação de Áreas Degradadas**

Segundo Moreira et al. (2008), o lodo proveniente da ETA pode ser utilizado na recuperação de áreas degradadas por cascalheira pois este auxilia na imobilização de Al trocável e Pb disponível no solo, auxilia ainda na distribuição horizontal de matéria orgânica, Ca trocável, Mn e P disponíveis, entre outros benefícios (MOREIRA *et al.*,2008).

O lodo de ETA poderia ser utilizado na recuperação das áreas degradadas de Palmas-TO possibilitando a regeneração dessas áreas de forma mais rápida.

### **Fabricação de Artefatos Cerâmicos**

Abreu e Bruno (2011) comprovaram ser possível a incorporação de lodo de ETA na fabricação de artefatos cerâmicos, e afirmam que esta pesquisa é importante para a preservação do planeta, pois além de investir na sustentabilidade e economizar os recursos naturais para tal prática, reduz o descarte de resíduos. Pozzobon et al (2009) acrescentam que as peças cerâmicas contendo lodo são impróprias para a

confeção de utensílios que fiquem em contato com alimentos ou bebidas, sendo, portanto, mais adequado para peças decorativas.

Diversos artefatos cerâmicos são produzidos de forma artesanal no município de Palmas-TO que poderiam estar agregando o lodo de ETA em seus trabalhos.

### **Incorporação em Matriz de Concreto**

Hoppen *et al.* (2005) analisou a incorporação do lodo de ETA, in natura – obtido diretamente na centrífuga, em matriz de concreto. Ele percebeu que os traços com até 5% de lodo podem ser aplicados em situações que vão desde a fabricação de artefatos e blocos até a construção de pavimentos em concreto de cimento Portland. Já as misturas com teores acima de 5% têm sua utilização restrita a aplicações em que a trabalhabilidade não é um parâmetro primordial, como contra pisos, calçadas e pavimentos residenciais.

Richter (2001) afirma que os principais componentes do cimento são encontrados também nos lodos de água, podendo ser utilizado na produção de cimento em determinadas proporções.

Devido ao exponencial crescimento do setor da construção civil em Palmas-TO, cujo principal material utilizado é o

concreto, vê-se a possibilidade da incorporação de lodo de ETA para a confecção deste material.

### **Fabricação de Cerâmica Vermelha**

A adição de lodo de ETA na argila para fabricação de cerâmica vermelha alterou as propriedades mecânicas do produto, entretanto o produto ainda apresentou propriedades dentro dos limites estabelecidos para cerâmica vermelha para uso em construção civil.

Sartori e Nunes (1997) dizem que o lodo de água pode ser utilizado na fabricação de tijolos, telhas, manilhas de grés e produtos de louças.

Teixeira et al (2006) mostram que o lodo de ETA pode ser incorporado em massa cerâmica usada para produzir tijolos e telhas. As propriedades físicas e cerâmicas do lodo e, principalmente, da argila irão definir a possibilidade ou não de incorporação e a concentração, para cada temperatura de queima.

A incorporação de 5% apresentou resultados próximos aos obtidos sem a adição de lodo de ETA na produção de argila vermelha, sendo indicada caso a incorporação de lodo de ETA em cerâmica seja a alternativa adotada. Ademais, acredita-se que a viabilidade do tratamento e incorporação de lodo de ETA em blocos cerâmicos depende da ação conjunta dos

STA em nível de comitês de bacia (MORUZZI e FERRARI, 2008).

Ferreira et al (2009) afirma que traços que apresentam lodo incorporado em níveis superiores a 5% não oferecem condições de manufatura de artefatos. Porém, Paixão (2005) diz ser possível o aproveitamento do lodo de ETA estudado em cerâmica vermelha para adições de até 10% do lodo à argila.

O município de Palmas-TO conta com indústrias no ramo de fabricação de cerâmica, telhas e tijolos, onde poderia ser incorporado o lodo das ETAs. Seria viável para a ETA, que teria um destino adequado para o seu lodo, para o empreendedor que reduziria custo do produto final e para o meio ambiente, pois a quantidade de matéria-prima extraída seria reduzida.

### **Disposição em Aterros Sanitários**

O aterro sanitário apresenta-se como uma alternativa ainda viável para o tratamento e a disposição final de lodos de ETAs no Brasil, devido à disponibilidade de áreas economicamente acessíveis nas cidades de pequeno e médio porte (BIDONE et al, 2001).

Em Palmas – TO há o aterro sanitário que tem a possibilidade de receber o lodo das ETAs para a disposição final, inclusive para utilizá-lo como material de cobertura para as células.

### **Disposição em Estações de Tratamento de Esgotos (ETE)**

As ETEs consistem em uma das maneiras mais baratas de disposição de lodos de ETA (REALI, 1999).

O lodo de água pode ser disposto na ETE desde que a vazão e a quantidade de lodo sejam reguladas, pois podem interferir no tratamento e alterar de forma relevante a capacidade da rede de recepção deste material, além de ser necessária a verificação da capacidade da rede coletora de esgoto de atender o aumento da vazão de efluente (DI BERNARDO; CARVALHO; SCALIZE, 1999).

Rosario (2007) ressalta que a inserção deste resíduo proveniente da ETA não causa efeitos tóxicos a microrganismos, havendo somente uma alteração nas características da água como turbidez, sólidos suspensos, e ainda melhorando a qualidade do efluente final, porém aumentando consideravelmente a concentração de lodo nas ETEs.

A ETE do município de Palmas – TO poderia receber esse lodo de ETA com a finalidade de tratá-lo, mas seria necessária uma avaliação prévia da capacidade de recepção da ETE e da qualidade do lodo.

### **Compostagem**

Ultimamente pesquisas estão sendo realizadas para utilização de lodos de

ETAs em compostagem, utilizando-se o sistema em leiras, juntamente com restos vegetais, resíduos sólidos domésticos e biossólidos.

O lodo de ETA em compostagem de biossólidos e resíduos de poda tem a finalidade de aumentar o teor de umidade nas leiras (SILVA e FERNANDES, 1998).

Carvalho (2006) afirma que a co-compostagem do lodo de ETA elimina seu caráter poluidor, podendo assim, o composto, ser utilizado sem prejuízo algum ao meio ambiente, diferentemente de o lodo ser disposto *in natura* no ambiente.

AWWA (1992) diz que a qualidade do composto não é alterada pela adição do lodo. Assim, esta destinação final é adequada.

A capital do Estado do Tocantins, tida como a Capital Ecológica por possuir diversos jardins e áreas verdes, produz quantidade significativa de resíduos de poda e jardinagem, que juntamente com o lodo de ETA podem ser utilizados para a compostagem.

#### 4. CONCLUSÕES

O lodo de ETA do município de Palmas – TO tem como potenciais usos a incorporação de lodo de ETA na fabricação de cerâmica vermelha,

disposição em aterros sanitários e a recuperação de áreas degradadas.

A incorporação do lodo de ETA na fabricação de cerâmica vermelha, além de ser uma forma de disposição desse resíduo, mostra-se uma alternativa ambientalmente correta, visto que reduz a quantidade de matéria-prima necessária para sua fabricação. Sendo assim, esta seria a alternativa que apresentaria maior benefício ao meio ambiente. Há ainda a disposição no aterro sanitário, onde o lodo seria utilizado como material de cobertura e a recuperação de áreas degradadas, em que o resíduo da ETA auxiliaria na recomposição dessas áreas.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ABREU, Chrystiano; BRUNO, Ricardo. Utilização do lodo proveniente do tratamento de água para fabricação de artefatos cerâmicos. Disponível em: <  
[http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Biblioteca\\_Detalhe.aspx?codigo=1175](http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Biblioteca_Detalhe.aspx?codigo=1175)>. Acesso em: 09 nov. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10.004: **Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- AWWA- American Water Works Association. Commercial application and marketing of water plant residuals. American Water Works Association Research Foundation:1999.
- AWWA- American Water Works Association. Landfilling of water

- treatment plant coagulant sludge's. USA: AWWARF, 1992.
- BIDONE, F.; SILVA, A. P.; MARQUES, D. M. *Lodos produzidos nas Estações de Tratamento de Água (ETAs): desidratação em leitos de secagem e codisposição em aterros sanitários*. In: ANDREOLI, C.V. (coord.) Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final. Rio de Janeiro: RiMa / ABES / PROSAB, 2001. p. 121 – 142.
- CARVALHO, J. V. S. Co-compostagem de lodo de ETA e sua viabilidade agrônômica.** In: XLVI Congresso Brasileiro de Química. **Anais**. Salvador. 2006. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2006/trabalhos2006/13/32-IC-617-802-13-T2.htm>>. Acesso em: 09 jan 2012.
- CORDEIRO, J. S. Importância do tratamento e disposição adequada dos lodos de ETAs. In: REALI, M. A. P. (Coord.). **Noções Gerais de Tratamento de Disposição Final de Lodos de ETA**. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 1999. p.169 - 202.
- CORDEIRO, J. S., Processamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs). In: ANDREOLI, C.V. (coord.) Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final. Rio de Janeiro: RiMa / ABES / PROSAB, 2001. p. 121 – 142.
- DI BERNARDO; CARVALHO; SCALIZE. Disposição de Resíduos líquidos de ETAs em ETEs. In: REALI, M. A. P. (Coord.). **Noções Gerais de Tratamento de Disposição Final de Lodos de ETA**. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 1999. p.169 - 202.
- FERREIRA, B. S.; REGO, V. B.; CALIARI, P. C. Caracterização de lodo de eta para a incorporação em concreto e fabricação de tijolos. In: 2º Encontro Nacional de Tecnologia em Química. **Anais Salvador**. 2009. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/entequi/2009/trabalhos/18-4345.htm>>. Acesso em: 09 jan 2012.
- HOPPEN C. et al. Co-disposição de lodo centrifugado de estação de tratamento de água (ETA) em matriz de concreto: método alternativo de preservação ambiental. **Cerâmica JCR**, São Paulo, v. 51, n. 318, p. 85-94, 2005.
- MOREIRA, Ricardo C. A. et al. Estudo geoquímico da disposição de lodo de estação de tratamento de água em área degradada. **Química Nova**, São Paulo, n. 8, vol. 32, p. 2085 – 2093, 2009.
- MORUZZI, R. B.; FERRARI, T. N. *Incorporação do lodo gerado na Estação de tratamento de água (ETAII) do município de Rio Claro-SP em argila utilizada para a produção de cerâmica vermelha*. In: 4º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. Ponta Grossa: 2008.
- PAIXÃO, L.C.C. Aproveitamento de Lodo de Estação de Tratamento de Água em Cerâmica Vermelha. 2005. 127 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- POZZOBON, J. C. et al. *Aplicação de lodo de estação de tratamento de água para a produção de cerâmica artística*. In: IV Congresso da Academia Trinacional de Ciências, Foz Do Iguaçu, PR, 2009. Disponível em: <<http://www.foz.unioeste.br/~lamat/publiclodo/lodocbc2010.pdf>> Acesso em: 09 jan. 2012.

- REALI, M. A. P. Principais características quantitativas e qualitativas do lodo de ETAs. In: REALI, M. A. P. (Coord.). **Noções Gerais de Tratamento de Disposição Final de Lodos de**
- ETA.** Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 1999. p.169 - 202.
- RICHTER, Carlos A. **Tratamento de lodos de estação de tratamento de água.** 1. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001, 112 p.
- ROSARIO, C.G.A. Avaliação da disposição de lodo gerado numa estação de tratamento de água em reator anaeróbio de fluxo ascendente e manto de lodo (*UASB*). 2007. 119 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Tratamento de Água.** Disponível em:<<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47>>. Acesso em: 09 jan. 2012.
- SARON, A. ; LEITE, V. M. A. Quantificação de lodo em estação de tratamento de água. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais.** João Pessoa: 2001.
- SILVA, S. M.; FERNANDES, F. Co-compostagem de biosólidos, lodo de tratamento de água e resíduos de podas de árvores. In: XXVI Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria Y Ambiental, Lima, Peru, **Anais.**1998. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidi/s/resisoli/peru/brares187.pdf>> Acesso em: 09 jan. 2012.
- TEIXEIRA, S. R. ; et al. **Efeito da adição de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades de material cerâmico estrutural.** Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/ce/v52n323/32092.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2012.
- UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. **Tratamento e disposição de lodo (ETA).** Disponível em:<<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/modulos/saneamento/lodo/lodo.htm#Alternativas%20de%20disposi%C3%A7%C3%A3o%20final%20do%20lodo%C2%A0>>. Acesso em: 09 jan. 2012.