

# **ESTUDO DA DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

Flaviano José Anhanha Caetano<sup>1</sup>, Rodrigo de Almeida Silva<sup>2</sup>, Patrícia Dalla Lana Michel<sup>3</sup>.

1 Acadêmico de Engenharia Civil IMED. flavianocaetano@hotmail.com

2 Coorientador. Doutor em Engenharia. IMED. rodrigo.silva@imed.edu.br

3 Orientadora. Mestre em Engenharia Civil. IMED. patricia.michel@imed.edu.br

## **1 INTRODUÇÃO**

O crescimento populacional ocasiona um aumento proporcional na demanda por água potável. No processo de tratamento a água é captada na forma bruta dos mananciais, geralmente imprópria para o consumo humano. Para que a água bruta se transforme em água potável, deverá ser tratada e atender aos padrões exigidos pela legislação. No Brasil o método convencional é o mais empregado, os processos utilizados para esse tipo de tratamento fornecem água potável, mas também geram resíduos, sendo os principais: a água resultante da lavagem dos filtros e o lodo.

Contudo a maioria das Estações de Tratamento de Água (ETAs) do Brasil lança esses resíduos diretamente em cursos de água próximo da estação, causando grandes problemas ambientais. Estima-se que existam no Brasil 7.500 estações de tratamento de água no sistema convencional, as quais geram uma média de 2.000 ton./dia de lodo. A NBR 10.004/2004 classifica o lodo gerado nos decantadores como resíduo sólido e a sua destinação final está regulamentada pela Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010).

Conforme Di Bernardo, Dantas e Voltan (2012), na busca por alternativas para atenuar os problemas gerados pela destinação final do lodo de ETAs, destacam-se as seguintes: acomodação em aterros sanitários, utilização para a fabricação de materiais na construção civil, utilização para a execução de base em alguns tipos de pavimentos, incineração dos resíduos, regeneração do coagulante presente no lodo de ETA.

O tratamento e a destinação do lodo das ETAs com viabilidade econômica e ambientalmente correta são desafios no Brasil e no mundo. Sendo assim, são necessários pesquisas e estudos a respeito do tema na busca por alternativas que atendam as exigências legais e diminuam os custos elevados. Desta maneira o presente trabalho teve como objetivo discutir através da análise de pesquisas e estudos, as técnicas existentes para o tratamento e a destinação final de lodo de ETAs.

## **2 METODOLOGIA**

Foi realizado um levantamento bibliográfico ou pesquisa teórica para a obtenção de subsídios pertinentes ao tema “Estudo da Disposição dos Resíduos de Lodo de Estação de Tratamento de Água”. Em seguida, foram comparadas as pesquisas, as informações e os resultados apresentados pelos autores citados no estudo, atendendo a legislação e normas técnicas brasileiras referentes ao tema.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 POSSÍVEIS TRATAMENTOS PARA O LODO DE ETA**

A Norma NBR 10.004/2004 considera o lodo de ETA como resíduo sólido, devendo ser tratado e destinado de acordo com a regulamentação específica para esse resíduo. De acordo com Achon e Cordeiro (2015), o lodo de ETA deve ser gerido de tal forma cumprir às

proposições da Lei 12.305/2010. A Lei também determina que os rejeitos devam ter a sua disposição final ambientalmente adequada, com distribuição ordenada de em aterros, observando normas operacionais específicas. Já os resíduos deverão ter uma destinação final ambientalmente adequada, através da reutilização, reciclagem, recuperação ou aproveitamento.

Conforme Dandolini (2014), entre as alternativas existentes para o tratamento dos resíduos relacionam-se as seguintes: aplicação de lodo em materiais cerâmicos, adicionar a produtos à base de cimento; utilização como base para pavimentação de estradas e recuperação de coagulante.

### **3.1.1 Aplicação em cerâmicos**

Em função da sua constituição, o lodo de ETA possui muito potencial para a reciclagem, empregado na fabricação da cerâmica vermelha. O lodo pode ser utilizado na produção de tijolos, blocos e telhas cerâmicas, principalmente quando os seus resíduos possuírem argila, silte, areia e coagulante. O teor de umidade máximo de 20%, a baixa quantidade de matéria orgânica e da cal, são fatores que possibilitam qualidade no produto cerâmico (DI BERNARDO, DANTAS E VOLTAN, 2012).

Segundo Teixeira et al. (2006), o lodo da ETA utilizado em seus estudos piorou as propriedades da cerâmica utilizada. Contudo, suas propriedades se mantiveram dentro dos valores limites aceitáveis, o que faz com essa possibilidade de uso seja possível. Para que o lodo de ETA possa ser aproveitado na indústria cerâmica, deve-se avaliar a viabilidade técnica da alternativa. Pesquisas são necessárias para verificação do comportamento das propriedades mecânicas, retração e absorção de água (DI BERNARDO e PAZ, 2008).

### **3.1.2 Aplicação em materiais cimentícios**

O lodo de ETA pode ser incorporado em misturas com o cimento, pelo fato de possuir propriedades e características parecidas com as do cimento Portland. No entanto o lodo não é recomendado para a produção de concretos, pois em função de suas características variadas, o seu uso fica inviabilizado. Todavia faltam estudos a respeito, para que possa ser determinada uma dosagem conforme o tipo de cimento (DI BERNARDO, DANTAS E VOLTAN, 2012).

De acordo com Andreoli (2006), alto grau de absorção de água no concreto dosado não permite que o lodo de ETA seja utilizado em estruturas de concreto que necessitam um alto grau de durabilidade. Entretanto, se forem realizados ensaios específicos o lodo poderá ser utilizado em artefatos, estruturas pré-moldadas e construção de pavimentos em concreto. Outra possibilidade é adicionar o lodo de ETA aos resíduos da construção civil para produzir contra pisos, produção de argamassas para assentamento e blocos de concretos sem a função estrutural.

### **3.1.3 Base e sub-base de estradas**

Para Souza e Motta (2017), a utilização de lodo de ETA em misturas com pó de pedra e aditivo químico (cimento Portland Z 32), possui viabilidade técnica, para utilização como base ou sub-base na pavimentação de rodovias. Para chegar a essa conclusão eles realizaram profundos estudos, onde foram efetuados ensaios de caracterização físicos e mecânicos. Concluíram que de maneira geral as misturas atingiram os objetivos de suas pesquisas. No entanto recomendam o desenvolvimento de mais pesquisas sobre o tema.

Coelho et al. (2015), utilizaram um solo argiloso e um solo arenoso, para verificar a viabilidade técnica da mistura com lodo de ETA na utilização como base, sub-base e subleito em pavimentação de rodovias. Verificaram baseando-se nas determinações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), que as misturas dos solos com o lodo de

ETA podem ser utilizadas na camada de subleito de pavimentação. E somente a mistura de solo arenoso com 10 % de cimento foi aprovada para utilização como base de pavimento. Ainda conforme Coelho et al. (2015), é possível utilizar o lodo de ETA em camadas de pavimentos, auxiliando para minimizar o seu impacto ambiental. Entretanto são necessários mais estudos para verificar a viabilidade da utilização de lodo na pavimentação de rodovias.

### **3.1.4 Regeneração de coagulantes**

Entre as muitas formas para tratamento do lodo de ETA, existe a regeneração de coagulantes, com a posterior reciclagem do coagulante regenerado na estação de tratamento. A recuperação dos coagulantes contido no lodo de ETA permite reciclagem dos produtos químicos utilizados no tratamento e a diminuição do seu volume. Além de reduzir os custos e os problemas ocasionados pela destinação final do lodo de ETA (REALI, 1999).

A recuperação de coagulantes é uma tecnologia alternativa empregada em muitos países, para a correta destinação dos resíduos de ETA. Essa prática visa à retirada da grande quantidade de água presente nesses resíduos. A técnica vem ao encontro a uma das maiores dificuldades nesse contexto, que é reduzir o volume de lodo gerado e reduzir os volumes que serão dispostos (ANDREOLI, 2001).

Entre as principais vantagens em recuperar os coagulantes presentes em lodo de ETA destacam-se: a redução do volume do lodo, reciclagem dos coagulantes, diminuição dos metais pesados presentes no lodo e aumento da facilidade para desidratar o lodo. As desvantagens são maior quantidade de serviços operacionais, maior utilização de produtos químicos e a necessidade de novas unidades na ETA (DANDOLINI, 2014).

Segundo Reali (1999), em sua pesquisa os coagulantes recuperados foram utilizados em teste para o tratamento físico-químico de efluentes e águas como, por exemplo: efluentes de lavanderia industrial, efluentes da indústria têxtil, água com cor elevada, água com turbidez elevada, esgoto bruto entre outros. Os resultados demonstraram que a eficácia do coagulante recuperado foi semelhante ao sulfato de alumínio comercial.

Conforme Freitas et al. (2005), realizaram ensaios utilizando ácido sulfúrico para recuperação ácida de coagulantes presentes em lodo de ETA. Concluíram que o coagulante recuperado obteve desempenho semelhante ao comercial para os testes de jarro para o tratamento de esgoto. Com relação aos custos concluiu que os custos do coagulante regenerado são parecidos com o do coagulante comercial.

Keeley et al. (2012), empregaram a ultrafiltração para a recuperação de coagulante presente em lodo de ETA, para posterior utilização no tratamento de água. No entanto concluíram que esse método é inviável economicamente, pois para que o coagulante recuperado consiga níveis mínimos de qualidade para a utilização em tratamento de água potável, o processo tem um custo muito elevado.

Dandolini (2014) conclui, através de testes em água bruta, que o coagulante recuperado pode ser usado para tratamento de água potável, atendendo as exigências da Portaria 2.914/2011.

Ainda conforme Dandolini (2014) existem quatro tipos de recuperação de coagulantes para lodos de ETAS, relacionadas a seguir: recuperação por via ácida, recuperação por via alcalina, a extração através de solventes orgânicos e a extração por meio de quelantes. Contudo, a via ácida para a recuperação de coagulante comprovou ter maior eficiência técnica e econômica.

## **3.2 DESTINAÇÃO FINAL PARA O LODO DE ETA**

De acordo com Achon e Cordeiro (2015), os métodos mais comuns utilizados para a disposição final do lodo são: a disposição em aterros sanitários, à disposição no solo e a incineração. Os métodos para disposição final do lodo são descritos a seguir:

### 3.2.1 Disposição em aterros sanitários

A disposição em aterros, embora possua um alto custo e restrições ambientais, demonstrou ter viabilidade para destinação final de resíduos. Contudo, no que se refere ao gerenciamento de resíduos sólidos moderno, o método deixa a desejar nos quesitos de minimização, reuso e reaproveitamento dos resíduos (KATAYAMA, 2012).

### 3.2.2 Aplicação no solo

A destinação do lodo de ETA no solo demonstrou ser um método com boa viabilidade, considerando que o lodo possui grande quantidade de matéria orgânica, argilas, micro e macro nutrientes, alumínio e ferro, os quais são encontrados com muita frequência no solo. No entanto, existem algumas ressalvas referentes às altas concentrações de alumínio, visto que poderão reduzir a disponibilidade de fósforo e serem tóxicas a alguns tipos de cultivos (WAGNER e PEDROSO, 2014).

### 3.2.3 Incineração

A incineração do lodo é outra maneira para realizar a sua destinação final. As desvantagens desse método são os custos elevados e a geração de cinzas, os resíduos gerados pela incineração irão necessitar de disposição final adequada ou deverão ser incorporados em algum de produto (RODRIGUES, 2015).

## 4 CONCLUSÕES

O tratamento e a destinação final do lodo de ETA estão ligados à composição desse material. Esses parâmetros oscilam muito e dependerão de algumas características como: tipo e qualidade da água bruta, tecnologia do tratamento e dosagem dos produtos químicos utilizados na operação da ETA.

Com relação às alternativas discutidas nesse trabalho para o tratamento de lodo de ETA, sendo as seguintes: aplicação de lodo em materiais cerâmicos, adição em produtos à base de cimento, utilização como base para pavimentação de estradas e recuperação de coagulante. Demonstraram possuir viabilidade técnica, mas com algumas restrições específicas de cada caso. No que se refere às alternativas propostas nesse trabalho para destinação final do lodo de ETA, sendo as seguintes: a disposição em aterros sanitários, à disposição no solo e a incineração. Sinalizaram positivamente para implementação no Brasil, mas são trabalhos incipientes necessitando de mais pesquisas para obterem resultados conclusivos.

Devido o tema ser complexo, não pode ser apontada somente uma alternativa para o tratamento e disposição final pra o lodo de ETA. Deve-se desenvolver mais pesquisas em relação ao assunto abordado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT– ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos Sólidos - classificação**. NBR 10.004. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004.
- ACHON, C.L.; CORDEIRO, J.S. **Destinação e Disposição Final de Lodo Gerado em ETA - Lei 12.305/2010**. XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento. De 24 a 29 de maio de 2015 – Poços de Caldas – MG, 2015.
- ANDREOLI, C. V.. **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e Disposição final**. Rio de Janeiro: ABES, 2001. Projeto PROSAB, seção 2 Processamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs).
- BRASIL (2010). **Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Congresso Nacional, Brasília, DF, 2010.

BRASIL. **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011.** Brasília, DF, 14 de dezembro de 2011: Diário Oficial da União, 2011.

COELHO, R. V.; TAHIRA, F. S.; FERNANDES, F.; FONTENELE, H. B.; TEIXEIRA, R. S. **Uso de lodo de estação de tratamento de água na pavimentação rodoviária.** Revista eletrônica de engenharia civil, vol. 17, n. 2, p. 11-22, 2015.

DANDOLINI, I., **Reciclagem do lodo de estação de tratamento de água:** produção de coagulante por lixiviação ácida. 2014. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Escola De Engenharia, Universidade Federal Do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

DI BERNARDO, Luiz; PAZ, Lyda Patricia Sabogal. **Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água.** São Carlos: LDiBe Editora, 2008. 878 p.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. DI B.; VOLTAN. P.E.N. **Métodos e técnicas de tratamento e disposição dos resíduos gerados em estações de tratamento de água.** São Carlos: LDIBE, 2012. 540 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 141/2010:** Especificação granulométrica para bases estabilizadas, Rio de Janeiro, 2010.

DANDOLINI, I., **Reciclagem do lodo de estação de tratamento de água:** produção de coagulante por lixiviação ácida. 2014.

FREITAS, J.G.d., FERREIRA Filho, S.S., PIVELI, R.P. **Viabilidade técnica e econômica da regeneração de coagulantes a partir de lodos de estações de tratamento de água.** Eng. sanit. ambiente, 2005, 137-145.

KATAYAMA, V.T.; **Quantificação da produção de lodo de estações de tratamento de água de ciclo completo: uma análise crítica.** Dissertação de mestrado em Engenharia Hidráulica. São Paulo, 2012.

KEELEY, J., JARVIS, P., JUDD, S.J. An economic assessment of coagulant recovery from water treatment residuals, **Desalination**, v.287, p.132-137, 2012.

REALI, M. A. P.. **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água.** Rio de Janeiro: ABES, 1999. Projeto PROSAB, Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água.

RODRIGUES, F. N.; **Caracterização dos resíduos da estação de tratamento de água da UFLA e aproveitamento na confecção de tijolos de solo cimento.** Lavras. UFLA, 2015.

SOUZA, C. M. A.; MOTTA, M. F. B.. **Reutilização de resíduos sólidos de estação de tratamento de água em misturas com aditivos químicos para base e sub-base de pavimentação.** In: II SIPET, 2017, Lorena. II SIPET - Inovação tecnológica na engenharia, 2017.

WAGNER, L. F.; PEDROSO, K.; **Disposição de Resíduos das Estações de Tratamento de Água.** Technoeng, Ponta Grossa/PR, dez. 2014. Disponível em: [www.faculdadespontagrossa.com.br/revistas/index.php/technoeng/article](http://www.faculdadespontagrossa.com.br/revistas/index.php/technoeng/article). Acesso em: 1º de abr. de 2017.