



## USO DO LODO CENTRIFUGADO NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM MATRIZ DE CONCRETO

MARCIO ANTONIO FERREIRA CAMARGO; LAURA MAIA RIBEIRO DUARTE;  
CARMEN APARECIDA CARDOSO MAIA CAMARGO

### RESUMO

A globalização e aumento populacional tem acarretado em impactos ambientais preocupantes, o que torna imprescindível a busca por alternativas que reduzam a poluição ambiental. O tratamento de água é indispensável para que a água consumida seja com qualidade, no entanto, durante esse processo é gerado um resíduo que pode causar malefícios ao ser humano e ao ambiente se não disposto corretamente. O lodo produzido na Estação de Tratamento de Água (ETA), tem uma alternativa de disposição final segura ambientalmente e economicamente viável, a sua incorporação na construção civil, mais especificamente nas matrizes de concreto. Assim sendo, a presente pesquisa tem como principal objetivo analisar a viabilidade do uso do lodo de ETA em matriz de concreto como uma alternativa para a preservação ambiental, para tanto, o estudo, orientou-se por uma revisão bibliográfica de cunho qualitativo. Os resultados da pesquisa são favoráveis à incorporação do lodo de ETA as matrizes de concreto, uma vez que, essa disposição final auxilia na redução dos impactos ambientais tanto na disposição incorreta do resíduo quanto nos impactos gerados pela mineração de jazidas para a fabricação de cimento. Conclui-se que o uso do lodo de ETA matriz de concreto, como um método alternativo de preservação ambiental é válido, uma vez que além ofertar uma disposição final ao lodo que não cause impactos ambientais.

**Palavras chave:** sustentabilidade; ETA; construção civil; qualidade de vida; resíduos

### 1 INTRODUÇÃO

A busca por melhoria na qualidade de vida das pessoas é alvo de discussões e reflexões frequentes, encontrar formas de viver em equilíbrio com o ambiente mantendo uma vida saudável é uma das maiores preocupações da atualidade. A intensidade na urbanização mundial, assim como, o aumento exacerbado na produção de resíduos sólidos, tem ameaçado cada dia mais essa realidade.

Os resíduos produzidos em larga escala e que nem sempre possuem uma destinação final adequada, ocasionam grandes impactos no meio ambiente, incluindo a poluição da atmosfera, do solo e dos recursos hídricos.

Associado ao problema de urbanização o crescimento populacional descontrolado também acrescenta seus nocivos ao meio ambiente. A maior parte do crescimento urbano aconteceu sem planejamento no âmbito de saneamento e saúde. A necessidade de entrega de água potável se tornou um assim grande problema para as Estações de Tratamento de Água (ETA), já que para garantir a demanda de água potável para esses centros urbanos a ETA gera quantidades enormes de resíduos.

Para livrar a água das impurezas e torna-la própria para o consumo humano, ela passa por várias etapas dentro da ETA. Ao final do processo de decantação, ficam reservadas essas impurezas e as sobras dos resíduos químicos usados durante o tratamento. A essa junção dá-se

o nome de lodo.

Esse lodo se tornou uma preocupação crescente uma vez que a disposição final pode causar malefícios ao meio ambiente e também a saúde humana. Dentre as possíveis destinações do lodo de ETA, o seu uso na construção civil vem sendo visto como uma alternativa viável de reaproveitamento do mesmo, de forma que ele seja transformado em matéria-prima usada na industrial.

Considerando a importância de se dar uma destinação final ao lodo de ETA que não polua ao meio ambiente a presente pesquisa objetiva analisar a funcionalidade do uso do lodo de ETA em matriz de concreto como opção de preservação ambiental. Além de elucidar o processo de formação do lodo de ETA, elencar os malefícios causados pelo lodo de ETA ao meio ambiente e a saúde e analisar a inserção do lodo de ETA na indústria de construção civil.

## **2 METODOLOGIA**

Trata-se de uma pesquisa revisão bibliográfica de cunho qualitativo, na busca de atingir os objetivos da presente pesquisa. Foram utilizados os principais sites de plataformas eletrônicas como Scientific Electronic Library Online (SciELO), além de publicações feitas em livros, teses, monografias, publicações avulsas. A busca foi realizada no período compreendido entre fevereiro e junho 2022.

Como critério de inclusão, foram artigos completos, redigidos em português, espanhol e inglês. A busca abrangeu publicações a partir de 2000 e. que alinhasse com o objetivo proposto na pesquisa. Optou-se pela exclusão de publicações, que após a leitura, constatou-se duplicidade, publicações anteriores a 2000, além de estudos em que o título, os objetivos e os resultados não correspondessem a temática e não apresentassem um conteúdo condizente aos objetivos da presente pesquisa.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O objetivo deste estudo foi apresentar e discutir os achados da literatura referentes a funcionalidade do uso do lodo de ETA em matriz de concreto como opção de preservação ambiental, através de estudos originais. Neste contexto, após a leitura dos artigos, selecionados criteriosamente e agrupados em quatro categorias: 1) estação e tratamento de água (ETA); 2) tratamento do lodo de ETA; 3) disposição final do lodo de ETA; 4) disposição do lodo de ETA na construção civil.

### **3.1. Estação de tratamento de água (ETA)**

As estações de tratamento de Água (ETA's) são indispensáveis para o processo de purificação da água, ou seja, para a transformação da água imprópria para o consumo humana em água potável dentro dos padrões que são exigidos pelo Ministério da Saúde.

De acordo com Achon, Barroso e Cordeiro. (2013) no Brasil, existem cerca de 7.500 ETA's, projetadas em sua grande maioria para fazer o ciclo completo de tratamento, que é o mais utilizado no país e podem também ser chamado de ciclo convencional.

Esse ciclo completo ou convencional de tratamento é contém adutoras, reservatórios, floculadores, decantadores, e filtros. Para finalizar o processo de tratamento, a água passa por seis etapas: floculação (mistura rápida), coagulação (mistura lenta), decantação, filtração, desinfecção e fluoretação (BRASIL, 2008).

As etapas de tratamento dependem uma da outra para que no final a água seja purificada e pronta para o uso. A Coagulação é a primeira etapa desse tratamento, é o momento no qual são adicionados coagulantes químicos como o sulfato de alumínio, sulfato férrico e cal que objetivam em agrupar as partículas sólidas que estão na água. A mistura rápida que ocorre nesse processo forma as partículas sólidas em flocos (BRASIL, 2008).

Após a formação desses flocos, inicia-se a segunda etapa do processo que é floculação. Na floculação a agitação da água é menor com o objetivo de formar flocos ainda maiores, o que para Libânio (2010) possibilitará que os flocos possam ser removidos da água com maior facilidade.

Com os flocos já em seus tamanhos máximos, acontece inicia-se mais uma etapa de tratamento que é decantação, que também pode ser chamada de sedimentação. Nesse momento, dentro do decantador os flocos se sedimentam indo para o fundo do tanque, separando os sólidos da água (BRASIL, 2008).

A água que já passou pelo processo de decantação é levada para as unidades filtrantes, nas quais são feitas a filtração de partículas sólidas em tamanhos menores que não foram decantadas. Costa (2011) salienta que esse processo de filtração também pode ocorrer como filtração primária, na qual a água bruta passa direto para essa etapa. Os filtros são constituídos de pedra, carvão antracito e areia.

A última etapa do tratamento é a fluoretação, na qual é adicionado flúor na água para a prevenção de cáries na população. Com a finalização desse processo, é verificada a qualidade da água e a mesma é encaminhada para os reservatórios de distribuição local. O resultado final do tratamento de água deixa dois produtos, a água para o consumo e a geração de resíduos sólidos, conhecida como lodo de ETA.

### **3.1.1 Lodo de ETA**

Como visto anteriormente, o tratamento da água bruta para consumo humano é indispensável, uma vez que, é a partir do tratamento que chega as casas água potável e sem contaminação. No entanto, as ETA's como toda indústria comum, também pode causar impactos ambientais, em se tratando do tratamento de água esse impacto está diretamente ligado a quantidade de resíduos sólidos gerados nos ciclos.

De acordo com Ramirez (2015) durante o tratamento de água o lodo é produzido em dois momentos distintos, na decantação e posteriormente na lavagem dos filtros. O lodo gerado nos decantadores – maior concentração de sólidos - das ETA's assumem o volume de 60% a 95% de seu total, enquanto durante a lavagem dos filtros podem ser gerados de 5% a 40% (Lopes, Serra, 2016). A NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), define esse lodo como resíduos sólidos ou semi-sólidos.

Richeter (2001, p. 65) afirma que os lodos que são gerados nas ETA's “devem ser removidos periodicamente para que se possa dar continuidade ao tratamento da água bruta, mas a periodicidade desta remoção do lodo depende do sistema adotado”. Logo, dependendo de qual seja a forma de limpeza escolhida pela ETA, o lodo pode ficar nos tanques por apenas algumas horas ou até mesmo por 60 dias.

### **3.1.2. Características do Lodo de ETA**

Conhecer as características do lodo de ETA é extremamente importante para que ele possa ter uma disposição final adequada, ambientalmente segura e se possível que leve ao reaproveitamento ou reciclagem. Tanto a composição quanto as características do lodo se dão de acordo com os produtos químicos adicionados na água para o tratamento e da composição da própria água bruta.

Observando a água bruta o lodo pode conter sólidos em suspensão, que abrangem os materiais inorgânicos como areia e argila e também os materiais orgânicos, como as partículas coloidais floculadas.

Já observando os componentes químicos colocados na água para o seu tratamento o lodo pode apresentar os metais provenientes dos coagulantes usados – sais de alumínio e sais de ferro –, soda caustica, permanganato de potássio e polímeros de coagulação.

Ahmad, Ahmad e Alam (2016), salienta que a presença de elementos diferentes e até

mesmo a proporção dos elementos anteriormente citados pode variar de acordo com a qualidade da água bruta, que pode variar ao longo do ano.

Outros fatores que podem influenciar na composição do lodo são o uso de oxidante, carvão pulverizado, métodos de limpeza dos decantadores e lavagens dos filtros além das características da coagulação (DI BERNARDO, DANTAS, VOLTAN, 2012).

### **3.1.3. Impactos da disposição inadequadas do lodo de ETA**

Uma vez que a ETA é considerada uma indústria os seus resíduos são vistos como resíduos industriais, logo, Salum (2016), discorre que ele deve passar pelos mesmos processos, indo do gerenciamento de resíduos, minimização dos resíduos, reutilização, reciclagem e a sua disposição final.

As impurezas retiradas da água, assim como os agentes químicos agregados a ela durante o processo de tratamento tornam o lodo em um resíduo potencialmente contaminante e poluidor. Por essa razão o descarte desse lodo nos cursos d'água é proibido pela legislação. Entretanto, mesmo contrariando a lei, as maiores partes das ETA's seguem tendo essa postura acerca da destinação final.

Em suas pesquisas, Achon, Barroso e Cordeiro (2013), constatou que o descarte do lodo nos cursos d'água impactam negativamente o ambiente, podendo alterar a cor da água, aumentar os níveis de ferro e alumínio e de sólidos suspensos, além do processo de assoreamento hídrico. O coagulante utilizado no tratamento de água (usualmente sulfato de alumínio) traz reações químicas para que podem causar alterações no ecossistema aquático, além da redução de oxigênio.

A destinação final mais dada ao lodo de ETA ainda é os aterros sanitários, a NBR 8.419 (ABNT, 2004) definiu que os aterros sanitários são uma técnica segura de disposição dos resíduos sólidos, uma vez que causam um impacto ambiental mínimo e não causam danos à saúde. Devido ao fato de haver no Brasil, principalmente nas pequenas e médias cidades uma boa quantidade de áreas acessíveis para serem transformadas em aterros, com um bom custo benefício.

## **3.2. TRATAMENTO DO LODO DE ETA**

Para que o lodo de ETA tenha uma disposição final diferente, antes do desaguar em mananciais, é preciso considerar a destinação que será dada a ele. Uma vez que o lodo deva estar em estado sólido ou semissólido para seguir a sua destinação a retirada de água desse resíduo é a primeira parte do tratamento de lodo.

Em resumo, essa separação consiste em separar a água dos sólidos, de forma que se concentre os sólidos e reduza os volumes. Richeter (2001) aponta que esse processo de separação pode ser por filtração ou separação gravitacional.

Existem seis processos de tratamento que são os mais utilizados e escolhidos, de acordo com a disposição final que o lodo terá. Cordeiro (1999) lista que esses processos mais usados são: condicionamento, adensamento, desaguamento, estabilização, secagem térmica e incineração.

## **3.3. DISPOSIÇÃO FINAL DO LODO DE ETA**

A partir do momento em que passou a se preocupar com os impactos causados pelo lodo de ETA despejado em cursos d'água, novas medidas começaram a ser adotadas para sua disposição final. Definir essa disposição pode ser desafiador para o gerenciamento da ETA, uma vez que será necessário tratar e transportar o resíduo, mas, também, pode vir a ser uma lucrativa fonte de receita. Além de aumentar a receita da empresa de tratamento de água a disposição final de lodo reduz o impacto.

### 3.4. DISPOSIÇÃO DO LODO DE ETA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os estudos sobre a aplicação de lodo de ETA na construção civil têm aumentado, considerando que essa junção tende a reduzir dois problemas significativos de uma só vez. Ao se oferecer um fim adequado ao lodo de ETA, existe a possibilidade de aumentar a renda a com a venda desses rejeitos, uma economia de materiais na construção civil e a minimização do impacto ambiental causado pelo setor.

Dentro da construção civil são várias as destinações na qual o lodo de ETA pode ser inserido com sucesso. A presente pesquisa, interessa o seu uso na produção de matriz de concreto, mas, dá-se destaque também para concreto para contra piso, argamassa de assentamento não-estrutural, materiais cerâmicos, blocos de concreto não-estrutural.

Para Malhotra e Mehta (1996), o uso da adição do lodo de ETA na produção de cimento e concreto é benéfica em três níveis: benefícios ecológicos, benefícios de engenharia e benefícios financeiros.

Com relação aos benefícios de engenharia, as autoras supra citadas, apontam que, as adições das partículas de lodo de ETA transformam a mistura de concreto ou cimento para uma melhor trabalhabilidade, reduz a permeabilidade e a água aumentando a consistência e resistência do material. Ele também aumenta a do material a ataques químicos.

No que diz respeito aos benefícios econômicos do lodo de ETA na construção civil, as autoras Malhotra e Mehta (1996), afirmam que o cimento Portland é um dos mais caros aditivos usados no concreto, portanto, quando ele é substituído em partes pelo lodo de ETA, o custo final do concreto também será reduzido.

Na construção civil é indiscutível a que o preparo do lodo seja seco ou moído, essa condição é indispensável visto que, a granulação do lodo seja perfeita para que ele se misture bem com os demais materiais que também precisaram estar com granulação adequada.

Além do lodo não poder ser usado molhado, outra condição que pode comprometer a sua adição na construção civil é a presença de uma alta concentração de material orgânico em sua composição.

Pensando na importância de se manter a qualidade do produto matriz de concreto para o comprador final, Sales e Souza (2009) apontaram em suas pesquisas que com relação a absorção de água e resistência á compressão axial, adicionar o lodo de ETA é uma alternativa segura e viável.

Algumas pesquisas indicam, no entanto, que, se essa adição de lodo de ETA for feita com o lodo no seu estado *in natura*, a qualidade final do concreto apresenta certa redução de qualidade, entretanto, vários desses mesmos estudos mostram que ainda assim olhar para essa mistura para viabilizar a disposição final, torna ambiental e tecnicamente uma boa alternativa (HOPPEN, *et al.* 2006).

Yague et al. (2005) em suas pesquisas trabalhou com a adição de lodo seco como aditivo do concreto, usando os teores de 2,5%, 5% e 10%. Usando essas composições os autores notaram que o concreto quando chega a 10% de adição de lodo apresenta redução na resistência mecânica.

Com relação a capacidade aglomerante do concreto Ferreira et al. (2009) alegam que, o lodo de ETA quando usado em uma porcentagem de 10% compromete a qualidade final do concreto. Para esse estudo foram usados teores de 0 a 10% de um lodo que foi queimado a 1200°C em mufla.

## 4 CONCLUSÃO

Considerando o crescimento populacional e todo o impacto ambiental advindo desse crescimento a presente pesquisa buscou investigar a viabilidade da disposição final do lodo de ETA em matriz de concreto, como um método alternativo de preservação ambiental.

De acordo com os dados encontrados dentro das bibliografias analisadas usar o lodo de

ETA na construção civil e especificamente na matriz de concreto é sim um processo seguro e indicado, e que e que trará benefícios tanto ecologicamente quanto economicamente.

É preciso ressaltar que, por mais relevância que a temática tenha, falta ainda desenvolvimento teórico quanto nas publicações científicas, visto que, são escassos os estudos que definem e apresentam resultados conclusivos acerca da temática. Portanto, faz-se necessário que a temática seja mais discutida e estudada de forma que se torne mais consistente os fins.

O ganho ambiental para essa disposição final do lodo de ETA é indiscutível, entretanto, no que diz respeito qualidade do produto foi possível observar que em proporções de até 10% do lodo como substituto, é aconselhável a fabricação de materiais de concreto não estrutural, já em proporções superiores a 10% a aplicação restringe-se a materiais em que a trabalhabilidade seja mais baixa, a exemplo: contra pisos e pavimentos residências.

A presente pesquisa finda-se, portanto, sendo capaz de afirmar que o uso do lodo de ETA matriz de concreto, como um método alternativo de preservação ambiental é válido, uma vez que além ofertar uma disposição final ao lodo que não cause impactos ambientais irá auxiliar na redução dos minérios extraídos de jazidas durante a fabricação de cimento e na redução do preço final do produto.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2004) – ABNT. **NBR- Resíduos Sólidos - Classificação**.

ACHON, C. L.; BARROSO, M. M; CORDEIRO, J. S.; Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.18 n.2, p.115-122, 2013.

AHMAD, T., AHMAD, K., ALAM, M. Characterization of Water Treatment Plant's Sludge and its Safe Disposal Options. **Procedia Environmental Sciences**, 35, 950- 955. New Delhi, India: ELSEVIER ,2016. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029616301773>. Acesso em: 30 maio 2022.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 02 de agosto. de 2010. Disponível em:  
[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 20 jun.2022.

CORDEIRO, J. S. (1999) **Importância do tratamento e disposição adequada dos lodos de ETA (Cap. 01)**. In: Noções Gerais de Tratamento e Disposição Final de lodos de Estações de Tratamento de Água. PROSAB. ABES, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

COSTA, A.J. Análise de viabilidade da utilização de lodo de ETA coagulado com cloreto de poli alumínio (PAC) composto com areia como agregado miúdo em concreto para recomposição de calçadas – Estudo de caso na ETA do município de Mirassol – SP. Dissertação de Mestrado em Engenharia, USP, São Carlos, SP, 155 p, 2011.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.; VOLTAN, P. E. N. Tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água. Editora LDiBe, São Carlos, SP, 2012.

FERREIRA, FERREIRA, B. S., REGO, V. B., CALIARI, P. C. (2009) **Caracterização de lodo de ETA para incorporação em concreto e fabricação de tijolos**. In: 2º ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA QUÍMICA, Salvador-BA.

HOPPEN, C.; PORTELLA, K. F.; JOUKOSKI, A.; TRINDADE, E. M.; ANDREÓLI, C. V. (2006) **Uso de lodo de estação de tratamento de água centrifugado em matriz de concreto de cimento portland para reduzir o impacto ambiental**. In: Revista Química Nova, v. 29, n. 1, p. 79-84.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3 ed. Campinas: Editora Átomo, 2010.

LOPES, J. C.; SERRA, J. C. V. Adensamento mecânico e desidratação do lodo da eta-6 por filtro prensa. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 13, n. 1, p.126-132, 2016.

MALHOTRA, V.M.; MEHTA, P.K. Pozzolanitic and cementitious materials. In: Advances Concrete Technology, v. 1, Canadá: Taylor & Francis, 1996.

RAMIREZ, K. G. Viabilidade do aproveitamento de resíduo de estação de tratamento de água (ETA) na confecção de concretos. 2015. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015. Disponível em:  
[https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2196/1/MD\\_PPGTAMB\\_M\\_Ramirez%2C%20Kleber%20Gomes\\_2015.pdf](https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2196/1/MD_PPGTAMB_M_Ramirez%2C%20Kleber%20Gomes_2015.pdf). Acesso em: 12 jun.2022.

SALES, A.; SOUZA, F. R. Concretes and mortars recycled with water treatment sludge and construction and demolition rubble. Construction and Building Materials, v. 23, n. 6, p. 2362-2370, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2008.11.001>. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061808003346>. Acessos em: Acesso em: 12 maio 2022.

SALUM, F. C. Estudo de alternativas para o tratamento de efluentes gerados em estações de tratamento de água do tipo convencional em Santa Catarina. Trabalho de conclusão de curso. UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, 2016. Disponível em  
<https://core.ac.uk/download/pdf/78548299.pdf>. Acesso em: 20 maio 2022.

YAGUE, A; VALLS, S; VÁZQUE; E.; ALBAREDA, F. Durability of concrete with addition of dry sludge from waste water treatment plants. In Cement and Concrete Research. V. 35, Issue 6, Pages 1064–1073, 2005. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0008884604003618>. Acesso em: 14 jun.2022.