



## LODO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E IMPACTOS AMBIENTAIS

**Suélen R. Cominetti Baú** – e-mail: 110008@upf.br

Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Engenheira Civil pela UPF  
Endereço: BR 285, Bairro São José, Campus I, UPF - FEAR  
CEP: 99052-900 – Passo Fundo - RS

**Simone Fiori** – e-mail: sfiori@upf.br

Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura

**Vera M. Cartana Fernandes** – e-mail: cartana@upf.br

Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura

**Vinicius Scortegagna** – e-mail: viniuss@upf.br

Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura

**Daniela Bauels Adames** – e-mail: adames.db@gmail.com

Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura

**Resumo:** No cenário brasileiro a disponibilidade hídrica é muito variável, onde boa parte da água está distante das zonas urbanas e, as demais, estão com a qualidade comprometida devido à poluição dos mananciais. Com a contaminação da água, muitas fontes tornam-se impróprias para consumo, aumentando a necessidade de tratamento, e, muitas vezes, aumentando custos. Com isso, a quantidade de lodo gerado nas ETAs (Estações de tratamento de águas) também passa a ser significativo em termos de disposição final. Tendo em vista o descarte irregular do lodo gerado por uma ETA de um município de médio porte no norte do Rio Grande do Sul, este trabalho visou caracterizar o lodo gerado, e propor uma destinação final mais adequado. Com estas medidas implantadas na ETA, estima-se a redução nos impactos ambientais gerados pelo excesso de sólidos lançados no corpo hídrico receptor, e minimizando assim a carga poluidora nesse rio, que é um manancial de grande importância na região.

**Palavras-chave:** Lodo de estação de tratamento de água, Saneamento, Poluição hídrica.



## SLUDGE WATER TREATMENT STATION AND ENVIRONMENTAL IMPACTS

**Abstract:** *The water availability in Brazil is highly variable, where much of the water is far from urban areas, and the others, are committed to quality due to pollution of water sources. With water contamination, many sources are unfit for consumption, increasing the need for treatment, often increasing the costs. Thus, the amount of sludge generated in the water treatment plants also happens to be significant in terms of final disposal. Given the irregular disposal of sludge generated by water treatment plants, in medium-sized municipality in the north of Rio Grande do Sul, this study aimed to characterize the sludge generated, and to propose a final destination more suitable. With these measures implemented, will be can to reduce the environmental impacts caused by excess solids into the river, and thus minimizing the pollution load that river, which is a great importance in the region.*

**Keywords:** *Sludge water treatment plant, Sanitation, Water pollution.*

### 1. INTRODUÇÃO

O projeto de estações de tratamento de água convencionais para o tratamento de águas de abastecimento tem considerado como principais objetivos a otimização dos processos de remoção de material particulado e da cor aparente, bem como a produção de uma água segura do ponto de vista microbiológico e químico, para atendimento à Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde.

O tratamento da água e os padrões de potabilidade estão diretamente relacionados com a qualidade de vida da população. Atualmente, a prática do descarte de poluentes de qualquer natureza no meio ambiente vem sendo coibida na forma de lei, e sendo formada uma cultura de preservação do meio ambiente já há algum tempo.

As estações de tratamento de água (ETA) vêm buscando soluções de reciclagem para os resíduos gerados no processo de tratamento de água. Esses resíduos são denominados de lodo de ETA. Atualmente, as soluções são a deposição em aterros sanitários ou simplesmente lançá-los nas redes urbanas.

Em geral, o lodo das ETAs possuem características próprias e grande umidade, geralmente maior que 95%, estando na forma fluida, e otimizar a disposição final desse material está associada também a redução de seu volume. Os lodos das ETAs no Brasil são classificados como resíduos sólidos pela NBR 10004 (ABNT, 2004) e o descarte deve atender à Legislação Ambiental. As características do lodo dependem dos processos e dos tipos de produtos químicos usados no tratamento; a porcentagem removida encontra-se na faixa de 0,2% a 5% do volume total de água tratada nos decantadores. Deve-se incluir, também, a parcela de água de lavagem dos filtros, a qual, dependendo do processo, corresponde a 5% a 10% do volume total tratado. O lodo possui características similares aos solos e podem variar em função da qualidade da água do manancial e da tecnologia usada no tratamento. Geralmente, são formados por areia, argila, silte, produtos químicos usados na coagulação, substâncias húmicas e organismos, tais como bactérias, vírus, algas, entre outros. No caso de lançamentos nos córregos ou rios, estas impurezas podem provocar elevação da DQO, inibição da atividade biológica, mudanças de cor e turbidez e aumento da concentração de sólidos do corpo receptor, além de influir negativamente em áreas de criação e desova de peixes (PORRAS; ISAAC; MORITA, 2008).

Assim, o lodo das ETAs, deve ser disposto no meio ambiente, de forma adequada, de acordo com os padrões estabelecidos pelos órgãos ambientais responsáveis, minimizando ao máximo os

impactos ambientais associados. Porém, em algumas ETAs, ainda têm sido lançado diretamente nos cursos d'água, em sistemas públicos coletores de esgotos ou de drenagem urbana, nem sempre atendendo às condicionantes das licenças ambientais. O lançamento indevidamente em corpos d'água ocasiona o aumento de sólidos em suspensão dos rios, assoreamentos e por consequência prejudica a qualidade de água à jusante do lançamento.

Devido aos impactos ambientais causados, há algum tempo se estuda soluções para aplicações do lodo de ETAs. Em virtude de suas características, este lodo pode servir, por exemplo, para a fabricação de solo cimento, materiais cerâmicos, pigmentos para argamassas, revestimentos, aditivo para agregados, alternativa a aplicação na pavimentação de estradas e ainda outras destinações.

Com esse trabalho, foi possível observar que o corpo hídrico receptor analisado possui uma disponibilidade hídrica média de 0,8044 m<sup>3</sup>/s e todo o lodo gerado pela ETA do município, incluindo águas de lavagem de decantadores e floculadores, vai para as galerias de drenagem urbana, e essas, por sua vez, sem tratamento, para esse rio. Além desse resíduo da ETA, rico em sólidos suspensos e sulfato de alumínio, o rio analisado recebe grande parte da carga orgânica do município, sendo de ligações clandestinas individuais ou tratamentos irregulares de esgoto.

Considerando a destinação incorreta de lodo da ETA e a dificuldade de fornecimento de água potável no município analisado, principalmente no verão, onde frequentemente há situação de racionamento de água, este trabalho visou caracterizar o lodo da ETA e propor uma disposição final para reduzir os impactos ambientais e para que o corpo hídrico receptor possa, após algumas adequações, melhorar sua qualidade e, como consequência futura contribuir para atendimento aos padrões ambientais, melhorando a gestão dos recursos hídricos da região.

## 2. DESENVOLVIMENTO

A pesquisa foi realizada em um município do norte do Rio Grande do Sul. A estação de tratamento de água está localizada no centro da cidade, conforme pode ser observado na Figura 1, e abastece uma população de 101 mil habitantes, por barragens de acumulação e, em períodos de estiagem com o auxílio de mananciais subterrâneos.

Para caracterização do lodo gerado na ETA considerou-se a qualidade, quantidade e a disposição final do mesmo. O levantamento quantitativo foi realizado através de visitas *in loco*, entrevistas com funcionário responsável e análise dos dados da concessionária. Foram analisados também dados do Plano de Saneamento Básico do município.

Figura 1 - Localização da ETA por satélite.



Fonte: Google Maps, (2015).



Os parâmetros qualitativos foram analisados e estimados com base na quantidade de sulfato de alumínio adicionado no tratamento da água e da vazão de tratamento, e comparados com parâmetros encontrados na literatura. Há diversas fórmulas empíricas propostas na literatura para a estimativa da produção de sólidos em estações de tratamento de água. Segundo Silva (2009) as estimativas da taxa de produção de sólidos ( $\text{g sólidos/m}^3$  de água tratada) para ETAs que utilizam sulfato de alumínio  $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}]$  como coagulante pode ser obtida pela equação (01) que segue:

$$T_s = (D_{sa} \cdot 0,26) + (T \cdot 1,5) \quad (01)$$

Onde:

$T_s$  = grama de sólidos por  $\text{m}^3$  de água tratada;

$D_{sa}$  = dosagem do Sulfato de Alumínio ( $\text{mg/L}$ );

$T$  = Turbidez da água bruta ( $\text{uT}$ );

0,26 = fator que depende do número de moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$  associada a cada molécula de sulfato de alumínio (usualmente varia de 0,23 a 0,26);

1,5 = razão entre a concentração de sólidos suspensos totais presentes na água bruta e a turbidez da mesma (geralmente varia de 1,0 a 2,0).

A determinação da carga de sulfato de alumínio no fluxo de água da ETA foi calculada em razão da Vazão da ETA ( $\text{m}^3/\text{dia}$ ) e da concentração de sulfato de alumínio utilizada no tratamento ( $\text{mg/L}$ ).

Após realização do diagnóstico e análise da caracterização do lodo da ETA, foi realizada uma verificação nas normas técnicas da ABNT para dimensionamento de ETA e pesquisa de métodos de disposição final para lodos de estações de tratamento de água, mais utilizados e recomendados na literatura, e assim analisadas as possibilidades de disposição para o lodo desta estação. Na análise, levou-se em consideração a disponibilidade de área da ETA para uma futura implantação das soluções apontadas.

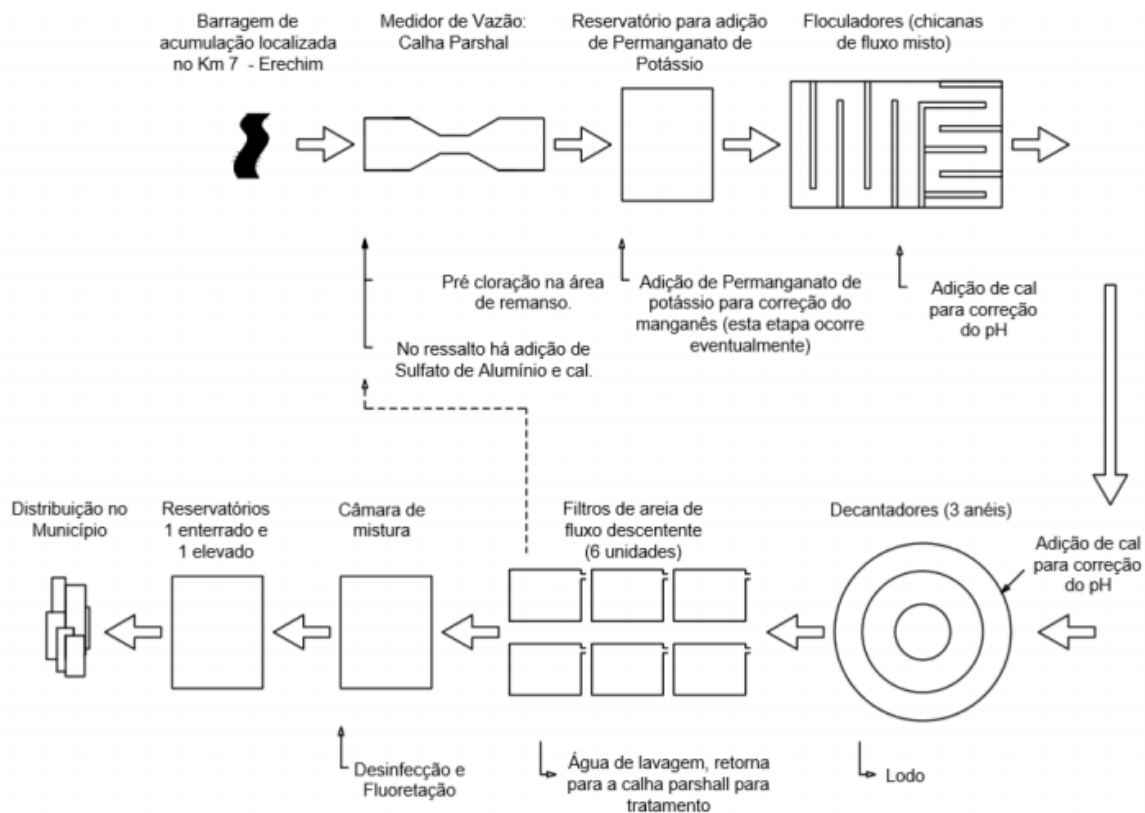
## 2.1 Descrição da captação da água e tratamento da água na ETA

A captação de água da estação de tratamento dá-se, principalmente, através de barragens de acumulação. A ETA analisada trata 26.000 metros cúbicos de água diariamente, os quais percorrem cerca de 7 Km desde a captação até o tratamento, e conta com mais de 3.500 metros cúbicos de água armazenados em reservatórios elevados e subterrâneos na própria estação, capaz de abastecer a população do município em horário de pico por 3 horas. Além desta ETA, o município conta com uma segunda estação de tratamento de água localizada na área Industrial. Em épocas de estiagem ainda é possível contar com o auxílio de quatro poços de captação de águas subterrâneas.

O sistema de tratamento de água utilizado na ETA é o Tratamento Convencional de Água, que passa pelas fases de Coagulação, Floculação, Decantação ou Sedimentação, Filtração, Desinfecção e Fluoretação. Chegando à ETA a água recebe os produtos que irão auxiliar no processo de coagulação. Os produtos utilizados são Sulfato de Alumínio, como coagulante, e cal para ajuste do pH.

A sequência de tratamento da água pode ser analisada através da Figura 2, com a descrição de etapas e aditivos de tratamento da ETA.

Figura 2 - Fluxograma de tratamento da ETA.



### 2.1.1 Unidade de mistura rápida e floculador hidráulico

A coagulação, geralmente realizada com sais de alumínio e ferro, resulta de dois fenômenos: o primeiro, essencialmente químico, consiste nas reações do coagulante com a água e na formação de espécies hidrolisadas com carga positiva e depende da concentração do metal e pH final da mistura; o segundo, fundamentalmente físico, consiste no transporte das espécies hidrolisadas para que haja contato com as impurezas presentes na água. O processo é muito rápido, variando desde décimos de segundo à cerca de 100 segundos, dependendo das demais características (pH, temperatura, quantidade de impurezas, etc). Ele é realizado em uma estação de tratamento de água, na unidade de mistura rápida (Calha Parshall).

Na Calha Parshall da ETA é feita uma pré-cloração na área de remanso com 5 kg de cloro por dia. São adicionados 18 mg/L por metro cúbico de água de sulfato de alumínio e aproximadamente 20 kg de cal por dia na área de ressalto. A adição de permanganato de potássio ( $KMnO_4$ ) ocorre eventualmente, somente quando há muito manganês presente na água bruta. Esta Calha é um ponto de agitação rápida que promove a mistura dos produtos químicos com a água.

O sulfato de alumínio tem como função coagular os sólidos suspensos para que os mesmos fiquem mais densos e decantem nas etapas seguintes do tratamento, e, a cal, adicionada em várias etapas nesta estação de tratamento, tem como função exclusiva a regularização do pH. Na Figura 3 pode-se visualizar a Calha Parshall da ETA, onde são adicionados o sulfato de alumínio e cal, e o floculador hidráulico.



Figura 3 - Calha Parshall e floculador hidráulico da ETA.



Após a mistura rápida dos produtos com a água começa a etapa de floculação. Esta etapa é realizada em tanques chamados de câmaras de floculação. Com a floculação, as impurezas presentes na água são convertidas em partículas maiores, adquirindo maior peso, o que possibilita a sua separação da fase líquida por sedimentação. O floculador tem como função retardar o tempo de chegada da água nos decantadores, para que o sulfato de alumínio possa coagular maior quantidade de sólidos suspensos possíveis. Nesta estação, os floculadores são compostos de chicanas de fluxo misto, ou seja, são chicanas de fluxo vertical e posteriormente horizontal. Nesta fase é, novamente, adicionado cal para correção do pH.

### 2.1.2 Decantadores

A decantação ocorre através de um decantador composto por 3 anéis de 4 metros de altura e 23,26m de diâmetro (o anel externo) e capacidade de armazenamento de 1700m<sup>3</sup>. O tempo de decantação é de 1h (uma hora). Nesta etapa é adicionado novamente a cal para correção do pH e é retirado o lodo que será tratado. Na Figura 4 pode-se visualizar o decantador da ETA.

Figura 4 - Decantadores da ETA com anel externo em processo de limpeza.



### 2.1.3 Filtros

A etapa de filtração da estação é feita através de seis filtros de areia de fluxo descendente. Os filtros da ETA são classificados como filtros rápidos de camada simples pela NBR 12216 (ABNT, 1992) e são compostos de uma camada de filtrante de areia de 50cm e camada suporte de seixo rolado de 25cm.

A limpeza dos filtros ocorre diariamente através da passagem de água por meio do seixo e da areia em fluxo ascendente. Quando finalizada a operação, o fluxo volta a ser descendente e a água utilizada na limpeza retorna para a calha Parshall onde recomeçará o tratamento. Dois dos seis filtros podem ser visualizados na Figura 5 abaixo.

Figura 5 - Filtros de areia da ETA.



### 2.1.4 Câmara de mistura

As etapas de desinfecção e fluoretação ocorrem em uma câmara de mistura. A fluoretação é obrigatória desde 1974 quando a Lei Federal número 6.050 foi sancionada. Já a desinfecção com cloro tem por objetivo remover possíveis coliformes termotolerantes e outros microrganismos patogênicos ainda não removidos nas etapas anteriores do tratamento. A etapa de desinfecção com cloro deve garantir cloro residual na saída da ETA, e nesta estação é 0,80mg/L.

### 2.2 Lodo da ETA

A retirada do lodo dos decantadores é realizada através de hidrojateamento manual. O lodo retirado, atualmente não é tratado e é depositado diretamente nas galerias de drenagem do município. A limpeza do decantador é realizada mensalmente e produz um volume de lodo de 400m<sup>3</sup>. Na Figura 6 pode-se observar, após limpeza por hidrojateamento manual, parte do lodo no fundo do decantador.

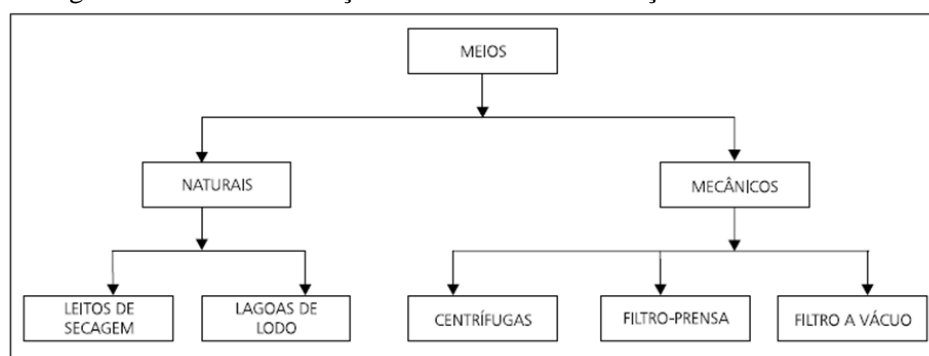
Figura 6 - Lodo sendo removido dos decantadores.



A vazão da ETA é de 26000 m<sup>3</sup>/dia. A adição de sulfato de alumínio como floculador varia em dias chuvosos e dias de seca, mas em média são adicionados 18mg/L para o tratamento da água desta estação, gerando assim uma carga de sulfato de alumínio no fluxo de água da ETA de 468 kg/dia e uma concentração de alumínio no lodo de 2,84 mg/L. No período chuvoso em relação ao de estiagem, pôde-se observar que a água bruta apresenta maiores valores nos teores dos parâmetros avaliados, aumentando assim os produtos adicionados ao tratamento da água na ETA, e, conseqüentemente a degradação dos corpos hídricos receptores. Considerando a concentração média de sulfato de alumínio de 18 mg/L e turbidez de 30 uT obteve-se o valor de 49,68 g/m<sup>3</sup> de produção de sólidos no lodo da ETA analisada.

Em relação aos meios de redução de volume e desidratação dos lodos das ETAs, os métodos utilizados são os apresentados na Figura 7.

Figura 7 – Meios de redução de volume e desidratação de Lodos de ETA.



O dimensionamento da desidratação do lodo foi realizado por dois métodos naturais que diferem apenas na execução. No leito de secagem deve-se impermeabilizar o fundo e canalizar a água que será drenada. Já nas lagoas de lodo, deve-se apenas garantir a permeabilidade do solo, como pode ser observado nas Figuras 8 e 9.



Figura 8 – Sistema de Leitos de secagem.

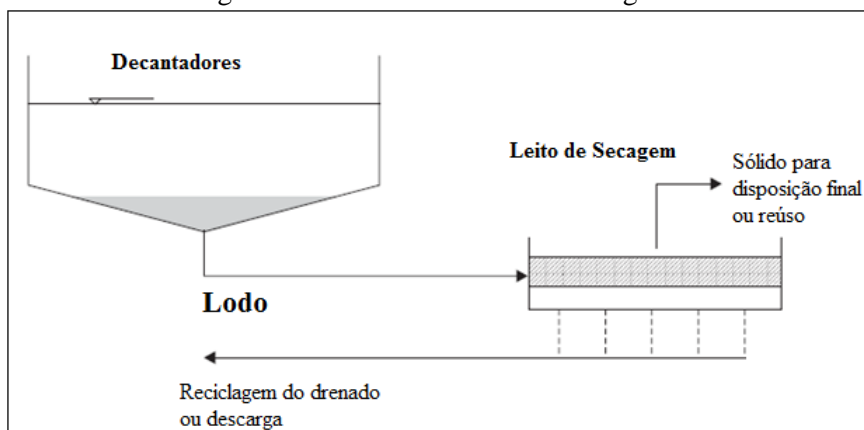
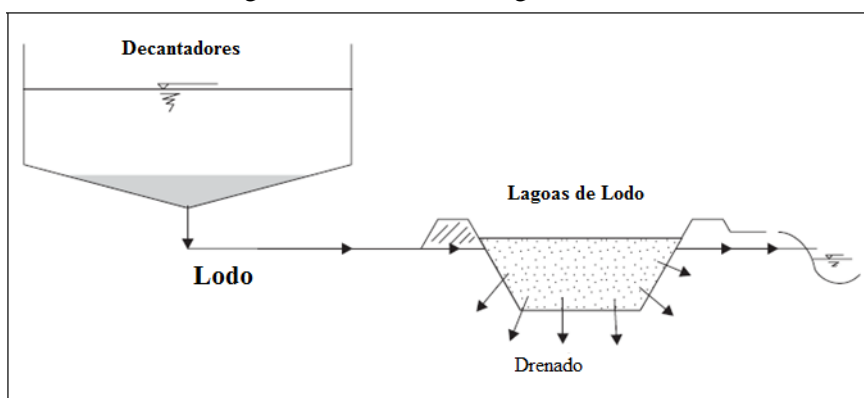


Figura 9 – Sistema de Lagoas de lodo.



Para o dimensionamento a altura de lodo adotada foi de 40cm. Esta altura foi definida com base no estudo feito por Bisogenin, Ide e Imolene (1999), que resultou em uma redução de 48,3% do teor de umidade aos 5 dias em um leito com lâmina de lodo de 40cm. Através da altura de lodo e da sua produção mensal foi possível calcular uma área necessária de aproximadamente 1000m<sup>2</sup> para implementação de um método natural, nos dois casos.

Analisando a disponibilidade de área para a implementação dessas alternativas do método natural na sede da ETA, foi possível perceber que esta solução seria inviável devido à falta de espaço existente no local. Sugeriu-se então a adoção de alternativas mecânicas para redução de volume e desidratação do lodo, como centrífugas, filtro prensa ou filtro à vácuo.

### 2.3 Possibilidade de reúso

O processo de convencional Tratamento de água tem como resíduo final um lodo que precisa ser disposto de maneira ambientalmente adequada. Esse lodo possui composição determinada pela qualidade da água bruta e pelos produtos utilizados no tratamento (coagulante, alcalinizante, adsorventes) dificultando na escolha de utilização desse tipo de resíduo.

Com base na bibliografia pesquisada, pode-se analisar no Quadro 1 o resumo de algumas pesquisas com exemplos de aplicações de reúso do lodo da ETA com base na sua composição. Sendo

assim, o lodo da ETA pode ser utilizado, levando em consideração as limitações impostas por cada autor, para os fins descritos no quadro abaixo.

Quadro 1 – Exemplos de aplicações de reúso de lodo de ETA.

Autor(es)	Finalidade de reúso	Considerações do(s) autor(es) quanto à qualidade do lodo	Considerações do(s) autor(es)
<b>Fadanelli e Wiecheteck, 2010</b>	Pavimentação rodoviária	Alumínio em concentração de 32,151% no lodo da ETA	Não apresentou resistência necessária para pavimentação rodoviária, mas pode ser utilizado para pavimentações que estejam sujeitas a menores carregamentos.
<b>Ferreira e Caliari, 2008</b>	Tijolos para casas populares	Sem especificação de qualidade do lodo	A adição de 3% de lodo ao traço dos tijolos proporcionou um incremento de resistência à compressão quando comparado com traços isentos desse material.
<b>Paixão, 2005</b>	Cerâmica vermelha	Considerando alumínio em até 3965 mg/L	O lodo com presença de alumínio pode ser incorporado à argila para fabricação de cerâmica vermelha, na proporção de 10% sem perda de propriedades mecânicas.
<b>Porras et al, 2005</b>	Tijolos	Sem especificação de qualidade do lodo	A qualidade dos tijolos tipo solo-cimento depende fundamentalmente: do tipo de solo empregado, sua granulometria e composição química; da umidade de moldagem; do tipo de prensa usada na fabricação; do tipo e percentagem do estabilizante; do tempo de cura. Em geral, espera-se que a plasticidade do material não deva ser excessiva e não ultrapasse o limite de 45% e sua composição granulométrica esteja nas faixas de: argila de 10 a 20 %, silte de 10 a 20% e areia de 50 a 70%. Para material muito argiloso, com limites de liquidez e plasticidade altos, deve-se misturá-lo com areia em proporção adequada. Garantindo teor de umidade no lodo inferior à 50% pode-se moldar tijolos, porém as resistências não atendem às normas técnicas.
<b>Januário e Ferreira Filho, 2007</b>	Material cerâmico	Sem especificação de qualidade do lodo	Limitando a adição de até 10% de lodo à massa de argila pode-se produzir material cerâmico.

O reúso do lodo é uma alternativa promissora comparada à disposição em aterros sanitários. Aterros devem ser as últimas alternativas a serem consideradas, pois há escassez de áreas para sua construção, especialmente nas zonas mais adensadas, onde se geram os maiores volumes de lodo; há dificuldades de locação de áreas para a construção de aterros; o custo de disposição é alto, por tonelada, fora os custos com transporte. O aproveitamento facilita a reciclagem, contribui para minimizar os prejuízos dos descartes irregulares em cursos d'água ou vias públicas e prolonga a vida útil dos aterros sanitários.



O reúso do lodo, em indústrias cerâmicas, é ambientalmente justificado, também pela redução da extração da matéria prima da natureza, gerando assim menos impactos ambientais com a substituição de material.

Comparando a análise dos resultados do lodo da estação de tratamento de água e referências de bibliografias, foi verificada a possibilidade de reúso do lodo da ETA analisada, para, por exemplo, fabricação de tijolos e utilização como solo cimento na pavimentação rodoviária.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do lodo de ETA incorporado em materiais, através do reúso do lodo, pode trazer vários benefícios, como a indústria da cerâmica, a de saneamento a para o meio ambiente. Para a indústria cerâmica, a adição do lodo de ETA em seus produtos além de aumentar a vida útil dos mesmos, gera uma redução do custo de áreas de reflorestamento. Para a indústria de saneamento, gera um destino adequado e de custo reduzido para o lodo de ETA, que não pode ser descartado em rios ou cursos d'água. E para o meio ambiente, reduz o uso de matéria prima natural, sendo essa substituída pelo lodo de ETA, diminui a poluição dos rios e cursos d'água que recebiam esse lodo com os produtos químicos e diminui o assoreamento indevido que esse excesso de lodo de ETA no fundo dos rios causaria.

Através da análise dos resultados, pode-se concluir que são inúmeras as possibilidades de reúso do lodo da ETA, mas para execução de qualquer uma delas é necessário um lodo desidratado, ou seja, é necessária a implementação do sistema de desaguamento de lodo na estação de tratamento de água analisada para posterior reúso, como por exemplo, o reúso do lodo de ETA na construção civil por meio da incorporação no material cerâmico em proporções pré-determinadas, é uma possibilidade de utilização, porém necessita de mais estudos para que seja efetiva sua utilização.

Os estudos realizados por Fadanelli e Wiecheteck (2010) para pavimentação rodoviária não obtiveram resultados favoráveis devido a demanda de resistência ser elevada, porém é possível a utilização o lodo para pavimentação quando a solicitação de resistência for menor, como para tráfego de pessoas por exemplo. Torna-se viável, segundo Ferreira e Caliar (2008), inclusive para o lodo da ETA analisada, a adição de 3% de lodo ao traço dos tijolos. Nas análises feitas por este autor, 3% de lodo são adicionados ao traço dos cimentos e isso equivale a 1,05 Kg de material, o restante do traço é composto de areia (33,80 Kg), cimento (18,00 Kg), brita zero (53,20 Kg) e água (9,90 Kg). Esta alternativa pode ser viabilizada através de parcerias e ensaios complementares com empresas que fabriquem tijolos.

Comparando a concentração de alumínio do lodo da ETA e do lodo analisado por Paixão (2005) para cerâmica vermelha, percebe-se a insignificância do alumínio da ETA analisada quando comparado a ETAs de São Paulo, podendo ser adicionado até 10% de lodo à argila para fabricação de cerâmica vermelha sem perda das propriedades mecânicas da peça.

Considerando a área disponível na ETA e a área necessária para implementação de soluções de redução de volume de lodo e desidratação naturais notou-se a inviabilidade da adoção destes métodos. Assim sendo foi sugerida a adoção de métodos mecanizados para esta ETA. Seguindo-se os estudos de Porras et al (2005) e considerando a implementação de um método de desaguamento do lodo mecanizado, é indicado o método mecânico de centrifuga devido a área disponível e baixo custo quando comparado aos demais métodos mecanizados e garantindo um teor de umidade no lodo inferior a 50% é possível a utilização do lodo para moldagem de tijolos. Porém, são sempre necessários ensaios para a reutilização de lodos de ETAs.

Com as medidas de redução de volume e desidratação do lodo implantadas na ETA, estima-se a redução nos impactos ambientais gerados pelo excesso de sólidos lançados no corpo hídrico receptor, e minimizando assim a carga poluidora nesse rio, que é um manancial de grande importância na região, melhorando a qualidade das águas e contribuindo para a melhor gestão dos recursos



hídricos. Aliado a isso, a possibilidade de reúso do lodo em várias formas, reduz ainda mais os impactos ambientais do descarte inadequado deste resíduo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12216**: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 10833**: Fabricação de tijolo e bloco e solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 3p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10836**: Bloco de solo-cimento sem função estrutural – análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 4p.

BISOGENIN, J.L.M.; IDE, C.N.; IMOLENE, L.M. **Secagem de Lodo de ETA em Leito Convencional**. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 1999.

BRASIL. (1997b) Resolução CONAMA Nº 237 de 19 de dezembro de 1997. **Procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental como instrumento de gestão ambiental**. Brasil: Ministério do Meio Ambiente.

CARVALHO, L.P. **Seleção de Centrífugas**. Disponível em: < <http://www.ufrnet.br/~lair/Pagina-OPUNIT/equipamento.htm>>. Acesso em: 17 nov 2015.

FADANELLI, L.E.A; WIECHETECK, G.K. **Estudo da Utilização do Lodo de Estação de Tratamento de Água em Solo Cimento para Pavimentação Rodoviária**. Revista de Engenharia e Tecnologia, Ponta Grossa, V.2, Nº 2, p. 31-37, 2010.

FERREIRA, B.S ; CALIARI, P.C. **Utilização de Lodo de ETA na Fabricação de Tijolos para Construção de Casas Populares**. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO CEFETES, 3, Vitória, 2008, p. 116-117.

ISAAC, R. de L.; MORITA, D. M.; SILVA Jr. A. P da; NOVAES, R. M.; ANDRADE, P. S.; PORRAS, A. C. **Uso do Lodo de Estação de Tratamento de Água na Construção Civil - Relatório Final**. Campinas, 2004.

JANUÁRIO, G. F. FERREIRA FILHO, S. S. **Planejamento e aspectos ambientais envolvidos na disposição final de lodos de estações de tratamento de água da região metropolitana de São Paulo**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.12, n 2, p. 117- 126, 2007.

PAIXÃO, L. **Aproveitamento de lodo de estação de tratamento de água em cerâmica vermelha**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Estadual de Minas Gerais, Ouro Preto, 2005.

PORRAS, A. C.; ISAAC, R. L.; MORITA, D. M. **Viabilidade técnica da incorporação do lodo dos decantadores das estações de tratamento de água 3 e 4 de Campinas em tijolos**





**estabilizados com cimento.** XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, 2005.

\_\_\_\_\_. **Avaliação do uso conjunto de lodo de estações de tratamento de água e agregado reciclado.** Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol. 18-2, p. 5-28. Bogotá, 2008.

SEMA – Sec. Estadual de Meio ambiente - RIO GRANDE DO SUL. Departamento de Recursos Hídricos. **Diagnóstico, prognóstico e plano de ações em recursos hídricos das sub-bacias do arroio Tigre e do Rio Campo - Erechim – RS.** Porto Alegre, 1998. 87p.

SILVA, M. R. **Incorporação de lodo de Estações de Tratamento de Água (ETAs) em tijolos de solo-cimento como forma de minimização de impactos ambientais.** 84 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Aracruz – FAAZ. Aracruz - ES. 2009.

REALIZAÇÃO



CORREALIZAÇÃO



INFORMAÇÕES

abes-rs@abes-rs.org.br  
51 3212.1375