

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE ETAS, UMA ALTERNATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Natália Piva Zancan*, Michele Toniollo², Naiara Miotto³

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul- Campus Sertão (IFRS);
nati.piva.zancan@gmail.com .

RESUMO

O crescente aumento da população aumenta o número de resíduos pela mesma gerados. Diante disso, o presente trabalho mostra onde são descartados esses resíduos, as leis e normas que devem ser seguidas, além de trazer algumas alternativas sustentáveis que vem sendo desenvolvidas em diversas regiões que preocupadas com o rumo que o meio ambiente vem tomando, tem iniciativas como essas para tentar minimizar e até evitar os impactos que vem surgindo.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo, ETAs, Reaproveitamento, Sustentável

INTRODUÇÃO

A expansão das populações nas cidades aumenta as exigências e investimentos em questões de saneamento básico englobando também os serviços de abastecimento de água. É neste sentido que as estações de tratamento de água (ETAs) têm papel fundamental, pois são responsáveis por adequar a qualidade da água abastecida para as populações aos padrões físicos, químicos e biológicos de potabilidade.

As estações de tratamento de água têm seu mecanismo semelhante ao de uma indústria onde uma determinada matéria prima, neste caso água bruta, é trabalhada através de diversas operações e processos, resultando em um produto final a água tratada, e que como qualquer outro processo industrial também gera resíduos (lodo) (ACHON, 2008).

Os processos convencionais de tratamento da água bruta, realizados nas ETAs, utilizam a aplicação de produtos químicos, como agentes coagulantes e floculantes para remover as impurezas como sólidos suspensos e partículas coloidais presentes na água. Portanto o resíduo gerado nas ETAs consiste basicamente do lodo gerado nestas etapas do tratamento, oriundo principalmente da limpeza dos decantadores, lavagem dos filtros, floculadores.

A caracterização dos resíduos gerados em ETAs é de grande importância no estudo dos possíveis impactos ambientais destes ao meio ambiente, bem como na definição de uma disposição final adequada. As características dos resíduos das ETAs variam de uma estação para outra, pois dependem das características do manancial, dos produtos químicos utilizados e do tipo de processo de tratamento empregado, mas de forma geral os lodos são compostos por substâncias sólidas, orgânicas e inorgânicas, provenientes da água bruta e de coagulantes e floculantes utilizados no tratamento, sendo os coagulantes mais utilizados no Brasil os sais de alumínio e ferro (BITTENCOURT et. al, 2012).

Os lodos de ETAs são classificados segundo NBR-10.004 (2004) da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas como resíduos sólidos, pertencentes a classe II – não inerte não sendo permitido seu lançamento in natura em águas superficiais. O lançamento de resíduos produzidos em ETAs, em corpos d'água, pode ser considerado crime ambiental, de acordo com a Lei 9.605/98, devido aos efeitos diretos causados ao ambiente aquático do corpo receptor e danos à fauna aquática. (ACHON, 2008).

Avaliando as restrições legais que impedem o lançamento destes lodos no meio ambiente e considerando os custos elevados para envio a aterros sanitários, a destinação final deste lodo é uma das tarefas mais difíceis em uma ETA. Em virtude disso, vários estudos vêm sendo conduzidos, procurando alternativas para destinação adequada deste lodo, visando o menor impacto possível ao meio ambiente. Neste contexto o trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica das principais alternativas para reaproveitamento dos resíduos sólidos produzidos nas ETAs.

METODOLOGIA UTILIZADA

Por meio de uma pesquisa bibliográfica, leituras de artigos acadêmicos, leis e normas sobre os resíduos sólidos, buscou-se expor alternativas sustentáveis para destinação final adequada do lodo gerado nas estações de tratamento de esgoto.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Estações de Tratamento de Água geram uma quantidade considerável de lodos residuais, provenientes da lavagem dos filtros e descarga dos decantadores, onde no Brasil na maioria das vezes este lodo gerado ainda é lançado nos cursos d'água sem nenhum tipo de tratamento, causando problemas ambientais.

No Estado de Minas Gerais foram coletadas informações de 175 municípios, mostrando que 87% das ETAs dos municípios lançam o lodo em corpos d'água sem tratamento. (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2009). No Estado de São Paulo, levantamentos preliminares realizados na Bacia PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiá) indicaram que 56% do lodo provenientes das ETAs são descartados em corpos d'água *in natura*. (PCJ, 2011). Com base nessas e outras informações a Tabela 1 mostra a quantidade de municípios que descartam o lodo nos rios. Ao analisar esses dados, nota-se que 50% ou mais dos municípios de cada região que geram lodo o descartam nos recursos hídricos.

Tabela 1. Regiões que lançam o lodo gerado no tratamento de água em rios. FONTE: IBGE, 2010

Região	Nº de municípios que geram lodo	Nº de municípios que destinam lodo em rios
Brasil	2.098	1.415
Norte	84	46
Nordeste	537	231
Sudeste	896	703
Sul	442	330
Centro- Oeste	139	105

Segundo Achon, em seu trabalho sobre impactos ambientais, o impacto ambiental provocado pelo lançamento *in natura* do lodo proveniente de ETAs está associado a grande concentração de matéria orgânica e de metais (Al e Fe), que quando dispostos em rios afetam principalmente a camada bentônica dos rios, causando impactos relevantes como a depleção na concentração de oxigênio dissolvido (OD); alteração da biota aquática; mortalidade da comunidade bentônica de invertebrados; mortalidade de peixes; redução do volume útil do rio, etc. Este fato se comprova quando analisamos a quantidade de municípios que não descarta corretamente seus lodos como já citado acima, e quando se avalia os dados referentes ao descarte deste lodo. Segundo o IBGE, 62,44% dos descartes de lodo são feitos em rios, conforme Figura 1.

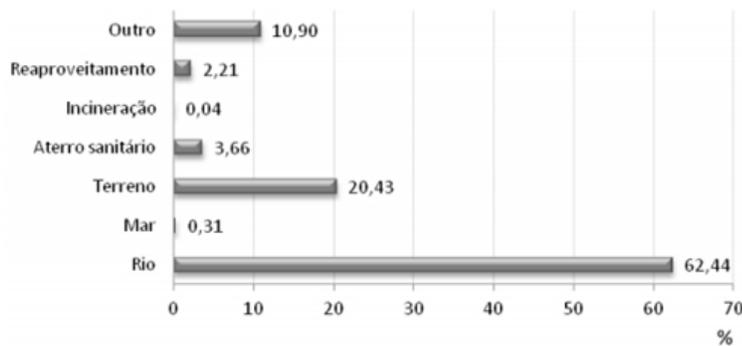


Figura 1. Destinação dos Lodos dos municípios Brasileiros. FONTE: IBGE, 2010

Em virtude disso vários estudos vêm sendo conduzidos, procurando alternativas para destinação adequada deste lodo, visando o menor impacto possível ao meio ambiente e a fauna aquática.

PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO DE LODO DE ETAs

Para que seja possível o reaproveitamento dos resíduos sólidos das ETAs (lodo) ou mesmo a disposição destes em aterros, é necessário que antes seja realizado um processo de desidratação deste lodo para remoção da água livre e da água nos interstícios dos sólidos (ACHON, 2008).

Em uma primeira etapa parte da água pode ser removida em decantadores, por meio do adensamento por gravidade. Neste processo ocorre uma redução do volume, que contribui na eficiência dos sistemas posteriormente aplicados para a desidratação do lodo. A desidratação pode então ser realizada através de sistemas naturais ou sistemas mecânicos, a Figura 2 apresenta esquema com os sistemas de desidratação.

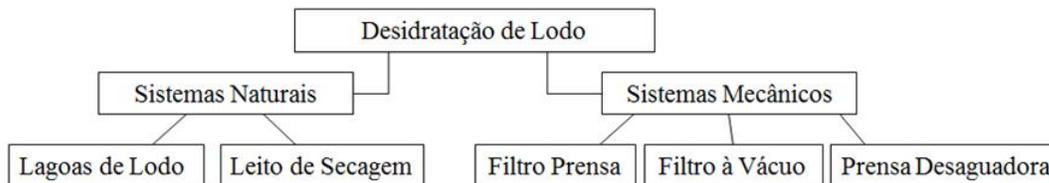


Figura 2. Sistemas de desidratação de lodos. FONTE: Autor.

No sistema natural a redução do volume é realizada através de dois sistemas, lagoas de lodo ou leitos de secagem. Nas lagoas de lodo ocorre a desidratação em três fases: drenagem, evaporação e transpiração, sendo que a evaporação é o elemento principal dentre estes. O projeto de lagoas de lodo inclui: sistema de tubulações para entrada de lodo e saída do decantado, sistema de bombeamento (se necessário) e equipamentos para remoção mecânica de lodo. O sobrenadante pode ser removido continuamente ou de forma intermitente, podendo retornar ao sistema de tratamento. Quando a remoção da água sobrenadante, através de dispositivos, não é mais possível, inicia-se a etapa de evaporação, nesta há o desaguamento, processo este que pode variar de dias a meses, pois é influenciado pelos fatores climáticos e operacionais (ACHON, 2008). Os fatores operacionais seriam, característica do lodo (aplicação do lodo e remoção do decantado), profundidade da lagoa e área superficial e permeabilidade do solo, que estão ligados à os fatores climáticos, precipitação, índices pluviométricos, distribuição sazonal, as temperaturas elevadas e a taxa de evaporação; (FONTANA,2004).

A técnica de leitos de secagem tem sido utilizada para remoção de água de resíduos de diferentes tipos de tratamento de águas. Os leitos de secagem são formados por tanques rasos, compostos de camada suporte, meio filtrante e sistema drenante. A camada suporte tem o propósito de manter a espessura do lodo uniforme, facilitar a remoção manual do lodo e impedir a formação de buracos. (REALI, 1999). A operação do sistema de leitos de secagem finaliza-se em um ciclo de duas fases: enchimento e secagem. O tempo de enchimento varia entre 15 a 30 dias e depende do número de unidades ou capacidade de cada leito. O tempo de secagem dura 3 semanas e depende do clima da região e do teor de sólidos desejado (ACHON, 2008). Os leitos de secagem possuem vantagens e desvantagens, como qualquer sistema, o mesmo é de baixo custo inicial, não necessita de muita operação, possui baixo consumo de energia, tem pouca necessidade de utilização de condicionantes químicos, e alta concentração de sólidos, porém tem-se a necessidade de conhecer bem o clima da região, ter bastante área de terra, e a remoção do lodo exige trabalho intensivo. Devido ao tempo de remoção da água dos lodos, é usado uma membrana geotêxtil sobre a camada filtrante, isso possibilita uma melhor remoção da água dos lodos, essa evolução apresenta melhorias na qualidade do drenado, e por isto leva o nome de Leito de Drenagem. Este constitui-se na somatória do tempo de drenagem e de evaporação da água, assim, tanto as condições de drenagem quanto às condições climáticas têm devido importância. Após a drenagem da água livre, a secagem da massa de lodo ocorre por meio da evaporação, e as variáveis climáticas, tais como, umidade relativa do ar, ventilação podem ser de suma importância para o melhor desempenho de desaguamento. (ACHON, 2008).

Os sistemas mecânicos utilizam energia, o que necessita mais viabilidade técnica e econômica. Dentre os sistemas mecânicos podem ser utilizados o filtro-prensa, onde o lodo é introduzido em câmaras com telas filtrantes e o material é então pressionado para que o filtrado seja removido, este sistema envolve aplicação de pressão sobre o lodo e a filtração da água contida nesse lodo. Já o sistema de filtro a vácuo é baseado em um tambor horizontal posto dentro de uma caixa de lodo, a superfície do tambor é dividida em setores que fazem o lodo atravessa-los e os sólidos depositados na manta são removidos para fora do sistema. E o sistema de prensa desaguadora, é uma correia que se desloca por meio de

roletes que funciona com o lodo passando por elas, o que promove a compreensão de uma esteira fazendo com que o líquido seja filtrado (REALI, 1999).

Após o processo de desidratação do lodo, podem ser aplicadas alternativas adequadas para a destinação final destes resíduos. Neste trabalho foram destacadas três opções de reaproveitamento do lodo comumente utilizadas: co-processamento em fornos de cimento, aplicações na indústria da construção civil e disposição controlada em solo.

CO- PROCESAMENTO EM FORNOS DE CIMENTO

As cinzas de lodo de ETAs podem ser adicionados ao processo de fabricação do cimento, reduzindo o custo de produção. Os materiais que mais são utilizados na fabricação do cimento são calcário, xisto e argila. O calcário corresponde a cerca de 70 a 80% do material bruto utilizado, porém com baixas concentrações de sílica, ferro e alumínio. Para sanar esta deficiência, são adicionados argila, xisto, minério de ferro e bauxita. Os lodos de ETAs que utilizam coagulantes durante o processo de tratamento, geralmente contêm todos esses elementos que são adicionados durante o processo de produção do cimento, por isso, o lodo é introduzido no processo de produção do cimento na fase de pré-homogeneização das matérias primas. (TSUTYA e HIRATA, 2001).

Dependendo das características de composição do lodo, este pode comprometer negativamente a qualidade do cimento produzido:

As principais características de lodos de ETAs, que comprometem a qualidade do produto, ou até mesmo podem inviabilizar a sua utilização na fabricação do mesmo são: presença de altas concentrações de matéria orgânica, carvão ativado, sulfato, permanganato de potássio e metais pesados (TSUTYA e HIRATA, 2001).

Por esta razão o uso de qualquer espécie de lodo em processos produtivos está condicionado a análises preliminares para a avaliação da composição química e estudos de adequação para as condições do processo.

As cinzas de lodo podem ser adicionadas a produção do cimento, reduzindo assim os custos de produção, visto que o cimento é o ingrediente mais caro na fabricação do concreto. É possível substituir 35% do consumo de cimento Portland por lodo calcinado entre temperaturas de 700°C a 800°C (GODOY, 2013).

APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

As características de lodos de ETAs muitas vezes, são similares às características dos materiais utilizados na fabricação de tijolos, blocos de concreto e argamassa, pois apresentam propriedades físicas e químicas similares à argila natural e xisto utilizado na produção destes materiais. Desta forma as grandes quantidades de lodos gerados em ETAs podem diminuir significativamente a quantidade destas matérias primas utilizadas na fabricação desses produtos, aumentando a vida útil das jazidas naturais (MEGDA, 2005).

A adição do lodo durante o processo de fabricação destes produtos exige um cuidado na fase de introdução do lodo, exigindo adaptações e aquisição de unidades de estocagem, dosadores, além do sistema de próprio para adição do lodo.

Uma alternativa que já tem se mostrado viável para o reaproveitamento do lodo de ETAs é a incorporação destes na fabricação de produtos cerâmicos (tijolos, telhas, lajotas, etc.). Para a fabricação de tijolos, por exemplo, os lodos mais indicados são os compostos de argila, silte, areia, coagulantes e matéria orgânica removidos durante o tratamento de água. Na fabricação de produtos cerâmicos o lodo é adicionado auxilia na correção da umidade. Sendo que os lodos mais indicados para fabricação de tijolos são os compostos de argila, silte, areia, coagulantes e matéria orgânica removidos durante o tratamento de água.

DISPOSIÇÃO CONTROLADA EM SOLOS

Antes de qualquer disposição de resíduos no solo é preciso realizar o controle de suas características físicas e químicas, para evitar possíveis contaminações. Podem se tornarem favorável para o crescimento da planta, além de poder beneficiar na estrutura do solo, ajustar o pH e aumentara retenção de água. Em contrapartida alguns estudos apresentam que o lodo das ETAs aplicado em solos acaba indisponibilizando para a planta o fosforo presente no solo.



E, além disso, se não for monitorado, podem conter poluentes, como alumínio e outros metais que acabam provocando a degradação do mesmo. (TSUTYA e HIRATA, 2001).

Segundo GODOY (2013), o reaproveitamento agrícola tem sido a melhor opção de reuso do lodo, pois reduz a exploração de recursos naturais que são utilizados para fabricação de fertilizantes. No entanto, a qualidade do lodo utilizado na agricultura deve ser assegurada, de modo que promova melhorias às qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, sem risco de contaminações. Conforme diz, Rigo (2014) é preciso considerar que apesar do lodo ser um recurso alternativo que pode reduzir custos “seu uso indiscriminado e não regulamentado poderá ocasionar poluição dos solos, toxicidades nas plantas e até mesmo fonte de risco para a saúde pública”.

Neste contexto MEGDA (2005) relata também o uso do lodo de ETA para produção de solos comerciais, cultivo de grama comercial e cultivo de plantas cítricas, que geralmente apresentam deficiência de ferro, que é essencial para o crescimento dos mesmos, e neste caso o lodo pode suprir essa necessidade se durante o tratamento na estação o coagulante utilizado for o sulfato férrico.

CONCLUSÃO

Baseados nos princípios da sustentabilidade é importante que as ETAs busquem meios para destinar o lodo para reaproveitamento. Assim minimizando os impactos ambientais causados pelos mesmos, não prejudicando o meio ambiente.

É importante ressaltar que para a aplicação efetiva destas alternativas são necessárias análises e estudos específicos para cada lodo gerado em diferentes unidades de tratamento, e também é indispensável o controle de qualidade dos produtos finais. Buscando assim, assegurar que o lodo seja utilizado com profissionalismo e responsabilidade, contribuindo com a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACHON, C.L; BARROSO, M.M; CORDEIRO, J.S; 2008. **Leito de drenagem: Sistema natural para redução de volume de lodo de estação de tratamento de água**. Eng. Sanit.ambient, 54 Vol,13- N° 1, pp. 54-62
2. ACHON, C.L; CORDEIRO, J. S. **Análise crítica de implantação de sistemas naturais de remoção de água livre de lodo**. Trabalho apresentado no 22º congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental-Santa Catarina:ABES,2003;
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos- Classificação. 2 eds. Rio de Janeiro: 2004. 71 p.
4. BITTENCOURT, S; SERRAT, B.M; AISSE, M.M, et al; **Aplicação de lodos de estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto em solo degradado**. Engenharia Sanitária e Ambiental. vol.17 no.3 Rio de Janeiro. Julh/Setembro. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522012000300008&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 17/09/2015
5. FONTANA, O.A; **Sistema de leito de drenagem e sedimentador como solução para redução de volume de lodo de decantadores e reuso de água de lavagem de filtros - estudo de caso –ETA Cardoso**. Universidade Federal de São Carlos, Centro de ciências exatas e de tecnologia programa de pós-graduação em Engenharia urbana. São Carlos, 2004.
6. GODOY, L. C. **A logística na destinação do lodo de esgoto**. Revista Científica On-line Tecnologia – Gestão – Humanismo, São Paulo, v. 2, n. 1, p.79-89, nov. 2013. Disponível em: <<http://www.fatecguaratingueta.edu.br/revista/index.php/RCO-TGH/article/view/43/27>> Acesso em: 13/03/2015
7. HOPPEN, C; et al.; **Estudo de dosagem para incorporação do lodo de ETA em matriz de concreto, como forma de disposição final**. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. p. 1-9.
8. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010.
9. MEGDA, C.R; SOARES, L. V; ACHON, C. L.; 2005. **Proposta de aproveitamento de lodos gerados em ETAS**. Anais do 23º congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental- São Paulo;
10. MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. (2009) *Parecer Técnico - Ref.: Ofício 1139/2008 (CAO-MA) - Informações técnicas referentes aos danos ambientais decorrentes do lançamento de lodo in natura, pelas Estações de Tratamento de Água, no ambiente*. Belo Horizonte: Procuradoria-Geral de Justiça, 32 p. In: ACHON, C.L; **Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro**. Engenharia Sanitária e Ambiental. vol.18 no.2 Rio de Janeiro Abril/Junho 2013.

11. PCJ. (2011) Oficina de lançamento dos resultados da 1º Etapa. *Estudo de viabilidade para instalação e operação de centrais de lodos nas Bacias PCJ*. Consórcio das Bacias Hidrográficas PCJ - Piracicaba, Capivari e Jundiá, 7 p. In: ACHON, C.L; **Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro**. Engenharia Sanitária e Ambiental. vol.18 no.2 Rio de Janeiro Abril/Junho 2013.
12. REALI, M.A.P, et al; **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estação de tratamento de água**. Rio de Janeiro: Rede Cooperativa de Pesquisas, 1999
<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosabrealifinal.pdf> Acesso em: 16/03/2015
13. RIGO, M.M, et, al. **Destinação e reuso na agricultura do lodo de esgoto derivado do tratamento de águas residuárias domésticas no Brasil**. Gaia Scientia (2014) Volume 8 (1): 174-186
14. TSUTYA, M.T. HIRATA, A.Y. **Aproveitamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água do estado de São Paulo**. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – 2001.
15. UCKER, F. E; BARROSO, L. B; LOPES, M. I. P.; 2010. **Utilização do lodo gerado em indústria para a fabricação de argamassa**. Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas. v. 11, n. 1, p. 106-114.