
ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DOS METAIS PESADOS PRESENTES NO LODO DE ESGOTO DEPOSITADO NO SOLO: MÉTODOS E TRATAMENTOS

Samara Avelino de Souza França⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e integrante do Programa de Educação Tutorial (PET).

Risete Maria Queiroz Leão Braga⁽²⁾

Professora da Universidade Federal do Pará - Instituto de Tecnologia (ITEC) - Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Endereço⁽¹⁾ Rua Augusto Corrêa, 01 – Guamá- Belém – CEP: 66075-110 - Brasil – Tel: +55 (91) 8257-91718– e-mail: samara_avelino@hotmail.com

RESUMO

Os solos, recursos naturais valiosos, são habitats de diversos animais, plantas e microrganismos, reguladores da distribuição, escoamento e infiltração das chuvas e da qualidade da água e do ar, além de um dos materiais de construção mais utilizados na engenharia. Nesse contexto, devido sua significativa capacidade de reter, absorver e decompor materiais que lhe são depositados, devem ser protegidos da contaminação por resíduos sólidos, à exemplo do lodo de esgoto, o qual pode possuir metais pesados. Por meio de dados secundários, extraídos de literatura científica pertinente, conclui-se que, de modo geral, as concentrações de metais pesados encontradas no lodo são superiores às naturalmente encontradas em solos, podendo ser tóxicos às plantas, ao ser humano e animais que consomem estas plantas. Daí a necessidade de avaliação dos riscos associados ao aumento desses elementos no ambiente e a importância de métodos de tratamento do lodo de esgoto, tais como: controle do pH do solo, processo de biorremediação através de plantas hiperacumuladoras e uso agrícola, além da incorporação do lodo ao concreto, na produção de materiais cerâmicos e tijolos solo-cimento,. Ademais, discorreu-se sobre os procedimentos (uso de tanques sépticos e leitos de secagem) adotados pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA).

Palavras-chave: Solos, Lodo de Esgoto, Metais pesados.

INTRODUÇÃO

O solo é um componente fundamental do ecossistema terrestre, além de ser um habitat para diversos organismos, permite o desenvolvimento da vegetação, sendo o principal substrato utilizado pelas plantas para o seu crescimento e disseminação, fornecendo água, ar e nutrientes, além de relacionar-se diretamente com algumas características locais naturais, como a vegetação, o relevo e a permeabilidade (FUNASA, 2007).

Ademais, de acordo com Braga *et al.* (2005), o solo exerce uma gama de importantes funções, como regulação da distribuição, escoamento e infiltração das águas pluviais e de irrigação, armazenamento e ciclagem de nutrientes para as plantas e ação filtrante e protetora da qualidade da água e do ar.

As obras de engenharia também necessitam do solo, um dos materiais de construção mais utilizados, seja como apoio ou matéria-prima para a construção, dependendo de suas características e propriedades, a exemplo da estrutura, textura, composição mineral e teor de matéria orgânica (BRADY, 2013).

No entanto, quando o solo passa a ser o principal receptor de uma série de resíduos (produtos e substâncias químicas) produzidos pelo ser humano, esses podem degradá-lo, interferindo na sua qualidade e alterando a capacidade de realizar as funções anteriormente relatadas. Os resíduos industriais, agrícolas e domésticos ao atingir o solo passam, então, a fazer parte dos ciclos biológicos que ocorrem nele (BRADY, 2013).

Um exemplo é o esgoto sanitário não lançado nas redes públicas de esgoto. O lodo de esgoto, um resíduo de origem industrial e/ou doméstica, pode tornar-se importante fonte de elementos químicos orgânicos e inorgânicos extremamente tóxicos, como os metais pesados (BRAGA *et al.*, 2005).

Nesse sentido, haja vista que a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelece no artigo 10 que o empreendedor criador da poluição é responsável pelo seu resíduo, devendo tratá-lo de acordo com as exigências legais antes de lançá-los em corpos receptores ou na rede pública de coleta, existem métodos para o tratamento do lodo de esgoto oriundo do esgoto sanitário não tratado, seja por meio de processos técnicos, ou ainda, pela reutilização deste resíduo.

Desta forma, ao reduzir a produção de lodo, ainda no processo industrial e de pré-tratamento, antes do seu lançamento no sistema de esgotamento sanitário, reduz-se a presença de metais pesados presentes nele e, conseqüente, os riscos associados a esses elementos químicos.

OBJETIVO

Discorrer sobre as conseqüências da disposição do lodo de esgoto não tratado no solo, no que diz respeito à presença de metais pesados; e os métodos utilizados no tratamento desse resíduo, descrevendo também dois dos procedimentos adotados pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) para o tratamento do lodo de esgoto.

METODOLOGIA

Foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa, através de levantamento de dados secundários extraídos de literatura científica pertinente. As informações foram retiradas de livros dispostos no acervo da Biblioteca Central Prof. Dr. Clodoaldo Beckmann, na Universidade Federal do Pará, artigos presentes em sites de eventos científicos que tratam sobre a temática, além do Plano Municipal de Saneamento Básico de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário de Belém – Pará.

RESULTADOS

Metais pesados em lodo de esgoto

O lodo de esgoto pode apresentar em sua composição, elementos químicos e biológicos indesejáveis do ponto de vista ambiental, que em contato com o ser humano e ou com a fauna e a flora, podem causar doenças e contaminações diversas, a exemplo dos metais pesados. Estes metais, em diferentes concentrações dependendo do tipo de esgoto (doméstico, industrial ou misturado), em pequenas concentrações podem agir como micronutrientes para o solo, mas em concentrações mais elevadas podem ser tóxicos para plantas animais e ao Homem (JORDÃO e PESSÔA, 2009).

Nesse contexto, a preocupação com a possibilidade de acúmulo destes metais em solos pela aplicação exacerbada e sem controle de lodo de esgoto tem impulsionado pesquisas acerca do destino desses componentes químicos nos solos, principalmente o arsênio, zinco, chumbo, cádmio e níquel, comumente encontrados em maior quantidade no lodo de esgoto (BRAGA *et al.*, 2005).

De acordo com Brady (2013), o arsênio, presente em solos que receberam por muito tempo pesticidas contendo este elemento como um de seus constituintes, pode causar toxicidades às plantas mais sensíveis e minhocas, além de câncer de pele em humanos. O chumbo, oriundo de descarga de gases de automóveis, sendo fixado no solo na forma de carbonatos e sulfatos pouco solúveis, além de óxidos de ferro, manganês e alumínio, é indisponível para plantas, podendo bioacumular-se ao longo da cadeia alimentar.

Os metais pesados em solos tratados com lodo de esgoto podem estar na forma solúvel ou trocável, podendo mover-se ao longo do perfil do solo e ser absorvidos pelas plantas, principalmente em solos com baixo teor de matéria orgânica e capacidade de troca catiônica.

Outra parte permanece retida pela matéria orgânica do solo e do lodo. Estes metais, especialmente o cádmio, são fitotóxicos, podendo acumular-se em plantas e, conseqüentemente, causar mortalidade de animais que se alimentam destes vegetais (BETTIOL e CAMARGO, 2006). Deste modo, é preciso ter cautela, estabelecendo níveis máximos para cada metal, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Concentrações limite para poluentes inorgânicos (metais pesados) em lodo de esgoto.

METAL	CONCENTRAÇÃO MÁXIMA PERMITIDA (BASE SECA) MG/KG
ARSÊNIO	75
ZINCO	7500
CHUMBO	840
CÁDMIO	85
NÍQUEL	420
COBRE	4300

Fonte: CETESB, 1999, p. 9.

Logo, a importância de fixar e conhecer as concentrações máximas de metais pesados no lodo de esgoto está no fato de que a aplicação de uma quantidade significativa deste resíduo em terras agrícola pode comprometer a capacidade do solo de reagir com estes elementos poluentes e, ainda, permitir a contaminação ambiental por esses metais pesados.

Tratamentos de solo com lodo de esgoto

Segundo Brady (2013), existem três principais métodos de prevenção e eliminação de metais presentes no solo:

- Eliminação ou redução drástica da aplicação de toxinas no solo, pela qual reduzem-se as contaminações atmosféricas não intencionais (por parte de indústrias e veículos);
- Imposições judiciais para toxinas encontradas em adubos, pesticidas, dejetos e águas para irrigação;
- Mobilização da toxina por meio de práticas de manejo do solo que evitem que alimentos ou água sejam atingidos, já que o manejo auxilia na interrupção do ciclo dos poluentes, mantendo-os no solo e impedindo que cheguem aos vegetais ou fiquem livres.

Deste modo, o principal objetivo do tratamento do lodo de esgoto é gerar um produto mais estável e com menor volume para facilitar seu manuseio e, conseqüentemente, reduzir os custos nos processos subsequentes. A escolha do método dependerá do composto químico inorgânico presente no solo, pois geralmente as concentrações de metais encontradas no lodo são superiores às naturalmente encontradas em solos. Desta forma, faz-se necessária a avaliação dos riscos associados ao aumento desses elementos no ambiente em decorrência da aplicação desse resíduo, e a partir disso a decisão de qual remediação utilizar: química, física ou biológica.

Por exemplo, cuidados com a acidez do solo (mantendo-o seu pH próximo a 6,5) e aplicação criteriosa de calcário são medidas preventivas à lixiviação de contaminantes para lençóis freáticos, percolação de metais pesados eventualmente presentes na massa de lodo e absorção pelas plantas (BRADY, 2013). Além disso, (em caso de contaminação grave), há a biorremediação de metais pesados através de plantas hiperacumuladoras, isto é, capazes de crescerem em solos contaminados com esses elementos, acumulando-os em grande quantidade sem sofrerem os efeitos de sua toxicidade.

Outra alternativa existente é a disposição de lodo de esgoto em terras agrícolas como fertilizante organo-mineral, uma vez que esse material possui em sua composição consideráveis teores de matéria orgânica e de nutrientes (JORDÃO e PESSÔA, 2009). É importante lembrar a necessidade de verificar a qualidade (física, química e biológica) do lodo, sua adequação ao uso pretendido e a taxa de concentração adequada para o solo, pois a partir disso pode-se aumentar sua fertilidade e reduzir o risco de níveis contaminantes de metais pesados (BETTIOL e CAMARGO, 2006).

Deste modo, sua utilização na agricultura se deve ao seu potencial como condicionador e/ou fertilizante dos solos e pelo fato dos solos geralmente possuírem um significativo poder de depuração. Além disso, o lodo de esgoto confere efeitos sobre as propriedades físicas do solo, tais como a melhoria no estado de agregação de suas partículas, diminuição de sua densidade, aumento na aeração e retenção de água pelo solo, incrementando sua resistência à erosão. Já nos aspectos químicos, têm-se a elevação dos teores de fósforo, de carbono orgânico, da fração húmica da matéria orgânica, pH, condutividade elétrica e da capacidade de troca catiônica (MESSIAS *et al.*, 2007).

Emprego de lodo de esgoto em outros materiais

De acordo com Silva (2009), a respeito dos métodos de prevenção e tratamento de lodo de esgoto, sua incorporação ao concreto no estado seco para fins não estruturais não alterou características como resistência à compressão axial, absorção de água, desempenho mecânico e durabilidade, os quais estiveram dentro dos parâmetros exigidos em norma. Logo, trata-se de uma forma viável de destinação final, pois além de reduzir os impactos ambientais pela minimização da quantidade de recursos naturais utilizados, evita a pressão sobre os aterros sanitários ou o seu lançamento em corpos de água.

Além disso, tem-se a produção de materiais cerâmicos de paredes retas, os quais apresentaram pouca retração e resistência à compressão, estando dentro dos limites estipulados pela Norma. Assim, tem-se uma proporção de 10% de lodo em relação à massa de argila. Outra alternativa é a fabricação de tijolos solo-cimento, a partir da incorporação do lodo de esgoto. Algumas de suas vantagens são: a redução da supressão da vegetação devido a atividade extrativa, minimização da emissão de fluoretos nas olarias com a queima do material cerâmico e redução da contaminação causada pelo lançamento de lodo no solo e nos corpos de água (SILVA, 2009).

Tratamento do lodo de esgoto pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA)

A Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) possui cinco Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's), localizadas nos bairros da Marambaia, Benguí, Coqueiro, além do Conjunto Sideral e da Vila da Barca. A Companhia faz tratamentos primário, secundário e terciário, com reator, leito de secagem do lodo e desinfecção efluente. Segundo seu presidente, do total de volume de esgoto coletado de janeiro a agosto de 2013, a Companhia tratou 31%, valor próximo ao da média nacional, que é de aproximadamente de 37% (Portal ORM, 2013).

Em Belém, capital do Estado, o esgoto coletado na área do Programa de Ação Social em Saneamento (PROSEGE), por exemplo, foi concebido para ser tratado em duas ETE's denominadas Rua da Mata e Tavares Bastos, no bairro da Marambaia, a fim de melhorar as condições sanitárias neste bairro e proteger os lagos Bolonha e Água Preta, localizados no Parque do Utinga e utilizados como mananciais de captação de água para o abastecimento da Região Metropolitana de Belém (SILVA e PEREIRA, 2003).

Construídas em 2007 e com planos de ampliação (2ª etapa) previstos para 2017, a fim de atender mais de 150.000 (cento e cinquenta mil) habitantes, por motivos de depredação e saques, atualmente estas ETE's encontram-se totalmente desativadas (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM, 2014).

Nos sistemas de tratamento primário, a Companhia construiu tanques sépticos e leitos de secagem. Nos tanques sépticos, tanto o lodo (resultante da sedimentação das partículas sólidas), quanto a espuma (material flutuante, formado por óleos e graxas) sofrem ação de bactérias predominantemente anaeróbias. Segundo Junior e Neto (2011), embora este tipo de tratamento não apresente alta eficiência, produz efluente de qualidade razoável. Já nos leitos de secagem, unidades de tratamento concebidas para receber o lodo dos digestores aeróbios ou anaeróbios, o lodo é desidratado, tendo sua densidade reduzida (JORDÃO e PESSÔA, 2009).

A Prefeitura de Belém estabeleceu prazo de remoção de dez (10) meses a um (1) ano do lodo gerado nestas ETES's, tendo como destino final o aterro sanitário do Aurá. O destino dos efluentes líquidos dos tanques sépticos da ETE Rua da Mata é o Canal Água Cristal e, no caso da ETE Tavares Bastos, o Canal Tavares Bastos.

CONCLUSÃO

O lodo de esgoto, resíduo produzido nas Estações de Tratamento de Esgoto, pode ser benéfico ou prejudicial ao solo dependendo, inclusive, das concentrações de metais pesados. Assim, conhecendo suas características físicas, químicas e biológicas, como a presença desses elementos, é possível prever os efeitos do lodo de esgoto depositado no solo e a melhor alternativa para seu tratamento.

Desta forma, controlar o pH do solo, adotar o processo de biorremediação, utilizar o lodo de esgoto na agricultura, no concreto, em materiais cerâmicos e tijolos solo-cimento são medidas importantes para tratar e dispor este resíduo.

No que diz respeito aos procedimentos adotados pela COSANPA, embora algumas ETE's estejam atualmente desativadas, a exemplo das localizadas no bairro da Marambaia, a relevante infra-estrutura empregada para o tratamento do esgoto e do lodo demonstra a necessidade e importância do retorno de seu funcionamento.

Portanto, o correto tratamento e disposição final do lodo de esgoto deve fazer parte dos programas de tratamento de esgotos (domésticos, industriais e mistos), para que os objetivos do saneamento sejam plenamente atingidos e para que os riscos associados à presença de metais pesados sejam prevenidos.

RECOMENDAÇÕES

Muitas pesquisas sobre as formas de tratar o lodo de esgoto estão em andamento, sendo assim, este trabalho pode contribuir para pesquisas futuras, uma vez que atuou como um panorama de alguns dos métodos e alternativas existentes. Faz-se importante lembrar a importância de apoio, também governamental, a esses estudos e maior rigor às práticas de tratamento de esgoto sanitário previstas em lei.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BETTIOL, Wagner; CAMARGO, Otávio Antônio de. Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.
2. BRADY, Nyle C. Elementos da natureza e propriedades dos solos. Porto Alegre: Bookman, 2013.
3. BRAGA, Benedito; HESPANHOL, Ivanildo; CONEJO, João G. L.; MIERZWA, José Carlos; BARROS, Mário Thadeu L.; SPENCER, Milton; PORTO, Mônica; NUCCI, Nelson; JULIANO, Neusa; EIGER, Sérgio. Introdução à engenharia ambiental. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
4. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 12 fev. de 2015.
5. COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas - critérios para projeto e operação (Manual Técnico).1999.
6. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Orientações para execução de obras e serviços de engenharia pela Funasa: manual técnico. Brasília: FUNASA, 2007.
7. JORDÃO, Eduardo Pacheco, PESSÔA, Constantino Arruda. Tratamento de Esgotos Domésticos. 5ª Edição – Rio de Janeiro, 2009.
8. JUNIOR, Adriano Pires Monteiro; NETO, Henrique Fernandes Rendeiro. Sistema individual de tratamento de esgoto fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro: uma alternativa para o tratamento sanitário em comunidades de baixa renda do município de Belém. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JFnOaqOzAIJ:www.unama.br/graduacao/engenhariacivil/tccs/2011/SISTEMA%2520INDIVIDUAL%2520DE%2520TRATAMENTO%2520DE%2520ESGOTO.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em 16 fev. de 2015.
9. MESSIAS, Arminda Saconi; SILVA, Hannelore Alves e; LIMA, Vanessa Natalia de; SOUZA, José Edson Gomes de. Avaliação da mobilidade de micronutrientes em solo tratado com lodo de esgoto. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.rbgdr.net%2F032007%2Fartigo7.pdf&ei=PycLVbCxJouggTKhoGQDQ&usq=AFQjCNF46grG9UTtDZdZ8k_4EDAkgeUbNQ&sig2=oCEZSaUnz0Zcv4WxlMjwlg&bvm=bv.88528373.d.eXY>. Acesso em 15 fev. de 2015.
10. Portal ORM. 2013. Disponível em: <<http://www.orm.com.br/noticia/noticia.asp?id=676347&%7Cpresidente+da+cosanpa+detalha+investimentos+na+rede+de+esgoto#.VQQwCOIFDIU>>. Acesso em 14 fev. de 2015.
11. PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM. Plano Municipal de Saneamento Básico de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário de Belém – Pará. 2014. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww3.belem.pa.gov.br%2Fwww%2Fwpcontent%2Fuploads%2FPMS-B-Bel%25C3%25A9m-PA_Volume_I2.pdf&ei=IRSPVK6lI6S_sQsquIG4DA&usq=AFQjCNGIFyObP-SwDV-BGPKcdUT2b4swQ&sig2=5503R-e1PjcSe_YFFW-C3w&bvm=bv.81828268,d.d24>. Acesso em 12 fev. de 2015.

-
12. SILVA, Manoel Rodrigues da. Incorporação de lodo de Estações de Tratamento de Água (ETAS) em tijolos de solo-cimento como forma de minimização de impactos ambientais. 2009. 84f.. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental) – Faculdade de Aracruz, Espírito Santo, 2009.
 13. SILVA, Valdinei Mendes da; PEREIRA, José Almir Rodrigues. Saneamento Ambiental em Áreas Urbanas: esgotamento sanitário na Região Metropolitana de Belém. ed 1. Vol. 1. Belém: Editora da Universidade Federal do Pará, 2003.