

## RESÍDUOS SÓLIDOS

### LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO CULTIVO DE PLANTAS ORNAMENTAIS

**Alessandra Crispim Canedo** – alessandracrispim@yahoo.com.br  
Universidade Federal de Goiás.

**Fernanda Posch Rios** – fprios@gmail.com  
Instituto Federal de Goiás

**Paulo Sérgio Scalize** – pscalize.ufg@gmail.com  
Universidade Federal de Goiás.

**Resumo:** O tratamento do esgoto oriundo da população é de fundamental importância. No entanto, são gerados resíduos que devem ser tratados e dispostos adequadamente de forma a apresentar o menor impacto possível. As regulamentações do gerenciamento de resíduos sólidos, somada ao aumento de sua demanda e a crescente exigência para o desenvolvimento de aplicações sustentáveis para sua disposição de tais resíduos impulsionaram o desenvolvimento de aplicações para este material. Este trabalho visa a aplicação do passivo ambiental, lodo de ETE, como componente de substrato para utilização no cultivo de plantas ornamentais em jardins. Para as análises foram utilizados protótipos confeccionados com materiais reciclados e de baixo custo. As espécies selecionadas para a montagem do experimento foram *Lantana camara* (lantana, verbena ou camará) e a *Arachis repens* (grama amendoim) que apresentam fácil manutenção e são comuns nos jardins municipais e residenciais. O desenvolvimento das plantas foi satisfatório e a recomendação do lodo é viável tanto pelo caráter ambiental quanto pelo custo.

**Palavras-chave:** Passivos ambientais, lodo de ETE, jardim.

#### 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O tratamento de esgoto doméstico gera resíduo líquido e o lodo, parte sólida, rica em matéria orgânica, nutrientes e micro-organismos (ANDREOLI; PEGORINI, 2003). O descarte desses resíduos representa em torno de 60% dos custos operacionais de uma ETE (VON SPERLING, ANDREOLI e FERNANDES, 2001). Sendo o transporte o item mais oneroso tanto na reutilização quanto na disposição final (GODOY, 2013).

No Brasil, a preocupação com a disposição final do lodo de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) é recente, o desafio é encontrar o equilíbrio entre produção, consumo e descarte.

No quesito produção estima-se que tende a um aumento progressivo devido ao déficit existente. Em 2013, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2014), apenas 56,3% da população brasileira era atendida por rede coletora de esgotos e desses apenas 39% seria tratado. Contudo, isso representa um volume de 3,624 bilhões de metros cúbicos. Von Sperling, Andreoli e Fernandes (2001) afirmam que no máximo 2% desse volume de esgoto tratado é transformado em lodo, ou seja, em resíduos sólidos, o que em conversão gera aproximadamente 5.000 toneladas de lodo por dia.

No que tange o consumo e descarte, a promulgação da Lei nº. 12.305 (BRASIL, 2007), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei de Resíduos Sólidos) e dispõe diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, estabelece que o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos será responsável por “implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido” (BRASIL, 2010).

Diante das obrigações legais de preservação ambiental na disposição dos resíduos sólidos resultantes do tratamento de esgoto, surge o desafio de encontrar formas economicamente viáveis e ecologicamente seguras, de forma concomitante, para reutilizar o lodo, reintegrando um produto descartado ao ciclo produtivo. Estudos recentes vislumbram a aplicação deste passivo ambiental como insumo agrícola, fertilizante ou mesmo na construção civil (ANDREOLI e PEGORINI, 2003; ROCHA, 2009).

Imprimir utilidade ao lodo de ETE, que até então gerava custos para ser dispensado, significa racionalizar a operação do tratamento de esgoto urbano, agregando valor ao que antes seria despesa (GODOY, 2013). Para a utilização agrícola do lodo de ETE é necessário que seus parâmetros de qualidade atendam ao disposto na Resolução CONAMA nº 375 (BRASIL, 2006). Assim, o processo de higienização para a redução de patógenos torna-se uma etapa a ser cumprida para a reciclagem agrícola do lodo (ROCHA, 2009).

A sua aplicabilidade na agricultura representa uma solução para o problema de disposição e permite a transformação de um resíduo poluidor em um insumo fornecedor de matéria orgânica rica em nutrientes como o nitrogênio, o fósforo e o potássio, e que aumenta a resistência do solo à erosão (ANDREOLI e PEGORINI, 2003).

As sugestões encontradas na literatura são para o uso do lodo de ETE proveniente de tratamentos que operam com a tecnologia do reator *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) – Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo. No Estado de Goiás, a empresa Saneamento de Goiás (Saneago) opera 62 sistemas de tratamento de esgoto, sendo dez delas por UASB. O volume de produção de lodo dessas ETEs é de aproximadamente 162 m<sup>3</sup>/mês e uma produção futura<sup>1</sup> de lodo atingirá 262 m<sup>3</sup>/mês (ROCHA, 2009).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho é propor a utilização do passivo ambiental lodo de ETE, proveniente do tratamento de esgoto sanitário, como substrato agrícola para uso no cultivo de plantas ornamentais em jardins.

---

<sup>1</sup> Projeção futura se trata da projeção considerando o crescimento da população ao longo da vida útil da ETE

## 2. METODOLOGIA

A parte experimental foi montada nas instalações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), situado em Goiânia e composta por dois canteiros controle e dois canteiros teste, com 0,20 m<sup>2</sup> de área superficial, preparados com a utilização de materiais reutilizáveis e duas composições distintas de 8 kg de substrato: uma considerada como controle com 100% de terra preta vegetal (8 kg) e outro o teste com 50% de terra preta vegetal (4 kg) e 50% de lodo de ETE (4 kg), cujo aspecto pode ser observado na Figura 1a.

Em cada canteiro foi cultivada uma espécie ornamental diferente, sendo: *Lantana camara* (lantana, verbena ou camarã) e *Arachis repens* (grama amendoim). As espécies de plantas foram escolhidas em função da fácil manutenção e de sua utilização comum em praças públicas e jardins de residências brasileiras, sendo adquiridas em floricultura com idade de aproximadamente 60 dias, foram transplantadas no canteiro conforme a Figura 1c.

O desenvolvimento das espécies vegetais foi avaliado durante 60 dias por meio de comparação visual e medidas lineares (altura da planta, comprimento do caule e da folha, largura da folha, diâmetro de caule). Na Figura 1b pode ser observada a medição do tamanho da folha. O período de monitoramento ocorreu de 06 de fevereiro a 07 de abril de 2015.



Figura 1 – Aspecto do lodo (a), medição das folhas da planta (b) e transplante das mudas para o canteiro (c).

Utilizou-se espaçamentos de 10 cm entre os caules de cada planta e 7 cm entre o caule da planta e a parede do canteiro, totalizando 15 plantas. Na primeira semana após o plantio, os canteiros permaneceram dentro do Laboratório de solos do IFG, onde foi realizada irrigação diária sempre no mesmo horário. Posteriormente, todo o aparato foi transportado para a área de jardim e ficaram sob as condições climáticas, ressaltando que, o período de observação foi correspondente ao período chuvoso na região e, ocorreram 31 eventos de precipitação monitorados nesse intervalo de tempo, com a utilização de um pluviógrafo, modelo RG3-M, do fabricante ONSET, com precisão de 0,2 mm.

O lodo da ETE utilizado na pesquisa, fornecido pela SANEAGO, foi proveniente da ETE Campos Dourados (Figura 2), a qual está localizada no Residencial Campos Dourados, em Goiânia/GO e é considerada uma estação de pequeno porte. Essa ETA foi projetada para tratar vazão de 4,0 L/s e capacidade para atender 4.000 habitantes. Atualmente opera com vazão de 1,5 L/s disposta no córrego Rodeio, atendendo aproximadamente 1.000

habitantes (HARAGUCHI, 2014). Utiliza um sistema compacto composto por reator UASB com tempo de detenção de 8 a 20 horas (Figura 3a), biofiltro aerado submerso, decantador secundário e a desinfecção é por raio ultravioleta. O lodo após passar pelo reator UASB é descarregado nos leitos de secagem (Figura 3b), onde permanece por um período de até 20 dias, a depender do clima, sendo transferido, com auxílio de pás, para uma caçamba (Figura 3c), com disposição final no aterro sanitário de Goiânia.

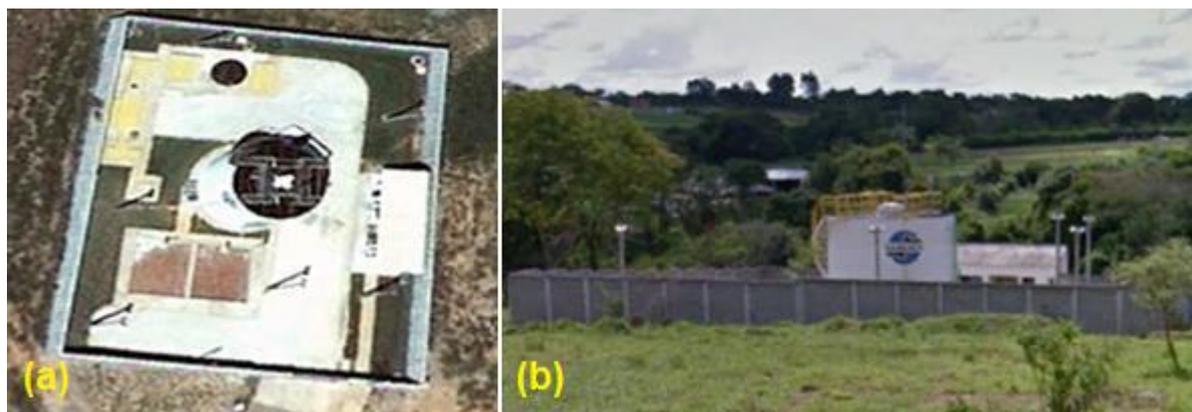


Figura 2 – Vista superior (a) e lateral (b) da ETE Campos Dourados, local de origem do lodo empregado nos canteiros dessa pesquisa. Coordenadas 16° 47' 55.44" S e 49° 22' 16.86" O. Fonte: Google Earth



Figura 3 –Reator UASB que recebe o efluente para tratamento (a), Leitos de secagem do lodo da ETE Campos Dourados (b) e Caçamba em que o lodo é colocado após secar no leito de secagem e aguarda transporte para disposição final em aterro sanitário (c).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período de monitoramento houve um desenvolvimento das plantas, o qual pode ser observado na Figura 4, onde se tem o aspecto das plantas com 15 dias após o plantio e no final do experimento, caracterizando um maior desenvolvimento das espécies cultivadas com substrato contendo 50% de terra preta vegetal e 50% de lodo de ETE.



Figura 4 – Desenvolvimento das plantas com substrato controle (100% terra preta vegetal): 15 dias após o plantio (a) com 60 dias de desenvolvimento (b). Desenvolvimento das plantas com substrato composto por 50% de Lodo de ETE e 50% de terra preta vegetal: 15 dias após o plantio (c) e com 60 dias de desenvolvimento (d).

Foi possível constatar que o lodo da ETE foi benéfico às plantas, interferindo positivamente na qualidade do seu desenvolvimento foliar favorecendo o seu crescimento. Para demonstrar a diferença entre o crescimento das plantas cultivadas nas diferentes composições de substrato, foram selecionadas três fases desse desenvolvimento (com 0, 15 e 60 dias), as quais estão apresentadas na Figura 5 para a espécie *Arachis repens* e na Figura 6 para a espécie *Lantana câmara*.

Foi possível perceber que a *Arachis repens* teve um bom crescimento inclusive avançando para fora do canteiro. Da mesma forma, a *Lantana câmara* apresentou também um excelente crescimento, sendo essa planta muito comum nas praças e jardins goianienses. O crescimento apresentado na Figura 5 é apenas mais um fator que pode influenciar nos resultados a serem obtidos com a utilização do Lodo de ETE para plantio de espécies de plantas ornamentais.



Figura 5 – Disposição das plantas da espécie *Arachis repens* nos canteiros logo após o plantio (a), 15 dias após o plantio (b) e preenchimento ao final do experimento com 60 dias (c) sem lodo de ETE e com lodo de ETE logo após o plantio (d), 15 dias após o plantio (e) e preenchimento ao final do experimento com 60 dias (f).



Figura 6 – Disposição das plantas da espécie *Lantana câmara* nos canteiros logo após o plantio (a), 15 dias após o plantio (b) e preenchimento ao final do experimento com 60 dias (c) sem lodo de ETE e com lodo de ETE logo após o plantio (d), 15 dias após o plantio (e) e preenchimento ao final do experimento com 60 dias (f).

O cultivo das plantas com o lodo permitiu constatar a eficiência do lodo de ETE como fertilizante, sendo algo presente na literatura e afirmado, por exemplo, por BETTIOL e CAMARGO (2006).

Sobre o crescimento da produção e a falta de gerenciamento adequado e de áreas de disposição final, é uma preocupação mundial e foi debatido na Rio 92 que estabeleceu que a gestão sustentável de resíduos sólidos deve incluir governos, sociedade e indústria, de forma a reduzir a disposição final no solo e maximizar o reaproveitamento, pois a disposição inadequada dos mesmos gera impactos socioambientais tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais e intensificação de enchentes (JACOBI, BESEN, 2011).

Considerando que a deposição desses materiais em aterro sanitário não traz sustentabilidade socioambiental e reduz a vida útil do aterro, o uso agrícola desses passivos ambientais precisa ser revigorado por se tratar de uma contribuição ao meio ambiente como a destinação mais coerente para estes resíduos. Portanto a sua aplicação como substrato de plantas ornamentais permite o uso de um passivo ambiental reconhecidamente impactante.

Este estudo é validado por consubstanciar-se em alternativa de grande simplicidade operacional, baixos custos e viabilidade, principalmente para pequenas quantidades de lodo.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho permitiu concluir que as plantas ornamentais, comumente utilizadas em jardins, quando cultivadas com substrato composto por terra preta vegetal e lodo de ETE apresentaram um maior crescimento daquelas cultivadas com o substrato composto apenas por terra preta vegetal. Portanto, o lodo de ETE apresenta um potencial de uso para essa finalidade, no entanto, devem ser avaliadas possíveis contaminações ao ser humano, visto a origem desse resíduo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pelo custeio dos materiais. A Saneamento de Goiás (Saneago) por fornecer o Lodo utilizado no experimento e ao Instituto Federal de Goiás que concedeu o espaço para a realização do mesmo.

## 5. REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S. Reciclagem agrícola de biossólidos: impactos e regulamentação. In: **XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Ribeirão Preto, 2003.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. A disposição de lodo de esgoto em solo agrícola. **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna - SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006, 349 pg.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado** / Fundação Nacional de Saúde – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2010. 246 p. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/estudosPesquisas\\_ImpactosSaude.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/estudosPesquisas_ImpactosSaude.pdf) >. Acesso em: 08/10/2014.

BRASIL. Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 5 jan. 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 de agosto de 2006.

GODOY, L. C. **A logística na destinação do lodo de esgoto, 2013**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 29/03/2015.

HARAGUCHI, M.T.; UCKER, F.E.; KRONHARDT, R. FERRARI, T.; KEMERICH, P.D.C.; Estudo de caso para a viabilidade de implementação de sistema de tratamento de esgoto compacto na região metropolitana de Goiânia. **REMOA**, Santa Maria, RS, v. 14, n. 1, p. 2967–2973, 2014. Edição Especial Fevereiro. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/remoa/index>>. Acesso em: 29/03/2015.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade.** Estudos Avançados, v. 25, n.71, São Paulo Jan./Apr. 2011.

ROCHA, A. L.C. L. **Higienização de Lodo anaeróbio de esgoto por meio alcalino estudo de caso da ETE Lages – Aparecida de Goiânia - GO.** Dissertação. Universidade Federal de Goiás. Goiás, 2009.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2013.** Brasília: MCIDADES.SNSA, 2014. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 30/04/2015

VON SPERLING, M.; ANDREOLI, C. V; FERNANDES, F. **Lodos de esgotos: tratamento e disposição final.** Belo Horizonte, 2001.