



II-385 – AVALIAÇÃO DO BIOSSÓLIDOS PARA USO AGRÍCOLA

Mônica M. Ladeia⁽¹⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Especialização em Saneamento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) e Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Engenheira da COPASA-MG.

Laís Pereira Dias⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Estagiária da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG).

Camilla Silva Peres⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental pelo Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG). Estagiária da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), Montes Claros-MG.

Endereço⁽¹⁾: Rua Dr. Santos, 14 - Centro – Montes Claros/MG - CEP: 39400-001 - Brasil - Tel: (38) 99902-1153 - e-mail: monica.ladeia@copasa.com.br

RESUMO

O reaproveitamento do lodo gerado nas Estações de Tratamento de Esgotos - ETE é importante na minimização dos impactos ambientais no Brasil e no mundo. O uso agrícola do bio sólido torna-se uma alternativa ambientalmente viável através do fornecimento de nutrientes e de matéria orgânica, com potencial de correção de solo. No Norte de Minas Gerais, região com escassez hídrica e com solos com déficit de fertilidade, evidencia a aplicabilidade agrícola dos bio sólidos. Este estudo objetivou avaliar a qualidade e a potencialidade do uso do lodo gerado em 4 (quatro) ETE, enfatizando a aplicação agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: Bio sólido, ETE, reaproveitamento de lodo, uso agrícola, solo, lodo de ETE.

INTRODUÇÃO

A problemática do saneamento básico, enfatizando o tratamento e a disposição inadequada dos efluentes líquidos e resíduos sólidos, no Brasil pode ser avaliado pelo número de municípios existentes no país sem qualquer tipo de serviço de esgotamento sanitário, pelo baixo índice de tratamento dos esgotos, e disposição final dos resíduos sólidos, comprometendo a saúde, a qualidade de vida da população e o meio ambiente.

O crescimento demográfico aliado consequentemente com o aumento do consumo por parte da população, fomenta a necessidade da implementação de políticas públicas voltadas para o saneamento básico, visando alternativas ambientalmente adequadas para o tratamento dos esgotos gerados e diminuição dos resíduos sólidos acumulados. Nesse sentido, o uso dos bio sólidos na agricultura representam uma possibilidade viável de reaproveitamento no processo de tratamento de esgotos.

Segundo CONAMA (2020), o bio sólido é o produto do tratamento do lodo de esgoto sanitário que atende aos critérios microbiológicos e químicos estabelecidos na Resolução nº498/2020, estando, dessa forma, apto a ser aplicado em solos.

Para o solo, os bio sólidos compreendem uma aptidão para serem adubos orgânicos, atribuindo características na sua estrutura ao aumentar a resistência à erosão facilitando a penetração de raízes, estabilizam a estrutura do solo além de aumentar a capacidade de retenção de água (RIGO *et al.*, 2014).

Em regiões com solos degradados, há presença de características como alta deficiência de matéria orgânica, atividade biológica, bem como os macros e micronutrientes necessários para o desenvolvimento de diversas culturas. Desta forma, os bio sólidos possuem capacidade de suprir a insuficiência de tais elementos fundamentais para a integridade das plantas.

O uso agrícola do biossólido é uma destinação ambientalmente sustentável, promovendo a reciclagem de nutrientes e matéria orgânica presentes. Martins *et al.* (2015) revelam que a utilização destes resíduos sólidos favorece a agregação de macro e micronutrientes. A reutilização desses resíduos diminui a pressão sobre aterros sanitários, sendo uma alternativa mundialmente consolidada, cuja utilização no Brasil está limitada a poucos Estados.

A prática de aproveitamento do lodo proveniente de ETE já se faz presente em diversos países do mundo, além do Brasil, como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Austrália e Japão (SABESP, 2005). Nos EUA, desde a década de 70 são desenvolvidas pesquisas relacionadas aos benefícios proporcionados pela aplicação dos biossólidos no setor florestal (ASSENHEIMER, 2009).

No Norte de Minas, região com escassez hídrica, a má utilização do recurso hídrico e do solo poderá comprometer o bem-estar e a segurança da sociedade. Carneiro (2003) cita que, naturalmente, existe um déficit de fertilidade nos solos da região, havendo necessidade da aplicação de ações corretivas para prática agrícola. Deste modo, as condições edáficas Norte-Mineiras denotam uma fragilidade ambiental reforçando alternativas sustentáveis para suprir as demandas nutricionais relacionadas ao solo.

Um estudo realizado por Lima, Nascimento e Sampaio (2014), evidenciou as áreas com aptidão de aplicabilidade agrícola dos biossólidos na cidade de Montes Claros-MG. A partir do levantamento, concluiu-se que 79,27% da área total do município corresponde a áreas com alta e média potencialidade à aplicação do lodo de esgoto, representando assim uma área de 2983 km².

Para a aplicação dos biossólidos, além da legislação vigente que determina as especificações de proteção ambiental, deve-se considerar as características dos solos para o uso agrícola deste subproduto. Ressignificar o uso de lodo de ETEs nos dias atuais, compreende à valorização dos solos, além de representar uma alternativa técnica, econômica e ambientalmente segura.

OBJETIVO

O presente trabalho buscou avaliar a qualidade e a potencialidade do uso do lodo gerado em Estações de Tratamento de Efluentes – ETE do Norte de Minas, biossólidos, enfatizando a aplicação agrícola.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em três etapas: pesquisa bibliográfica, realização de ensaios para avaliação da qualidade dos lodos gerados em 04 (quatro) Estações de Tratamento de Esgotos – ETE e estudo de proposta de aplicação dos biossólidos.

A ETE 01, com capacidade instalada de 750L/s e vazão média anual de 432L/s em 2021, sendo o lodo gerado proveniente das etapas biológicas de tratamento. O sistema de tratamento biológico da ETE é composto de reatores anaeróbios de fluxo ascendente (UASB), filtros biológicos percoladores e decantadores secundários. O lodo é desidratado em centrífuga e posteriormente em secador térmico, com produção média de 400t/mês (média de 2021). A unidade tem outra forma de secagem do lodo, os leitos de secagem, utilizados quando necessário.

O sistema de tratamento da ETE 02, vazão média anual 1,1L/s em 2021, consiste em tanques sépticos seguidos por filtros anaeróbios percoladores, com aplicação de coagulante orgânico (tanino) para melhoria da eficiência da unidade. A desidratação do lodo é através de leito de secagem, com produção média de 23,67m³/ano, aproximadamente 16t/ano (média de 2021)

A ETE 03, com vazão média anual 1,34L/s, em 2021, é composta de reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB) e lagoa facultativa, com uso de coagulante orgânico (tanino) para melhoria da eficiência da unidade. O lodo é desidratado em leito de secagem, com produção média de 42,12m³/ano, em torno de 29t/ano (média de 2021).

A ETE 04 é composta por tratamento preliminar (Desarenador e gradeamento) e tratamento secundário (02 reatores UASB), possui vazão média de 1,3L/s. O lodo gerado é destinado ao leito de secagem para sofrer desidratação, com produção média de 0,26t/ano (média de 2021).

Amostras de lodo foram coletadas e avaliadas em laboratórios contratados. Os parâmetros analisados foram definidos para atendimento da Resolução nº498/2020 (CONAMA, 2020) e ABNT NBR 10.004/04 (ABNT, 2004). Em função dos resultados dos ensaios realizados nos lodos e das potencialidades da região, foi avaliado a qualidade dos biossólidos e a viabilidade da sua aplicação na agricultura.

RESULTADOS

Em atendimento aos limites estabelecidos pela Resolução nº498/2020 e NBR 10.004/04, os resultados evidenciaram a potencialidade dos lodos devido à composição química presente nos biossólidos provenientes das ETE. Dentre esses elementos, destacam-se os parâmetros analíticos nitrogênio total, matéria orgânica, potássio, fósforo e cálcio que representam potenciais corretivos e nutrientes para o solo, resultando teores satisfatórios que beneficiam as possíveis espécies vegetais.

A Tabela 1 mostra um comparativo dos resultados encontrados na ETE 01 das análises referentes aos principais parâmetros de interesse agrícola, avaliando os diferentes sistemas de desidratação do lodo (secador térmico e leito de secagem).

Tabela 01: Comparação dos resultados de nutrientes do biossólido - ETE 01.

Parâmetros	Unidade	Secador térmico	Leito de secagem
Cálcio (Ca)	mg/kg	26.160	51,246
Fósforo (P)	mg/kg	337	15.912
Potássio (K)	mg/kg	19.840	1.714
Matéria Orgânica (M.O)	%	88	9,2
Nitrogênio Total (N)	mg/kg	24.420,5	31.921,8

Os resultados de metais pesados (Tabela 02) e contaminantes orgânicos, inclusive pesticidas, conforme ABNT 10.004/04 e/ou Resolução nº498/2020, realizados nos lodos das ETE apresentaram resultados adequados.

Tabela 02: Ensaios da qualidade dos biossólidos na ETE 1, com secador.

Parâmetros	Unidade	Análise I	Análise II
Arsênio (As)	mg/kg	4,1	<0,1
Cádmio (Cd)	mg/kg	0,81	<0,100
Chumbo (Pb)	mg/kg	22	29,01
Cobre (Cu)	mg/kg	199	70,28
Mercúrio (Hg)	mg/kg	<0,12	<0,0500
Níquel (Ni)	mg/kg	37	29,01
Selênio (Se)	mg/kg	<2,4	0,03
Zinco (Zn)	mg/kg	1425	335,78

No estudo, é possível avaliar a existência de variações nas concentrações dos nutrientes em função do processo de desidratação do lodo. O lodo proveniente do secador térmico, temperatura de secagem em torno de 300°C, registra em geral menores valores de nutrientes. Mas em função do processo de redução de patógenos, este biossólido poderá ter uma maior aplicabilidade. Já para o uso do lodo proveniente de leito de secagem será necessário proporcionar a elevação do pH (valores acima de 12) para a redução de patógenos.

Os resultados de pH nas amostras analisadas estavam na faixa de 6,5 a 7,6, valores aceitáveis para aplicação no solo. Outro fator favorável foi a baixa concentração de óleos e graxas encontradas nas amostras das ETE 01 a 03.

Para o solo, a faixa 6,5 a 7,0 é desejável por promover a redução da disponibilidade de elementos como cobre, ferro, manganês, zinco e alumínio, além de outros elementos, principalmente metais pesados, que são problemáticos por promoverem, mesmo em baixos teores, efeitos tóxicos nas plantas (DE ASSIS GOMES, 2019).

Com relação ao aspecto microbiológico, nas ETE 01 e ETE 04, as quais foram solicitados os ensaios de *Escherichia coli* e ovos viáveis de helmintos, os resultados estavam em conformidade, inferiores a 10^3 NMP/g de ST e <1ovo/g de ST, respectivamente.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos demonstram que os parâmetros essenciais para aplicação agrícola, no que tange a fertilidade do solo, nutrição das plantas e não contaminação por metais pesados, atendem as principais legislações vigentes sobre a disposição desses resíduos sólidos.

As pesquisas relacionadas à incorporação dos bio sólidos na agricultura, apresentaram resultados satisfatórios e viáveis. Zelaya (2016), utilizando o lodo proveniente da ETE 01, comprovou por meio do seu trabalho que, a transformação do lodo em biocarvão apresenta uma opção promissora para o melhoramento das propriedades químicas assim como a produção vegetal.

Outros autores buscaram analisar o efeito dos bio sólidos em gramíneas. Alvarenga (2015), também utilizando o lodo de esgoto da ETE 01, avaliou o efeito desses resíduos como fitorremediador de metais pesados no crescimento de capim elefante (*P. purpureum*) resultando em melhoria na estabilização do lodo para uso agrícola.

Os bio sólidos analisados neste estudo apresentaram resultados adequados, garantindo aplicações seguras deste potencial insumo agrícola. Alvarenga *et al.* (2018) afirmam, em estudo realizado com lodo proveniente da ETE 01, que a utilização desse substrato apresenta grande relevância agrônômica, pois propicia um aumento da biomassa vegetal em um curto período de tempo.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

- Pesquisas sobre o reaproveitamento do lodo de ETE colaboram diretamente para o avanço do conhecimento sobre o assunto e sensibilização sobre esta importante alternativa sustentável, assim como reafirmam a constante revisão para atendimento das leis e normas, ainda limitadas, no Brasil.
- O estudo ressalta a importância da higienização do lodo para que o mesmo pode ser reciclado na agricultura sem causar danos a população e ao ambiente. O controle periódico da qualidade do bio sólido, inclusive dos indicadores microbiológicos, são importantes para a segurança dos usuários do produto e para o ambiente.
- Para o aproveitamento dos bio sólidos é importante salientar que o uso adequado dos equipamentos de segurança sempre deve ser priorizado. E medidas de mobilização, sensibilização e conscientização deve ser tomada para efetivar a aceitação pública sobre a temática.
- A avaliação da qualidade do bio sólido gerado nas ETE do estudo mostra a potencialidade do reaproveitamento de deste subproduto na agricultura, sobretudo em regiões semiáridas, sendo uma alternativa segura, social, econômica e ambientalmente adequada.

Recomenda-se a continuidade das pesquisas e estudos relacionados a avaliação da qualidade e a utilização do subproduto gerado no processo de tratamento de esgotos, bio sólido, visando melhor aproveitamento e destinação final.

Recomenda-se também a atualização deste estudo para avaliar a potencialidade das áreas suscetíveis a aplicação do biossólidos para adequação do solo no município de Montes Claros, e em outras áreas no Norte de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT, NBR. 10004: *Resíduos sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro, p. 9-11, 2004.
2. ALVARENGA, A. C. *Fitorremediação de metais pesados e clorobenzenos em lodo de esgoto cultivado com Pennisetum purpureum*. Montes Claros: UFMG, 2015. 96p. Tese de Doutorado. Dissertação Mestrado.
3. ALVARENGA, A. C., Cardoso, P. H. S., Coutinho, M. A. N., Oliveira, A. L. G., & Sampaio, R. A. (2018). *Produção de biomassa e fitoextração de Cu e Zn pelo capim-elefante cultivado em lodo de esgoto puro*. *Engenharia na Agricultura*.
4. ASSENHEIMER, A. *Benefícios do uso de biossólidos como substratos na produção de mudas de espécies florestais* **Ambiência**, v. 5, n. 2, p. 321-330, 2009.
5. CARNEIRO, M. D. F. B. (2003). *Região Norte de Minas: caracterização geográfica e a organização espacial–breves considerações*. **Revista Cerrados**, 1(01), 91-106.
6. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. *Resolução nº 498, de 19 de agosto de 2020*. Brasília/DF, 2020.
7. DE ASSIS GOMES, L. (2019). *Aproveitamento do lodo gerado em estações de tratamento de esgoto e a relação com o meio ambiente*.
8. LIMA, F. A., NASCIMENTO, C.R., SAMPAIO, R.A. (2014). *Determinação de áreas potenciais à aplicação de lodo de esgoto como insumo agrícola utilizando geoprocessamento*.
9. MARTINS, B. H. S., Martinez, D. G., Puig, P., Al Bandar, H., & Schmitz, W. C. (2015). *Uso de Biossólido na Agricultura*. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, 4, 64-72.
10. RIGO, Michelle M. et al. *Destinação e reuso na agricultura do lodo de esgoto derivado do tratamento de águas residuárias domésticas no Brasil*. **Gaia Scientia**, v. 8, n. 1, p. 174-186, 2014.
11. SABESP. *Como utilizar o Sabesfértil na agricultura*. Disponível em: www.sabesp.com.br. Acesso em: 31 mar. 2023.
12. TAQUES, R. C. *Áreas potenciais do Estado do Espírito Santo para Aplicação de Lodo de Esgoto na Agricultura*. In: Manual de uso agrícola e disposição do lodo de esgoto para o Estado do espírito Santo / Aureliano Nogueira da Costa, Adelaide de Fátima Santana da Costa (org.). – Vitória: Incaper, 2011. 126p.
13. ZELAYA, K. P. S. *Caracterização de biocarvão de lodo de esgoto e bagaço de cana-de-açúcar e efeitos no cultivo de beterraba*. Montes Claros: UFMG, 2016. Dissertação Mestrado.