

# **AValiação DO POTENCIAL AGRONômICO DO LODO DA ESTaÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE DO MUNICÍPIO DE SERRA DOS AIMORÉS - MG**

## **EVALUATION OF THE AGRONOMIC POTENTIAL OF SLUDGE FROM THE SEWAGE TREATMENT STATION OF SERRA DOS AIMORÉS CITY - MG**

\*Gelluza de Souza Antunes, Isis da Silva Cardoso, Giovanni Guimarães Landa

Centro Universitário de Caratinga – Campus de Nanuque. R. Nelício Cordeiro,S/N, Nanuque/MG, CEP: 39860-000 gelluza\_antunes@hotmail.com

### **RESUMO**

Com o objetivo de realizar a caracterização química do lodo da estação de tratamento de efluente do município de Serra dos Aimorés - MG, e avaliar os atributos agronômicos deste, foram realizadas análises químicas dos parâmetros pH, umidade, N total, N kjeldahl, N amoniacal, N nitrato, Sólidos voláteis e totais, P total, K total, Ca total, Mg total, carbono orgânico, N/nitrito, S total e Na total. Constatou-se que o mesmo tem uso potencial para fertilização do solo. Entretanto, outros estudos devem ser realizados objetivando analisar os elementos tóxicos e patógenos para se avaliar integralmente sua composição e viabilidade para uso como fertilizante para o solo.

**PALAVRAS-CHAVE** - lodo de esgoto; estação de tratamento de esgoto; atributos agronômicos.

### **ABSTRACT**

Aiming to perform the sludge's chemistry characterization and the sludge's agronomic attributes from the sewage treatment plant at Serra dos Aimorés – MG, were performed the following chemical analysis: pH, moisture, total N kjeldahl, N ammoniacal, N nitrate, volatile and total solid, total P, total K, total Ca, total Mg, organic carbon, N / nitrite, total S and total Na. It was found that the sludge has potential use for soil fertilization. However, other studies must be carried out in order to analyze the toxic and pathogenic elements to fully evaluate its composition and viability for use as soil fertilizer.

**KEYWORDS** - sewage sludge; sewage treatment station; Agronomic attributes

### **INTRODUÇÃO**

O Brasil, que é um país em desenvolvimento, vem crescendo desordenadamente, impactando grandemente no saneamento básico e tratamento de efluentes. Contudo, se tem buscado aprimorar a política de recursos hídricos com

objetivo de atingir uma gestão ambiental sustentável. Entende-se que é necessário tratar os efluentes dos centros urbanos para preservar os recursos hídricos e a saúde humana.

A aglomeração urbana tem agravado os problemas ambientais, haja vista que o crescimento da população e demanda da rede de tratamento de esgoto têm aumentado e, automaticamente, têm causado outra complicação, que é a destinação do resíduo gerado no último processo de tratamento do esgoto que se denomina “lodo”. O destino apropriado deste resíduo é um elemento crucial para o êxito do esquema de tratamento, pois cada vez mais tem aumentado a quantidade gerada deste componente cotidianamente em todo o mundo.

Tem-se buscado o aprimoramento dos mecanismos de depuração das águas e com isso cada vez mais criação de tecnologias de tratamento dos efluentes para que se tenha melhoria de todo processo. As tecnologias existentes são basicamente para simplificação dos problemas, podendo ser citados processos aeróbios e anaeróbios como: lagoas anaeróbicas, lagoas de estabilização aeradas, ar difuso, lodo ativado, filtros biológicos, biofiltro aerado submerso, tratamento com oxigênio puro e tratamento com biotecnologia. A escolha adequada deve levar em conta a população que será beneficiada com o tratamento<sup>(1)</sup>.

O lodo é um excelente condicionador e fertilizante do solo por ser ricamente constituído de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, sendo sugerido para aplicação nas atividades agrícolas<sup>(2)</sup>. A vantagem do uso do lodo na agricultura seria a reutilização da matéria orgânica e a contribuição de nutrientes para o solo, enriquecendo as características físicas, químicas, biológicas e eficiência agrícola<sup>(3,4)</sup>.

As ETE's carregam a importância de precaver a proliferação de doenças promovidas por micro-organismos patogênicos, proteger as reservas de abastecimento de água (tanto para uso humano quanto para diversos outros seguimentos) e preservar as vidas aquáticas<sup>(5, 6)</sup>.

Considerando que o Município de Serra dos Aimorés/MG apresenta uma pequena estação de tratamento de esgoto e, tendo em vista que parte da economia

do município vem da agricultura familiar, o presente trabalho tem por objetivo analisar o lodo dessa estação através da elaboração de estudo das características químicas, analisando assim a possibilidade de seu uso como fertilizante na agricultura, para que haja o aproveitamento deste na agricultura familiar no município supracitado.

Com isso, garante-se uma destinação adequada e sustentável do produto final da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e, ainda, agrega valor social a este trabalho, com a cooperação à economia e desenvolvimento social das famílias que se dedicam à agricultura naquele Município e que serão beneficiadas com o ganho de um eficiente fertilizante agrícola sem custos às mesmas.

## **METODOLOGIA**

A estratégia de pesquisa utilizada para a realização do presente projeto consiste no tipo qualitativa e quantitativa, onde se levantou um estudo de caso avaliando dados primários para caracterizar o lodo de esgoto da ETE do município de Serra dos Aimorés (MG), em outubro de 2016.

Os parâmetros para avaliar as possibilidades de uso agrônômico do lodo foram estabelecidos tendo como referência a Resolução CONAMA N° 375, de 29/08/2006<sup>(7)</sup>, que são: pH, umidade, carbono orgânico, N total, N kjeldahl, N amoniacal, N nitrato/nitrito, P total, K total, Ca total, Mg total, S total, Na total, e Sólidos voláteis e totais.

## **ÁREA DE ESTUDO**

O trabalho foi realizado na ETE do município de Serra dos Aimorés, estado de Minas Gerais. A escolha desta ETE foi devido à necessidade de se fazer uma destinação sustentável do lodo de esgoto com potencial de uso como fertilizante do solo em uma região de grande presença da agricultura familiar.

Serra dos Aimorés é uma cidade que está situada ao leste do Estado de Minas Gerais (Figura 1), distando 615 km da capital Belo Horizonte. Possui localização

geográfica 17°46'58"S e 40°15'15"O, e conforme dados do ano de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sua população estimada no ano de 2015 era de 8.767 habitantes e a área territorial do município é de 213,561 km<sup>2</sup>. A cidade faz divisa com o extremo sul do estado da Bahia, e é uma mesorregião do Vale do Mucuri e micro região do município de Nanuque<sup>(8)</sup>.



Figura1. Localização da área de estudo no município de Serra dos Aimorés (MG).

A atividade econômica desenvolvida na região baseia-se na agropecuária, com destaque para o plantio de cana-de-açúcar, que é destinada para uma destilaria de álcool anidro dentro do próprio município; e na sede municipal também se dá o plantio de verduras e hortaliças<sup>(8)</sup>.

No ano de 2014 a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) instalou uma Estação de Tratamento de Efluente, situada no município de Serra dos Aimorés, que atende atualmente 1.111 (um mil cento e onze pessoas) e tem uma vazão média diária 4,5 L/s.

#### COLETA DE AMOSTRAS

A coleta das amostras foi realizada diretamente no reator, que possui quatro registros. Estes dividem a altura do reator em quatro partes iguais, podendo ter acesso em pontos diferentes do lodo armazenado, assim como demonstrado na

figura 2. Optou-se em coletar o lodo do registro mais baixo onde o mesmo estaria decantado e mais composto.



Figura 2. Vista dos registros utilizados para obtenção das amostras no reator.

Foram encaminhadas duas amostras simples para cada laboratório (conforme o parâmetro a ser analisado), que foram retiradas diretamente do registro do reator e cada uma com quantidade de 1000g (peso úmido). A coleta foi feita com um intervalo de seis entre uma amostra e outra, sendo a primeira coleta retirada do reator com acúmulo de carga de lodo com 23 dias e a segunda com 29 dias, levando em conta que a descarga é feita com 30 dias. Usou-se esta metodologia para observar a dosagem de cada parâmetro contido no lodo em relação ao acúmulo prestes à descarga mensal.

As amostras de lodo foram armazenadas em frasco de polietileno descartável, identificando-as com o nome da substância e do técnico que coletou as amostras, data e hora da coleta e lugar de origem do resíduo. As amostras foram conservadas em isopor sem a presença da luz em uma temperatura de 4°C até a entrega do material no laboratório.

Toda coleta e acondicionamento das amostras baseou-se nos requisitos da Norma Brasileira de Amostragem de Resíduos a NBR 10007:2004 <sup>(9)</sup>.

As amostras para análise dos parâmetros pH, umidade, N total, N kjeldahl, N amoniacal, N nitrato, Sólidos voláteis e totais foram enviadas para o Laboratório da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), localizado no município de Teófilo Otoni-MG; as amostras para os parâmetros P total, K total, Ca total, Mg total, para o Laboratório do Centro Universitário de Caratinga, no município de Caratinga MG e as amostras para análise de carbono orgânico, N/nitrato, S total e Na total enviadas para o Laboratório de Análises Agronômicas e Ambientais Fullin, localizado no município de Linhares ES.

Todas as análises foram realizadas de acordo com as recomendações descritas na Resolução CONAMA nº 375, de 29/08/2006 <sup>(7)</sup>.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A caracterização química do lodo de esgoto da Estação de Tratamento de Efluente do município de Serra dos Aimorés/MG é apresentada na Tabela 1, onde podem ser observados os resultados obtidos dos 15 parâmetros analisados.

Os parâmetros limitadores para utilização do lodo de esgoto na agricultura estão estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 375/2006, no Art. 7º, § 6º, onde é dito: “Para fins de utilização agrícola, o lodo de esgoto ou produto derivado será considerado estável se a relação entre sólidos voláteis e sólidos totais for inferior a 0,70”.

Conforme dados apresentados na tabela 1, observa-se que as amostras A e B, obtidas do reator em dias diferentes, já no final do processo de estabilização, apresentaram a relação sólidos voláteis/sólidos totais com valores de 0,67 e 0,69, respectivamente. Tais resultados demonstram que o lodo de esgoto atende o preconizado pela referida Resolução CONAMA quanto a exigência da substância estar estável.

**Tabela 1.** Caracterização dos atributos químicos do lodo de esgoto da Estação de Tratamento de Efuentes do município de Serra dos Aimorés/MG em amostras obtidas aos 23 dias (Amostra A) e aos 30 dias (Amostra B) de permanência no reator.

Parâmetros analisados	Unidade	Amostra A <sup>1</sup>	Amostra B <sup>2</sup>
Carbono Orgânico (CO)	%	9,90	11,70
Fósforo total (P)	mg/L	9,60	9,20
Nitrogênio (N)	mg/L	2009,00	1855,00
Nitrogênio kjeldahl	mg/L	116,00	113,00
Nitrogênio amoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/L	112,00	107,00
Nitrogênio nitrato((NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	6,80	14,10
Nitrogênio nitrito(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	820,00	720,00
pH		6,80	7,10
Potássio total (K)	mg/dm <sup>3</sup>	25,30	62,70
Sódio total (Na)	mg/L	137,00	125,00
Enxofre total (S)	mg/L	712,00	667,00
Cálcio total (Ca)	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	6,30	5,90
Magnésio total (Mg)	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	5,00	4,80
Umidade	%	96,40	96,50
Sólidos totais voláteis	mg/L	26,44	27,52
Sólidos totais	mg/L	38,95	39,51

<sup>1</sup>Amostra obtida aos 23 dias de acondicionamento do lodo no reator;

<sup>2</sup>Amostra obtida no último dia de acondicionamento do lodo no reator (aos 30 dias).

Quanto à análise de carbono orgânico (CO) do lodo de esgoto mostrada na tabela 1, observam-se valores importantes da presença deste elemento (9,90% e 11,70%, conforme amostras A e B, respectivamente). A adição do lodo de esgoto tratado ao solo contribuirá na elevação dos teores de matéria orgânica, representando efeitos benéficos nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Oliveira *et al* <sup>(10)</sup> constataram que a aplicação sucessiva de lodo de esgoto ao solo gerou acúmulo de carbono orgânico, principalmente a partir do 2º ano de aplicação, informação também corroborada por Lobo *et al* <sup>(11)</sup>.

O pH do solo é um importante indicador para avaliação da disponibilidade ou indisponibilidade de elementos que podem atuar como nutrientes ou como substâncias tóxicas para as plantas. A faixa ideal de pH para o desenvolvimento das plantas é de 6,0 a 6,5<sup>(12)</sup>. O lodo de esgoto produzido pela ETE de Serra dos

Aimóres/MG apresenta pH na faixa da alcalinidade com reduzida tendência para início da escala de acidez, o que representa um importante condicionador do solo, melhorando suas propriedades físicas, químicas e microbiológicas. Este apresentou resultados entre 6,8 a 7,1, sendo enquadrado na categoria de neutro. De acordo com Onofre *et al.*<sup>(13)</sup> este valor de pH estaria dentro do normal para lodo de estação de tratamento de esgoto. A permanência deste pH é importante para manter um ambiente favorável à decomposição da matéria orgânica<sup>(14)</sup>.

No caso do elemento sódio total, o lodo analisado apresentou valores de 137,0 e 125,0 mg/L nas amostras A e B, respectivamente. A utilização do lodo de esgoto para fertilização do solo deverá ser realizada com cautela, observando os limites desta variável no solo para evitar a salinização destes ambientes e ocupação de sítios de trocas na CTC (Capacidade de Troca de Cargas) do solo. O uso de lodo de esgoto tratado rico em sódio na irrigação de culturas agrícolas depende do manejo adequado da irrigação, monitoramento das características do solo, da solução do solo e da cultura<sup>(14)</sup>.

A umidade é uma característica do lodo de esgoto tratado que mostrou resultados semelhantes para as duas amostras analisadas (96%). Como a umidade representa a presença de água na composição do lodo, ela é importante para servir de meio onde estão contidos os elementos expressos na tabela 1 e que serão absorvidos pelo sistema radicular das plantas nas áreas utilizadas para utilização do lodo como fertilizante do solo.

Com relação ao Nitrogênio (N), a tabela 1 mostra resultados de 5 análises realizadas: Nitrogênio (N), Nitrogênio kjeldahl, Nitrogênio amoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), Nitrogênio nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e Nitrogênio nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>). Esse elemento desempenha importante papel no crescimento e desenvolvimento das plantas, classificado como macronutriente<sup>(12,14)</sup>.

As diferentes formas que o nitrogênio está presente no solo representa diferentes papéis desempenhados no solo e na planta. As formas preferidas de absorção de nitrogênio pelas plantas são amônia, e o nitrato, enquanto que o nitrito não é absorvido pelas plantas porque é tóxico.

Gonçalves<sup>(15)</sup> estudou a dinâmica do nitrogênio em solo tratado com lodo de esgoto e constatou que foi eficiente o fornecimento deste nutriente para cultura do café, não havendo risco de lixiviação e a volatilização na forma de amônia foi insignificante (menor de 0,5%).

O fósforo (P) é um elemento identificado no lodo de esgoto com valores de 9,6 e 9,2 mg/L nas amostras A e B, respectivamente. Trata-se de importante papel no metabolismo das plantas, na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. É exigido em quantidades maiores, motivo pelo qual é classificado como macronutriente na nutrição das plantas<sup>(12)</sup>. A aplicação de maiores doses de lodo de esgoto no solo em estudo realizado por Araújo *et al*<sup>(16)</sup> constataram um aumento de teor de fósforo no solo, em cerca de 70%.

O potássio (K) apresentou resultados na tabela 1 de 25,30 e 62,70 mg/dm<sup>3</sup> para as amostras A e B, respectivamente. Esse elemento é classificado como macronutriente para nutrição das plantas. A adição de lodo de esgoto tratado ao solo representará importante aporte deste elemento neste ambiente, contribuindo para elevação da fertilidade do solo<sup>(17, 18)</sup>. Este elemento foi estudado por Ribeirinho *et al*<sup>(17)</sup>, sendo verificado que na aplicação de lodo de esgoto para melhoria da fertilidade do solo é necessário entrar com uma adubação complementar de potássio para atender a produtividade da cultura do girassol.

Para o elemento cálcio (Ca), classificado na fertilidade do solo como macronutriente secundário, mostrou resultados na Tabela 1 de 6,30 e 5,90 cmol/dm<sup>3</sup> para as amostras A e B, respectivamente. Trata-se de elemento importante para a nutrição das plantas, principalmente na redução da acidez do solo, estimula o crescimento das raízes, intensifica a atividade microbiana, reduz a toxidez por alumínio, entre outras funções<sup>(12)</sup>.

Os demais elementos analisados e apresentados na tabela 1, como o enxofre (S) e magnésio (Mg) são exigidos em quantidade elevada para nutrição das plantas (macronutrientes secundários), estando presentes no lodo de esgoto nas amostras A e B nos valores de 712,00 e 667,00 mg/L (enxofre) e 5,00 e 4,80 cmol/dm<sup>3</sup> (magnésio), respectivamente. De acordo com Malavolta<sup>(12)</sup>, os níveis de magnésio

nas amostras A e B do lodo de esgoto são considerados altos, enquanto que o de enxofre pode ser considerado satisfatório levando em conta que a principal fonte de enxofre do solo é proveniente da matéria orgânica.

Em pesquisa realizada por Simonette *et al*<sup>(19)</sup> foi constatado que os teores foliares de nitrogênio, enxofre, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em plantações de milho apresentaram um aumento em função da aplicação de lodo de esgoto.

## **CONCLUSÃO**

O lodo de esgoto tratado da Estação de Tratamento de Efluente (ETE) do município de Serra dos Aimorés, estado de Minas Gerais, apresenta características químicas quanto aos parâmetros analisados (pH, umidade, N total, N kjeldahl, N amoniacal, N nitrato, Sólidos voláteis e totais, P total, K total, Ca total, Mg total, carbono orgânico, N/nitrito, S total, Na total) com potencial uso para fertilização do solo. Entretanto, outros estudos devem ser realizados objetivando analisar os elementos tóxicos e patogênicos para se avaliar integralmente a composição deste lodo e sua viabilidade para uso como fertilizante para o solo.

## **REFERÊNCIAS**

- (1) Cheis, D. Novas tecnologias no tratamento de água e efluentes. Revista Tratamento de Água e Efluentes. ed. 20, Ano 4, 2014.
- (2) Letícia Amadeu Freddi. 2019. Riscos associados à aplicação do lodo de esgoto na agricultura. Revista Científica. 12(24): 50-60.
- (3) Saito, ML. O uso do lodo de esgoto na agricultura: precauções com os contaminantes orgânicos. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. 35 p.
- (4) Barbosa, JE. Gestão Ambiental em Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário: alternativas para o lodo de esgoto. Revista Especialize On-line IPOG – Goiânia. ed. 15, Ano 9, Vol. 01, 2018.
- (5) Farrugia, B. Conheça como funciona uma estação de tratamento de efluentes. Revista Tratamento de Água e Efluentes. ed. 12, Ano 2, 2013.

- (6) Guimarães, JCS; Cordeiro, J; Vitorino; DCFR. 2018. Utilização do lodo de esgoto na agricultura: uma análise cienciométrica. *Research, Society and Development*. 7(9): 1-28.
- (7) BRASIL. Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006. Disposições sobre 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. Brasília, 2006.
- (8) IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2010.
- (9) ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 110007: Amostragem de Resíduos. Rio de Janeiro, 2004.
- (10) Oliveira, FC; Matiazzo, ME; Marciano, CR; Rosseto, R. 2002. Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa*. 26(2): 505-519.
- (11) Lobo, T F; Filho, HG; Bull, LT; Moreira, LLQ. 2013. Manejo do lodo de esgoto e nitrogênio mineral na fertilidade do solo ao longo do tempo. *Semina: Ciências Agrárias*. 34(6): 2705.
- (12) Malavolta, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.
- (13) Onofre, SB; Abatti, D; Tessaro; Amarildo, A. Propriedades físicoquímicas e microbiológicas do lodo de esgoto produzido pela estação de tratamento de esgoto (ETE) de Toledo –Paraná – Brasil. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, VI, 2015, Porto Alegre. Anais...Porto Alegre: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2015. p. 01-06.
- (14) Moreira, SF; Santos, SDO; Sardinha, AS; Júnior, AP. 2019. O lodo de ETE como alternativa para a recuperação do solo em áreas degradadas. *Brazilian Applied Science Review*, Curitiba. 3(3): 1564-1585.
- (15) Gonçalves, FTA. Dinâmica do nitrogênio em solo tratado com lodo de esgoto e cultivado com café. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Agricultura Tropical e Subtropical, na área de Concentração de Gestão dos Recursos Agroambientais), 73p. Instituto Agrônomo (IAC), Campinas, SP, 2005.
- (16) Araujo, FF; Gil, F C; Tiritan, CS. 2009. Lodo de esgoto na fertilidade do solo, na nutrição de *Brachiaria decumbens* e na atividade da desidrogenase. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 39(1):1-6.

(17) Ribeirinho, VS; Melo, WJ; Silva, DH; Figueiredo, LA; Melo, GMP. 2012. Fertilidade do solo, estado nutricional e produtividade de girassol, em função da aplicação de lodo de esgoto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia. 42(2): 166-173.

(18) Lacerda, SMP; Silva, JO; Rocha, FA; Oliveira, JT; Silva, TO; Noronha, RHF; Santos, LM; Souza, VL. 2021. Lodo de esgoto da ete como fonte de nitrogênio na cultura da margarida (*leucanthemum maximum*). *Brazilian Journal of Development*, Curitiba. 7(12): 121518-121529.

(19) Simoneti, MA; Kiehl, JC; Andrade, CA; Teixeira, CFA. 2003. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 38(10): 1187-1195.