

DETERMINAÇÃO SAZONAL DO TEOR DE NITROGÊNIO TOTAL EM AMOSTRAS DE LODO DE ESGOTO DE JUIZ DE FORA/MG

Jemima Gonçalves Pinto da Fonseca¹; Isis Soares e Silva², Lucas Prudêncio Eiterer³ Júlio José Silva⁴; Leônidas Paixão Passos⁵

¹ Química, Doutoranda em Química, UFJF/Juiz de Fora-MG, Brasil, jemimagoncalves@yahoo.com.br

² Estudante de Graduação em Agroecologia, IF Sudeste MG/ Rio Pomba-MG, isislivia2@gmail.com

³ Estudante de Graduação em Biologia, CESJF/Juiz de Fora-MG, lucaseiterer@gmail.com

⁴ Químico, Prof. Livre Docente, UFJF/Juiz de Fora-MG, julio.silva@ufjf.edu.br

⁵ Eng. Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Gado de Leite/Juiz de Fora-MG, leonidas.passos@embrapa.br

Apresentado no
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: O estudo avaliou os teores de N Total em amostras de lodo de esgoto (LE) produzido na cidade de Juiz de Fora/MG nos períodos de janeiro de 2015 a dezembro de 2016 e a relação desses dados com parâmetros meteorológicos (precipitação pluviométrica e temperatura) registrados no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Observaram-se altos teores de N em todas as amostras, com poucas variações na concentração ao longo dos dois anos de coleta. Foram verificadas possíveis relações entre a concentração de N encontrada nas amostras de LE com os parâmetros meteorológicos, sugerindo que fatores climáticos interferem na composição nitrogenada do LE. Por fim, comparou-se a concentração de N total no LE de Juiz de Fora com os demais lodos do país. Os resultados obtidos demonstraram que o LE produzido na cidade de Juiz de Fora possui níveis relativamente elevados de N, sendo, portanto, uma fonte altamente promissora de fertilizante nitrogenado.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de Esgoto, Nitrogênio Total, parâmetros meteorológicos.

SEASONAL DETERMINATION OF TOTAL NITROGEN CONTENT IN SAMPLES OF SEWAGE SLUDGE FROM JUIZ DE FORA / MG

ABSTRACT: The study evaluated the total N content in samples of sewage sludge (SS) produced in the city of Juiz de Fora / MG from January 2015 to December 2016 and the relation of these data with meteorological parameters (i.e. rainfall and temperature) as registered in the National Institute of Meteorology (INMET). High levels of N were observed in all samples, with few variations in concentration over the two years of collection. It was verified possible relationships between the concentration of N found in the samples of LE with the meteorological parameters, suggesting that climatic factors interfere in SS N composition. Finally, the total N concentration in the LE of Juiz de Fora was compared to the ones reported for SS samples collected in other parts of the country. The results showed that the SS produced in the city of Juiz de Fora presents relatively high levels of N, thus being a highly promising source of nitrogen fertilizer.

KEYWORDS: sewage sludge, total Nitrogen, meteorological parameters.

INTRODUÇÃO: O nitrogênio é fundamental no crescimento das plantas, sendo responsável pela produção de novas células e tecidos. Promove a formação da clorofila, importante na decomposição da matéria orgânica. Nos solos tropicais está praticamente ligado à matéria orgânica (98%) sendo apenas 2% na forma mineral. Os compostos nitrogenados são mineralizados por micro-organismos, que tornam somente uma pequena fração disponível para a planta num dado período (MALAVOLTA, 2006). O lodo de esgoto (LE) é um resíduo rico em nitrogênio e outros nutrientes, como resultado dos processos na estação de tratamento de esgoto (ETE). Seu uso na atividade agrícola é estimulado em países da Europa, Estados Unidos e Japão. No Brasil, a utilização deste resíduo vem sendo estudada

desde que a concentração de elementos tóxicos não ultrapasse os limites estabelecidos pela legislação ambiental vigente (PRITCHARD *et al* 2010; SERRANO *et al*, 2016). A fim de fornecer subsídios para utilização futura do LE produzido em Juiz de Fora como fonte de nutrientes para a produção agrícola, realizou-se um estudo sazonal do teor de nitrogênio total em amostras de lodo produzidas em janeiro de 2015 a dezembro de 2016, relacionando os dados obtidos com parâmetros meteorológicos (precipitação pluviométrica e temperatura) registrados no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

MATERIAL E MÉTODOS: Coletaram-se 24 amostras de LE da ETE da CESAMA-JF (Companhia de Saneamento de Juiz de Fora), no polo industrial, unidade Mercedes – Benz/Barreira do Triunfo mensalmente, a partir de janeiro de 2015 até dezembro de 2016. Para cada amostra coletada pesou-se uma triplicata autêntica, totalizando 72 análises. Na coleta utilizaram-se frascos de polietileno e sacos *zip-loc* previamente descontaminados em solução de HNO₃ 10% durante 24 horas para o acondicionamento do material. No laboratório, a amostra foi estocada em geladeira, em temperatura abaixo de 10°C para evitar a proliferação de fungos, bactérias e micro-organismos. Para a análise, as amostras foram quarteadas, secas em estufa a 40°C por 3 dias, peneiradas em peneiras de aço inox com malha de 2mm e maceradas em graal de ágata com pistilo para completa homogeneização. Para a determinação do teor de N total, empregou-se o método de Kjeldahl, o qual converte o N em sulfato de amônio através de oxidação com uma mistura de CuSO₄, H₂SO₄ e K₂SO₄. Posteriormente em meio alcalino, o sulfato de amônio convertido da matéria orgânica libera amônia que é complexada em solução de ácido bórico contendo indicador misto, sendo finalmente determinada por acidimetria (com HCl) (BREMNER, 1960). Neste trabalho, adaptou-se o método de destilação a vapor para determinação de N total de solos em amostra de LE. Pesou-se 0,2 g de lodo em tubos de vidro e adicionou-se o catalisador K₂SO₄ e CuSO₄ e 5mL de ácido sulfúrico PA. Em seguida, inseriu os tubos em um bloco digestor a uma temperatura de 380 °C e realizou-se a digestão por aproximadamente 2 horas. Após resfriamento, aferiram-se as amostras para um volume de 10 mL com água deionizada e adicionou-se 20 mL de solução de NaOH a 40 %. Essa solução foi destilada em um destilador de nitrogênio modelo TECNAL TE-036/1 e o destilado final titulado com ácido clorídrico (HCl - Merck) 0,1N com uma mistura contendo ácido bórico a 1 % e indicador misto (verde de bromocresol e vermelho de metila). Para os resultados obtidos, determinou-se a precisão do método através do desvio padrão das replicatas e o desvio padrão combinado de todas as análises. A fim de avaliar diferenças significativas entre pares de média a 95% de confiança, realizou-se o teste de Tukey, com avaliação anterior do pressuposto de Normalidade (Shapiro Wilk). Utilizaram-se gráficos de barras para avaliar a relação entre as variáveis meteorológicas estudadas (precipitação pluviométrica e temperatura), obtidos junto ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), com o teor de N total medido. Por fim, avaliou-se a concentração de N total no LE de Juiz de Fora com as demais ETE's do país.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O desvio padrão entre as triplicatas variou de 0,010 - 0,16 e o combinado das análises foi em torno de 0,06, demonstrando boa precisão do método. Os resultados obtidos indicaram uma concentração média total de 4,97 % (m/m) de nitrogênio em amostras de LE com variações entre 4,70 - 5,18 %. A legislação nacional (CONAMA 375/2006) e as internacionais (Diretiva 86/278/CEE da União Europeia e CRF US EPA 40/1993 dos EUA) não especificam uma concentração limite para o nitrogênio em LE utilizado para fins agrícolas. Como regra, admite-se que 1-4 % do total de N orgânico possa ser mineralizado e fornecido à cultura durante seu ciclo anual (MALAVOLTA, 2006). Logo, quanto maior o teor de nitrogênio no solo/substrato utilizado, maior será disponibilizado para as espécies vegetais. O teste de Tukey para as médias indicou diferenças significativas entre algumas amostras (Tabela 1). A amostra coletada em Novembro de 2015 foi a que apresentou a maior média (5,18 %) e as amostras coletadas em Maio 2015/2016 apresentaram as menores médias (\pm 4,70 %). Embora algumas amostras sejam consideradas estatisticamente diferentes, no estudo de nutrição mineral das plantas, um teor entre 4,5 - 5 % de nitrogênio orgânico presente no solo disponibilizaria uma quantidade expressiva de nitrogênio na forma mineral para as espécies vegetais, tornando o resíduo uma excelente fonte deste nutriente, mesmo sofrendo algumas variações no decorrer do ano.

TABELA 1. Diferenças mensais entre os teores de N total no lodo de esgoto de Juiz de Fora/MG*.

| Mês 2015 | Média (n =3) % | Agrupamento | Mês 2016 | Média (n =3) | Agrupamento |
|-----------|-------------------|-------------|-----------|-----------------|-------------|
| Janeiro | 4,9909 | A B C D | Janeiro | 4,968 | C D E |
| Fevereiro | 5,008 | A B C D | Fevereiro | 5,000 | A B C D |
| Março | 5,0245 | A B C D | Março | 4,9893 | B C D |
| Abril | 4,7552 | F G | Abril | 4,7221 | G |
| Mai | 4,70507 | G | Mai | 4,70507 | G |
| Junho | 5,1685 | A B | Junho | 5,1685 | A B |
| Julho | 5,1685 | A B | Julho | 4,7888 | E F G |
| Agosto | 4,7787 | E F G | Agosto | 4,7787 | E F G |
| Setembro | 4,9259 | D E F | Setembro | 4,9259 | D E F |
| Outubro | 5,1099 | A B C D | Outubro | 5,1099 | A B C D |
| Novembro | 5,18133 | A | Novembro | 5,1499 | A B C |
| Dezembro | 5,1637 | A B | Dezembro | 5,0651 | A B C D |

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o gráfico de barras (Figura 1), com exceção das amostras de junho de 2015 e junho de 2016, que tiveram valores discrepantes, todas as concentrações de nitrogênio acompanharam as mudanças na temperatura, dando evidências de que esta última pode interferir na concentração de N total presente na amostra de LE. Comportamento semelhante, mas menos acentuado, foi observado ao se comparar os valores de precipitação pluviométrica e teor de N total. Notou-se um aumento da concentração de nitrogênio nos meses mais chuvosos e sua diminuição nos meses mais secos. Na atmosfera podem ocorrer formas combinadas de N, como amônia e formas orgânicas em resíduos finamente subdivididos, principalmente em áreas industriais. A ocorrência de chuvas mais fortes pode carrear para os tanques de produção e equalização do LE essas formas combinadas, aumentando assim o teor de nitrogênio neste resíduo.

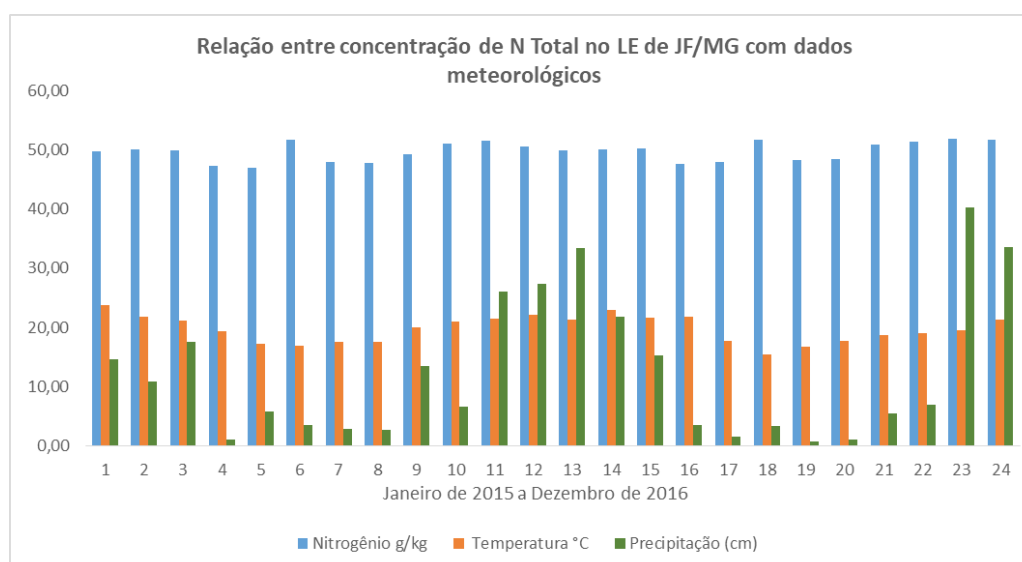


FIGURA 1. Relação de parâmetros meteorológicos (temperatura e precipitação pluviométrica) com a concentração de N total no lodo de esgoto.

No Brasil, de acordo com a literatura, as concentrações de nitrogênio obtidos em diversas ETE's variam entre 2,25 a 5,5 % m/m (Tabela 2). Na ETE da CESAMA de Juiz de Fora/MG, a média total encontrada foi de 4,97% m/m conforme tabela 2, demonstrando que o LE produzido na cidade é uma fonte potencialmente promissora de N para fertilização em culturas agrícolas.

TABELA 2. Concentração de Nitrogênio Total em LE de diversas ETE's do Brasil. Valor entre parênteses = desvio padrão combinado; n = 72

| Parâmetro | Literatura ^b | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|-------------------|------------------|------------------|----------|--------------|
| | ETE JF (MG) ^a | ETE Barueri (SP) | ETE Franca (SP) | ETE Suzano (SP) | ETE Lavapés (SJ Campos) | ETE Bertioga (SP) | ETE Humaitá (SP) | ETE Bichoró (SP) | ETE (DF) | ETE Curitiba |
| N Total % | 4,97 (0,06) | 2,25 | 5,53 | 2,31 | 4,5 | 3,93 | 4,10 | 4,84 | 5,5 | 4,9 |

^aGONÇALVES, 2106; ^bSAMPAIO, 2014.

CONCLUSÕES: Uma vez que a produção de fertilizantes nitrogenados comerciais demanda um alto valor energético, o uso de um LE rico em nutrientes essenciais como o N, por exemplo, se torna uma promissora fonte alternativa e sustentável. Nosso estudo evidenciou que parâmetros climáticos afetam o nível de nitrogênio no LE. Todavia, as concentrações sazonais permaneceram altas, indicando que o LE estudado tem potencial para uso como fertilizante nitrogenado. No entanto, estudos mais aprofundados sobre a concentração de outros elementos, principalmente os tóxicos faz-se necessário a fim de viabilizar tal matriz para a utilização em atividades agrícolas.

AGRADECIMENTOS: Embrapa Gado de Leite, Fapemig e Capes. Somos gratos a Sebastião de Castro Evaristo pelo auxílio nos trabalhos.

REFERÊNCIAS:

- BREMNER, J. M. Determination of nitrogen in soil by the Kjeldhal method. **Journal of Agricultural Science**. Cambridge, 1960, v. 55, p 11 - 33.
- MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral das Plantas**, São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 2006, cap. 2-5.
- PRITCHARD, D.L. and P; McLAUGHLIN and N, RIGBY and M.J.; SCHWARZ and H, K. Land application of sewage sludge in Australia: risks to environment and food crops. **Water Science and Technology** – WST. 62: 48-57, 2010.
- SERRANO, A.; SILES, J.A.; MARTÍN, M.A.; CHICA, A.F.; ESTÉVEZ-PASTOR, F.S.; E, TORO-BAPTISTA. Improvement of anaerobic digestion of sewage sludge through microwave pre-treatment. **Journal of Environmental Management**. 177: 231-239, 2016.