



Vol. 2, No. 1, 12-18, 2009
ISSN 0718-378X

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

CARACTERIZAÇÃO DO LODO GERADO EM ESTAÇÃO DE TRAMENTO DE ESGOTO ETE CHAPECÓ/SC: RESULTADOS PRELIMINARES

Anderson Rodrigo Miranda ¹
Rosiléa Garcia França ²
Franciele Bruzzamarello ³
Paulo Fernando Rech Medeiros ⁴

*Characterization of sludge generated in station tramento
sewage ete chapecó / sc: preliminary results*

ABSTRACT

The sewage sludge can be a source of nutrients for diverse cultures; however, the concentrations of heavy metals and pathogens in its constitution can limit its use in agricultural ground. The objective of this work was to characterize the sludge generated in the station of treatment of effluent (ETE) of the city of Chapecó-SC, in order to indicate one reuses appropriate for the same, mainly the agricultural recycling. Until the moment, four samplings had been carried through, being analyzed the following parameters: macronutrients, fertility, metals heavy and agents pathogenic. The analyzed heavy metals had been: Cr, Cu, Mn, Fe, Cd, Pb and Zn; being that the gotten texts of these elements meet well below of the values found in literature, what, the principle, indicates that they will not bring alterations of importance when of its application in the ground. The preliminary results of this study had pointed to the necessity of if carrying through the liming of the sludge of the station, that is, to add to whitewash with respect to correction of pH and reduction of the number of pathogens, therefore in accordance with the microbiological analyses the silt was classified as class B, according to resolution 375/06 of the CONAMA.

Keywords: Sludge. Heavy metals. Recycling.

¹ Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Mestrando em Ciências Ambientais na Unochapecó. Engenheiro da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. E-mail: armiranda@casan.com.br. Endereço: Av. Getúlio Vargas, 990-S - Chapecó/SC.

² Doutora em Engenharia Civil (Área: Saneamento e Ambiente) - Universidade Estadual de Campinas (2003); Professora tempo integral da Unochapecó.

³ Graduada em Engenharia Química (2008) - Universidade Comunitária Regional de Chapecó (Unochapecó – Chapecó/SC).

⁴ Graduando em Engenharia Química (7º período) – Unochapecó.

CARACTERIZAÇÃO DO LODO GERADO EM ESTAÇÃO DE TRAMENTO DE ESGOTO ETE CHAPECÓ/SC: RESULTADOS PRELIMINARES

Anderson Rodrigo Miranda¹

Rosiléa Garcia França²

Franciele Bruzzamarello³

Paulo Fernando Rech Medeiros⁴

¹ Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Mestrando em Ciências Ambientais na Unochapecó. Engenheiro da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. E-mail: armiranda@casan.com.br. Endereço: Av. Getúlio Vargas, 990-S - Chapecó/SC.

² Doutora em Engenharia Civil (Área: Saneamento e Ambiente) - Universidade Estadual de Campinas (2003); Professora tempo integral da Unochapecó.

³ Graduada em Engenharia Química (2008) - Universidade Comunitária Regional de Chapecó (Unochapecó – Chapecó/SC).

⁴ Graduando em Engenharia Química (7º período) – Unochapecó.

Resumo

O lodo de esgoto pode ser uma fonte de nutrientes para diversas culturas; contudo, os teores de metais pesados e de patógenos em sua constituição podem limitar seu uso em solos agrícolas. O objetivo deste trabalho foi de caracterizar o lodo gerado na estação de tratamento de efluentes (ETE) do município de Chapecó-SC, a fim de indicar um reuso apropriado para o mesmo, principalmente a reciclagem agrícola. Até o momento, foram realizadas quatro amostragens, sendo analisados os seguintes parâmetros: macronutrientes, fertilidade, metais pesados e agentes patogênicos. Os metais pesados analisados foram: Cr, Cu, Mn, Fe, Cd, Pb e Zn; sendo que os teores obtidos destes elementos encontram-se bem abaixo dos valores encontrados na literatura, o que, a princípio, indica que não trarão alterações de importância quando da sua aplicação no solo. Os resultados preliminares deste estudo apontaram à necessidade de se realizar a calagem do lodo da estação, ou seja, adicionar cal para correção do pH e diminuição do número de patógenos, pois de acordo com as análises microbiológicas o lodo foi classificado como classe B, segundo resolução 375/06 do CONAMA.

Palavras-chave: Lodo. Metais pesados. Reciclagem.

1. Objetivos

Objetivo Geral

O objetivo geral foi fazer a caracterização física, química e biológica do lodo gerado na ETE Chapecó/SC.

Objetivos Específicos

- Determinar pH, umidade, carbono orgânico, N total, N kjeddahl, N amoniacal, N nitrato/nitrito, P total, K total, Ca total, Mg total, S total, Na total e Sólidos Voláteis; - Determinar a presença de patógenos (coliformes totais e coliformes fecais); - Determinar o teor de metais pesados (cádmio, cobre, zinco, níquel, cromo e chumbo) no lodo de esgoto.

2. Metodologia

O lodo de esgoto utilizado nesta pesquisa foi coletado na Estação de Tratamento de Esgoto da CASAN de Chapecó/SC (que utiliza o processo de lodos ativados por aeração prolongada, através de valos de oxidação). A estação de tratamento iniciou sua operação em outubro de 2006 e, atualmente, trata uma vazão média de apenas 50 l/s, do total de 150 l/s que deverá atingir na etapa final. Nesta primeira etapa de estudo, realizou-se quatro coletas, durante 120 dias, de maio a agosto de 2007. Numa segunda etapa, que se iniciou no mês de maio/2008, será realizado uma bateria de análises a cada quinze dias durante vinte e quatro meses.

A metodologia adotada para a caracterização básica do lodo foi a mesma padronizada para os laboratórios que constituem a Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos (R.O. L.A.S.) dos estados do RS e SC, com base na proposição de métodos de análise de MIELNICZUK *et al.* (1969) e TEDESCO (1985). Para preparação das amostras realizou-se primeiramente a secagem em estufa a uma temperatura de 110°C por 24 horas, após equilíbrio com temperatura ambiente, foram homogeneizadas e acondicionadas, para posterior análise.

A preparação das amostras e as digestões ácidas para análises de metais foram efetuadas no laboratório de pesquisa da própria universidade, enquanto que as determinações de metais foram realizadas por laboratórios terceirizados devido à indisponibilidade de equipamentos adequados para tal.

A digestão das amostras para realização das análises do grupo de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg), utilizou-se a metodologia descrita em TEDESCO (1985). A determinação destes nutrientes foi realizada após a extração do lodo com sais neutros ou soluções tamponadas a pH pré-fixado, obtendo-se os teores trocáveis. As amostras foram acondicionadas em tubos próprios para digestão, cerca de 0,2 g. Adicionou-se 1 ml de H₂O₂, 2 ml de H₂SO₄ e cerca de 0,7 g da mistura da digestão que é composta por 90% de sulfato de sódio e 10% de sulfato de cobre. Colocou-se os tubos de ensaio com amostras e reagentes sobre um bloco digestor e manteve-se a temperatura de 160 a 180°C até evaporação do líquido. Posteriormente aumentou-se a

temperatura para 330°C e manteve-se durante 1 hora. Após esfriar as amostras transferiu-se para um tubo de 50 ml e aferiu-se seguido de agitação com ar comprimido. A quantificação dos teores foi realizada por espectrofotômetro de chama e/ou de absorção, em laboratório terceirizado.

Para a realização da análise de metais pesados, todo material utilizado foi deixado imerso em ácido nítrico p.a. (20%) por 24 horas, enxaguado três vezes com água destilada. Utilizou-se o método adaptado de WINDOM et al. (1989) para a digestão ácida da porção sólida do lodo. Na primeira etapa, pesou-se 0,25 g de lodo seco e transferiu-se para um béquer de Teflon; após adicionou-se 10 ml de HNO₃ (65%) p.a. e 10 ml de HF (48%) p.a., este reagirá por uma noite na capela. No dia seguinte, adicionou-se gota a gota 3 ml de HClO₄ (70%) p.a. e dispõem-se sobre a chapa de aquecimento numa temperatura máxima de 120°C para evaporação do ácido, até quase a secura, sendo adicionado 1 ml de HNO₃ (65%) p.a. na amostra, até quase a secura novamente. Ao terminar da digestão, e com a solução fria adicionou-se 2 ml de HNO₃ 10% e cerca de 10 ml de água deionizada no béquer; filtrou-se com lã de vidro e aferiu-se em balão volumétrico de 25 ml, sendo posteriormente transferido para um frasco de estocagem até o momento da análise. O teor dos metais pesados (alumínio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco) foram determinados num espectrofotômetro de absorção atômica (EAA) SpectrAA, modelo 220 FS, da Varian, em laboratório terceirizado.

As análises microbiológicas de coliformes termotolerantes e salmonela adotaram as técnicas descritas pelo *Standard Method* e foram realizadas em laboratório terceirizado.

Os parâmetros de pH, CTC, matéria orgânica, H+ Al, Na, foram determinados conforme procedimento estabelecido pela EMBRAPA, 1997.

3. Resultados e discussão

Os resultados obtidos nas análises de macronutrientes encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Média dos valores obtidos de macronutrientes do lodo em %

Amostragens	N	P	K	Ca	Mg
1 ^a	3,453	1,040	0,260	0,513	0,33
2 ^a	3,163	1,413	0,313	0,320	0,30
3 ^a	3,563	1,610	0,313	0,480	0,35
4 ^a	3,570	1,533	0,280	0,273	0,38
Média Geral	3,445	1,399	0,292	0,396	0,34
Valores típicos	3,000	1,400	0,300	1,500	0,380

Comparando os valores típicos obtidos para cada elemento, pode-se concluir que: para o Nitrogênio o valor foi 13,5% maior que a média e dentro da variação do lodo digerido. Para o fósforo, o teor foi um pouco maior do valor típico, em torno de 10%. Já para o potássio o valor obtido foi inferior a 10% do seu valor típico. O cálcio ficou bem abaixo do valor esperado. Para o magnésio obteve-se 0,35% em sólido seco, estando desta forma na faixa de operação com um resultado significativo.

Avaliando os resultados da Tabela 2, percebe-se que o pH encontra-se ácido, sendo este não conveniente na composição do fertilizante, sendo que uma etapa de ajuste é fundamental; quanto aos sólidos voláteis, o lodo está no limite mínimo estabelecido para aplicação no solo; a capacidade de troca catiônica, também está abaixo do normal, que varia de 40 a 120 e o sódio encontra-se dentro da faixa de operação, assim como a relação H+Al. O alumínio que é desejado sendo ausente teve seu resultado confirmado; e, em relação à matéria orgânica o percentual foi muito baixo, em torno de 30%.

Tabela 2. Média geral dos valores obtidos da fertilidade do lodo.

pH	MO (%)	Al	CTC (meq/100 g)	Na (ppm)	Sol. Voláteis (% de ST)
6,05	10,0	0,0	20,99	700,0	30

Analisando a Tabela 3, verifica-se que o teor de metais no lodo para as quatro amostragens ficou dentro dos limites estabelecidos.

Tabela 3. Média dos valores obtidos de metais pesados no lodo em mg/kg.

Amostragens	Cr	Cu	Mn	Fe	Cd	Pb	Zn
1 ^a	112,40 3	205,13 6	889,535	37594,96 0	2,810	10,36 8	726,453
2 ^a	240,04 0	471,41 4	1890,33 9	-	7,271	14,24 3	1331,37 5
3 ^a	304,06 7	447,12 3	1697,22 2	-	3,175	12,20 2	1276,78 6
4 ^a	295,01 9	364,55 1	1662,30 5	-	1,660	7,812	1156,93 4
Média Geral	237,88 2	372,05 6	1534,85	-	3,729	11,15 6	1122,88 7
Valores Limites	1000	1500	-	-	39	300	2800

Os resultados apresentados na Tabela 4 demonstram que os valores microbiológicos foram elevados, dessa forma, pela classificação do CONAMA 375/2006, o lodo em estudo enquadra-se como classe B.

Tabela 4. Média dos valores microbiológicos obtidos do lodo

Parâmetro	Média
Coliformes Totais	9,2x10 ⁴ NMP/100 ml
<i>E. coli</i>	9,4x10 ⁴ NMP/100 ml
<i>Salmonella sp</i>	Ausência em 25 ml

Uma composição básica do lodo em estudo, com os parâmetros analisados frente aos resultados esperados é demonstrada na Tabela 5.

Tabela 5. Composição básica do lodo em estudo.

ITEM	Valor obtido	Valor esperado ou limite
Sólidos voláteis (% de ST)	30	40
Cálcio (Ca, % de ST)	0,273	1,5
Nitrogênio (N, % de ST)	3,570	3,0
Fósforo (P ₂ O ₅ , % de ST)	1,533	2,5
Potássio (K ₂ O, % de ST)	0,280	1,0
Magnésio (Mg, % de ST)	0,103	4,0
Ferro (% de ST)	37594,960	-
Cromo (mg/kg de ST)	237,882	1000
Cobre (mg/kg de ST)	372,056	1500
Manganês (mg/kg de ST)	1534,85	-
Cádmio (mg/kg de ST)	2,936	39
Chumbo (mg/kg de ST)	11,156	300
Zinco (mg/kg de ST)	1122,887	2800
pH	6,1	7,0
Matéria orgânica	10,0	50
Água (%)	99	98
Coliformes termotolerantes	9,6 x10 ⁴ NMP/ 100 ml	< 10 ⁴ NMP/g MS
Salmonela	Ausência em 25 ml	Ausência em 10 g de MS

4. Conclusões preliminares

O lodo em estudo apresentou, para a maioria dos seus macronutrientes, teores aceitáveis. A matéria orgânica e o fósforo, tipicamente encontrados em níveis elevados, assim como o nitrogênio, apresentaram uma concentração abaixo do esperado.

Contêm ainda em sua composição diversos poluentes, como os metais pesados, sendo que o uso continuado e sem critérios técnicos na agricultura pode resultar em aumento nos teores desses elementos no solo, principalmente de Cd, Zn, Cu, Ni e Pb, que são os metais mais encontrados no lodo em estudo. Porém todos os teores encontrados apresentaram-se bem abaixo dos teores máximos permitidos ou indicados pela legislação.

Através dos resultados preliminares obtidos pode-se chegar a três considerações: 1) o acompanhamento dos parâmetros é de fundamental importância; 2) a caracterização do lodo se torna mais interessante no processo final do tratamento, ou seja, o lodo posterior à calagem; e, 3) o lodo da estação em estudo encontra-se apto à aplicação no solo como fertilizante após realização de um processo de calagem.

É importante ressaltar que os resultados são preliminares e que é extremamente importante o monitoramento dos diversos parâmetros do lodo da ETE Chapecó, permitindo a reutilização desse resíduo de forma ambientalmente segura.

5. Referências bibliográficas

- Chagas, W.F. Estudo de patógenos e metais em lodo digerido bruto e higienizado para fins agrícolas, das estações de tratamento de esgotos da ilha do governador e da Penha no estado do Rio de Janeiro. [Mestrado] Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2000.
- Fôrstner, U. Contaminated Sediments. Lecture Notes in Earth Sciences, v.21, 1989.
- IAC – Instituto Agrônômico. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Embrapa – Meio Ambiente, 2000.
- Nascimento, C.W.A Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. Rev. Bras. Ciência do solo v.28 n2 Viçosa, maio de 2004.
- Oliveira, et al. Metais pesados em latossolo tratado com lodo de esgoto e em plantações de cana-de-açúcar. Sci. agric. v.58 n.3 Piracicaba jul./set. 2001.
- Rocha, G.N. et al. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. Rev. Bras. Ciência do solo.v28 n4. Viçosa, jul/ago, 2004.
- Rosana F.V. et al. Disponibilidade de nutrientes no solo, qualidade de grãos e produtividade da soja em solo adubado com lodo de esgoto. Pesquisa Agropecuária brasileira, v.40 n9, Brasília, Setembro, 2005.
- UNEP. Chemical pollution: a global overview. United Nations Environment Programme, 1992.