



**XI SILUBESA**

*Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

## **II-081 - ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO DE LODO EM ESTAÇÕES DE DESPEJOS DE CURTUME, COMO ADUBO ORGÂNICO, NO CULTIVO DO MILHO**

**Cícera Josislane Crispim da Silva** <sup>(1)</sup>: Graduada em Recursos Hídricos / Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Cariri - CENTEC. (2003), Bolsista do CNPq.

**Maria Gorethe de Sousa Lima**: Graduada em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba (1998). MSc. em Engenharia Civil, subárea Engenharia Sanitária pela Universidade Federal da Paraíba (2001). Professora e Coordenadora do Curso de Recursos Hídricos / Saneamento Ambiental do Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC.

**Marcelo Mendes Pedroza**: Graduado em Química Industrial pela Universidade Federal da Paraíba (1997). MSc. em Engenharia Civil, subárea de Engenharia Sanitária pela Universidade Federal da Paraíba (2000). Professor do Instituto Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC.

**Luciano de Andrade Gomes**: Graduado em Recursos Hídricos / Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Cariri - CENTEC (2002). Especialista em Planejamento Urbano e Gestão Ambiental pelo CEFET – CE (2004) . Colaborador do Instituto CENTEC.

**Maria Aelinalda Nunes da Silva**: Graduada em Recursos Hídricos / Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Cariri - CENTEC (2001).

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Senhora Santana, 298, Bairro Salesianos. CEP: 63.050-250 Juazeiro do Norte – Ceará. Fone: (0\*\*88) 587 1935 / (88) 88012710 / (88) 8805 1760



[josislane@pop.com.br](mailto:josislane@pop.com.br)

### **RESUMO**

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar a viabilidade do uso do lodo de estações de tratamento de despejos de curtume, como adubo orgânico, na cultura de milho. O lodo estudado, foi oriundo da Estação de Tratamento de Efluentes do Curtume Santo Agostinho localizado no município de Juazeiro do Norte-CE. Esse lodo, inicialmente passou por uma caracterização físico-química, realizada nos laboratórios de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Química Analítica e Físico-química da Universidade Federal do Ceará (UFC), e Análises de Águas e Efluentes (LAE), pertencente ao Departamento de Recursos hídricos/saneamento Ambiental localizado no Centro Vocacional Tecnológico (CVT), Crato, CE. Após a caracterização, foi constituído um sistema experimental de cinco tratamentos em quadruplicatas sendo o primeiro tratamento a testemunha, o segundo com esterco bovino e os tratamentos: terceiro, quarto e quinto, com lodo proveniente da Estação de Tratamento de Esgotos do curtume Santo Agostinho, com percentuais de inóculo de 20%, 40% e 60%, respectivamente. A variedade de milho escolhida para esta pesquisa foi a HÍBRIDO BR 205. O critério para a escolha da referida variedade foi baseado no fato da mesma ser bastante utilizada por agricultoras da região do Cariri Cearense, como também por apresentar ciclo de desenvolvimento rápido e elevada capacidade de extração de elementos do solo. O experimento foi instalado e monitorado nas dependências do CVT, Crato, CE. Nos períodos de quinze e trinta dias após o plantio, foram realizadas medições de altura das plantas para posterior comparação de crescimento entre ambas, sendo, também observado, os sintomas visuais observados nos colmos e nas folhas. De acordo com resultados observados, pôde ser concluído através de análises físico-químicas, realizadas no lodo, que o mesmo apresentou macro (P, K, Ca e Mg) e micro (Fe, Cu e Mn) nutrientes essenciais para características nutricionais necessárias para um bom desempenho na

sua utilização em solos, porém, os elevados teores de sais de cromo, presentes no lodo, causaram hipermetrofia gradativa na cultura. Portanto para que este lodo possa ser utilizado na agricultura, sem causar danos ao solo e a planta, faz-se necessário uma redução considerável do componente acima citado.

**PALAVRAS-CHAVE:** macro e micro-nutrientes, lodos de curtumes, reuso de lodos, sais de cromo, esterco bovino.

## INTRODUÇÃO

O tratamento de esgotos urbanos gera um subproduto denominado lodo de esgoto, de disposição final problemática no processo operacional das estações de tratamento. Geralmente, a fase mais onerosa do tratamento de águas residuárias é o processo e a disposição final do lodo, que pode alcançar 60% do orçamento operacional para o controle da poluição das águas.

Essas razões indicam que a questão da disposição final do lodo de esgoto, que já é um problema de grandes proporções em nosso país tem uma clara tendência ao agravamento, pois a produção do lodo é diretamente proporcional ao percentual de tratamento de água e esgoto. A busca de alternativas ambientalmente adequadas e economicamente viáveis para a destinação final do lodo deve necessariamente ser anterior à própria produção do mesmo, pois a ausência de definição sobre o destino final desse material questiona a própria existência e conseqüentemente a operação do sistema de tratamento de esgotos.

Uma das alternativas para a destinação adequada do lodo seria o seu uso na agricultura como fertilizante, pois os lodos, em geral, são ricos em matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e micronutrientes.

A fração orgânica do lodo confere melhor estruturação aos agregados do solo, tornando-o mais resistente à erosão. Do ponto de vista microbiológico, o lodo pode reequilibrar os microorganismos do solo e tornar as plantas mais resistentes aos fitopatógenos, o que pode reduzir o consumo de pesticidas.

Deve ser ressaltado, no entanto, que a utilização do lodo de esgoto como fonte de matéria orgânica e nutrientes tem riscos associados, especialmente relacionados ao conteúdo de metais pesados e a salinidade pois tanto os metais quanto agentes patogênicos como ovos de helmintos, esporos de fungos e colônias de bactérias tendem a coprecipitar com o esgoto e se concentrar no lodo. Essa preocupação deve ser considerada ao se tratar de lodo oriundo de estações de tratamento de despejos de curtume, tendo em vista que indústrias coureiras utilizam no processo de curtimento, principalmente sais de cromo.

Com relação à quantidade de couros produzidos, anualmente, e do teor de lodo gerado por tonelada de couros, observa-se que a indústria de curtume tem relevância econômica para o país, e preocupação no que se refere aos impactos ambientais relacionados aos processos de industrialização do couro.

Portanto, torna-se uma necessidade imperativa a busca de alternativas tecnológicas para a destinação adequada destes resíduos, haja vista, a quantidade expressiva, diariamente produzida, em indústrias de curtume de diversas regiões do país.

Diante do exposto, faz-se necessário um estudo minucioso da possibilidade da utilização do referido lodo na agricultura.

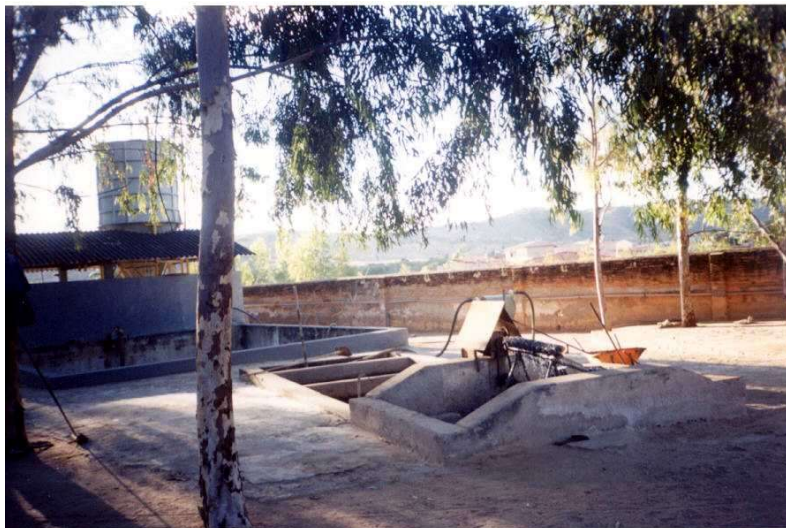
## OBJETIVOS

- Contribuir para a redução da poluição do meio ambiente causada pelo lançamento de lodo de estações de tratamento de curtume, através do estudo da viabilidade do uso do lodo do Sistema de Tratamento de Efluentes do Curtume Santo Agostinho como adubo orgânico na plantação da cultura de milho.
- Determinar as características físico-químicas do lodo primário da estação de tratamento de efluentes do Curtume Santo Agostinho.
- Comparar a produtividade do milho produzido com a utilização de lodo, em diferentes proporções, com a produtividade obtida na testemunha (solo natural);

## METODOLOGIA

O lodo utilizado neste experimento foi proveniente do leito de secagem da estação de tratamento de esgoto do Curtume Santo Agostinho (Figura 1), Município de Juazeiro do Norte, CE, (7° 12' 47'' Sul, 39° 18' 55'' Oeste, 377,33m a n m). O lodo produzido era depositado em 12 leitos de secagem (Figura 2), cada um medindo 3,75, 3,0 e 0,3 m de comprimento, largura e profundidade, respectivamente, perfazendo uma área de 11,25 m<sup>2</sup>. O tempo de permanência do lodo nos leitos era de 3 a 10 dias, pois este dependia da variação climática. Durante esse tempo, era adicionado Cal

Hidratada ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) para correção do pH, controle de odores e higienização dos lodos. Após a desidratação, o lodo era retirado manualmente para em seguida ser levado ao lixão. O lodo foi submetido à caracterização físico-química, descrita na Tabela 1 seguido da metodologia utilizada em cada determinação.



**Figura1:** Estação de Tratamento de Esgotos, Curtume Santo Agostinho, Juazeiro do norte, CE.

Tabela 1 - Metodologia aplicada na Caracterização do lodo da ETE do Curtume Santo Agostinho.

| PARAMETROS                                                                          | METODOLOGIA         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , pH, C.E, B, Al | Absorção Atômica    |
| Cr, Cu, Mn, Ni, Fé,                                                                 | Emissão Atômica     |
| P, $\text{PO}_4^{2-}$                                                               | Espectrofotométrico |
| Cloretos                                                                            | Volumétrico de Mohr |
| Sódio e Potássio                                                                    | Fotométrico         |
| RAS                                                                                 | -                   |

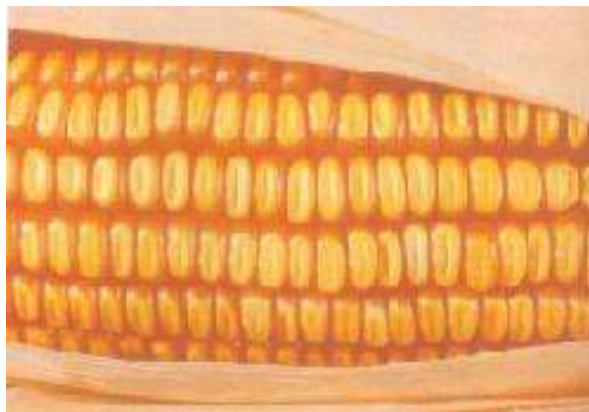


**Figura 2** - Visão parcial dos leitos de secagem do Curtume Santo Agostinho. Fonte: Adaptado de GOMES, L. A. (2002). *Pq adaptada? Só usamos o termo Adaptado quando modificamos uma figura gráfica tabela gravura, etc. Vc modif. A fot? O que?*

A pesquisa foi conduzida em 20 jarros de barro (Figura 3), utilizando a cultura do milho, nos quais foram realizados cinco tratamentos, descritos a seguir: Tratamento 1 (T1): composto por 50 % de areia + 50 % de argila. Essa amostra era chamada de testemunha. Tratamento 2 (T2): composto por 60 % de esterco bovino + 20 % de areia + 20 % de argila. Tratamento 3 (T3): composto por 20 % de lodo + 40 % de areia + 40 % de argila. Tratamento 4 (T4): composto por 40 % de lodo + 26 % de areia + 34 % de argila. Tratamento 5 (T5): composto por 60 % de lodo + 20 % de areia + 20 % de argila. Para cada tratamento foram feitas quatro repetições, para obtenção de um delineamento experimental. O plantio foi efetivado no dia 02 (dois) de junho/2003, colocando-se 03 sementes em cada jarro. A irrigação do plantio era feita diariamente, nos períodos manhã e tarde. O monitoramento se deu com o acompanhamento do período de germinação e desenvolvimento da cultura plantada, com medições quinzenais da altura das referidas culturas visualizando seu desenvolvimento. A variedade de milho utilizada no plantio foi o Híbrido – BR205 conforme mostra a Ilustra a Figura 4. O critério para a escolha da referida variedade foi baseado no fato da mesma ser bastante utilizada por agricultoras da região do Cariri, como também por apresentar ciclo de desenvolvimento rápido e elevada capacidade de extração de elementos do solo.



**Figura 3** – Visão geral dos jarros utilizados no experimento.



**Figura 4** – Milho híbrido utilizado no experimento.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O pH médio obtido no lodo foi de (7,2). Este valor de pH permite a aplicação deste lodo, no solo, já que para a agricultura, o pH deve estar na faixa neutra. Dentre os metais pesados estudados, a concentração de cromo (836 mg/L) obtida no lodo em estudo, estava muito acima da faixa considerada aceitável. Diante do exposto, faz-se necessário que sejam realizadas novas pesquisas com a aplicação deste lodo, mantendo-se os valores de pH na faixa neutra e principalmente, na ausência de elevados teores de sais, para que possa ser verificada apenas a influência da referida concentração de cromo sobre as plantas, já que da forma como esta sendo feita atualmente, os resultados podem estar sendo afetados pela elevada salinização do lodo, pois o mesmo apresentou acentuados valores de RAS (6,67) e C.E (23,7).

As plantas apresentaram nos tratamentos II, III, IV e V, inicialmente, desenvolvimento uniforme, quando comparado com o tratamento I (testemunha). Após quinze e trinta dias do plantio, quando foram realizadas medições de altura, foi observado que as plantas apresentaram diferentes faixa de crescimento, onde o tratamento realizado com esterco bovino (tratamento II) proporcionou maior crescimento, enquanto que as plantas onde o lodo foi incorporado apresentaram hipermetrofia gradativa conforme o aumento de percentual de lodo adicionado aos tratamentos. O tratamento V, correspondente a maior proporção de lodo, apresentou o maior nível de atrofia. Este fato pode ser atribuído tanto a elevação do teor de cromo (Cr), neste tratamento, como também ao aumento dos teores de Na e C.E. Sem exceção de nenhum tratamento, todas as plantas apresentaram coloração roxa nos colmos e nas folhas, mesmo quando ocorria a predominância da cor verde acentuada (Tratamento II) ou amarelada (Tratamento I), o que pode ser explicado pela deficiência de Fósforo (P). Segundo Malavolta *et al* (1989), a ausência deste nutriente pode ocasionar folhas velhas com tons roxos perto das margens; tons roxos no colmo e má granação.

| <b>Tabela 2 - Altura das plantas de milho com período de quinze e trinta dias após o plantio.</b> |                           |                                                |                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>TRATAMENTOS</b>                                                                                | <b>DATA DE GERMINAÇÃO</b> | <b>MEDIÇÃO QUINZE DIAS APÓS O PLANTIO (cm)</b> | <b>MEDIÇÃO TRINTA DIAS APÓS O PLANTIO (cm)</b> |
| T1 (1)                                                                                            | 08/06/2003                | 15,5                                           | 31                                             |
| T1 (2)                                                                                            | 07/06/2003                | 19                                             | 33                                             |
| T1 (3)                                                                                            | 08/06/2003                | 13                                             | 23                                             |
| T1 (4)                                                                                            | 07/06/2003                | 16,5                                           | 31                                             |
| T2 (1)                                                                                            | 05/06/2003                | 26                                             | 52                                             |
| T2 (2)                                                                                            | 05/06/2003                | 22                                             | 50                                             |
| T2 (3)                                                                                            | 08/06/2003                | 23                                             | 61                                             |
| T2 (4)                                                                                            | 07/06/2003                | 22                                             | 56                                             |
| T3 (1)                                                                                            | 07/06/2003                | 23                                             | 43                                             |
| T3 (2)                                                                                            | 06/06/2003                | 26                                             | 44                                             |
| T3 (3)                                                                                            | 08/06/2003                | 21                                             | 34                                             |
| T3 (4)                                                                                            | 06/06/2003                | 27,6                                           | 42                                             |
| T4 (1)                                                                                            | 06/06/2003                | 20                                             | 36                                             |
| T4 (2)                                                                                            | 06/06/2003                | 19                                             | 36                                             |
| T4 (3)                                                                                            | 06/06/2003                | 21                                             | 37,5                                           |
| T4 (4)                                                                                            | 07/06/2003                | 21                                             | 31                                             |
| T5 (1)                                                                                            | 12/06/2003                | 12                                             | 30                                             |
| T5 (2)                                                                                            | Não Germinou              | -                                              | -                                              |
| T5 (3)                                                                                            | Não Germinou              | -                                              | -                                              |
| T5 (4)                                                                                            | 14/06/2003                | 6                                              | 25                                             |

Todas as plantas também apresentaram estrias brancas em suas folhas, fato atribuído a ausência de Zinco (Zn). Com exceção do tratamento onde foi utilizado o esterco bovino, visualizou-se colmos finos, fato que pode ser explicado pela ausência do Potássio (K). Segundo Malavolta *et al* (1989), a presença reduzida deste macronutriente causa, nas plantas, efeitos como folhas velhas com clorose, necrose e dilaceração das margens; colmos finos; sistema radicular fraco (acamamento). No entanto, mesmo tendo sido observada, ausência de nutrientes (N e P) nas plantas, este fato pode ser atribuído ao valor de pH, bem como ao elevado teor de sódio, pois de acordo com Barros (2000), o lodo da indústria de curtume possui em sua composição, características nutricionais (N e P) necessárias para um bom desempenho na sua utilização em solos, sendo o nitrogênio o constituinte encontrado em maior quantidade, por ser produto de degradação da proteína da pele. O fósforo encontra-se contido preferencialmente em forma orgânica, devido a pequena utilização de sais à base de fosfato na industrialização do couro.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nas análises físico-químicas, realizadas no lodo, proveniente da ETE do Curtume Santo Agostinho, pode ser concluído que o referido lodo, apresentou os macro (P, K, Ca e Mg) e micro (Fe, Cu e Mn) nutrientes essenciais para características nutricionais necessárias para um bom desempenho na sua utilização em solos.

No entanto, através da determinação do crescimento das plantas, bem como da interpretação visual, nos diferentes tratamentos, pôde ser verificado que as plantas tratadas com lodo, apresentaram hipermetrofia gradativa conforme o aumento de percentual de lodo adicionado aos tratamentos, colmos finos com coloração roxa, folhas com margens e nervura principal com coloração roxa e amarelada, respectivamente, bem como estrias esbranquiçadas, sendo este fato atribuído a ausência de nutrientes nas plantas, causada pelos elevados teores de sais no lodo, os quais reduzem o processo de assimilação dos nutrientes presentes no solo, pelas mesmas (osmose reversa).

Os elevados teores de sais, expressos em termos de C.E (23,7), contidos no lodo, foram oriundos do uso de cloretos de sódio nos processos de salgamento das peles e piquelagem, cloreto e sulfato de amônio na descalcinação e sulfato de cromo no curtimento.

Deve ser considerado que além da elevada C.E., o lodo apresentou elevados teores de sódio (Na), 31.830 mg/L, o qual atua como um dispersante de argilas, reduzindo a entrada e a circulação do ar e da água nas camadas inferiores do solo, contribuindo também para a redução da taxa de absorção de nutrientes pelas plantas.

Outro fator que deve ser considerado, refere-se ao elevado teor de cromo no lodo (836 mg/L), pois dependendo das condições do solo, principalmente pH ácido e presença de oxigênio, a forma trivalente ( $\text{Cr}^{3+}$ ), pouca assimilada pelas plantas, é oxidada a forma hexavalente ( $\text{Cr}^{\text{VI}}$ ), tóxica as plantas. Entretanto, apesar de ter sido verificado que com o aumento das proporções de cromo, nos diferentes tratamentos, ocorreu atrofia gradativa das plantas, não podendo atribuir este fato ao teor de cromo, em virtude do lodo também ter apresentado elevados teores de sais, mascarando, desta forma, os resultados.

Portanto, com base no acima exposto, são propostas as seguintes sugestões:

- o curtume Santo Agostinho poderia, em seu processo produtivo, reciclar os banhos do caleiro ou desviar este efluente para tratamento separado, pois reduziria, consideravelmente, o teor de sais no lodo.
- realizar análise foliar nas plantas para verificar o teor de nutrientes absorvido pelas mesmas.
- realização de pesquisas, com o lodo de curtume, em diferentes condições das estudadas nesta pesquisa, tais como: pH corrigido, lodo totalmente estabilizado e redução dos teores de sais; para que se possa fazer um estudo da influencia do aumento das concentrações de cromo no ciclo produtivo das plantas .
- estudar a eficiência de desinfecção pelo sistema de desidratação do lodo, em leitos de secagem
- monitorar a qualidade do solo, através de análises físico – químicas e bacteriológicas antes, durante e após o processo produtivo, com o intuito de analisar as alterações causadas no solo, pela disposição do lodo, no mesmo, bem como determinar a probabilidade de sobrevivência de patógenos no solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS. (2000), Departamento de Engenharia Química / UME, Maringá,

E. MALAVOLTA *et al.* (1989), Avaliação do estado nutricional das plantas.

Von SPERLING.M, (1997), Lodo de Esgotos: Tratamento e disposição final *in*: princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Belo Horizonte, v. IV ABES. UFMG. 416p,

w.w.w. cnpm.s embra.br , Portal da pesquisa agropecuária, acessado em junho de 2003,

GOMES, L. A, (2002). Caracterização do Efluente da Indústria de Couro, Curtume Santo Agostinho, no Município de Juazeiro do Norte, CE, *In*: Monografia Graduação do Curso de Saneamento Ambiental, Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Cariri – CENTEC, Juazeiro do Norte, CE, 47p.