

PAP005038 - ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E AMBIENTAL DO USO DO LODO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO COMO BIOFERTILIZANTE NA AGRICULTURA CONVENCIONAL NO MUNICÍPIO DE LAPA – PR

Mariana Kumata Komay⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná, cursando Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Contato: mari_komay@yahoo.com.br

Patricia Gabriela González Cáceres

Engenheira Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná, cursando Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Com atuação na área de Licenciamento Ambiental de Postos de Combustíveis e análise de Passivos Ambientais. Contato: patricia.gcaceres@gmail.com.

Igor Arthur Rayzel

Engenheiro Ambiental formado Pontifícia Universidade Católica do Paraná, graduando em Direito no Centro Universitário Curitiba. Com atuação na área de Licenciamento Ambiental e Análise de Impactos Ambientais de Obras Urbanas. Contato: igor.rayzel@gmail.com.

Altair Rosa

Engenheiro Ambiental pela PUCPR, Engenharia de Segurança no Trabalho pela UTFPR, mestre em Gestão Urbana pela PUCPR. Atualmente é professor do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental da PUCPR e pesquisador do grupo de pesquisa do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental da PUCPR. Contato: altairrosa@yahoo.com.br

Endereço⁽¹⁾: Rua Nilo Cairo, 36, Ap. 1703 – Centro – Curitiba – Paraná – 80060-050 – Brasil. Tel: +55 (41) 99179000 – e-mail: mari_komay@yahoo.com.br

Resumo:

A presente pesquisa teve como objetivo analisar a viabilidade técnica e ambiental do uso do lodo de esgoto doméstico como biofertilizante na agricultura convencional, tendo como base o estudo de caso em que se verificou a utilização do lodo da ETE Belém de Curitiba, em propriedades rurais localizadas no município de Lapa, interior do Paraná. Também, juntamente com os agricultores, foram realizadas entrevistas para verificar na prática a viabilidade desse estudo. Verificou-se que o sistema de higienização utilizada pela ETE Belém é eficiente, deixando os valores de coliformes termotolerantes e salmonellas, enterovírus, ovos de helmintos e metais pesados, abaixo dos valores máximos permitidos pelas resoluções SEMA 001/07 e CONAMA 375/06. Nas entrevistas realizadas, os produtores rurais se mostraram satisfeitos com os resultados em suas propriedades, mostrando que é viável tecnicamente e ambientalmente se fazer o uso do lodo de esgoto doméstico em propriedades rurais.

Palavras-chave: Gestão ambiental, lodo de esgoto doméstico, biofertilizante

Abstract:

This study aimed to analyse technical and environmental feasibility of using sewage sludge as a biofertilizer in conventional agriculture, based on the case study which showed the use of sludge from Sewage Treatment Station Belem in Curitiba, on farms located in the municipality of Lapa, the interior of Parana. Also, together with farmers, interviews werw conducted to verify the practical feasibility of this study. It was found that the cleaning system used by the Sewage Treatment Station Belem is efficient, leaving the values of fecal coliform and salmonella, enteroviruses, helminth eggs and heavy metals are below the values permitted by the resolutions and CONAMA 001/07 and SEMA 375/06. In interviews, farmers werw satisfied with the results on their properties, showing that it is technically and environmentally feasible to make use of sewage sludge on farms.

Key-words: Environmental management, sewage sludge, fertilizer.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui um total de 9.848 municípios (IBGE, 2000), com o aumento da população nas cidades, ocorrem, conseqüentemente, impactos ao meio ambiente. Busca-se então a minimização desses impactos para a melhoria da qualidade de vida. Os recursos hídricos, por sua vez, estão se tornando cada vez mais limitados e comprometidos devido à quantidade de poluentes lançados, principalmente vindo dos esgotos.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2000), 58,39% da população não possuem serviço de esgotamento sanitário. Na sua maioria das vezes, o esgoto é lançado diretamente em corpos d'água como rios, lagos e mares, resultando na poluição hídrica e conseqüentemente a diminuição da qualidade de vida da população (Rocha; Shirota, 1999). A alternativa mais indicada e de responsabilidade, principalmente da esfera pública, é tratar esse esgoto antes de seu lançamento. Este tratamento é realizado em estruturas denominadas Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Durante o processo de tratamento é gerado um subproduto conhecido como lodo de esgoto, que em muitos casos, também são descartados nos corpos d' água, sendo necessário o desenvolvimento de alternativas seguras para que para que esse subproduto não se torne um problema ambiental (Saito, 2007).

A aplicação do lodo na agricultura é uma das possibilidades mais usuais para a destinação final do biossólido. E é considerada a melhor alternativa, pois possui características físico-químicas que o tornam um excelente condicionador no solo, podendo auxiliar na melhoria das práticas agrícolas atualmente em uso no Brasil (Lara et al., 1999).

Porém alguns cuidados devem ser observados para que a produção agrícola não seja prejudicada, e que se tenha a garantia da qualidade e adequação do subproduto. Os principais riscos que se deve observar são os metais pesados, presença de agentes patogênicos e micropoluentes orgânicos. Se higienizado corretamente, pode ser aplicado no solo, contudo, de maneira segura e coerente.

O sucesso do programa de reciclagem de lodo está associado justamente ao reconhecimento, pelos usuários e pelo público consumidor, dos benefícios que o uso do lodo traz e que os riscos associados ao seu uso controlado não serão maiores que aqueles associados ao uso de outros insumos de uso freqüente na agricultura (Lara et al., 1999).

A utilização do lodo de esgoto na agricultura traz benefícios não só para a companhia de saneamento, mas também para os produtores rurais, não necessitando de áreas para armazenamento, menor gasto do produtor com fertilizantes químicos, capacidade de aumento da produtividade, etc.

Antes da aplicação do lodo no solo, deve ser levada em consideração uma série de fatores, tais como:

- a) tipo de solo;
- b) tipo de cultura a ser utilizada;
- c) teor de nutrientes do lodo e do solo;
- d) metais pesados presentes no lodo e no solo;
- e) agentes patogênicos presentes no lodo;
- f) quantidade de poluentes orgânicos presentes no lodo.

Para o tipo de solo em que o lodo será aplicado, as seguintes características devem ser avaliadas: profundidade do solo, textura, susceptibilidade à erosão, drenagem, pedregosidade e pH. (Ferreira et al., 2007).

Portanto, considerando os aspectos citados anteriormente, procurou-se fazer o levantamento de dados sobre a composição do lodo a ser utilizado e da área onde será aplicado. Para ao final da pesquisa analisar a viabilidade do uso do lodo de estações de tratamento de esgotos doméstico como complemento de fertilizante na agricultura convencional em propriedades do município de Lapa.

2. METODOLOGIA

Inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica baseada em livros, artigos, cartilhas, resoluções e decretos, em que foram coletadas informações sobre o tratamento do esgoto nas ETEs e os contaminantes que o lodo pode apresentar.

Foi realizado um estudo de caso com o uso dos dados da ETE Belém em Curitiba (PR), buscando-se informações sobre o tipo de tratamento realizado na ETE; a composição do lodo gerado e a quantidade de contaminantes e nutrientes que esse lodo apresenta.

De acordo com Gil (1999), “o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados”.

Para complementar o estudo de caso, foram feitas visitas nas propriedades rurais para verificar a produtividade das culturas, vantagens e desvantagens utilizando o lodo de esgoto doméstico.

As entrevistas foram realizadas nas propriedades rurais localizadas no município de Lapa – PR, juntamente com os agricultores, buscando-se informações sobre a produtividade das culturas fertilizadas com o lodo de esgoto. Foram realizadas entrevistas focalizadas, em que o entrevistador permite ao entrevistado falar livremente sobre o assunto, dando enfoque ao tema original (Gil, 1999).

Os agricultores falaram sobre as suas produções agrícolas, a aplicação do lodo em suas propriedades, de como foi a aceitação para se utilizar o lodo e sobre as vantagens e desvantagens que a utilização do lodo proporciona.

A SANEPAR possui uma lista de cadastro das propriedades rurais que utilizam o lodo de esgoto na agricultura. Foi realizado um levantamento desses cadastros para se estabelecer um pré-contato com os agricultores para o agendamento da entrevista, a fim de deixá-los a par das informações necessárias, da finalidade da visita a propriedade e da importância dessas informações.

Na conclusão foram utilizados todos os dados coletados relativos ao lodo da ETE, como: composição, quantidade de metais pesados e agentes patogênicos, com o objetivo de se verificar a eficiência do sistema de higienização do lodo. Com o resultado das entrevistas, foi verificado se a quantidade de fertilizantes utilizada pelos agricultores foi diminuída e as vantagens e desvantagens do uso do lodo nas propriedades rurais.

Em seguida, os dados da ETE foram comparados com a necessidade dos produtores, verificando-se os benefícios em usar o lodo e a viabilidade técnica e ambiental, com a finalidade de ressaltar as suas conseqüências.

3. GERAÇÃO DO LODO DE ESGOTO

Os esgotos gerados nas residências devem ser tratados corretamente para evitar riscos à saúde humana e evitar maiores danos ambientais. O tratamento também é importante para se ter a disponibilidade de água para diversos usos. Toda a Estação de Tratamento de Esgoto, em fase de projeto, deve verificar a qualidade do efluente a ser tratado, verificar as características do corpo receptor, o limite de lançamento de poluentes em função da classe do corpo receptor e realizar um estudo de viabilidade econômica das técnicas a serem utilizadas (Lara et al., 1999).

A quantidade de lodo a ser gerada depende do tipo de sistema a ser utilizado pela ETE, em alguns tipos de tratamento ocorre maior geração de lodo, e em outros casos ocorre em menor proporção. Depende também se o sistema escolhido é aeróbio ou anaeróbio. A quantidade gerada em alguns sistemas de tratamento pode ser vistos conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Produção de lodo em sistemas aeróbios e anaeróbios de tratamento de esgoto.

TIPO DE TRATAMENTO	QUANTIDADE DE LODO PRODUZIDA (M ³ /HAB.DIA)
Lagoa facultativa primária	0,037
Lagoa facultativa	0,03 - 0,08
Lagoa anaeróbia - lagoa facultativa	0,01 - 0,04
Lagoa aerada facultativa	0,03 - 0,08
Lodos ativados convencionais	1,1 - 1,5
Lodos ativados (aeração prolongada)	0,7 - 1,2
Lodos ativados (fluxo intermitente)	0,7 - 1,5
Filtro biológico (baixa carga)	0,4 - 0,6
Filtro biológico (alta carga)	1,1 - 1,5
Biodiscos	0,7 - 0,1
Reator anaeróbio de manta de lodo	0,07 - 0,1
Fossa séptica - filtro anaeróbio	0,07 - 0,1

Fontes: Arceivala (1981), EPA (1979, 1981, 1992), Metcalf & Eddy (1991), Sperling (1995) e Nascimento (1997) *apud.* (Andreoli et al. 2001a, p.53)

O lodo pode ser formado em diferentes fases do tratamento, variando o tipo de tratamento escolhido para ser utilizado pela ETE. Após sua formação na fase líquida, o lodo sofre uma série de tratamentos para a correta disposição final. Os principais métodos utilizados para o processamento do lodo em uma ETE, são, segundo Andreoli et al. (2001):

- Adensamento: remoção de umidade (redução de volume);
- Estabilização: remoção da matéria orgânica (redução dos sólidos voláteis);
- Condicionamento: preparação para desidratação (principalmente mecânica);
- Desaguamento: remoção de umidade (redução de volume);
- Higienização: remoção de organismos patogênicos;
- Disposição final: destinação final dos subprodutos.

Todos esses procedimentos possuem diversas formas de serem executadas. Dependendo de cada situação e da tecnologia a ser empregada na ETE, deve-se escolher mais vantajosa.

4. ETE BELÉM

A ETE Belém, localizada na Região Metropolitana de Curitiba (PR), foi projetada para atender cerca de 500 mil habitantes, operando a cerca de 20 anos. Conta com um sistema de lodo ativado, em que se utiliza o tratamento aeróbio com aeração prolongada. O lodo ativado retorna ao tanque de aeração, buscando-se o aumento da eficiência do processo de tratamento (SANEPAR).

O processo começa na rede coletora, onde o esgoto gerado em casas, prédios, lojas e outros imóveis, é transportado por meio de canalizações até a Estação de Tratamento. Ao chegar, o esgoto segue pela estação elevatória passando em seguida pelo gradeamento mecânico, onde os sólidos e areia são retirados. Nos tanques de aeração ocorre a introdução de oxigênio, com aeradores mecânicos, para que os microrganismos aeróbios possam se desenvolver e remover a matéria orgânica. Em seguida o esgoto passa pelos decantadores, onde o sólido é sedimentado por gravidade e a parte líquida é lançada no rio. O lodo depositado no decantador retorna ao tanque de aeração para um melhor equilíbrio do processo e transportado até o adensador para a remoção da umidade de onde sai com aproximadamente 3% de sólidos. Em seguida o lodo é desidratado em prensas desaguadoras do tipo Belt Press, que ao sair, apresenta teor de 13,52% de sólidos. Para a higienização do lodo, no Paraná, é realizado a estabilização alcalina prolongada, que consiste na mistura de cal virgem ao lodo elevando seu pH para 12. Segundo SANARE, 1999, o lodo calado da ETE Belém deve ser armazenado entre 45 a 60 dias, visando maior segurança para uso agrícola em um galpão com piso de concreto e cobertura.

No sistema aeróbio a remoção do lodo de esgoto do sistema de tratamento é feita diariamente. A ETE Belém produziu em 2009, aproximadamente, 24.780 toneladas de base úmida e 3.338 toneladas de massa seca (SANEPAR, 2010).

4.1. LODO DE ESGOTO DA ETE BELÉM

Foram realizados ensaios laboratoriais, por laboratórios especializados, com o lodo buscando verificar a quantidade de nutrientes presentes, coliformes e salmonellas, enterovírus, metais e ovos de helmintos, comparando-se com a Resolução CONAMA 375/06 e com a Resolução SEMA 001/07. A Tabela 2 mostra os ensaios físico-químicos e ensaios instrumentais realizados com o lodo.

Tabela 2 – Ensaios Físico-Químicos e Instrumentais
Ensaios Físico – Químicos

Ensaio	Resultado	Unidade	Metodologia
Carbono Orgânico	119.473,58	mgCO/kg	Oxi-Redução com Dicromato de Potássio
Enxofre	991,04	mgS/kg	Gravimétrico do Peróxido de Hidrogênio
Fósforo Total	9.605,10	mgPTotal/kg	Ácido Perclórico/ Cloreto Estanoso

Nitrogênio Nitrato/Nitrito	76,27	mgN-NO3-/N-NO2- /kg	Redução com Liga Devarda
Nitrogênio Amoniacal	1.315,81	mgN-NH3/kg	Macro Kjeldahl com MgO
Nitrogênio Kjeldahl	22.415,67	mgNTK/kg	Macro Kjeldahl/Volumetria
pH em água (1:10)	11,82	----	Potenciometria
Sólidos Totais (105°C)	286.676,06	mg/kg	Gravimetria
Sólidos Totais Voláteis (550°C)	94.545,47	mg/kg	Gravimetria
Umidade (65°C)	705.868,93	mgU65°C/kg	Gravimetria

Ensaio Instrumentais

Cálcio	185.122,75	mg/kg	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
Magnésio	76.291,79	mg/kg	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
Potássio	799,77	mg/kg	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
Sódio	<1.000,00	mg/kg	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

Fonte: SANEPAR, 2010.

Esses ensaios foram realizados no mês de março de 2010, pelo laboratório SENAI CIC, após a higienização realizada pela ETE Belém

4.2. CONTAMINANTES DO LODO DE ESGOTO

Alguns componentes do lodo são importantes para a sua reciclagem, entretanto alguns são indesejáveis, devendo ser eliminados, tais como: metais pesados e agentes patogênicos. A presença desses contaminantes no lodo varia de acordo com as características do esgoto bruto e do sistema de tratamento.

4.2.1. Metais pesados

Os principais elementos químicos que podem trazer riscos à saúde humana e ao meio ambiente são: Prata (Ag), Arsênio (As), Cádmio (Cd), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Antimônio (Sb), Selênio (Se) e Zinco (Zn). Alguns metais que podem ser encontrados no lodo de esgoto são essenciais a vida dos microrganismos em certas quantidades, dentre eles, como cita Andreoli et al. (2001), o As, Co, Cr, Cu, Se e Zn. Outros como o chumbo, mercúrio e cádmio são prejudiciais aos organismos vivos em qualquer concentração, pois não são encontrados naturalmente em nenhum organismo.

A Tabela 3 mostra a quantidade de metais pesados presentes no lodo da ETE Belém. Os resultados obtidos foram comparados com a Resolução CONAMA 375/06 e Resolução SEMA 001/07.

Tabela 3 – Metais pesados

Parâmetros	Unidade	Resultados Analíticos	CONAMA 375/06	SEMA 001/07
Porcentagem de sólidos	% p/p	33,9		
Arsênio	mg/kg	<1	41	41
Bário	mg/kg	180	1300	1300
Cádmio	mg/kg	<0,1	39	20
Chumbo	mg/kg	12	300	300
Cobre	mg/kg	47	1500	1000
Cromo	mg/kg	35	1000	1000
Merúrio	mg/kg	0,61	17	16
Molibdênio	mg/kg	<1	50	50
Níquel	mg/kg	14	420	420
Selênio	mg/kg	<1	100	100
Zinco	mg/kg	144	2800	2500

Fonte: SANEPAR, 2010.

4.2.2. Agentes patogênicos

Os agentes patogênicos podem trazer riscos às pessoas que irão manipular o lodo e também, se for aplicado na agricultura, pode contaminar a produção. Podem ser de origem humana, em algumas populações onde o saneamento básico seja precário; de origem animal, principalmente de fezes que são eliminados na rede de esgoto ou pela presença de roedores na rede de esgoto. Entretanto esses patógenos podem ser eliminados através da compostagem ou da calagem. A ETE Belém utiliza o sistema de calagem para a higienização do lodo de esgoto.

A Tabela 4 mostra a quantidade de coliformes termotolerantes e Salmonellas presentes no lodo da ETE Belém, em que resultados obtidos foram comparados com a Resolução CONAMA 375/06 e Resolução SEMA 001/07.

Tabela 4 – Coliformes Termotolerantes e Salmonellas

Parâmetros	Unidade	Resultados Analíticos	CONAMA 375/06	SEMA 001/07
Porcentagem de sólidos	% p/p	35,1		
Coliformes termotolerantes	NMP/g de ST	<0,7	1000	< 10 ³
Salmonellas	P/A em 10g de MS	Ausente	Ausente	Ausente

NMP: Número Mais Provável

Fonte: SANEPAR, 2010.

A Tabela 5 mostra a quantidade de enterovírus presente no lodo da ETE Belém. Os resultados obtidos foram comparados com a Resolução CONAMA 375/06 e SEMA 001/07.

Tabela 5 - Enterovírus

Parâmetros	Unidade	Resultados Analíticos	CONAMA 375/06	SEMA 001/07
Enterovírus	UFP/g de ST	Ausente	0,25	<0,25

UFP: Unidade Formadora de Placa

Fonte: SANEPAR, 2010.

A Tabela 6 mostra a quantidade de ovos de helmintos presentes no lodo da ETE Belém. Os resultados obtidos foram comparados com a Resolução CONAMA 375/06 e Resolução SEMA 001/07.

Tabela 6 – Ovos de helmintos

Parâmetros	Unidade	Resultados Analíticos	CONAMA 375/06	SEMA 001/07
Porcentagem de sólidos	% p/p	36,2		
Ovos viáveis de helmintos	ovo/g de ST	< 0,1	0,25	< 0,25

Fonte: SANEPAR, 2010.

De acordo com as tabelas 3, 4, 5 e 6, pode-se verificar que o sistema de tratamento e higienização utilizado pela ETE Belém é simples e eficiente. Os resultados obtidos após a higienização do lodo de esgoto são menores que os exigidos pelas legislações SEMA 001/07 e CONAMA 375/06.

5. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE LAPA

O município de Lapa está localizado a aproximadamente 64 quilômetros da capital Curitiba. Possui uma área de 2.046km², a quinta maior do Paraná, e abriga 42.933 habitantes (IBGE, 2009). Possui latitude 25° 46'11" S, longitude de 49° 42'57" W e está a 907 metros de altitude.



Figura 1 – Localização do Município de Lapa
Fonte: IPARDES

A cidade se originou na época dos tropeiros e uma das pousadas era onde hoje se localiza Lapa, que originalmente era chamada de Capão Alto (Prefeitura Municipal da Lapa). Hoje o município é conhecido pelo turismo, cultura, história e religião. Possui também um clima e solo favoráveis para o cultivo de vários tipos de produtos agrícolas que é a base da economia do município. A horticultura e floricultura, lavouras permanentes e temporárias somam 1.985 estabelecimentos com uma área total de 69.129 hectares (IPARDES, 2006).

5.1. ENTREVISTAS

As entrevistas foram realizadas nas propriedades no município de Lapa, juntamente com os agricultores, foram levantados dados sobre a produtividade, quantidade de lodo aplicada, aspectos positivos e negativos e sobre a forma de aceitação do uso do lodo. Foram escolhidos três agricultores da lista de cadastro da SANEPAR para responder as perguntas.

O Agricultor 1 realiza o plantio de trigo na sua propriedade de 80 alqueires onde foram aplicados de 6 a 8 toneladas/alqueire de lodo. Esse é o seu segundo ano de aplicação do lodo de esgoto, a primeira vez

foi em 2008 e teve resultados satisfatórios. No ano de 2009 reduziu o uso de fertilizantes em 70% e em 2010 não fará a utilização. Está muito satisfeito com os resultados apresentados, sua produção aumentou de 15 a 20% em 2009, em 2010 espera um aumento de 30%. A SANEPAR leva o lodo até a propriedade e disponibiliza uma máquina para aplicação do lodo gratuitamente. Porém, um aspecto negativo, para ele, é que essa máquina compacta muito o solo. Diz que os outros produtores sentem nojo do lodo e alguns não pretendem fazer a aplicação mesmo que as vantagens sejam grandes.



Figura 2 – Fazenda Pôr-do-sol com lodo de esgoto doméstico
Fonte: Os autores

Em conversas com amigos descobriu que o lodo de esgoto poderia ser um ótimo fertilizante para o solo. Com isso, buscou informações, verificou as análises feitas pela SANEPAR e fez a aplicação em sua propriedade, desde então não se arrepende de sua decisão. Que além de ter diminuído o uso de fertilizantes, o custo/benefício foi grande. Outra vantagem que considera importante, é que, mesmo com o tempo seco e sem chuvas, os nutrientes conseguem se fixar na terra.

O Agricultor 2 faz o plantio de trigo em sua propriedade de 31 alqueires, onde foram aplicados 1300 toneladas do lodo de esgoto doméstico. No seu primeiro ano de aplicação o agricultor diminuiu de 20 a 25% no uso de fertilizantes, obtendo um aumento de 10% da produção. Quando recebeu o lodo em sua propriedade teve dificuldades para aplicá-lo no solo, pois o lodo tinha grande quantidade de pedras misturadas, e com isso, a máquina quebrava facilmente. Além disso, os empregados da fazenda não se sentiam a vontade em manusear o lodo, pois segundo eles, o cheiro de amônia é forte. O agricultor conta que não teve nenhum receio para usar o lodo em sua propriedade, e que esteve conversando com os profissionais da SANEPAR que garantiram que o uso era seguro. Cita ainda que os fertilizantes minerais precisam ser aplicados todo o ano e em toda produção, mas com o lodo, acredita que nos 4 ou 5 anos seguintes, o solo ainda esteja com os nutrientes. Está muito satisfeito com os resultados apresentados e com o custo/benefício.



Figura 7 – Fazenda do Rio da Areia
Fonte: Os autores

O agricultor 3 fez o uso do lodo ano passado e ficou satisfeito com os resultados apresentados em sua propriedade de 28 alqueires, onde produz milho, soja e feijão. Foram usados no total 600 toneladas de lodo de esgoto doméstico. A princípio ficou desconfiado de fazer o uso do lodo em sua propriedade, mas esteve conversando com outros agricultores e engenheiros agrônomos que garantiram que a aplicação do lodo traria benefícios. Teve aumento de 10% em sua produção, e diminuiu em 15% o uso de fertilizantes. Destaca que os resultados da sua primeira produção com o lodo foram satisfatórios, pois obteve aumento da sua produção e está utilizando um produto não tóxico ao meio ambiente. Porém, afirma que seus empregados reclamam do cheiro forte que o lodo possui.

6. CONCLUSÕES

O uso do lodo na agricultura demonstra ser uma alternativa viável para a destinação final desse resíduo gerado em Estações de Tratamento de Esgoto Doméstico. Segundo as análises feitas a pedido da SANEPAR, o lodo possui os nutrientes necessários para as plantas, como nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, magnésio e cálcio.

Uma das condições para que o lodo possa ser aplicado nas propriedades rurais sem causar riscos aos trabalhadores, produtores e consumidores, é que o lodo seja totalmente higienizado. As Resoluções CONAMA 375/06 e SEMA 001/07 determinam o valor máximo permitido de coliformes termotolerantes e salmonellas, enterovírus, ovos de helmintos e metais pesados. Nas Tabelas 3, 4, 5 e 6 pode-se observar que os valores das análises feitas são bem menores do que as Resoluções permitem. Concluindo-se que o sistema de higienização por calagem, feita na ETE Belém é eficiente.

O lodo da ETE Belém possui condições agrônômicas para ser utilizado em propriedades rurais. Em entrevista com os agricultores que utilizam esse lodo em suas propriedades, a forma de aceitação do produto foi praticamente a mesma. Primeiramente ficaram desconfiados, mas depois de conversas com profissionais especializados e agricultores e verificar as análises do lodo, se convenceram de que era seguro. Os três agricultores sabem dos riscos que o lodo pode trazer se não for bem manuseado e higienizado.

Nas entrevistas foram citadas mais vantagens do que desvantagens do uso do biofertilizante. Os três agricultores se mostraram satisfeitos com o resultado de suas produções, dentre as vantagens citadas estão:

- Relação custo/benefício;
- Aumento da produção;
- Nutrientes ao solo.

Como houve uma diminuição do uso de fertilizantes minerais, e aumento da produção, o custo/benefício é vantajoso para eles. Houve uma diminuição de 15 a 70% de aplicação de fertilizantes minerais e um aumento de 10 a 20% na produção.

Porém, dentre os aspectos negativos mais citados estão:

- Manuseio do lodo pelos empregados para a incorporação no solo;
- Compactação do solo devido ao peso das máquinas que são utilizadas para se fazer a aplicação do lodo no solo.

Para a aplicação da metodologia proposta, foi necessário fazer a coleta de dados sobre o lodo e das fichas de cadastro dos agricultores. A principal dificuldade encontrada foi à falta de acesso a essa ficha, e, depois de disponibilizada, houve dificuldade em marcar as entrevistas com os agricultores, pois muitos não estariam disponíveis para responder as perguntas. Outra dificuldade encontrada foi a falta de acesso aos croquis para a localização das propriedades, algumas delas chegam a se distanciar 40 km uma da outra. Recomenda-se então que esses dados sejam disponibilizados a fim de facilitar futuros trabalhos.

No estudo realizado conclui-se que é viável tecnicamente e ambientalmente se fazer o uso do lodo de esgoto doméstico em propriedades rurais. Porém recomenda-se que se façam programas ou projetos para melhorar a compreensão das pessoas sobre esse assunto. Salienta-se que este trabalho não esgota as possibilidades de análises, podendo também servir de incentivo às pesquisas futuras.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLI, Cleverson Vitório et al. *Reciclagem de biossólidos: transformando problemas em soluções*. 2. ed. Curitiba: SANEPAR, 2001.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *IBGE Cidades@*. 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 04 mai. 2010.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Saneamento Básico*. 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb/default.shtm>>. Acesso em: 04 mai. 2010.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução 375/2006*: critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. Brasília, DF.

FERREIRA, Andréia Cristina et al., *Programa de utilização agrícola de lodo de esgoto no estado do Paraná*. Curitiba: SANEPAR, 2007.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

LARA, Aderlene Inês. *Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura*. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

PARANÁ. Companhia de Saneamento do Paraná. *Sistema de Esgotamento Sanitário*. Disponível em: <http://www.sanepar.com.br/sanepar/CalandraKBX/calandra.nsf/0/25678F656EED3C2D832572A3006D5022?OpenDocument&pub=T&proj=InternetSanepar&sec=Internet_ASanepar>. Acesso em 03 de set. 2010.

PARANÁ. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. *Caderno Estatístico do Município de Lapa*. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=83750&btOk=ok>>. Acesso em 03 de set. 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DA LAPA. *Lapa. A cidade*. Disponível em: <http://www.lapa.pr.gov.br/cidade_rg2007.asp>. Acesso em 03 de set. 2010.

ROCHA, Marcelo Theoto; SHIROTA, Ricardo. Disposição final de lodo de esgoto. *Revista de estudos ambientais*. São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-25, set/dez. 1999.

SAITO, Maria Lúcia. *Uso do Lodo de Esgoto na Agricultura: precauções com os contaminantes orgânicos*. Jaguariúna: EMBRAPA, 2007.

SANARE - REVISTA TÉCNICA DA SANEPAR. Curitiba: Sanepar, 1999. Semestral. Disponível em: <<http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/v11/Analise/analise.html>>. Acesso em: 18 de set. 2010.

SEMA. *Resolução SEMA 001/2007*: licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências, para empreendimentos de saneamento. Curitiba, PR.