

27º. Encontro Técnico AESABESP

SISTEMA AUTOMATIZADO DE REVOLVIMENTO E SECAGEM DE LODO DE ESGOTO E ATENDIMENTO ÀS EXIGÊNCIAS LEGAIS DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA PARA USO NA AGRICULTURA: UMA ALTERNATIVA À COMPOSTAGEM TRADICIONAL E AO USO DE PRODUTOS QUÍMICOS.

RESUMO

O presente trabalho apresenta tecnologia desenvolvida pela SABESP em parceria com prestador de serviços e fornecedor de equipamentos, onde a princípio seria utilizado para a secagem. Com adaptações o equipamento obteve sucesso para uso agregando material estruturante, e atendimento às exigências legais para adubo agrícola. Testes posteriores e elaboração de um protocolo de operação demonstraram que o equipamento potencializa o residual de matéria carbonácea presente no lodo de esgoto, não sendo necessário o uso de material estruturante ou produtos químicos, como cális. O presente projeto recebeu o prêmio Ozires Silva de Empreendimento Sustentável, categoria grandes empresas, em 2015, pois além do potencial uso sustentável também demonstrou efetiva mitigação na geração de gases de efeito estufa. A tecnologia representa uma alternativa à compostagem tradicional e outras metodologias, além de ter um baixo custo operacional e pay back extremamente atrativo.

PALAVRAS-CHAVE: biossólido, lodo de ETE, compostagem.

INTRODUÇÃO

Em qualquer processo industrial ocorre a geração de resíduos que podem não apresentar utilidade direta no próprio processo, mas podem se tornar matéria-prima para outras atividades e com fins variados. No setor saneamento a geração de lodo é inerente às suas atividades. Tanto o tratamento de água quanto o de esgotos produzem resíduos que demandam destinação adequada, a fim de potencializar os efeitos benéficos ao meio ambiente. Este é um desafio que a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) tem buscado enfrentar, e não apenas porque a sociedade acertadamente assim o cobra, mas porque cuidar da preservação dos recursos hídricos e do meio ambiente é indissociável das operações de uma empresa cuja principal matéria-prima é a água. Atualmente, o lodo gerado nessas atividades tem como principal destinação o encaminhamento para disposição adequada em aterros sanitários licenciados. Entretanto, a escassez de áreas aptas à construção de aterros e, principalmente, a partir dos objetivos definidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, passa-se a buscar alternativas que reduzam os impactos ambientais e agreguem valor aos resíduos gerados permitindo o reciclo ou a reutilização.

O uso na agricultura de material com potencial para esse fim, ou seja, o biossólido gerado em estação de tratamento de esgotos (ETE) é uma das alternativas que atendem plenamente a esses requisitos, tornando-se ainda vantajosa pela nobre possibilidade de utilização como fertilizante agrícola. Além disso, traz uma vantagem adicional de imenso valor para o meio ambiente: atua no sequestro dos gases de efeito estufa. Portanto, o reciclo do lodo de esgoto na agricultura, seja pela técnica de compostagem, ou outras, se baseia em princípios ecológicos para a transformação da matéria e obtenção de um produto final com alto potencial de uso agrônômico. A contribuição do sequestro de carbono atmosférico se dá pela fixação do carbono presente na matéria-prima originária pelas plantas. Esse material, se simplesmente disposto em aterros, com o tempo passará por transformações que liberarão gases com efeito estufa. Entretanto, uma vez inseridos no meio ambiente, na forma de composto com potencial agrônômico, será absorvido pelas plantas, em um processo similar ao de reciclagem. Segundo Souza (2010), “dentro os Gases de Efeito Estufa - GEE emitidos pelas atividades humanas, o gás carbônico (CO₂) é responsável por cerca de 70% do potencial de elevação da temperatura terrestre”. Dixon (1995, *apud* Souza, 2010) informa ainda que práticas como a compostagem retêm o carbono nos solos por décadas, até séculos.

É importante ressaltar ainda que a SABESP realizou um significativo investimento para aquisição de equipamento específico para a secagem do lodo. O equipamento também tem seu processo baseado no menor impacto ambiental possível, utilizando-se de sistema que potencializa a condição natural de calor e umidade, através de estufas, e não requer combustão para o processo de secagem. Também se encontra equipado com

sistema relativamente simples de movimentação das leiras, a partir de baixo consumo de energia elétrica, e sem emissão de gases – normalmente lançados em sistemas de compostagem que se utilizam de retroscavadeiras e outros equipamentos com combustível. O sistema de secagem e compostagem encontra-se instalado e em operação na estação de tratamento de esgotos (ETE) de Lageado, localizada no Campus da UNESP de Botucatu – fazenda experimental, no município de Botucatu, SP. Trata-se da principal ETE do município, tratando mais de 90% do esgoto coletado, com uma vazão média de 300 L/s.

Oportuno citar que Botucatu é uma cidade considerada “modelo”: possui 99,6% dos seus esgotos coletados e 100% tratados. Os 0,4% restantes são de áreas predominantemente de chácaras e lazer e a SABESP está concluindo as ETEs para tratamento desses esgotos gerados que atualmente vão para fossas filtro. Possui 100% da cidade abastecida com água potável. Em 2012 e em 2014 foi primeira colocada no Programa Município Verde Azul que premia as cidades com maiores ações na área ambiental, mantendo-se entre as primeiras classificadas nos anos seguintes (2º lugar em 2015). Destaca-se ainda a revisão do Código Ambiental em 2015, com aumento das faixas de proteção dos recursos hídricos, inovando ao fomentar um grupo para melhor uso dos agroquímicos utilizados na região. Em 2015 conseguiu alterar a classe de enquadramento de um rio urbano, Classe 4 de acordo com a CONAMA 357/05, para Classe 3 e com plano de revisão para passagem para Classe 2. Todos esses trabalhos e outros mais, em parcerias com Organizações Não Governamentais, SABESP, indústrias da região, agências ambientais, entre outros.

OBJETIVO

O presente trabalho evoluiu por vários caminhos, mas com o mesmo objetivo: a busca por desenvolver novas alternativas para redução do volume final de resíduos do tratamento do esgoto a ser disposto em aterros sanitários e também para dar destinação sustentável ao lodo gerado durante o tratamento de esgoto. Dessa forma, a Sabesp, através da Unidade de Negócio Médio Tietê vem realizando várias iniciativas, das quais resumidamente:

- (1) Secagem do lodo e redução do volume: inicialmente constatou-se um ganho ambiental com a simples secagem e redução do volume final. A diminuição de volume em no mínimo 80% representou menos viagens diárias para envio de material para aterros distantes – com licença para recebimento desse material que não pode ser disposto em aterros sanitários comuns. A diminuição do transporte permitiu diminuir o consumo de combustíveis fósseis, representando menor geração de gases de efeito estufa. Esta etapa foi merecedora de um prêmio na área de sustentabilidade ambiental, em 2015.
- (2) A segunda etapa do trabalho envolveu parcerias com a Prefeitura do Município de Botucatu, SP e a empresa Duratex Ltda., e a Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), e em 2014 iniciou-se o processo de obtenção de um fertilizante agrícola a partir do uso de material residual da Duratex: cascas de eucalipto, pó de serra, e outros.
- (3) A terceira etapa deu-se a partir da constatação que o lodo conseguia atingir altas temperaturas sem a necessidade do material estruturante ou outros “aditivos”, simplesmente com alterações controladas nas técnicas de revolvimento e no controle do equipamento instalado.

MATERIAIS E MÉTODOS

A ETE Lageado é composta por tratamento preliminar, tratamento secundário (UASB adaptado), sistema de lodos ativados, decantação e escada hidráulica. O lodo é centrifugado até atingir teor de sólidos entre 20% e 25%. A produção diária está estimada em 15 m³/dia. O volume médio tratado é de 250 L/s.

Após o desague o lodo é encaminhado para o sistema de secagem com revolvimento automatizado, denominado Secador de Dejetos Orgânicos e Lodo de ETEs, modelo K2026. O sistema composto por uma máquina sobre trilhos com pás giratórias revolvedoras do lodo passa a cada vez por uma das duas leiras existentes. O revolvimento é sempre do início para o final, ou seja, as pás revolvem o material depositado no início das leiras, e os joga para trás cerca de 1,20 metros. A velocidade de revolvimento é definida pela equipe operacional. A distância percorrida pelo lodo até o final do processo é de 87 m. As leiras são separadas por uma mureta de 0,80 metros de altura, e possuem largura de 6 metros cada.



Figura 1 – Sistema mecanizado de secagem e compostagem da ETE Lageado, Botucatu.



Figuras 2 e 3 – Lodo disposto nas leiras, para secagem.

Por se tratar de uma tecnologia nova, cujo equipamento em escala real foi pela primeira vez implantado em Botucatu, a equipe passou a investigar as melhores práticas para obtenção dos melhores resultados, conforme os objetivos existentes. A princípio o objetivo era o de atingir a maior secagem possível ou o menor teor de umidade. Para isso, o projeto foi inicialmente previsto para reter o material por alguns dias até que ao final este atingisse no mínimo 75% de teor de sólidos. A obtenção desse resultado representou uma diminuição no custo de envio de cargas de lodo para aterros, com redução do volume gerado. Essa diminuição no transporte representou economia de custos e diminuição de geração de gases de efeito estufa por uso de combustíveis fósseis, que antes eram de 65 viagens por mês, trajetos médios de 150 km. A diminuição para 7 viagens por mês representou o plantio anual de 444 árvores.

Após atingir esses resultados e outras observações, a equipe partiu para o segundo objetivo que foi o de compostar o material. A parceria com a empresa Duratex S.A. permitiu a obtenção do material. Antes disso, visitas em locais com compostagem tradicional foram realizadas, sendo uma em Jundiá em um centro de compostagem existente na ETE de Jundiá, da empresa Tera Ambiental; uma outra na Duratex S.A. em

Agudos (uso predominante de matéria-prima para obtenção de papel e celulose, pouco lodo de esgoto); e uma em Borebi, onde o material era também cascas de árvore, resíduos de serralheria e resíduos da indústria de cerveja local.

Em nov/15 a SABESP realiza o primeiro experimento, e após acompanhamento de 40 dias dá por encerrada a obtenção de um primeiro lote com aproximadamente 20 toneladas de material composto e realiza uma bateria de análises em atendimento as exigências do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), obtendo com sucesso resultados que atendem a legislação. Em nov/2015, após maiores acompanhamentos e parceria com a UNESP, apresentam um protocolo de operação elaborado que garante o atingimento de temperaturas similares às exigidas pela lei específica CONAMA 375 e comprovam o atendimento legal aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, sem a necessidade de agregar material estruturante ao processo. O primeiro protocolo para secagem seguiu a orientação do fornecedor, tratando-se de variar o número de passadas, ou seja, a quantidade de vezes que o equipamento de revolvimento do lodo passaria sobre o material.

LABORATÓRIO DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS

MAPA-SP-61453-0

RESULTADOS DE ANÁLISES DE ADUBO

INTERESSADO: Prof. Lyra

ENDEREÇO:

FONE:

E-MAIL:

MATERIAL: Lodo Seco

AMOSTRA(S)		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Um	pH
Labor.	Amostra					
4	1	4,0	7,6	0,4	1,0	6,4
5	2	4,0	7,7	0,5	1,0	6,9

Figura 4 – Resultados do lodo seco.

A Figura 4 apresenta os resultados para o lodo seco, analisados pelo laboratório da UNESP de Botucatu – Faculdade de solo.

Não houve acompanhamento da temperatura, mas tão somente do teor de sólidos, que atingiu os 90% após cerca de 45 dias. O segundo protocolo da segunda etapa analisou dados de qualidade do material seco, analisado pelo laboratório da UNESP, além de caracterização pela coleção NBR 10.004. A partir daí foram definidas na literatura relações ideais para obtenção das características desejadas, como a relação carbono e nitrogênio (C/N), teor de sólidos, umidade final, entre outros. A Tabela 1 apresenta os estudos iniciais e uma simulação da planilha em excell desenvolvida.

Tabela 1 – Estimativa de materiais para obtenção de composto

Cenário 2 – relação 1:1,5		
Relação Massa de Lodo / Massa Estruturante	1:1,5	
Massa Seca Estruturante	6	ton/dia
Massa Total de Estruturante	8,57	ton/dia
Composto Lodo / Material Estruturante		
Relação C/N inicial	22,4	
Conclusão	Atende Relação C/N inicial	
Teor de Sólidos Inicial do Composto	35,0	%
Umidade Inicial do Composto	65,0	%
Massa Mensal de Material Estruturante Necessária	189	ton/mês
Volume de Material Estruturante Necessário	1109	m ³ /mês

Fonte: MIKI et al, 2008.

A equipe passa a registrar diariamente medidas máxima, média e mínima das temperaturas em diversos pontos da leira com o material estruturante + lodo. Como são duas leiras, apenas uma foi utilizada para os testes com composto enquanto a outra continuou a ser usada para a secagem. Os registros foram evidenciando que:

- (1) Sem material estruturante, a temperatura do lodo em secagem atingia até 78 °C. A temperatura foi analisada por termômetro digital, marca INSTRUTHERM, modelo TH-1300;
- (2) O número de passadas influenciava diretamente nas temperaturas, principalmente na leira com material em compostagem. A equipe foi diminuindo de duas passadas por dia, para uma por dia; em seguida passou a ser uma passada a cada dois dias; culminando com uma passada a cada dois dias;
- (3) Foram realizados testes também com a velocidade das passadas e notou-se que a menor velocidade representava melhores resultados;
- (4) As temperaturas registradas na leira com lodo chegaram a 78 °C. Na leira com material estruturante chegou a 50 °C com dias seguidos atingindo temperaturas acima dos 40 °C;
- (5) Entretanto, ao teor de umidade extremamente baixo ao final do processo de compostagem pode ser atribuída uma maior ação sanitizante. A umidade atingiu apenas o 1%, quando se optou por concluir os serviços e reservar o material em local apropriado.



Figura 5 – Mistura do lodo com o material estruturante e medição da temperatura nas leiras.

BOLETIM DIÁRIO DE ANÁLISES ETE BOTUCATU																										
jan/15																										
DIA	Operador	Hora	Chuva	AFLUENTE				T.E. RALF				Recirculação				EFLUENTE				CANTADO		LODO		Compostagem		
				Vazão L/s	PH	°C	Nível (m)	SST	Vazão L/s	SST	Tam que aer	SST	Aeradores operando	PH	SS	Nível (m)	1	2	Nº caçambas	m³/dia	Nº passadas	Min	Méd	Máx		
01	Wanderson	09:30	N	260	7,2	27	4,0	35	180	970	350	14	7,3	<1	1,1	1,4	3,0	15,0	0,0	37,0	39,0	52,0				
02	Wan / Mich	15:50	S	260	7,1	27	3,7	30	180	950	320	14	7,2	<1	0,9	1,3	3,0	25,0	0,0	40,0	42,0	45,0				

Figura 6 – Planilha de dados operacionais.

A tabela 2 a seguir trata do resumo de todas as etapas.

Tabela 2 – Principais etapas do projeto.

Etapa	2012		2013				2014				2015			
	3º T	4º T	1º T	2º T	3º T	4º T	1º T	2º T	3º T	4º T	1º T	2º T	3º T	4º T
1. Plano de projeto e aquisição do equipamento														
1.1. Estudo de alternativas														
1.2. Benchmarking - equipamentos do mercado.														
1.3. Projeto de engenharia														
1.4. Projeto executivo														
1.5. Licitação														
1.6. Construção														
2. Pré-operação secagem do lodo														
2.1. Testes para secagem														
2.2. Operação														
3. Compostagem														
3.1. Benchmarking														
3.2. Estabelecimento de parcerias														
3.3. Licitação para compra de galpão para armazenamento.														
3.4. Obtenção do primeiro lote de composto orgânico														
4. Caracterização do lodo														
4.1. Análise laboratorial														
5. Licenciamento ambiental														
5.1. Obtenção de licenças														
6. Estudos para outros usos e outros materiais estruturantes														
6.1. Estudos com UNESP – Projeto FAPESP/SABESP														

RESULTADOS

Foram colhidas amostras do material compostado e enviados para o laboratório IAC – Instituto Agrônomo de Campinas, credenciado pelo MAPA para atestar o atendimento a qualidade. Os resultados para os parâmetros microbiológicos encontram-se na Figura 7 a seguir, e os resultados para os parâmetros físico-químicos atenderam plenamente às exigências do MAPA. Após a constatação do atendimento a temperatura para o lodo seco, uma amostra também foi encaminhada para análise no IAC, com os mesmos resultados de atendimento aos padrões microbiológicos, e com uma vantagem que foi o aumento de concentração de nutrientes uma vez que o material estruturante é pobre em fósforo e outros elementos, e “dilui” esse material no produto final.



No. MS174/2015

BOLETIM DE ANÁLISE

Dados do Interessado:

Contato: Ana Lúcia Silva – Fone: 14 3882-0404
e-mail: analucia@sabesp.com.br
Cia Saneamento Básico Estado de São Paulo - SABESP
CNPJ 43.776.517/0001-80
Rua Costa Carvalho – 300 – Bairro Pinheiros
CEP 05.929-900 São Paulo – SP

Dados da amostra:

Produto: Composto Orgânico a base de lodo de ETE
Data da Coleta: 31/03/15 às 14h15
Origem da amostra: ETE Lageado – Fazenda Lageado – UNESP – Botucatu - SP
Amostra(s) recebida(s) em: 02/04/15
Amostra conservada sob refrigeração a 4°C até a realização das determinações.
Amostra(s) coletada(s): pelo interessado; procedimento não declarado.

RESULTADOS ANALÍTICOS

Identificação do usuário:		Lodo de ETE		Data do ensaio
Identificação do laboratório:		191/15		
Parâmetro	Unidade ⁽¹⁾			
<i>Coliformes Termotolerantes</i>	NMP/ g	0		09/04/15
<i>Salmonella sp.</i>	NMP/10 g	Ausente		22/04/15
Ovos viáveis de helmintos	Ovos/g de ST	0		29/04/15

Figura 6 – Laudo do IAC para o padrão microbiológico.

A avaliação de custos também foi foco deste estudo, onde se obteve os seguintes resultados – Tabela 3 a seguir.

Custo Mensal de Transporte e Disposição do Lodo			
Aterro de Iperó	Lodo Molhado		Lodo Seco
Custo de Transporte	R\$	49.590,14	R\$ 17.356,55
Transporte	R\$	25.868,16	R\$ 9.053,86
Pedágio	R\$	23.721,98	R\$ 8.302,69
Custo de Disposição	R\$	141.503,76	R\$ 49.526,32
Custo de Caçambas	R\$	550,48	R\$ 275,24
Custo Total	R\$	191.644,38	R\$ 67.158,11

Custo Mensal de Compostagem do Lodo na ETE Botucatu	R\$	32.400,00
--	-----	------------------

O equipamento custou em maio/14 R\$ 810.000,00, e após sua entrada reduziu os custos em 2,8 vezes. O custo da compostagem representa apenas o custo para compra de material estruturante, que na época seria vendido pela Duratex. No momento, a Prefeitura de Botucatu disponibiliza esse material gratuitamente. Os custos com energia elétrica estão estimados em cerca de R\$ 800,00/mês. Está em negociação o envio desse material para uma usina de cana-de-açúcar local. No momento todo o material produzido está sendo usado em testes de diversas culturas pelas faculdades da UNESP de Bauru e Botucatu.

CONCLUSÃO

A SABESP tem conseguido ótimos resultados e uma inovação no campo de obtenção de material composto, quebrando um paradigma científico para a temática quanto às formas de compostagem. A parceria com a UNESP tem sido de grande valia, pois vários trabalhos vêm confirmando não apenas o potencial agrônômico, mas também que as rigorosas leis brasileiras, em especial para os parâmetros microbiológicos, não condizem com a realidade. E pior, criam empecilhos desnecessários para que um nobre uso seja dado, ao invés de fomentar a pesquisa para a realidade e para dados colhidos em campos e experimentos com o rigor científico necessário. A SABESP encontra-se no momento em negociação para obtenção do registro, não para a comercialização, para a doação desse rico material para a comunidade e para os usos que são permitidos. Há que se revisar as leis e há que se explorar melhor o potencial dessa nova tecnologia. A SABESP tem ainda divulgado seus resultados com o intuito de contribuir para uma sociedade mais assertiva nas questões de meio ambiente, com foco na quebra de paradigmas ultrapassados, e ousando em tentar novos caminhos e novas alternativas.

AGRADECIMENTOS

Os autores desse trabalho agradecem à Empresa Duratex SA, UNESP, Prefeitura de Botucatu, especialmente ao Prof. Roberto Lyra Villa Lobos e a toda a equipe de operação da ETE Lageado, em Botucatu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SOUZA, J. L. (2010). Reciclagem e sequestro de carbono na agricultura orgânica. In: FERTIBIO 2010. Anais. Guarapari, ES: Incaper, 12 p. Disponível em:<<http://www.fertbio2010.com>>
2. MIKI, M. K. et al, (2008). Compostagem através de leiras revolvidas da ETE Limoeiro/Presidente Prudente como alternativa de tratamento do lodo. Revista DAE