



I-084 - ETE FRANCA: UMA ESTAÇÃO QUE ALÉM DE TRATAR OS ESGOTOS, PRODUZ INSUMOS AGRÍCOLAS

José Everaldo Vanzo⁽¹⁾

Superintendente da Unidade de Negócio do Pardo e Grande da SABESP em Franca desde 1990. Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da USP (1972). Especializado em Engenharia de Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP (1985). MBA pela Universidade de São Paulo (1999).



Leonardo Silva Macedo

Gerente do Departamento de Desenvolvimento Operacional da Unidade de Negócio do Pardo e Grande da SABESP em Franca. Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da USP (1979). Especializado em Engenharia Sanitária pela IHE - International Institute for Hydraulic and Sanitary Engineering Delft, Holanda. Pós graduado em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas - São Paulo.

Milton Tomoyuki Tsutiya

Gerente de Pesquisa da Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico da SABESP. Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da USP (1975). Mestre em Engenharia pela Escola Politécnica da USP (1983). Doutor em Engenharia pela Escola Politécnica da USP (1989). Professor do Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Dr. Flávio Rocha, 4951- Franca - SP - CEP: 14405-600 - Brasil - Tel: (16) 712-2000 - e-mail: lsmacedo@sabesp.com.br.

RESUMO

O Ministério da Agricultura e do Abastecimento registrou o biossólido produzido na Estação de Tratamento de Esgoto de Franca, como Condicionador de Solos, com a denominação de Sabesfértil, e a ETE como Estabelecimento Produtor de Insumo Agrícola. A mudança de paradigma alcançada com o registro, é o reconhecimento oficial, pela primeira vez no Brasil, de que o tratamento adequado de esgotos sanitários pode gerar produtos e não apenas resíduos. Na sua composição o biossólido Sabesfértil contém cerca de 60% de matéria orgânica, 5% de nitrogênio total, 1% de fósforo e 0,1% de potássio, e além disso, contém micronutrientes como cobre, zinco, boro, molibdênio, manganês e cloro. O seu pH situa-se na faixa de 6,5 e sua capacidade de retenção de água é de 1002,50 g/kg. Pela sua composição, o Sabesfértil substitui, em grande parte a adubação mineral. O biossólido produzido na ETE Franca vem sendo aplicado principalmente na cultura do café, predominante na região, tanto em experimentos acompanhados por instituições agrônômicas, como em lavouras já estabelecidas na região. Tem sido observado que o biossólido promove o crescimento das plantas, melhora o nível de fertilidade e aumenta a capacidade de troca de cátions do solo, além de melhorar a capacidade de fornecimento de nutrientes para as plantas. O registro do biossólido como insumo agrícola altera a perspectiva do tratamento de esgotos das cidades, com suas estações passando a contribuir para o desenvolvimento das regiões onde se localizam, não só na ótica da qualidade ambiental, mas na geração de riquezas. Com a ampliação do tratamento de esgotos das cidades brasileiras, abre-se um novo e promissor campo de negócios, principalmente pelo fato do Brasil ser um país agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: Biossólido, Estação de Tratamento de Esgoto, Lodo, Sabesfértil, Insumo Agrícola.

INTRODUÇÃO

A Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Franca, em funcionamento desde março de 1998 recebeu em outubro de 1999, o Registro de Estabelecimento Produtor de Insumo Agrícola (registro nº SP-09599-1) pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento. O produto fabricado na estação é um biossólido, classificado pelo Ministério da Agricultura como Condicionador de Solo, com a denominação comercial de Sabesfértil, registrado sob o número SP-09599 00001-0.



A mudança de paradigma alcançada com o registro, é o reconhecimento oficial, pela primeira vez no Brasil, de que o tratamento adequado de esgotos sanitários pode gerar produtos e não apenas resíduos com suas consequentes implicações ambientais e econômicas.

O registro do biofóssido como insumo agrícola altera a perspectiva do tratamento de esgotos das cidades, com suas estações passando a contribuir para o desenvolvimento das regiões onde se localizam, não só na ótica da qualidade ambiental, mas na geração de riquezas. Em médio prazo, com a ampliação da cobertura do tratamento de esgotos das cidades brasileiras, abre-se um novo e promissor campo de negócios, principalmente pelo fato de o Brasil ser um país agrícola.

O uso agrícola é uma forma mundialmente aceita para a destinação final dos biofóssidos, pois apresenta em sua constituição teores elevados de matéria orgânica, macro e micro nutrientes para as plantas. Além disso, o biofóssido promove o crescimento dos organismos, melhora o nível de fertilidade e aumenta a capacidade de troca de cátions do solo, além de melhorar a capacidade de fornecimento de nutrientes para as plantas. Manejado de forma adequada, o biofóssido constitui-se em um excelente fertilizante orgânico.

O biofóssido produzido na ETE de Franca vem sendo aplicado principalmente na cultura do café, predominante na região, tanto em experimentos acompanhados por instituições agrônomicas, como em lavouras já estabelecidas na região.

Neste trabalho são apresentadas as principais características da estação de tratamento de esgoto de Franca e do biofóssido produzido e o seu enquadramento em relação às legislações, brasileira e norte americana de controle do uso do biofóssido na agricultura. É descrito o processo utilizado na obtenção do registro junto ao Ministério da Agricultura e discutidos os procedimentos e recomendações técnicas para o uso do biofóssido previstos no Manual de Uso do Sabesfértil, elaborado pela SABESP e distribuído aos agricultores e agrônomos usuários do produto.

A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE FRANCA

Características Gerais

A estação atende aproximadamente 80% da população da cidade de Franca, sendo os 20% restantes tratados em outras seis estações de tratamento (5 lagoas de estabilização e 1 lodo ativado por aeração prolongada).

A ETE Franca ocupa uma área de 20 hectares estando localizada junto à margem esquerda do córrego dos Bagres, próximo à Rodovia Cândido Portinari.

O projeto da unidade prevê a implantação em duas etapas, sendo as vazões e populações atendidas apresentadas na tabela 1. Os esgotos afluentes à ETE Franca são predominantemente domésticos, sendo desprezível a contribuição industrial.

Tabela 1: Vazões e populações atendidas pela ETE Franca.

Etapa	Vazão (l/ s)		População Atendida (hab.)
	Média	Máxima	
1º Etapa (2008)	903,40	1 350,00	315 000
2º Etapa (2018)	1 051,30	1 752,00	410 000

Opera atualmente com aproximadamente 70% de sua capacidade, atendendo a uma população de aproximadamente 215.000 habitantes.



Processo de Tratamento de Esgoto

O processo de tratamento de esgoto utilizado na ETE Franca é o de lodos ativados convencional. A estação é composta das unidades a seguir discriminadas. Na figura tem-se uma vista geral da estação.

- Fase líquida (tratamento de esgoto)
 - Gradeamento (grade grossa e grades finas);
 - Caixa de areia aerada;
 - Decantadores primários;
 - Tanques de aeração;
 - Decantadores secundários;
 - Elevatória de retorno de lodo;
- Fase sólida (tratamento do lodo)
 - Gradeamento fino para lodo primário;
 - Tanque de mistura de lodo primário e de excesso de lodo ativado;
 - Adensamento de lodos por gravidade;
 - Elevatória de lodos adensados para alimentação dos digestores anaeróbios de lodos;
 - Digestão anaeróbia de lodos, incluindo digestores, elevatória de homogeneização e sistema de coleta, transporte e queima de gases gerados;
 - Sistema de bombeamento com controle de vazão, para alimentação de filtros prensa de esteira;
 - Desidratação do lodo através de filtros prensa de esteira, incluindo tanque de preparo e sistema de dosagem de polieletrólito e esteiras para transporte da torta de lodo.



Figura 1: Vista aérea da ETE de Franca.

Caracterização do Biossólido Produzido na ETE Franca

Processo de produção de biossólido

O lodo primário proveniente do decantador primário é misturado ao excesso de lodo biológico, proveniente do tanque de aeração ou da linha de retorno do lodo. Após espessamento em adensadores gravimétricos, o lodo é introduzido nos digestores onde ocorre a estabilização através do processo de digestão anaeróbia, transformando o lodo em biossólido. São denominados biossólidos os lodos resultante do sistema de tratamento biológico de despejos líquidos sanitários com características que permitam a utilização segura na agricultura.

Em uma primeira etapa foram instalados três digestores, sendo dois primários e um primário/secundário (pode funcionar como primário ou secundário), com previsão de mais um primário na segunda etapa. Os digestores primários não são aquecidos, sendo o tempo médio de retenção do lodo de 31 dias no primário e 16 dias no secundário, totalizando 47 dias. Os digestores operam à temperatura ambiente na faixa de 20° a 29°C e são capazes de reduzir a matéria volátil em 44 a 55%. O teor de sólidos do lodo digerido, que será



posteriormente submetido à desidratação, varia de 2,0 a 3,5%. Detalhes de funcionamento dos digestores da ETE de Franca são apresentados na figura 2.

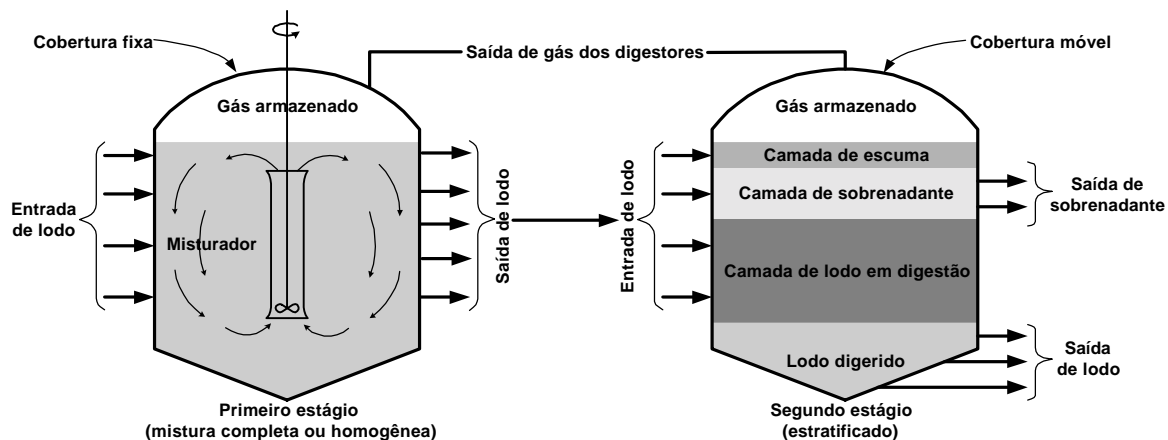


Figura 2: Digestores anaeróbios de dois estágios da ETE Franca.

O controle operacional dos digestores é determinante no processo de digestão anaeróbia. São controlados na periodicidade adequada os seguintes parâmetros de funcionamento:

- Volume de alimentação dos digestores primários e secundários;
- Conteúdo de sólidos totais, fixos e voláteis no afluente e efluente do secundário;
- pH e temperatura nos digestores primários;
- Alcalinidade e acidez nos digestores primários;
- Volume de alimentação da unidade de desidratação;
- Teor de umidade do bio-sólido após desidratação;
- Volume de gás produzido.

Através dessa rotina operacional é possível diagnosticar e corrigir a tempo, possíveis alterações no processo, garantindo a qualidade do bio-sólido produzido.

A tabela 2 apresenta os resultados operacionais dos digestores anaeróbios primários e secundários, referentes aos meses de janeiro a março de 1999.

A digestão anaeróbia propicia aos lodos as seguintes características:

- Redução substancial dos sólidos voláteis;
- Redução significativa do número de organismos patogênicos;
- Estabilização das substâncias instáveis e orgânicas, presentes no lodo;
- Redução do volume do lodo através dos fenômenos de liquefação, gaseificação e adensamento.

A ETE Franca utiliza o filtro de esteira (belt press) para a desidratação do bio-sólido. Foram instaladas duas unidades e em uma segunda etapa, mais duas. No processo de desidratação é utilizado um polieletrólito catiônico adicionado à massa do bio-sólido na base de 2 a 4% em peso, resultando em um material com teor de sólidos variando entre 20 e 25%. O volume de bio-sólido desidratado produzido atualmente é de 20 m³/dia. A previsão para o final da primeira etapa é 30m³/dia e ao final da segunda etapa 46m³/dia .

Qualidade dos bio-sólidos

Principais parâmetros de valor agrônômico

Os bio-sólidos contêm matéria orgânica, macro e micronutrientes que exercem um importante papel na produção agrícola e na manutenção da fertilidade do solo. Além disso, a matéria orgânica contida no bio-sólido aumenta o conteúdo de húmus melhorando a capacidade de armazenamento e de infiltração da água no solo, aumentando a resistência dos agregados e reduzindo a erosão.

**Tabela 2: Dados operacionais dos digestores da ETE Franca.**

Parâmetros	Digestor Primário 1 Janeiro 99	Digestor Primário 2 Janeiro 99	Digestor Primário 1 Fevereiro 99	Digestor Primário 2 Fevereiro 99	Digestor Primário 1 Março 99	Digestor Primário 2 Março 99
pH	6,8 -7,2	6,9 -7,1	6,8 -7,5	6,9 -7,4	6,8 -7,2	6,9 -7,1
Volume	3.000 m ³ de lodo por mês	3.226 m ³ de lodo por mês	3.828 m ³ de lodo por mês	3.988 m ³ de lodo por mês	4.583 m ³ de lodo por mês	4.958 m ³ de lodo por mês
Temperatura	23 - 27 °C média 25°C	23 - 27 °C média 25°C	24 - 26 °C média 25°C	24 - 26 °C média 25°C	23 - 26 °C média 25°C	23 - 26 °C média 24 °C
Alcalinidade (mg/L)	2.270	2.679	3.076	2.957	2.609	2.615
Acidez (mg/L)	205	204	168	159	152	141
Acidez/Alcalinidade	0,07	0,08	0,06	0,05	0,06	0,05
SV afluente (mg/L)	19.501	19.501	18.056	18.056	17.891	17.561
ST afluente (mg/L)	25.025	25.025	22.754	22.754	22.815	22.591
% SV afluente	77,7 %	77,7 %	79,6 %	79,6 %	78,5 %	77,4 %
SV efluente (mg/L)	9.001	8.847	9.599	9.680	9.096	8.841
ST efluente (mg/L)	13.302	13.104	13.934	14.039	13.035	12.757
% SV efluente	68 %	67 %	69 %	69 %	70 %	69 %
Remoção de Sólidos Voláteis	47%	47%	44 %	44%	52%	55%
Taxa de aplicação	0,45 kgSV/m ³ .d	0,48 kgSV/m ³ .d	0,53 kgSV/m ³ .d	0,55 kgSV/m ³ .d	0,63 kgSV/m ³ .d	0,67 kgSV/m ³ .d
Tempo de detenção	43,35 dias	40,33 dias	34,00 dias	32,62 dias	28,4 dias	26,24 dias
Volume de gás m³/mês CNTP (60% CH₄ e 40% CO₂)	39.770	36.130	37.973	41.529	45.632	35.067
Digestor Secundário	Volume de lodo de 6.116 m ³		Volume de lodo de 7.790 m ³		Volume de lodo de 9.540 m ³	

Na tabela 3 são apresentados os valores dos principais parâmetros de valor agrônômico dos biossólidos produzidos na ETE Franca.

Observa-se na tabela 3, grande alteração no teor de nitrogênio presente no biossólido entre as duas primeiras e as duas últimas análises. Acredita-se que tal diferença ocorreu porque até maio de 1999, não havia se alcançado a completa estabilização do processo de tratamento da fase sólida (os digestores só entraram em operação em agosto de 1998), havendo uma prevalência de alimentação dos digestores com lodo primário. Somente a partir do 3º trimestre de 1999, a estação entrou em regime equilibrando-se as contribuições dos lodos primário e secundário. A concentração média de nitrogênio entre 4 e 5% é também verificado em biossólidos produzidos em outras estações de tratamento de características semelhantes à da ETE Franca.

O nitrogênio no biossólido encontra-se, em sua maior parte na forma orgânica, sendo mineralizado a uma taxa média de 20% ao ano, tornando-se disponível para as plantas. Sob a forma orgânica o nitrogênio não é lixiviado, ao contrário do que pode ocorrer com adubos químicos que se aplicados de maneira inadequada ou em excesso podem, quando lixiviados contaminar a água subterrânea com nitrato ou fertilizar águas de superfície, criando condições propícias para a eutrofização dos lagos.

Para o fósforo, o valor médio verificado até o momento é de aproximadamente 1,0%. Quanto ao potássio, as concentrações são pequenas porque esse elemento é altamente solúvel em água e durante o processo de tratamento de esgoto, fica dissolvido no efluente líquido.

**Tabela 3: Principais parâmetros de valor agrônômico dos biossólidos produzidos na ETE Franca.**

Parâmetro	Concentração, base seca			
	1999			
	08/01	13/05	14/06	10/09
Nitrogênio total (%)	9,41	9,41	4,57	5,53
Nitrogênio amoniacal (mg/kg)	724,09	137,2	1807,23	3811,67
Nitrogênio nitrato (mg/kg)	6,75	2,19	0	58,03
Nitrogênio nitrito (mg/kg)	0	0	0	0
Nitrogênio orgânico (mg/kg)	93376	94002	43896	51393
Fósforo (%)	1,37	1,04	0,84	0,45
Potássio (%)		0,69	0,04	0,058
<i>Matéria orgânica (%)</i>	57,3	65,4	58,9	79,5
<i>Carbono orgânico (%)</i>	31,85	36,32	32,68	44,15
Cálcio (%)	2,32	2,55	1,36	1,77
Magnésio (%)	0,27	0,25	0,12	0,24
Sulfato (%)		0,47	0,59	0,81
Zinco (mg/kg)	1400,1	2148,7	1594,7	1096,2
Cobre (mg/kg)	165,98	42,21	128,30	303,08
Ferro (mg/kg)	29098	24137	50627	11995
Manganês (mg/kg)	234,63	294,68	132,67	220,76
Boro (mg/kg)	76,84	137,3	72,51	86,60
pH em água		6,4	6,3	6,3

Para solos onde há carência de matéria orgânica, o valor agrônômico de maior importância dos biossólidos é à matéria orgânica. A ETE Franca produz biossólidos com matéria orgânica elevada, entre 60% e 70% em peso. Além disso, os biossólidos produzidos contêm outros macro nutrientes, tais como cálcio, magnésio e enxofre e também micro nutrientes como cobre, ferro, boro e zinco, que constituem elementos de vital importância para o desenvolvimento das plantas.

Metais pesados

Os metais pesados originários da atividade industrial podem estar presentes nos biossólidos, pois as ETES recebem esgotos sanitários que compõem-se de esgoto doméstico, águas de infiltração e esgoto industrial. A ETE Franca praticamente só recebe esgotos domésticos pois o esgoto industrial da cidade de Franca é tratado em outras estações. Na tabela 4 apresentada a seguir, pode-se observar que os valores de metais pesados poluentes presentes no biossólido são muitos pequenos. A mesma tabela também apresenta os limites máximos de metais pesados poluentes para o uso agrícola e os limites de metais para o biossólido de excepcional qualidade adotados pela EPA (Environmental Protect Agency - EUA - 1996). Ressalte-se que os mesmos limites foram adotados pela CETESB na Norma P. 4.230 recentemente editada, que regula a disposição de biossólidos no Estado de São Paulo.

Pelo que se observa na tabela 4, os biossólidos produzidos na ETE Franca, são classificados como de excepcional qualidade para o uso agrícola, segundo a norma norte americana EPA 40 CFR Part 503 pois, a concentração de metais pesados nos biossólidos é extremamente pequena.

Concentração de microrganismos patogênicos

A quantidade de patógenos nos biossólidos é bastante variável e depende fundamentalmente das condições sócio-econômicas da população, das condições sanitárias da região geográfica, da presença de indústrias agro-alimentares e do tipo de tratamento do lodo de esgoto. Nos países mais desenvolvidos, cuja população apresenta padrões adequados de saúde, a densidade de alguns patógenos nos biossólidos como os ovos de helmintos, é mais baixa do que em países em desenvolvimento.

**Tabela 4: Concentração de metais pesados poluentes em biossólidos da ETE Franca.**

Metal pesado poluente	Concentração em mg/kg, base seca				Biossólido de excepcional qualidade EPA 40 CFR Part 503	Limite máximo para uso agrícola EPA 40 CFR Part 503
	1999					
	08/01	13/05	14/06	10/09		
Arsênio	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	41	75
Cádmio	< 0,084	25,11	< 0,084	2,11	39	85
Cobre	165,98	42,21	128,30	303,08	1 500	4 300
Chumbo	< 0,095	81,48	0,11	40,88	300	840
Mercúrio	NR	< 0,10	0,12	0,21	17	57
Molibdênio	<LD	5,83	8,62	2,01	-	75
Níquel	< LD	29,5	24,32	47,7	420	420
Selênio	NR	< 0,15	< 0,08	<0,08	100	100
Zinco	1400,1	2148,7	1594,7	1096,2	2 800	7 500

(*) Nd - Não detectado

() < LD - menor que o limite de detecção do instrumento de análise

(**) As análises foram realizadas na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP/Jaboticabal - Departamento de Tecnologia.

Para a redução de patógenos nos biossólidos, a norma norte americana EPA 40 CFR Part 503 recomenda os processos de redução apresentados na tabela 5 e classifica o biossólido em função da concentração de patógenos para o uso agrícola. Os biossólidos classe A podem ser utilizados na agricultura sem nenhuma restrição, enquanto que, para o uso dos biossólidos classe B, são determinadas pela EPA algumas restrições em função da cultura e das atividades na área de aplicação do biossólido.

Tabela 5: Processos de redução de patógenos em função da classificação do biossólido.

Tipo de biossólido	Critério de classificação	Processo de redução de patógeno
Classe A	Coliformes fecais: Densidade < 1000 NMP/gST	Compostagem
	Ou Salmonella sp: Densidade < 3 NMP/ 4gST	Secagem térmica
		Tratamento térmico
		Digestão aeróbia termofílica
		Irradiação
		Pasteurização
Classe B	Coliformes fecais: em pelo menos uma amostra Ou Coliformes fecais: Média geométrica da densidade de 7 amostras < 2 000 000 NMP/gST ou 2 000 000 UFC/gST	Digestão aeróbia
		Secagem
		Digestão Anaeróbia
		Compostagem
		Estabilização com cal

NMP/gST - Número mais provável por grama de Sólidos Totais.

UFC/gST - Unidades Formadoras de Colônias por grama de Sólidos Totais.

A norma norte americana define a digestão anaeróbia como um processo PSRP - processo de redução significativa de organismos patogênicos, condição obrigatória para produção de biossólidos Classe B, desde que observadas as seguintes condições: para temperatura de 35° a 55° C, tempo de digestão mínimo de 15 dias ou para temperatura de 20° C, tempo de digestão de 60 dias.

Na tabela 6 são apresentados os resultados das análises microbiológicas e parasitológicas realizadas no biossólido da ETE Franca.

**Tabela 6: Análise microbiológica e parasitológica do biossólido da ETE Franca.**

Análise Microbiológica		Análise parasitológica	
Parâmetro	Resultado	Parâmetro	Resultado
Bacteriófagos F. específicos	2,9 x 10 ³ (UFP/g) *	Helmintos - larvas	Ausente (larvas/g)
Coliformes fecais	7,6 x 10 ⁵ (NMP/g) *	Ascaris lumbricoides	1,7 (ovos/g)
Coliformes totais	1,3 x 10 ⁷ (NMP/g) *	Hymenolepis diminuta	0,6 (ovos/g)
Estreptococos fecais	7,6 x 10 ⁵ (NMP/g) *	Strongyloides stercoralis	0,2 (ovos/g)
Clostridium perfringens	4,1 x 10 ⁵ (NMP/g) *	Taenia sp	0,5 (ovos/g)
Salmonella sp	Presente (P/A em 25g) *	Toxocara canis	0,4 (ovos/g)
		Trichuris trichuira	0,2 (ovos/g)
		Entamoeba histolytica	0,2 (cistos/g)
Salmonella sp	0,78 (NMP / g) **	Entamoeba coli **	0,7 (cistos/g)
		Giardia sp **	0,5 (cistos/g)

NMP - Número Mais Provável

P/A - Presente ou Ausente

UFP - Unidade Formadora de Placa

Nota: As análises foram realizadas pela CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - São Paulo : * em 02/09/98 e ** em 08/03/99.

Os biossólidos produzidos na ETE Franca são classificados como biossólido Classe B de acordo com a norma norte americana EPA 40 CFR Part 503 e também pela norma CETESB P 4 230 de agosto de 1999, pois a concentração média de coliformes fecais é de 486.000 NMP/gST, inferior ao limite máximo para biossólido Classe B, que é de 2.000.000 NMP/gST. Os resultados de 20 análises realizadas durante todo o ano de 1999, para verificação da densidade da presença de coliforme fecais (mais especificamente da E. coli), demonstram o pleno atendimento da condição estabelecida como se pode verificar na tabela 7.

Conforme já visto anteriormente, para a aplicação agrícola do biossólido Classe B, a norma americana estabelece algumas restrições de uso que são apresentadas a seguir:

- Produtos agrícolas cuja parte consumida entrem em contato com o biossólido, não podem ser cultivados, por um período de 14 meses, após a aplicação do biossólido. Como exemplo os melões, pepinos e hortaliças;
- Raízes e tubérculos (batata, cenouras, rabanete etc) não podem ser cultivados por um período de 9 meses, se o biossólido não for incorporado antes de 4 meses após a aplicação ou por período de 38 meses após a aplicação, se o biossólido for incorporado durante os 4 meses seguintes ao seu espalhamento;
- Culturas de alimentos, de forragem e de fibras não devem ser colhidas durante os 30 dias após a aplicação do biossólido;
- Animais não devem pastar em período inferior a 30 dias na área em que foi aplicado o biossólido;
- A área em que foi aplicado o biossólido terá acesso restrito por 30 dias e, se for local público, por um ano.

A SABESP, considerando o caráter pioneiro do projeto decidiu garantir melhores condições de controle às aplicações, adotando um maior nível de restrição na seguinte situação :

- A aplicação em pastagens só poderá ser feita se decorrer um período mínimo de 1 ano entre a aplicação e utilização da pastagem pelos animais.
- Não permitir a aplicação de biossólido em locais públicos (campos de futebol, parques, etc).



Redução a atração a vetores dos bio sólidos da ETE Franca

O bio sólido deve apresentar uma pequena ou nula atração a vetores como as moscas, os roedores e os mosquitos, para reduzir o potencial de transmissão de doenças. Quando o bio sólido é submetido ao processo de digestão anaeróbia, há uma diminuição dos sólidos voláteis em 35% a 60%, dependendo da natureza do lodo de esgoto e das condições de operação do sistema de tratamento. A redução da presença de sólidos voláteis no bio sólido é uma das condições previstas na norma americana para se garantir um nível de atratividade de vetores adequado.

Tabela 7: Análise microbiológica - coliformes fecais e E. Coli do bio sólido da ETE Franca.

Parâmetro		Coli totais	Coli fecais	E. coli
Laboratório	Data	NMP / g	NMP / g	NMP / g
Cetesb	02/09/98	1,30E+07	7,60E+05	
Sabesp	07/01/99	1,20E+06		1,50E+05
Sabesp	18/01/99	1,20E+06		2,50E+05
Sabesp	20/01/99	4,00E+06		4,00E+05
Sabesp	08/02/99	4,00E+06		2,00E+05
Sabesp	24/02/99	1,20E+07		6,50E+05
Cetesb	08/03/99		1,60E+05	
Sabesp	10/03/99	1,10E+07		8,50E+05
Sabesp	05/04/99	7,30E+05		3,90E+04
Sabesp	05/05/99	4,50E+07		2,90E+06
Sabesp	08/06/99	5,20E+06		1,10E+05
Sabesp	21/06/99	9,40E+06		2,80E+05
Sabesp	19/07/99	1,30E+07		4,80E+05
Sabesp	04/08/99	1,00E+07		1,30E+05
Sabesp	16/09/99	5,40E+07		3,00E+05
Sabesp	22/09/99	2,90E+07		2,30E+05
Sabesp	21/10/99	9,20E+06		4,90E+05
Sabesp	25/10/99	1,30E+07		7,00E+05
Sabesp	08/11/99	1,60E+06		6,70E+05
Sabesp	19/11/99	3,00E+06		3,00E+05
Sabesp	28/12/99	2,50E+07		1,00E+05
Média		1,32E+07	4,60E+05	4,86E+05
Média geo		7,30E+06	3,49E+05	3,06E+05

Para atender a condição fixada nessa norma, a concentração de sólidos voláteis na digestão anaeróbia deverá ser reduzida em no mínimo de 38% (EPA, 1996). Caso a redução de 38% não seja alcançada, então a redução de sólidos voláteis necessita ser menor que 17%, quando o lodo fica sendo digerido por 40 dias adicionais a 30°C a 37°C.

Os dados operacionais apresentados na tabela 2 mostram que na ETE Franca, a redução de sólidos voláteis tem variado de 44% a 55%. Portanto, os bio sólidos na ETE Franca atendem as recomendações referentes à atração a vetores da norma norte americana. Adicionalmente, para garantir maior segurança ao processo, a SABESP estabelece no Manual de Uso do Sabesfértil, que o produto seja incorporado ao solo em até 6 horas após a aplicação na área. Esse procedimento também é uma condição prevista na norma americana para garantir a redução da atratividade de vetores ao bio sólido.



REGISTRO DO SABESFÉRTIL PRODUZIDO NA ETE FRANCA

Revisão Bibliográfica da Utilização Agrícola do Biossólido no Brasil

Desde a mais remota antiguidade os biossólidos são utilizados na agricultura, principalmente entre os povos do oriente, como a China, aonde a reciclagem dos excrementos humanos é prática rotineira. No mundo ocidental, entretanto, barreiras culturais dificultam essa prática. Com o advento da engenharia sanitária, ao tratamento dos despejos sanitários cada vez em maior escala, correspondeu o aumento da produção de biossólidos em, Pesquisas mostraram as vantagens ecológicas e econômicas da sua utilização na agricultura, bem como a grande segurança proporcionada com a utilização sendo disciplinada por normas rígidas de uso. Como resultado, obteve-se a valorização do uso agrícola dos biossólidos hoje em dia, prática rotineira em diversos países europeus, Estados Unidos, Canadá e Japão (Carvalho, 1999).

No Brasil, onde a prática de tratamento de esgotos é recente e pouco desenvolvida, o uso agrícola ainda é restrito, ocasionalmente em escala comercial e geralmente, em escala experimental, nos Estados de São Paulo, Paraná e Distrito Federal. O seu uso em escala experimental teve início em 1983, com o projeto IPT/SABESP que contou com a colaboração da USP/ESALQ e da UNESP campus de Jaboticabal e Botucatu, quando foram realizados experimentos nas culturas de milho, feijão, café, tomate, soja e arroz. A partir desses trabalhos pioneiros e com o aumento das estações de tratamento, na década de 90, os biossólidos começaram a ser aplicados na agricultura nos Estados de São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Distrito Federal, sempre em escala reduzida. A partir do ano 2.000, esta situação deverá se alterar drasticamente, com a entrada em operação de diversas ETEs que irão produzir uma quantidade considerável de biossólidos. (Carvalho, 1999)

É muito numerosa a literatura sobre o uso de biossólidos na agricultura encontrada nos periódicos especializados internacionais. Na revisão bibliográfica realizada por Carvalho (1999) considerando apenas os trabalhos científicos brasileiros encontrou-se cerca de 55 estudos.

Melo (1999) após a revisão dos trabalhos de pesquisa com biossólido aplicados na agricultura, realizados no Brasil nos últimos 20 anos, e com suporte na literatura internacional, concluiu:

- O biossólido é um produto que altera as propriedades físicas do solo, melhorando sua densidade, sua porosidade, sua capacidade de retenção de água, propriedades essas que condicionam o solo para um melhor desenvolvimento das plantas;
- O biossólido é um produto que aplicado ao solo, melhora seu nível de fertilidade, elevando o pH, diminuindo o teor de Al trocável, aumentando a capacidade de troca de cátions (CTC) e a capacidade de fornecer nutrientes para as plantas;
- O biossólido, por conter em sua constituição teores elevados de matéria orgânica e de outros nutrientes, promove o crescimento dos organismos do solo, os quais são fundamentais para a ciclagem dos elementos, entre eles os nutrientes das plantas;
- O biossólido encerra na sua composição todos os nutrientes e elementos benéficos necessários ao desenvolvimento e produção das plantas, os quais, por se encontrarem em sua grande parte na forma orgânica, são liberados ao solo gradativamente, através de processos oxidativos, o que aumenta a possibilidade de que esses nutrientes sejam absorvidos pelas plantas, reduzindo o risco de poluição ambiental;
- O biossólido é um resíduo orgânico que encerra em sua composição os mesmos constituintes de outros resíduos orgânicos (matéria orgânica, nitrogênio e outros nutrientes das plantas), alguns dos quais já consagrados como fertilizantes orgânicos;
- Componentes antinutricionais presentes no biossólido, caso dos metais pesados, também ocorrem em outros fertilizantes e corretivos do solo, dos fertilizantes fosfatados, nitrogenados, do calcário, dentre outros, assim como no próprio material de origem do solo;
- Apesar de encerrar em sua composição elementos não desejáveis, caso dos metais pesados, nos trabalhos de pesquisa até então realizados em condições de solos brasileiros não há informação de toxicidade para os vegetais.

Dessa forma, não há dúvidas de que manejado adequadamente, o biossólido é um excelente fertilizante orgânico, não havendo, pelo menos até o presente momento, informações que impeçam sua caracterização como tal.



Legislação de Fertilizantes, Corretivos e Inoculantes

As legislações que tornaram possível o registro do Sabesfértil são apresentadas a seguir:

- Lei 6 894, de 16/12/80 - D.O. U. de 17/12/80.
Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura e dá outras providências;
- Lei 6 934, de 13/07/81 - D.O.U. de 15/07/81.
Altera a Lei 6 894 de 16/12/80
- Decreto 86 955, de 18/02/82 - D.O.U. de 24/12/82.
Regulamenta a Lei 6 894, de 16/12/80, alterada pela Lei 6 934, de 13/07/81, que dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e pelo Decreto Lei 1 899, de 1981, que institui taxas relativas às atividades do Ministério da Agricultura;
- Portaria MA nº 84, de 29/03/82 - D.O.U. de 13/03/82.
Aprova as disposições, em anexo, sobre exigências, critérios e procedimentos a serem utilizados pela inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura e atribui à Secretaria de Fiscalização Agropecuária as incumbências de baixar normas relativas a garantias, especificações, tolerâncias e procedimentos para coleta de amostras de produtos e de adotar os modelos de documentos e formulários previstos nas disposições aprovadas por esta Portaria;
- Portaria SEFIS nº 01, de 04/03/83 - D.O.U. de 09/03/83.
Aprova as normas, em anexo, sobre especificações, garantias, tolerâncias e procedimentos para coleta de amostras de produtos, e os modelos oficiais a serem utilizados pela inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura.

Principais Documentos Necessários para o Registro

É necessário o preenchimento dos seguintes documentos:

- Registro de estabelecimento;
- Cadastro de estabelecimento;
- Cadastro de produto;
- Cadastro de laboratório;
- Cadastro de técnicos.

Além desses documentos, também devem ser encaminhados ao Ministério da Agricultura, o estatuto social e o capital da empresa, cadastro nacional da pessoa jurídica, ficha de inscrição cadastral e registro no CREA.

Registros Obtidos no Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Após a análise técnica da documentação entregue ao Ministério, visita à estação de tratamento de esgotos e campos de aplicação experimental dos biofertilizantes, reuniões com pesquisadores da EMBRAPA/Jaguariúna, ESALQ/USP, IAC, UNESP/Jaboticabal, o Ministério da Agricultura e do Abastecimento emitiu em 25/10/99 os seguintes registros:

- Registro de estabelecimento - a ETE Franca foi registrado como produtor de insumos agrícolas - registro nº SP - 09599-1;
- Registro do produto - foi registrado o produto Sabesfértil, como condicionador de solos - registro nº SP - 09599 00001-0;

De acordo com o Decreto 86 955 de 18/02/82, publicado no D.O.U. DE 24/02/82, fica identificado perante o Ministério, para exercer a assistência técnica perante ao estabelecimento registrado, o corpo técnico constante da ficha de identificação de responsabilidade técnica.



PROCEDIMENTOS PARA O USO AGRÍCOLA DO SABESFÉRTIL PRODUZIDO NA ETE FRANCA

Para a aplicação agrícola do Sabesfértil produzido na ETE Franca já foram elaborados 15 projetos de aplicação agrônômica, dos quais 11 são para o uso na cultura do café, com área de aplicação de 285 hectare; um projeto para a cultura do milho (17 ha); um para o eucalipto (1,3 ha) e um para reconstituição de área degradada. (5,4 ha). O total de biossólido previsto para a aplicação nesses projetos é de 9 339 toneladas, com 20% de teor de sólidos, sendo que já foram aplicados 4 298 toneladas. Ressalte-se que as 9339 toneladas prescritas nos projetos, correspondem à produção de 2 anos da estação, ou seja, já garantiu-se, com os projetos elaborados, a disposição de todo o biossólido que será produzido em 2000. Caracteriza-se assim uma situação inusitada. O que era um resíduo indesejável tornou-se um produto com demanda superior a oferta.

Essa é uma situação compreensível ao verificarmos que a uma distância de até 50 Km da estação há uma área plantada superior a 110.000 hectares, segundo dados do IBGE de 1990, (somente culturas de café, milho e soja) e que a produção anual de biossólido na estação é suficiente para condicionar no máximo 300 hectares, ou seja, menos de 0,3% da área plantada por ano.

Para o uso do Sabesfértil pelos agricultores a SABESP elaborou o Manual de Utilização do Produto cujos principais recomendações são apresentadas a seguir.

Instruções Gerais para o Uso do Biossólido

Para uso agrícola do biossólido Sabesfértil o interessado deverá obedecer as orientações contidas no Manual de Utilização do Produto, editada pela Unidade de Negócio Pardo Grande, com sede na cidade de Franca, Estado de São Paulo, da Vice Presidência do Interior da SABESP.

O biossólido é entregue ao agricultor, mediante apresentação de um projeto de aplicação agrícola elaborado por engenheiro agrônomo, seguindo as orientações do Manual. De modo resumido, o Manual recomenda as seguintes etapas:

- O interessado solicita à SABESP o fornecimento do biossólido;
- Um técnico da SABESP faz inspeção da área onde o produto será aplicado, verificando se a área atende as especificações definidas no manual;
- A área é localizada em planta aerofotogramétrica do IGC em escala 1:10.000, com o auxílio de um aparelho portátil de localização através de satélites (GPS);
- A partir das coordenadas determinadas é elaborado um croqui da área de aplicação, calculando-se a área total;
- O agrônomo responsável define a taxa de aplicação com base na quantidade de nitrogênio recomendada para a cultura e o teor de nitrogênio disponível no biossólido e nas características do solo, comprovada através de análises. Para a verificação da quantidade de nitrogênio recomendada para a cultura, recomenda-se consultar o Boletim 100 do Instituto Agrônomo de Campinas;
- A SABESP verifica a taxa de aplicação em função da taxa definida pelo agrônomo e as características do biossólido. Tais cálculos devem ser detalhados em planilha, que será consultada no caso de futuras reaplicações, de modo que a quantidade limite de metais pesados poluentes adicionados ao solo, não seja ultrapassado;
- A SABESP libera ao agricultor a quantidade de biossólido definida desde que o transporte seja feito nas condições especificadas no manual;
- Cada projeto recebe uma numeração seqüencial, para arquivo e identificação das informações, que permanecem disponíveis por um período mínimo de 5 anos a disposição dos órgãos de controle ambiental.

Procedimentos para Transporte do Biossólido

O biossólido somente será carregado mediante a apresentação pelo motorista do caminhão da Autorização de Entrega, emitida pela SABESP, que será fornecida ao interessado após a aprovação do projeto de aplicação. Para o transporte deverão ser utilizados caminhões com carrocerias totalmente vedadas, tais como os caminhões basculantes, que deverão ter sistema de trava para impedir a abertura indesejada da tampa traseira.



Procedimentos para Armazenagem do Bio sólido

Preferencialmente, o bio sólido deverá ser incorporado ao solo logo após sua chegada à área de aplicação. Entretanto, havendo necessidade de armazenamento, o mesmo deverá ser feito em local protegido para impedir, no caso de chuvas, a percolação de água na massa e o carreamento dos bio sólidos pela corrente. É importante também que no entorno da área de armazenamento sejam cavadas valas para proteger e evitar enxurradas.

Na área de armazenamento deverão ser tomadas medidas para evitar a aproximação de animais.

Procedimentos para Aplicação do Bio sólido

É determinado que a aplicação do bio sólido seja feita exclusivamente com a utilização de implementos agrícolas apropriados evitando-se o contato humano direto com o produto.

Recomenda-se, também, que o produto seja incorporado ao solo, para a melhoria das condições de absorção do produto pela plantas ao mesmo tempo em que é eliminada a possibilidade de carreamento do produto por enxurradas.

Todo o processo de aplicação do bio sólido Sabesfértil de Franca é supervisionado e orientado por técnicos da CATI - Regional Franca.

Formalização da Comunicação com o Agricultor e Engenheiro Agrônomo

Todos os procedimentos e informações explicitadas neste item constam do Manual de Utilização do Produto que é fornecido ao interessado e ao seu engenheiro agrônomo. Esses assinam um documento onde afirmam ter total conhecimento das informações e recomendações contidas no Manual, comprometendo-se a obedecer às instruções prescritas. O produto não é liberado ao interessado, enquanto esse Termo de Compromisso não for assinado. Esse documento é parte do projeto de aplicação.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- O Registro pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento da ETE Franca como estabelecimento produtor de insumo agrícola é o reconhecimento oficial de que o tratamento adequado de esgotos pode gerar produtos, abrindo um novo campo de negócios e contribuindo para viabilizar as estações de tratamento de esgotos.
- O produto fabricado pela ETE Franca é um bio sólido, classificado pelo Ministério como Condicionador de Solo, com denominação comercial de SABESFÉRTIL.
- O bio sólido SABESFÉRTIL contém em média 60% de matéria orgânica, 8% de nitrogênio, 2% de fósforo, 0,15% de fósforo, com pH variando de 6,5 a 7,0. Contém, também, outros macronutrientes como cálcio, magnésio e enxofre, e micronutrientes como cobre, ferro, boro e zinco.
- Como a ETE Franca só recebe esgotos domésticos, os metais pesados contidos no bio sólidos são extremamente pequenos, podendo ser classificados como bio sólido de excepcional qualidade para uso agrícola, segundo a norma norte americana EPA 40 CFR Part 503. Apresenta, também, baixa atração a vetores.
- O bio sólido produzido na ETE Franca são classificados com bio sólido classe B, devido a sua densidade de patógenos. Para a aplicação agrícola há algumas restrições que devem ser obedecidas.
- O bio sólido SABESFÉRTIL da ETE Franca vem sendo aplicado na cultura do café, milho, eucalipto e reconstituição de área degradada. A principal aplicação é na cultura de café onde já foram elaborados 11 projetos, com área de aplicação de 285 hectares.
- A SABESP elaborou o Manual de Utilização do SABESFÉRTIL que estabelece recomendações e procedimentos para o uso agrícola do produto.
- O registro do bio sólido é importante para que a ETE possa oferecer garantia de qualidade do produto aos lavradores; para tornar obrigatório o projeto agrônomo e monitoramento da sua aplicação; para tornar a ETE responsável pela sua utilização e para que o Ministério da Agricultura possa bem exercer o seu poder de fiscalização.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARVALHO, P. C. T. Uso agrícola do biossólido gerado na ETE de Franca. Núcleo de Pesquisa em Geoquímica e Geofísica da Litosfera (NUPEGEL) - Universidade de São Paulo. Piracicaba, São Paulo, 1999.
2. CETESB. Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas - Critérios para projeto e operação (Manual Técnico). Norma P. 4.230. São Paulo, 1999.
3. EPA Standards for the use or disposal of sewage sludge. 40 CFR, Part 503. USA, 1996.
4. MACEDO, L. S. Estação de tratamento de esgotos sanitários de Franca. Relatório Interno. Unidade de Negócio do Pardo e Grande. SABESP. Franca, São Paulo, 1999.
5. MELO, W. J. Biossólido - Uma proposta para fertilizante orgânico. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Departamento de Tecnologia. Jaboticabal, São Paulo, 1999.
6. SABESFÉRTIL Manual de utilização do produto. Estação de tratamento de esgoto de Franca. Unidade de Negócio do Pardo e Grande. Franca, São Paulo, 2000.
7. TSUTIYA, M. T. Uso agrícola de biossólidos de estações de tratamento de esgotos sanitários do Estado de São Paulo. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES. Rio de Janeiro, 1999.