

# Citricultura

REVISTA DO GRUPO DE CONSULTORES EM CITROS

atual



ANO XXIV - Nº 129 - MAIO 2021 - PREÇO R\$ 7,00



## Ácaro predador: aliado do citricultor na gestão de pragas nos pomares

### ENTREVISTA

O Eng. Agr. André Luís  
Teixeira Creste fala  
sobre o modelo de  
sucesso na expansão dos  
negócios da Agro São José

### SUSTENTABILIDADE

Cobertura vegetal e a  
qualidade microbiológica do  
solo em pomares de citros



# LODO DE ESGOTO

## de resíduo a fertilizante orgânico

**O CONHECIMENTO DAS POTENCIALIDADES DESSE FERTILIZANTE ORGÂNICO POR PARTE DOS AGRICULTORES, CERTAMENTE TRARÁ BENEFÍCIOS À AGRICULTURA E À ECONOMIA CIRCULAR, E SERÁ UMA ALTERNATIVA IMPORTANTE À GESTÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NOS CENTROS URBANOS**

O lodo de esgoto é um resíduo sólido não perigoso e não inerte gerado no tratamento biológico de esgotos sanitários. A sua composição é predominantemente orgânica, com 60 a 75% de matéria orgânica (base matéria seca), devido ao excedente de biomassa microbiana cultivada no processo de tratamento dos esgotos. Na fração mineral, encontram-se partículas de areia fina, argila, silte e elementos químicos, como nutrientes de plantas e metais pesados.

A sua reciclagem agrícola, seja para o aproveitamento de nutrientes ou como condicionador de solos, é prática tradicional na Europa, Austrália, Canadá e Estados Unidos. No Brasil, embora seja tema de pesquisas desde o final da década de 1970, o seu uso só foi concretizado, em escala operacional, a partir do final da década de 1990, essencialmente nos estados de São Paulo e Paraná e no Distrito Federal. É

uma prática relativamente nova no país, pois o grande desafio ainda é a coleta, afastamento e tratamento dos esgotos, evitando despejá-los *in natura* nos rios.

Nos últimos 20 anos, a legislação para a reciclagem agrícola do lodo de esgoto, seja como matéria-prima para fabricar fertilizantes orgânicos e condicionadores de solo ou para uso direto no solo como resíduo, muito avançou. Como matéria-prima, as regras foram atualizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Instrução Normativa SDA nº 61 de 08/07/2020, e como resíduo, o seu uso direto no solo segue os critérios da Resolução CONAMA nº 498 de 19/08/2020, versão atualizada da Resolução Conama nº 375 de 29/08/2006.

O seu uso como matéria-prima é bastante promissor. Neste contexto, uma das tecnologias adequadas às condições brasileiras é a compostagem termofílica, essencialmente pela sua capacidade de transformar biologicamente o lodo de esgoto em um produto completamente diferente do resíduo que lhe deu origem. Nessa transformação, ocorre ainda redução de massa e volume pela respiração microbiana e perda de umidade, além da completa higienização do produto final. Ademais, normalmente o composto orgânico resultante é passível de registro no MAPA como produto de uso seguro e irrestrito na agricultura, e o seu valor agrônômico é dado pelo

conteúdo de carbono orgânico, macro e micronutrientes, capacidade de troca de cátions (CTC), capacidade de retenção de água (CRA), substâncias húmicas e fúlvicas e grande diversidade microbiológica, representada por inúmeras espécies bacterianas e fungos.

Por ser gerado em ambiente urbano, seu cotratamento em plantas de compostagem com outros resíduos orgânicos é propício. Nesse caso, destacam-se os lodos biológicos de Sistema de Tratamento de Águas Residuárias (STAR) gerados por indústrias e agroindústrias, além de restos de alimentos pré e pós-consumo, segregados na fonte, coletados de forma diferenciada, gerados por grandes redes de hipermercados, shopping centers, restaurantes corporativos, indústrias de alimentos, entre outros. Como o resíduo não tem um padrão definido, a indústria da compostagem pode lançar mão do uso de insumos agrícolas que, em pequenas quantidades, conferem padrão de qualidade agrônômica ao composto orgânico, entre eles podemos citar o calcário, gesso agrícola, remineralizadores diversos, rochas fosfáticas etc.

A atividade de compostagem industrial é passível de licenciamento ambiental pelo órgão competente e todos os resíduos inseridos no processo devem obrigatoriamente ter pré-autorização para uso. Já a qualidade do produto é estabelecida e garantida pelo MAPA, por meio dos registros de Estabelecimento



Produtor e de Produto. Desta forma, fica evidente que ao ser adquirido de empresa legalmente estabelecida, não há o que se temer quanto à qualidade e segurança do produto.

Em Jundiá (SP), há 20 anos existe uma importante iniciativa para o tratamento de lodo de esgoto com a finalidade de obtenção de fertilizante orgânico de uso seguro na agricultura. Operada pela empresa Tera Ambiental Ltda., a planta de compostagem industrial processa anualmente cerca de 90.000 toneladas de resíduos orgânicos urbanos, sendo o lodo de esgoto, em média, 65% dessa massa. São produzidas anualmente cerca 36 mil toneladas de fer-

tilizante orgânico composto Classe B, peneirado e com 65% de sólidos.

O produto obtido apresenta excelente qualidade agronômica. Na tabela são descritas as características físico-químicas dos últimos nove lotes produzidos pela Tera. Outro destaque é o teor de substâncias húmicas. Avaliações internas do fabricante têm apontado teores médios de substâncias húmicas totais de até 10% (base matéria seca), mais um aspecto a ser valorizado no produto, seja pela importância reconhecida dessas substâncias para o sistema solo-planta, seja pelo reconhecimento do seu valor no mercado de insumos agrícolas.

Sempre que se enaltecem as vantagens agronômicas do aproveitamento do lodo, a questão dos metais pesados é uma preocupação. Mas o que são metais pesados? O conceito mais utilizado diz tratar-se de elementos químicos com densidade acima de 4 ou 5 g/cm<sup>3</sup> e tóxicos aos seres vivos em baixas doses. Selênio e arsênio não são metais, mas frequentemente são incluídos nesse grupo. O mais importante é considerar que tais elementos ocorrem naturalmente nos solos, porém as suas concentrações são baixas, em partes por milhão, assim como a sua solubilidade. Cabe lembrar que os micronutrientes Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn e Ni são metais pesados e que o limite entre a essencialidade e a toxicidade é dada pela dose de aplicação ou concentração disponível no solo às plantas.

A concentração dos metais pesados tóxicos não essenciais, como Cd, Pb, Hg, Cr<sup>+6</sup>, além de arsênio e selênio, varia amplamente com as características da bacia de esgotamento onde o lodo de esgoto é gerado, e, portanto, não é possível generalizar. Comumente, em todo o planeta, maiores concentrações dessas substâncias ocorrem em lodos de esgotos gerados em grandes metrópoles industrializadas, e mesmo assim nem sempre isso é uma verdade. O fundamental é ter critérios para classificar o que são teores elevados ou não. O MAPA, por meio da IN no 7 de 12/04/2016, estabelece os limites máximos de contaminantes em fertilizantes orgânicos e condicionadores de solo, independentemente se o produto contém lodo de esgoto ou somente resíduos da atividade agropecuária em seu conjunto de matérias-primas. Abaixo dos teores máximos estabelecidos (tabela 2), o produto é de uso seguro e autorizado para todas as culturas agrícolas.

**Tabela 1. Características agronômicas do fertilizante orgânico composto Classe B, obtido pela compostagem de lodo de esgoto e outros resíduos orgânicos urbanos, em lotes produzidos nos últimos nove meses, na planta de compostagem industrial de Jundiá, SP**

Determinações	Lotes (3.000 t/mês)								
	2019		2020						
	11	12	1	2	3	4	5	6	7
pH (CaCl <sub>2</sub> mol/L)	7,9	7,9	7,6	8,0	8,0	7,4	7,3	7,3	8,1
Umidade (%)	31,3	36,8	32,3	38,2	37,3	41,0	33,6	31,5	38,8
Carbono-total (%)	16,7	21,8	20,5	18,7	17,9	14,8	13,1	14,3	18,8
N-total (%)	2,0	1,5	1,4	1,4	1,7	1,9	1,7	1,4	1,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - total (%)	2,5	2,1	2,5	2,6	2,7	3,1	3,8	2,6	4,1
K <sub>2</sub> O-total (%)	1,0	1,0	1,0	1,4	1,3	1,1	1,2	0,9	1,2
Ca-total (%)	6,3	5,8	4,8	4,5	7,8	4,5	4,5	5,8	6,4
Mg-total (%)	1,6	1,1	0,8	0,9	1,0	1,4	1,2	1,4	1,3
S-total (%)	0,7	1,1	0,7	1,0	0,9	1,3	1,7	1,0	1,0
C/N	8	14	14	13	10	8	8	10	11
B-total (mg/kg)	18	8	9	21	20	22	-	21	22
Cu-total (mg/kg)	319	225	328	361	314	263	255	275	326
Mo-total (mg/kg)	6,3	8,3	8,9	6,5	6,1	6,2	6,8	8,2	4,4
Zn-total (mg/kg)	507	1.930	939	1.070	885	1.000	766	791	1.220
CTC (mmol <sub>c</sub> /kg)	260	330	380	390	720	-	-	870	360
CRA (%)	76	117	68	98	82	-	-	72	94

Resultados analíticos expressos com base na matéria seca;  
 Determinações analíticas realizadas pelo laboratório do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP;  
 CTC = Capacidade de Troca de Cátions; CRA = Capacidade de Retenção de Água.

Os microrganismos patogênicos ao homem, quando presentes no lodo de esgoto, podem ser eliminados por diversas tecnologias, sendo a compostagem reconhecida por sua eficiência na higienização dos produtos fabricados a partir de resíduos orgânicos. Dados de monitoramento desses indicadores no produto fabricado pela Tera (tabela 2) evidenciam que há uma folga no atendimento aos limites legais, o que demonstra a segurança do produto.

O aproveitamento do lodo de esgoto na agricultura crescerá nos próximos anos, essencialmente devido aos avanços da legislação aplicável e ao aumento da sua geração dado pela melhoria dos índices de saneamento básico. O conhecimento das suas potencialidades, por parte dos agricultores, certamente trará benefícios à agricultura e à economia circular, e será uma alternativa importante à gestão dos resíduos gerados nos centros urbanos. ■

**Tabela 2. Teores de arsênio, selênio, metais pesados e indicadores de patogenicidade no fertilizante orgânico composto Classe B, obtido pela compostagem de lodo de esgoto e outros resíduos orgânicos urbanos, em lotes produzidos nos últimos nove meses, na planta de compostagem industrial de Jundiá, SP**

Determinações	Lotes (3.000 t/mês)									MAPA IN SDA 7/2016
	2019		2020							
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
	----- mg/kg -----									
Arsênio	< 1,0	10,3	5,2	4,1	4,4	3,8	4,3	5,2	3,2	20,0
Cádmio	0,8	1,2	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	1,0	0,6	3,0
Chumbo	23,1	25,4	26,1	20,9	20,5	20,0	19,3	23,4	13,8	150,0
Cromo hexavalente	0,7	0,6	0,5	< 0,5	< 0,5	1,6	0,9	0,9	0,6	2,0
Mercúrio	0,3	0,2	0,2	0,2	< 0,05	0,3	0,3	0,4	0,2	1,0
Níquel	28,3	32,8	27,5	21,7	24,7	21,4	21,8	27,7	16,0	70,0
Selênio	< 1,0	< 1,0	6,5	5,8	< 1,0	4,4	5,5	5,7	8,0	80,0
	Número Mais Provável/g de matéria seca (NMP/g de MS)									
Coliformes termotolerantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.000
	Ausência em 10g de matéria seca									
Salmonellas sp.	A	A	A	A	A	A	A	A	A	Ausência
	Número por 4 gramas de sólidos totais (n <sup>4</sup> em 4g de ST)									
Ovos viáveis de helmintos	0	0	0,2	0,2	0	0,2	0,2	0	0,4	1

Resultados analíticos expressos com base na matéria seca. As determinações analíticas dos elementos químicos foram realizadas pelo laboratório Bioagri Ambiental Ltda. NBR ISO/IEC CRL 0172. As determinações analíticas dos indicadores de patogenicidade foram realizadas pelo Instituto Agrônomo/Centro de P&D em Solos e Recursos Ambientais/Microbiologia do Solo.

**Referências bibliográficas**

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama no 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodo de esgoto gerado em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. *Diário Oficial* [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 ago. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SDA N° 7, de 12 de abril de 2016. Altera a Instrução Normativa SDA N° 27, de 5 de junho de 2006 que estabelece os limites máximos de contaminantes e agentes fitotóxicos patogênicos ao homem, animais e plantas a serem atendidos nos fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes. *Diário Oficial* [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 de maio de 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SDA N° 61, de 08 de julho de 2020. Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura. *Diário Oficial* [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 de julho de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama no 498, de 19 de agosto de 2020. Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências. *Diário Oficial* [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 de agosto de 2020.

**Eng. Agr. Fernando Carvalho Oliveira**  
Responsável Técnico Tera Ambiental Ltda.

**Eng. Agr. Jonas Jacob Chiaradia**  
Biossolo Agricultura & Ambiente S/S

**Eng. Agr. Cassio Hamilton Abreu Junior**  
Professor Associado do CENA/USP