



## II-407 - USO DO LODO DE ETE NA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTE ORGÂNICO: Uma análise da viabilidade ambiental

### **Frieda Keifer Cardoso<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (SMARH/UFMG). Especialista em O&M de Sistemas de Esgotamento Sanitário pela Japan International Cooperation Agency (JICA). Especialista em Gestão das Águas e Resíduos pelo MCidades & Hidroaid. Analista de Saneamento da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA MG). Doutoranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto (ProAmb/UFOP).

### **Evilania Alfnas Moreira**

Licenciada e Bacharel em Geografia pela UFMG, Bacharel em Direito (UFMG). Especialista em Estudos Ambientais (PUC Minas). Especialista em Direito Processual Civil e Direito Processual Penal (Faculdade Damásio). Mestre em Análise Ambiental (UFMG). Analista de Saneamento da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA MG) na Unidade de Serviço de Controle Ambiental.

### **Eliane Wolf**

Engenheira Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (SMARH/UFMG). Coordenadora Técnica do Projeto Compost Tree.

### **Ubiratam Nogueira**

Tecnólogo em Gestão Ambiental pelo Instituto Superior de Ciências da Saúde (INCISA). Especialista em Engenharia Ambiental pela Faculdade de Engenharia de Minas Gerais (FEAMIG).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Mar de Espanha, 453 – Bairro Santo Antônio - Belo Horizonte - MG - CEP: 30330-900 - Brasil - Tel: (31) 3250-1656 - e-mail: [frieda.keifer@copasa.com.br](mailto:frieda.keifer@copasa.com.br)

## **RESUMO**

O uso do lodo proveniente de estações de tratamento de esgoto como fertilizante orgânico vem ganhando força em muitos países por ser uma fonte de nutrientes essenciais para as plantas. Entretanto, seu uso demanda cuidados e atendimento às regulamentações específicas. A Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA MG) opera mais de 230 (duzentas e trinta) Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) e produz milhares de toneladas de lodo por mês. Em busca de uma parceria para o desenvolvimento de um Projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), a COPASA MG conheceu a Transplantar Tree e juntas desenvolveram o Sistema Compost Tree (SCT) que associa a compostagem de resíduos orgânicos com a criação de bovinos, despertando a atenção como forma de tratamento e disposição final ambientalmente adequada para o lodo proveniente das ETEs. Escolheu-se a ETE Veneza, operada pela COPASA MG, com sistema de desidratação de lodo manual, através de leitos de secagem. Utilizou-se 10 (dez) toneladas de lodo de esgoto associadas a 10 (dez) toneladas de material estruturante (galhos e folhas), provenientes das podas urbanas resultantes das atividades da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Após decorrer o prazo necessário para a compostagem e controles posteriores, o produto final foi caracterizado através de análises laboratoriais físico-químicas e microbiológicas. Os parâmetros preconizados nas Instruções Normativas do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) foram atendidos. A utilização do lodo de ETEs para a produção de Fertilizante Orgânico Composto Classe B através do Sistema Compost Tree, além de ser um trabalho pioneiro, é também uma alternativa de destinação ambientalmente adequada, se enquadrando nos princípios de reciclagem, em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) e nas regras sobre os fertilizantes orgânicos destinados à agricultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodo de esgoto, fertilizante orgânico, compostagem, compost barn, Sistema Compost Tree.



## INTRODUÇÃO

O termo “lodo” tem sido utilizado para designar os subprodutos sólidos do tratamento de esgotos. Apesar de ser constituído de mais de 95% de água na maior parte das etapas de seu manuseio, por convenção é denominado fase sólida, para distingui-lo do fluxo líquido sendo tratado, designado por fase líquida (VON SPERLING, 2014).

Um problema enfrentado no processo de tratamento do esgoto é o destino a ser dado para o lodo gerado no processo, sendo hoje o mais comum, o aterro sanitário. Isso traz implicações, como: o número reduzido de aterros sanitários licenciados no país, redução da capacidade de recebimento do lodo pelos aterros existentes, assim como impactos econômicos e ambientais associados à aquisição de novas áreas para o recebimento deste resíduo. Alternativas adotadas, como a incineração, também trazem problemas ambientais, como a poluição atmosférica, se os gases não receberem o tratamento devido.

Estes problemas tendem a se agravar com o crescimento da população e, como consequência, o aumento da geração de águas residuárias e do lodo resultante do tratamento dos esgotos. Por isso, tem-se buscado alternativas ambientalmente adequadas e economicamente viáveis para a destinação do lodo de esgoto, tais como: a compostagem para uso agrícola, condicionante do solo ou recuperação de áreas degradadas, combustível para usinas térmicas, matéria-prima para a produção de cimento, dentre outras.

O lodo de esgoto é rico em nutrientes, como: matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, o que favorece sua utilização como fertilizante orgânico, desde que adequadamente tratado e manuseado. Contaminantes, como: metais pesados, compostos orgânicos pouco degradáveis e agentes potencialmente patogênicos, devem ser removidos. O uso do lodo como condicionante do solo e fertilizante orgânico, seguindo regulamentações específicas estabelecidas com base em estudos de avaliação de risco, já é prática comum em muitos países (MARTINS, 2021). No Brasil existem pesquisas em andamento, com vistas a demonstrar que os fertilizantes orgânicos podem ser utilizados com segurança como fonte de micronutrientes para culturas, sendo uma alternativa de baixo custo e ambientalmente correta aos fertilizantes minerais (PRATES, 2022).

Nesse contexto, o trabalho apresenta um estudo de viabilidade ambiental para o uso de lodo de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), para produção de fertilizante orgânico composto classe B, a partir do processo de compostagem denominado Sistema Compost Tree (SCT).

## OBJETIVO DO TRABALHO

No sentido de buscar uma alternativa sustentável para o destino do lodo de esgoto, este trabalho tem como objetivo a produção e análise técnica do fertilizante orgânico composto classe B, produzido por meio do Sistema Compost Tree (SCT), utilizando o lodo proveniente da ETE Veneza, localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), operada pela COPASA MG, as podas urbanas geradas nas atividades da CEMIG e os dejetos de animais da Transplantar Tree, visando a viabilidade ambiental do produto final.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do projeto selecionou-se a ETE Veneza, operada pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG). A ETE Veneza é dotada de reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (Reator UASB), filtro biológico percolador e decantador secundário (Figura 1). A ETE iniciou sua operação em março de 2015 e atualmente tem uma capacidade instalada de 60 L/s. O processo de desidratação do lodo é manual, por meio de leito de secagem, conforme mostrado na Figura 2. A Tabela 1 contém as principais características da ETE Veneza.



Figura 1 – Vista aérea da ETE Veneza.



Figura 2 – Leito de secagem usado para desidratação do lodo da ETE.

Tabela 1: Principais características das ETEs.

ETE/ Descrição	ETE VENEZA
Sistema de Tratamento	Reator UASB + Filtro Biológico Percolador + Decantador Secundário
Capacidade instalada (L/s)	60
Início de operação	Mar/2015
Desidratação do Lodo	Manual: Leito de secagem

Fonte: elaborado pela autora (2024).

Para a composição do lote utilizou-se 10 toneladas de lodo de esgoto (submetido a higienização por 7 dias) e 10 toneladas de material decorrente do SCT. Este sistema consiste em um galpão coberto, piso cimentado recoberto por uma cama de material orgânico, no geral galhos e folhas decorrentes da poda de árvores e trituração, conforme Figuras 3 a 6.

Nesta cama são depositados os dejetos dos animais (urina e fezes), os quais são incorporados à cama por meio de revolvimento mecânico. Isto promove a incorporação de oxigênio ao meio e favorece o processo de decomposição aeróbia do material. Tem-se assim a associação de uma fonte de carbono (material da cama) com a matéria orgânica rica em nitrogênio (folhas, fezes e urina) e oxigênio (revolvimento), levando à primeira etapa da compostagem do material (pré-composto), além de promover uma superfície seca e confortável para os animais deitarem e se locomoverem.



Figura 3 – Trituração do material proveniente das podas.



Figura 4 – Leira contendo material triturado.





**Figura 5 – Montagem da cama do gado.**



**Figura 6 – Gado confinado.**

A ideia deste sistema é proporcionar maior conforto, saúde, proteção e bem-estar às vacas, sendo uma adaptação ao sistema de confinamento denominado Compost Barn (CB) que emprega vacas leiteiras e visa o aumento da produtividade de leite. No SCT as vacas leiteiras foram substituídas por vacas matrizes e visa a produção de fertilizante orgânico.

Em uma segunda etapa, o lodo de esgoto, primeiramente, é disposto na baia de higienização, onde é transformado em biossólido (Figura 7). Posteriormente, o biossólido é incorporado ao material pré-compostado (Figura 8), sendo disposto em leiras triangulares (Figura 9).



**Figura 7 – Baia de higienização do lodo.**



**Figura 8 – Incorporação do biossólido na leira de material pré-compostado.**

O controle da temperatura, umidade e aeração das leiras é fundamental para garantir as fases mesofílica e termofílica no processo de compostagem. A Figura 10 mostra a medição da temperatura de uma leira e a Figura 11, o fertilizante orgânico composto classe B, produzido pelo SCT.



**Figura 9 – Medição da temperatura da leira.**



**Figura 10 – Medição da temperatura da leira.**



**Figura 11 – Fertilizante orgânico composto classe B - SCT**

As análises do lodo e do fertilizante orgânico composto classe B foram realizadas por laboratórios acreditados na ISO 17025/2001, tendo sido adotadas normas técnicas cientificamente reconhecidas, discriminadas nos laudos dos resultados analíticos. As Figuras 12 e 13 apresentam etapas do quarteamento do produto final, para encaminhamento ao laboratório.



**Figuras 12 e 13 – Etapa do quarteamento e coleta de amostras.**

## RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Para um maior entendimento dos resultados obtidos, faz-se necessário a apresentação de dois conceitos:

- biossólido: de acordo com a Resolução CONAMA 498/2020, é o produto do tratamento do lodo de esgoto sanitário que atende aos critérios microbiológicos e químicos estabelecidos nesta Resolução, estando, dessa forma, apto a ser aplicado no solo.
- fertilizante orgânico composto Classe B: segundo a IN MAPA 61/2020, é o produto que utiliza, em sua composição, quaisquer quantidades de matérias-primas orgânicas geradas nas atividades urbanas, incluindo lodos gerados em ETEs.

O trabalho iniciou com a caracterização físico-química e microbiológica do lodo gerado na ETE Veneza. Após decorrer o prazo necessário para a compostagem e posteriores controles, o produto final, fertilizante orgânico composto classe B, foi caracterizado através de análises laboratoriais físico-química e microbiológica. Foram analisados os parâmetros exigidos pelas Instruções Normativas do MAPA e pela Resolução CONAMA 498/2020 que trata da produção e aplicação de biossólidos em solos.

A Tabela 2 apresenta os resultados do composto e os limites máximos de contaminantes admitidos em fertilizantes orgânicos (IN MAPA SDA 7/2016, que altera a IN MAPA SDA 27/2006) e biossólidos (Resolução CONAMA 498/2020).

**Tabela 2 – Contaminantes.**

PARÂMETRO	FERTILIZANTE	IN SDA MAPA 7/2016	RESOLUÇÃO CONAMA 498/2020 (Classe 1)
Arsênio (As) total mg/kg	0,81	20,00	41,00
Cádmio (Cd) total mg/kg	0,22	3,00	39,00
Chumbo (Pb) total mg/kg	12,40	150,00	300,00
Mercurio (Hg) total mg/kg	<0,11	1,00	17,00
Níquel (Ni) total mg/Kg	3,60	70,00	

Fonte: elaborado pela autora (2024).

Os micronutrientes têm alta importância no solo. Mas, por serem exigidos em pequenas quantidades, é comum o excesso desses nutrientes causarem prejuízos as culturas agrícolas. No entanto, a falta deles compromete o desenvolvimento e a produtividade.

A Tabela 3 apresenta os resultados do fertilizante orgânico composto classe B, para os micronutrientes (IN MAPA SDA 7/2016, que altera a IN MAPA SDA 27/2006 e Resolução CONAMA 498/2020).

**Tabela 3 – Micronutrientes**

PARÂMETRO	FERTILIZANTE	IN SDA MAPA 7/2016	RESOLUÇÃO CONAMA 498/2020
Boro (B) total mg/kg	0,0068	-	-
Cobalto (Co) total mg/kg	0,0006	-	-
Cobre (Cu) total mg/kg	0,0031	-	1.500
Ferro (Fe) total %	4,16	-	-
Manganês (Mn) total mg/kg	0,037	-	-
Molibdênio (Mo) total mg/kg	0,0002	-	50
Níquel (Ni) total mg/kg	3,6	70	420
Selênio (Se) total mg/kg	<0,24	80	36
Si total mg/kg	106,7	-	-
Zn total mg/kg	0,013	-	2.800

Fonte: elaborado pela autora (2024).

Os organismos patogênicos são indicadores de contaminação fecal. O processo de compostagem é capaz de reduzi-los e até mesmo eliminá-los.

A Tabela 4 apresenta os resultados do composto para os parâmetros microbiológicos (IN MAPA SDA 7/2016, que altera a IN MAPA SDA 27/2006).

**Tabela 4 – Parâmetros microbiológicos.**

PARÂMETRO	FERTILIZANTE	IN SDA MAPA 7/2016
Coliformes termotolerantes (NMP/g de MS)	3,8	1.000,00
Ovos viáveis de Helmintos (n° em 4g de ST)	Ausente	1,00

Fonte: elaborado pela autora (2024).



Os macronutrientes são elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas, sendo eles: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Cada macronutriente tem funções e importância diferentes.

A Tabela 5 apresenta os resultados do composto para os macronutrientes do fertilizante orgânico composto (IN MAPA 61/2020).

**Tabela 5 – Macronutrientes (teor mínimo).**

PARÂMETRO	FERTILIZANTE	IN MAPA 61/2020 (%)
Nitrogênio (N)	1,1	0,50
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,88	1,00

Fonte: elaborado pela autora (2024).

A Tabela 6 apresenta os resultados do composto para os teores mínimos e garantias do fertilizante orgânico composto (IN MAPA 61/2020).

**Tabela 6 – Teores mínimos e Garantias.**

PARÂMETRO	FERTILIZANTE	IN MAPA 61/2020
Umidade a 60-65 °C % (máx)	20,6 %	50%
Densidade g/mL	0,51	-
Capacidade de troca catiônica (CTC) mmolc/dm <sup>3</sup> (min)	364	CD*
Capacidade de retenção de água (CRA10) % m/m	91	-
Condutividade elétrica (EC) dS/m	255	-
Matéria Orgânica Total	35,01	-
Carbono Orgânico (CO) min	12,3	15 %
Relação C/N (máx)	11,18	20
Relação CTC/C (min)	29,59	CD*
pH em CaCl <sub>2</sub>	5,59	CD*

\* CD – Conforme declarado. Fonte: elaborado pela autora (2024).

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

A IN MAPA 61/2020 estabelece as regras para especificações e demais exigências dos fertilizantes orgânicos, destinados à agricultura. A IN MAPA SDA 7/2016, que altera a IN MAPA SDA 27/2006, dispõe sobre a importação e comercialização, para produção de fertilizante orgânico. Já a resolução CONAMA 498/2020 define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biofertilizante em solos. Os resultados apresentados neste trabalho serão comparados com as legislações aqui citadas.

De acordo com a IN MAPA 61/2020, o fertilizante orgânico composto produzido pelo sistema Compost Tree é classificado como classe B, por possuir matérias-primas orgânicas geradas nas atividades urbanas, no caso, lodos gerados em estações de tratamento de esgotos.

As substâncias químicas inorgânicas do fertilizante, apresentadas na Tabela 2, estão bem abaixo dos limites preconizados tanto na IN MAPA SDA 7/2016 quanto na Resolução CONAMA 498/2020. O fertilizante atende ambas as legislações.

Em relação aos limites máximos dos micronutrientes, o fertilizante apresenta na Tabela 3, um excelente resultado, com valores bem abaixo dos valores exigidos em ambas as legislações.



Quanto aos agentes patogênicos, os resultados das análises mostraram a eliminação quase total dos coliformes termotolerantes e remoção total de ovos de helmintos, em conformidade com a legislação referente. Os resultados indicam a viabilidade do uso do composto na recuperação de nascentes, de áreas degradadas, e em Áreas de Preservação Permanente (APPs), onde são exigidos maiores cuidados para não haver o comprometimento da qualidade dos cursos d'água. De acordo com os parâmetros microbiológicos apresentados na Tabela 4, o fertilizante orgânico composto classe B atende a IN MAPA SDA 7/2016. Se comparado com a Resolução CONAMA 498/2020, o fertilizante seria classe A.

Os macronutrientes apresentados na Tabela 5, Nitrogênio (N) e Fósforo ( $P_2O_5$ ), demonstram que o produto final possui potencial para a melhoria do solo, ou seja, apresentam valores maiores do que o mínimo exigido na IN MAPA 61/2020.

A umidade de 20,6 %, apresentada na Tabela 6 é um bom indicador para fertilizante orgânico, demonstrando maior teor de sólidos em relação a água. A legislação estabelece como parâmetro, até 50 % de umidade.

O pH de 5,59, próximo à neutralidade e a relação C/N do fertilizante de 11,18, apresentados na Tabela 6, indicam que o fertilizante encontra-se bioestabilizado e curado.

## CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

A produção de fertilizantes orgânicos no Brasil ganha uma importância estratégica, especialmente em meio à guerra na Ucrânia, um grande produtor global de fertilizantes químicos. A dependência excessiva de importações desses insumos químicos coloca o país em uma posição vulnerável diante de flutuações de mercado e crises geopolíticas. Investir na produção nacional de fertilizantes orgânicos não apenas reduziria essa dependência, mas também promoveria práticas agrícolas mais sustentáveis e amigáveis ao meio ambiente, além de fortalecer a autonomia econômica do Brasil no setor agrícola.

O Projeto PD&I Compost Tree encontra-se integrado com os objetivos estratégicos do Plano Nacional de Fertilizantes - PNF 2022-2050, dentre eles:

- estimular a capacitação de recursos humanos para atuar nas áreas de pesquisa, desenvolvimento e inovação, visando a nutrição das plantas;
- estimular a adoção de boas práticas de produção de fertilizantes e na exploração sustentável do ecossistema;
- estimular a divulgação ampla dos conceitos científicos do PNF 2022-2050, a fim de promover a oferta sustentável e competitiva de fertilizantes e insumos para nutrição de plantas;
- estimular o ambiente de inovação para produtos e tecnologias, com vistas ao desenvolvimento de novas fontes de insumos para nutrição de plantas, de maneira competitiva e sustentável; e
- avaliar os cenários internacionais de exploração mineral, de oferta de matéria-prima e de fertilizantes acabados, com vistas à integração da produção brasileira no mercado global.

Além do alinhamento com a PNF 2022-2050, torna-se crucial destacar a estreita relação entre o Projeto PD&I Compost Tree e a Agenda ESG da COPASA MG e das instituições parceiras. Onde a sustentabilidade e a responsabilidade corporativa ocupam lugar central nas expectativas dos investidores, consumidores e reguladores, a Companhia tem a oportunidade de se destacar e fortalecer sua posição no mercado. Os projetos de PD&I mostram, não só o compromisso das empresas com a preservação do meio ambiente e o bem-estar social, mas também geram valor a longo prazo, impulsionando a competitividade e a resiliência do negócio.

Ao alinhar essas iniciativas com os princípios da Agenda ESG, a COPASA MG e as instituições parceiras não só atendem às expectativas do mercado, mas também contribuem para a construção de um futuro mais promissor para toda a sociedade.

Destaca-se a relevância do impacto deste projeto, transformando o resíduo em novo produto, evitando a extração de novas matérias, assim como os impactos associados ao descarte dos resíduos.





Todos os parâmetros analisados apresentaram valores dentro dos limites estabelecidos pelas instruções normativas do MAPA: IN SDA 61/2020 e IN SDA 7/2016 e Resolução CONAMA 498/2020.

A utilização do lodo da ETE para a produção de fertilizante orgânico composto classe B, por meio do sistema Compost Tree, atende às exigências para os fertilizantes orgânicos compostos destinados à agricultura, constituindo uma alternativa ambientalmente adequada para a destinação final do lodo de esgoto.

A prática ainda se enquadra nos princípios de reciclagem e de economia circular, em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010); contribui para a redução de passivos ambientais e aumento da vida útil dos aterros e transforma resíduos em produtos úteis para outros segmentos.

Como recomendações, propõe-se:

1. Análise do solo antes e após a aplicação do fertilizante orgânico composto classe B, produzido pelo Sistema Compost Tree;
2. Avaliação do comportamento dos contaminantes no solo e culturas, após a aplicação do fertilizante orgânico composto classe B, produzido pelo Sistema Compost Tree;
3. Realização de testes de campo para certificação dos benefícios para o solo e culturas;
4. Otimização da proporção de lodo de ETE na mistura a ser compostada.

Por fim, é importante destacar que assim como o tratamento de esgoto adotado depende de diferentes fatores como: disponibilidade de área, condições climáticas, viabilidade técnica, operacional e econômica, minimização de impactos ambientais, também a destinação do lodo deve ser definida a partir da ponderação de questões como: características do lodo, estudos de viabilidade econômica, logística de transporte, impactos ambientais, além do contexto social e político do ambiente em que a ETE se insere.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaios e calibração. Rio de Janeiro, 2001.
2. BRASIL. Decreto nº 10.991, de 11 de março de 2022. Institui o Plano Nacional de Fertilizantes 2022-2050 e o Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas. Diário Oficial da União, 11 março de 2022.
3. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2 de agosto de 2010.
4. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 27, de 05 de junho de 2006. Dispõe sobre a importação ou comercialização, para produção, de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes. Brasília, DF, 09 de junho de 2006.
5. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 7, de 12 de abril de 2016. Altera os anexos IV e V da Instrução Normativa SDA nº 27, de 05 de junho de 2006. Diário Oficial República Federativa do Brasil, MAPA. Brasília, DF, 02 de maio 2016.
6. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 61, de 8 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. Brasília, DF, 8 de julho de 2020.
7. 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 bioresíduos em solos, e dá outras providências. Brasília, DF, 2020.
8. MARTINS, S. F.; ESPERANCINI, M. S. T.; QUINTANA, N. R. G.; BARBOSA, F. S. Análise econômica da produção de lodo de esgoto compostado para fins agrícolas na estação de tratamento de esgoto de Botucatu-SP. Energia na Agricultura, Botucatu, v. 36, n. 2, p. 218-229, abr./jun. 2021.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA SANITÁRIA  
E AMBIENTAL



9. PRATES, A. R.; KAWAKAMI, K. C.; COSCIONE, A. R.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ARF, O.; ABREU-JUNIOR, C. H.; OLIVEIRA, F. C.; MOREIRA, A.; GALINDO, F. S.; HE, Z.; JANI, A. D.; CAPRA, G. F.; GANGA, A.; NOGUEIRA, T. A. R. Composted sewage sludge sustains high maize productivity on an infertile Oxisol in the Brazilian Cerrado. *Land*, 2022, 11, 1246. <https://doi.org/10.3390/land11081246>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/search?q=composted+sewage&journal=land>. Acesso em 3 fev. 2024.
10. VON SPERLING, Marcos; ANDREOLI, Cleverson V.; FERNANDES, Fernando. Lodo de Esgotos: tratamento e disposição final. 2 ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG; SANEPAR, 2014 (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. v. 6).