

II-691 - AVALIAÇÃO DO FERTILIZANTE ORGÂNICO CLASSE B PRODUZIDO A PARTIR DE LODO DE ETE PELO SISTEMA COMPOST TREE

Frieda Keifer Cardoso⁽¹⁾

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.

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.

Denilson José Tassinari

Engenheiro Sanitarista e Ambiental. Mestre em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. Doutorando Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais – SMARH/UFMG. Engenheiro Ambiental e Coordenador do Plano Municipal de Saneamento Básico e de Resíduos na Prefeitura Municipal de São Joaquim de Bicas/MG.

Wilfrid Keller Schwabe

Engenheiro Químico pela Universidad Técnica Federico Santa Maria, Chile. Doutor em Materiais Inorgânicos Não - Metálicos e Pós-doutor em Construção de Fornos Industriais pela RWTH Aachen University - Alemanha. Pesquisador Sênior da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

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⁽¹⁾: 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

RESUMO

O uso de lodo resultante do tratamento de águas residuais urbanas como fertilizante orgânico tem sido uma prática comum em muitas partes do mundo, haja vista ser uma fonte rica de nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) para as plantas. Contudo, deve ser tratado e manuseado de forma adequada, conforme regulamentações específicas. A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA MG opera mais de 200 (duzentas) Estações de Tratamento de Esgotos - ETEs. A disposição final do lodo de esgoto vem se caracterizando como um desafio para a COPASA MG. A Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH produz aproximadamente 250 ton de lodo desidratado/dia. Em busca de uma parceria para o desenvolvimento de um Projeto de PD&I, a COPASA MG conheceu a Transplantar Tree e juntas desenvolveram o Sistema Compost Tree. O sistema associa a compostagem de resíduos orgânicos com a criação de bovinos, despertando a atenção como forma de tratamento e disposição final ambientalmente adequada do lodo proveniente das ETEs. Foram escolhidas duas ETEs operadas pela COPASA MG, com sistemas de desidratação de lodo diferentes. Utilizou-se 110 ton de lodo de esgoto (10 ton do Lodo ETE Veneza e 100 ton do Lodo ETE Nova Contagem) associados a 110 ton de material estruturante (galhos e folhas). O material estruturante foi cedido pela Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG. Após decorrer o prazo necessário para a compostagem e controles posteriores, o produto final será caracterizado através de análises laboratoriais físico/químico/microbiológicos e o resultado será comparado com os limites preconizados pela IN 61 do MAPA. A utilização do lodo de ETEs para a produção de Fertilizante Orgânico Composto Classe B utilizando 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 (IN MAPA 61/2020).

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de esgoto, fertilizante orgânico, compostagem, Compost Barn, Compost Tree.

INTRODUÇÃO

O crescimento da população causa o aumento da geração de águas residuárias e, não na mesma proporção, tem-se um incremento nas Estações de Tratamento de Esgotos - ETEs. Consequentemente, cresce a quantidade de lodo gerada nestas unidades, sendo um grande desafio para as operadoras de Sistemas de Esgotamento Sanitário – SESs, o seu destino ambientalmente adequado.

O lodo de esgoto é o subproduto gerado nas ETEs. Por ser uma fonte rica em nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, o lodo de esgoto pode ser utilizado como fertilizante orgânico em áreas agrícolas, desde que seja tratado e manuseado de forma adequada, visando garantir a segurança ambiental e de saúde pública.

O processo de tratamento do lodo de esgoto envolve a remoção de contaminantes como por exemplo, patógenos e metais pesados. O uso de lodo de esgoto como fertilizante orgânico tem sido uma prática comum em muitas partes do mundo. Para tal uso, o lodo de esgoto deve seguir regulamentações e legislações específicas para garantir sua segurança e efetividade. Além disso, é recomendado que sejam realizados testes de solo e análises laboratoriais para determinar a quantidade e a composição do lodo de esgoto a ser utilizado, garantindo assim sua eficácia como fertilizante e a saúde das plantas.

A natureza cíclica dos processos biogeoquímicos é um importante princípio da ecologia. Os laços de realimentação dos ecossistemas são as vias ao longo das quais os nutrientes são continuamente reciclados. Sendo sistemas abertos, todos os organismos de um ecossistema produzem resíduos, mas o que é resíduo para uma espécie se torna alimento para outra, de modo que o ecossistema como um todo permanece livre de resíduos (CAPRA, 2006).

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA MG opera mais de 200 (duzentas) ETEs, que devem cumprir os padrões de lançamento de efluentes e demais requisitos da legislação ambiental e ainda, atender às normas e regulamentos referentes à prestação de serviço de esgotamento sanitário, determinados pela Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais, ARSAE-MG.

A disposição final do lodo de esgoto vem se caracterizando como um desafio para a COPASA MG e demais operadoras de ETEs. O aumento do número de ETEs causa um incremento da produção de lodos de esgotos. A Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH produz aproximadamente 250 toneladas de lodo desidratado por dia. Só na ETE Arrudas, a maior ETE de Minas Gerais, são geradas, em média, 2.100 toneladas de lodo de esgoto por mês, com teor de sólidos próximo de 25%.

Atualmente as principais alternativas de tratamento e disposição final de lodos de esgoto incluem sua disposição em aterros sanitários, aterros industriais, incineração, recuperação de áreas degradadas, uso como fertilizante, reflorestamento e landfarming. A destinação final utilizada pela COPASA MG dos lodos gerados em suas ETEs é o aterro sanitário.

Em consonância com o Marco Legal do Saneamento (Lei 14.026/2020) e o Pacto Global da ONU, a COPASA MG busca implementar melhorias nas suas unidades operacionais, visando fomentar o desenvolvimento sustentável para assegurar a melhoria contínua, a universalização dos serviços de água e esgoto na sua área de atuação e o atendimento ao arcabouço legal e regulatório.

Assim, a COPASA MG conheceu o projeto da Cidade de Saga, no Japão (Figuras 1 e 2), no qual o lodo gerado na ETE da cidade é transformado em fertilizante orgânico através de processo de compostagem. Tal projeto inspirou a COPASA MG a buscar parceria para o desenvolvimento de um Projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - PD&I, baseado em alternativas sustentáveis para a disposição final de lodo gerado em ETEs e energias renováveis.

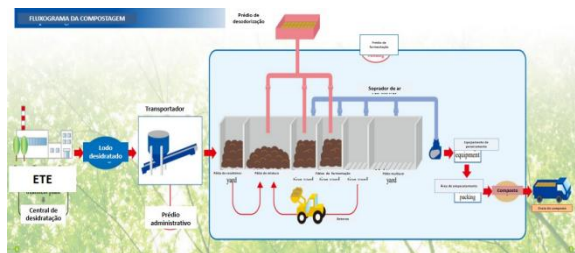


Figura 1: Fluxograma da compostagem de lodo em Saga - Japão.



Figura 2: Usina de compostagem de lodo em Saga - Japão.

Em busca de uma parceria para o desenvolvimento de um Projeto de PD&I similar, a COPASA MG conheceu a empresa de serviços ambientais, a Transplantar Tree e juntas, desenvolveram o Projeto de PD&I Compost Tree.

OBJETIVO

Avaliar o Fertilizante Orgânico Composto Classe B produzido por meio do Sistema Compost Tree - Sistema CT, utilizando o lodo proveniente de ETEs da Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH.

MATERIAIS E MÉTODOS

Escolha das ETEs

Para o desenvolvimento do referido Projeto de PD&I, foram escolhidas duas ETEs, operadas pela COPASA MG, com sistemas de desidratação de lodo diferentes, localizadas na RMBH. A Tabela 1 contém as principais características das ETEs.

Tabela 1: Principais características das ETEs.

ETE/ Descrição	ETE NOVA CONTAGEM	ETE VENEZA
Sistema de Tratamento	Reator UASB + Filtro Biológico Percolador + Decantador Secundário	Reator UASB + Filtro Biológico Percolador + Decantador Secundário
Capacidade instalada (L/s)	136	60
Início de operação	Fev/2008	Mar/2015
Desidratação do Lodo	Mecanizada: Centrífuga	Manual: Leito de secagem

As Figuras 3 e 4 apresentam uma vista geral das ETEs. As Figuras 5 e 6 apresentam os sistemas de desidratação de lodo das ETEs.



Figura 3: Vista geral da ETE Nova Contagem.



Figura 4: Vista geral da ETE Veneza.



Figura 5: Lodo ETE Nova Contagem - desidratado em centrífuga.



Figura 6: Lodo ETE Veneza - desidratado em leito de secagem.

Para o desenvolvimento do referido Projeto de PD&I, foram utilizados dois tipos de lodo:

- Lodo ETE Nova Contagem: desidratação mecânica (centrífuga);
- Lodo ETE Veneza: desidratação manual (leito de secagem).

A caracterização do lodo consiste na coleta das diferentes amostras (uma amostra para cada tipo de lodo) e análises físico-químicas e microbiológicas. A COPASA MG contratou o laboratório Bioagri Ambiental Ltda para a caracterização das amostras dos dois diferentes tipos de lodo.

O sistema denominado Compost Tree (CT) se dá por meio de uma adaptação ao sistema de confinamento denominado Compost Barn¹ (CB). Este sistema consiste em um galpão coberto, piso cimentado recoberto por uma cama de material orgânico, no geral palhas de diversas procedências ou serragem de madeira, em um espaço coletivo para o manejo, circulação, descanso, alimentação e dessedentação dos animais. Nesta cama são depositados os dejetos e urina dos animais, que entram em processo de compostagem ao longo do tempo. Em alguns locais faz-se necessário a implantação de sistema de ventilação para amenizar o calor produzido pela compostagem das camas e dos animais. A ideia deste sistema é proporcionar maior conforto, saúde, proteção e bem-estar a vacas leiteiras, visando o aumento da produtividade de leite.

No sistema CT as vacas leiteiras foram substituídas por vacas matrizes, pois o seu objetivo principal é a compostagem. A cama é constituída de galhos e folhas triturados decorrentes da poda de árvores, além de alterações na estrutura do galpão, para melhor ventilação, alimentação e dessedentação animal. O composto a ser produzido, conforme IN MAPA 61/2020, é denominado Fertilizante Orgânico Composto Classe B.

O processo se divide basicamente em duas etapas, sendo a primeira etapa da compostagem realizada com a cama de matéria orgânica que recobre o piso do galpão (formada pela matéria verde e parte lenhosa e fibrosa das podas de árvores, com altura de 40 a 60 cm). Esta base é enriquecida com os dejetos e a urina dos bovinos, os quais são incorporados à cama por meio de revolvimento mecânico. Isto promove a incorporação de oxigênio ao meio e favorece o processo de degradação 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, além de promover uma superfície seca e confortável para os animais deitarem e se locomoverem.

Na segunda etapa o material pré-compostado (por volta de 30 dias) é levado ao pátio de compostagem, onde é inoculado o lodo de ETE, já maturado por um período de 7 dias (essa maturação visa a higienização do lodo para a redução de patógenos). Leiras triangulares são formadas com esta mistura, seguindo-se o seu revolvimento, utilizando-se de pá carregadeira. Essa operação garante a aeração do material, o controle da temperatura na fase termofílica (de 50 a 80 °C) e da umidade, evitando-se odores indesejáveis e a proliferação de insetos. Ao final, tem-se a estabilização do material compostado por meio da sua humificação.

¹Este sistema foi criado por produtores norte-americanos, chegando ao Brasil em 2001. Com o passar do tempo aumentou-se o número de adeptos ao sistema, havendo relatos de sua adoção em diversos países, entre eles Estados Unidos, especialmente no Centro-Oeste e Nordeste, Japão, China, Alemanha, Itália, Holanda, Israel, Dinamarca e, no Brasil (DAMASCENO, 2012). Ele apresenta menor custo inicial de construção, comparado a outros sistemas confinados (PEREIRA et al., 2014), e proporciona resultados iguais ou superiores aos demais, aliados a fatores de melhor conforto e bem-estar animal.

A Figura 7 apresenta o fluxograma do projeto, para a produção de Fertilizante Orgânico Composto Classe B.

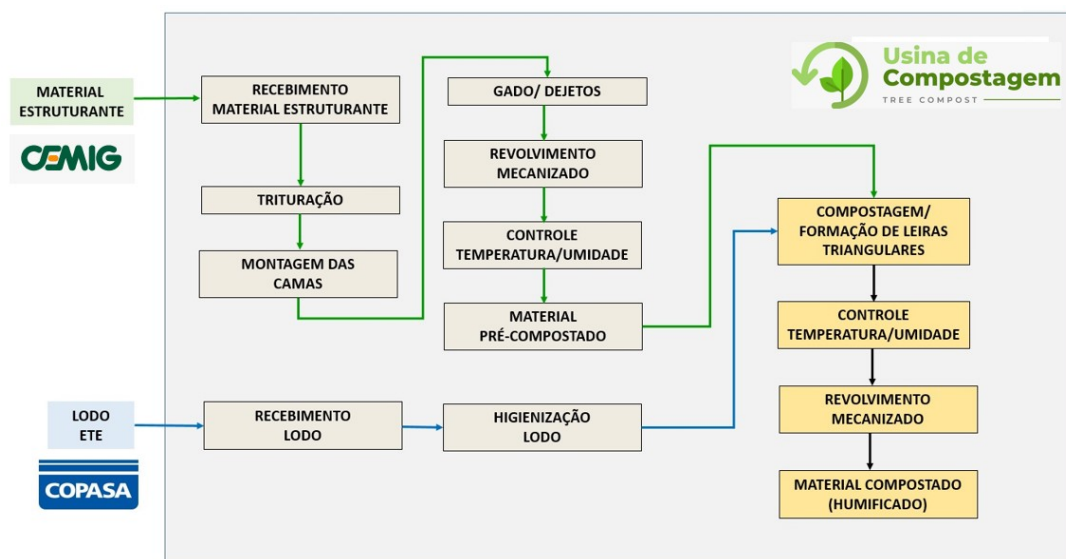


Figura 7: Fluxograma do Projeto PD&I Tree Compost.

RESULTADOS

Para o desenvolvimento do Projeto de PD&I Compost Tree, foram utilizadas 110 ton de lodo de esgoto (10 ton do Lodo ETE Veneza e 100 ton do Lodo ETE Nova Contagem) associados a 110 ton de material estruturante (galhos e folhas). Todo o material estruturante foi cedido pela Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG.

Caracterização do lodo das ETES

O Projeto de PD&I Compost Tree iniciou com a caracterização dos lodos gerados nas ETES da COPASA MG. Nesse experimento realizou-se a caracterização físico-química e microbiológica em duas amostras de lodo desidratado por meio de processos diferentes: secagem em centrífuga e leito de secagem natural. As amostras foram denominadas da seguinte forma:

- ✓ Lodo ETE Nova Contagem - lodo desidratado em centrífuga;
- ✓ Lodo ETE Veneza - lodo desidratado em leitos de secagem.

A Tabela 2 apresenta os principais parâmetros avaliados.

Tabela 2: Caracterização dos lodos.

Parâmetro	Unidade	Lodo ETE Nova Contagem (Centrífuga)	Lodo ETE Veneza (Leito de Secagem)
% Sólidos	%	23,1	87,2
pH	-	7,44	5,91
Umidade	%	76,9	12,8
Densidade Aparente	g/cm ³	0,67	0,66
Sólidos Totais	%	23,1	87,2
Sólidos Voláteis	%	13,1	33,1
NTK	mg/kg	8530	14900
Fósforo	mg/kg	6200	4290
Potássio	mg/kg	967	1150
Cálcio	mg/kg	12900	6180
Magnésio	mg/kg	1810	1120
Sódio	mg/kg	370	180
Ovos Viáveis de Helminthos	Ovos/g de ST	0,92	<0,25
Arsênio	mg/kg	1,69	2,28
Bário	mg/kg	308	227
Cádmio	mg/kg	0,575	<0,1
Cromo	mg/kg	25,5	20,3
Cobre	mg/kg	122	85,3
Mercurio	mg/kg	0,281	0,164
Molibdênio	mg/kg	7,26	4,57
Níquel	mg/kg	11,8	7,74
Chumbo	mg/kg	21,2	12
Selênio	mg/kg	<1	<1
Zinco	mg/kg	1070	331

Coleta e transporte do lodo das ETEs

A coleta do lodo das ETEs foi realizada pela Equipe COPASA MG e o transporte, pela Equipe Tree Compost (Figuras 8 e 9).



Figuras 8 e 9: Coleta e transporte do Lodo ETE Veneza.

Higienização do lodo das ETEs

A Compostagem é um método aeróbio de reciclagem e tratamento dos resíduos orgânicos que tenta reproduzir algumas condições ideais observadas no processo natural para acelerar a degradação bem como garantir o sucesso e segurança do processo. Desta forma, é feito um controle da umidade, da temperatura e do nível de oxigênio e nutrientes (carbono/nitrogênio), favorecendo que os macro e micronutrientes (fungos e bactérias) atuem na acelerada degradação da matéria orgânica, garantindo a eliminação dos patógenos e evitando a presença de vetores de doenças.

Os respectivos controles têm início no piso do galpão das vacas, medindo-se diariamente a temperatura do material estruturante, considerando que o mesmo recebe além de excrementos das vacas, a urina que é rica em ureia e também muito volátil.

A medição da temperatura do lodo proveniente das ETEs também é feita de forma contínua e diária, pois este é um parâmetro importante no processo de higienização do lodo para eliminação de alguns patógenos, além de determinar o momento ideal para fazer a inoculação deste lodo no processo da compostagem

Para o processo de higienização e armazenamento temporário do lodo proveniente das ETEs Nova Contagem e Veneza, foi necessária a construção da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Classe II A (Figuras 10 e 11).



Figuras 10 e 11: Lodo ETE Veneza e Lodo ETE Nova Contagem na Central de Armazenamento Temporário para o processo de higienização.

Implantação do Galpão/ Compost Tree

A implantação do galpão tem por finalidade o manejo das vacas matrizes utilizadas dentro do processo denominado Tree Compost, integrante do Projeto PD&I. O galpão foi construído dentro dos padrões e normas técnicas inerentes a atividade, com a finalidade do bem estar animal (Figuras 12 e 13).



Figura 12: Vista da construção do galpão.



Figura 13: Preparação da cama.

Preparação do material estruturante

Como parte cooperativa do Projeto PD&I, a CEMIG forneceu gratuitamente em forma de doação, todo rendimento vegetal resultante de poda urbana, para utilização no processo Compost Tree, rendimento este que após triturado, serve de base e tem a função do material estruturante para inoculação do Lodo de ETE e do processo de compostagem. O material fornecido pela Cemig, passou por um triturador auto propelido (Figura 14), com a finalidade de redução granulométrica do mesmo (Figura 15), ocupando assim menor área física, proporcionando maior conforto às vacas no processo Compost Tree, além de servir como material estruturante do referido Projeto PD&I.



Figura 14 - Trituração do material estruturante



Figura 15 - Material estruturante após trituração.

Após a construção do galpão, o gado foi mantido sobre um leito de matéria orgânica, formado inicialmente pela matéria verde e pela parte lenhosa e fibrosa das podas de árvores. Esta base vegetal foi enriquecida com o esterco e a urina de bovinos.



Figuras 16 e 17 – Sistema Compost Tree.

Processo de Compostagem - Compost Tree

Todo o lodo das ETES COPASA MG foi devidamente transportado, armazenado e higienizado, para a sua inoculação no material estruturante do Compost Tree, em conformidade as normas legais aplicáveis ao resíduo.

Considerando que a relação Carbono/Nitrogênio será apresentada somente ao final do processo de compostagem, após a inoculação do lodo das ETES, foram utilizadas referências em estudos/trabalhos acadêmicos da EMBRAPA (gado de leite) dentre outras, como fonte de informações para cálculos de volumetria do rendimento lenhoso a ser utilizado no piso do galpão das vacas, já considerando:

- ✓ O consumo diário de alimento consumido (peso seco) pelas vacas;
- ✓ O consumo diário de água;
- ✓ Volume total diário (24 hs) de urina liberada pelas vacas;
- ✓ Volume total diário de excrementos (24 hs) liberado pelas vacas considerando o volume ingerido pelo animal no mesmo prazo e também considerando os prazos necessários a digestibilidade (Ruminação) até sua disposição;
- ✓ Dentre outras.

Decorridos os prazos e controles necessários, com a finalidade da geração do material estruturante do processo denominado Compost Tree, no piso do galpão das vacas, prazo este necessário a ajustes da relação

Carbono/Nitrogênio, iniciou-se a construção das leiras, com a inoculação do lodo das ETEs, em formato piramidal, variando sua altura entre 1,50/1,80 metro de altura.



Figuras 18 e 19 - Formação das leiras.

Após a construção das leiras e acompanhamento diário das temperaturas, observou-se uma elevação gradativa da temperatura durante o processo da compostagem nos 10 primeiros dias, chegando esta temperatura a 78 °C. Assim, sucessivamente, considerando sempre temperaturas relacionadas às fases Termófilas e Mesófilas do processo, realizou-se o revolvimento das leiras com a finalidade de, além de oxigenar o processo, o controle de temperatura e umidade.



Figura 20 - Medição de temperatura da leira.



Figura 21 - Revolvimento da leira com trator (concha e enxada rotativa).

O trator (Figura 21) é utilizado em todas as etapas do processo. É equipado com um Madal (Concha) e uma enxada rotativa, utilizados para carregamento de caminhão basculante para o transporte do material estruturante do Compost Tree até o pátio de compostagem, carregamentos de caminhões dos compostos orgânicos que compõem a leira do processo de compostagem, carregamento de caminhão com o Lodo de ETE da Central de Armazenamento Temporário até o pátio de compostagem e sua inoculação no material estruturante. Além de fazer a etapa do revolvimento /aeração dos compostos orgânicos da leira de compostagem com o uso da enxada rotativa.

RESULTADOS ESPERADOS

Caracterização do fertilizante orgânico

Após decorrer o prazo necessário para a compostagem e posteriores controles, o produto final será caracterizado através de análises laboratoriais físico/químico/microbiológicas e o resultado será comparado com os limites preconizados pela IN 61 do MAPA.

O trator da Figura 21 será utilizado na etapa do quarteamento das leiras para a coleta das amostras a serem enviadas ao laboratório, para análises físico/químicas/microbiológicas, ao final do processo, objeto deste Projeto PD&I.

Espera-se que o produto final esteja de acordo com a IN MAPA 61/2020, para Fertilizante Orgânico Composto Classe B, assegurando assim suas diversas aplicações:

- ✓ Melhoria da saúde do solo (a matéria orgânica composta se liga às partículas “areia, limo e argila”, ajudando na retenção e drenagem do solo, melhorando sua aeração);

- ✓ Aumento da capacidade de infiltração de água;
- ✓ Redução da erosão;
- ✓ Aumento da densidade populacional de minhocas, insetos e microrganismos desejáveis devido à presença de matéria orgânica, reduzindo a incidência de doenças nas plantas;
- ✓ Manutenção da temperatura e dos níveis de acidez do solo;
- ✓ Ativação da vida do solo, favorecendo a reprodução de microrganismos benéficos às culturas agrícolas;
- ✓ Durante o processo de compostagem as sementes de plantas invasoras são inviabilizadas por ação da temperatura elevada, da mesma forma são eliminados os patógenos.

Espera-se ainda a consolidação da aplicação do lodo de ETE na produção de Fertilizante Orgânico Classe B, com garantia de sua aplicação na adubação do solo e recuperação de encostas, gerando emprego e renda, economia no tratamento do esgoto, redução do odor, tratamento e estabilização dos resíduos orgânicos como alternativa aos aterros, rastreabilidade, economia no transporte para sua destinação final, redução da dependência de fertilizantes químicos, impacto positivo quanto à minimização da poluição do solo, da contaminação do lençol freático e das águas superficiais, sendo também uma contribuição para as questões relacionadas às mudanças climáticas, uma vez que passa pelo desenvolvimento sustentável das cidades.

O projeto se apresenta como uma retomada da economia verde no Brasil, além de criar uma oportunidade para o setor empresarial se engajar no comércio global de emissões de carbono e na valorização dos resíduos orgânicos.

CONCLUSÕES

Em consonância com o Marco Legal (Lei nº 14.026/2020) e o Pacto Global da ONU, a COPASA MG procura implementar melhorias nas suas unidades operacionais, visando fomentar o desenvolvimento sustentável para assegurar a melhoria contínua e a universalização dos serviços de água e esgoto na sua área de atuação.

O projeto apresenta-se como um processo satisfatório do ponto de vista tecnológico para o tratamento e disposição final ambientalmente adequada do lodo gerado nas ETEs, vindo ao encontro da Agenda ESG da COPASA MG.

A utilização do lodo de ETEs da COPASA MG 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 com as regras sobre os fertilizantes orgânicos destinados à agricultura (IN MAPA 61/2020).

O uso do composto produzido na adubação do solo (para recomposição de parques e jardins, revegetação de encostas e uso na agricultura) será considerado, após avaliação dos resultados das análises biológicas e físico-químicas.

Garantido o seu uso, o produto final poderá ser empregado sem oferecer riscos a quem o manuseia, mostrando-se a melhor opção entre as técnicas utilizadas para o mesmo fim no âmbito nacional.

A disposição ambiental e socialmente adequada dos lodos gerados nas ETEs contribui para a melhoria dos solos, além da redução de custos com o serviço de disposição final do lodo.

O reaproveitamento do lodo de esgoto como fertilizante orgânico é um processo inserido no contexto da sustentabilidade, proporcionando a valorização desse subproduto gerado nas ETEs, que atualmente é disposto em aterro sanitário, proporcionando assim benefícios ambientais.

Conclui-se que o projeto de pesquisa é inovador e permitirá a implantação e consolidação da aplicação do lodo de esgoto na produção de fertilizantes orgânicos, em escala real, além de fomentar a economia circular, de encontro com a sustentabilidade.

É importante ressaltar que o uso de lodo de esgoto como fertilizante orgânico deve seguir regulamentações e legislações específicas para garantir sua segurança e efetividade. Além disso, é recomendado que sejam

realizados testes de solo e análises laboratoriais para determinar a quantidade e a composição do lodo de esgoto a ser utilizado, garantindo assim sua eficácia como fertilizante e a saúde das plantas.

Em resumo, o lodo de esgoto pode ser uma fonte rica de nutrientes para o solo e para as plantas, desde que seja tratado e manuseado de forma adequada e seguindo as regulamentações e legislações específicas

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. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2 de agosto de 2010.
3. BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília, 15 de julho de 2020.
4. CAPRA, Fritjof. Ponto de Mutação. Tradução Álvaro Cabral. São Paulo: Cultrix, 445p., 2006.
5. DAMASCENO, Flávio Alves. Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model. Tese (Agricultural Engineering's) Engineering's Graduate Program. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012, 391p.
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, 8 de julho de 2020.
7. Perissinotto M, Pereira A, Moura DJ & Cruz V F (2009). Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. Revista Ciência Rural, 39:1492-1498.