

ALAN MARIO ZUFFO
JORGE GONZÁLEZ AGUILERA
ORGANIZADORES

PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

VOLUME IX



Pantanal Editora

2022

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume IX



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Prof. Msc. Adriana Flávia Neu
Prof. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Prof. Msc. Aris Verdecia Peña
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. Msc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto
Prof. Msc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argenteo-Martínez
Prof. Msc. Lidiane Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Prof. Msc. Mary Jose Almeida Pereira
Prof. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Prof. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Prof. Dra. Patrícia Maurer
Prof. Msc. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Msc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira
Prof. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P472 Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume IX / Organizadores
 Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT:
 Pantanal Editora, 2022. 72p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-81460-29-7

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460297>

1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente.
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González.
CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume IX” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: morfologia de *Polygonum punctatum* (Polygonaceae) no município de Alta Floresta (MT); *Phyllanthus amarus* (Quebra-pedra, Phyllanthaceae): uma espécie medicinal de interesse do Sistema Único de Saúde no Brasil; mudas de rosa do deserto são responsivas ao caule decomposto de babaçuzeiro como substrato; rendimento de fitomassa de plantas de cobertura sob déficit hídrico; uso de água residuária na agricultura; uso de lodo de esgoto na agricultura e desenvolvimento de plantas forrageiras sob estresse hídrico. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume IX, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores


Sumário

Apresentação	4
Capítulo I	6
Morfologia de <i>Polygonum punctatum</i> (Polygonaceae) no município de Alta Floresta (MT), com contribuição ao uso medicinal do gênero no Brasil	6
Capítulo II	17
<i>Phyllanthus amarus</i> (Quebra-pedra, Phyllanthaceae): uma espécie medicinal de interesse do Sistema Único de Saúde no Brasil	17
Capítulo III	29
Mudas de rosa do deserto são responsivas ao caule decomposto de babaçuzeiro como substrato	29
Capítulo IV	36
Rendimento de fitomassa de plantas de cobertura sob déficit hídrico no município de Uruçuí-PI	36
Capítulo V	44
Uso de água residuária na agricultura	44
Capítulo VI	54
Uso de lodo de esgoto na agricultura	54
Capítulo VII	64
Desenvolvimento de plantas forrageiras sob estresse hídrico	64
Índice Remissivo	71
Sobre os organizadores	72

Uso de lodo de esgoto na agricultura

Recebido em: 21/02/2022

Aceito em: 24/02/2022


 10.46420/9786581460297cap6


Fernando Ferrari Putti^{1*} 

Willian Aparecido Leoti Zaneti¹ 

Bruno Cesar Goes³ 

Larissa Chamma² 

Gustavo Ferreira da Silva² 

Geraldo Gomes de Oliveira Júnior² 

INTRODUÇÃO

A água é um recurso imprescindível para desenvolvimento e manutenção da vida humana, assim como de todos os seres vivos. Assegurando o crescimento populacional e a expansão de centros urbanos, bem como, garante a produção de alimentos. No qual, sempre foi um fator determinante, pois os primórdios sempre procuravam fixar-se próximos a regiões com disponibilidade hídrica (Baptista; Nascimento, 2022; Oliveira et al., 2021).

Entretanto até muitos períodos anteriores, o homem tinha a postura de rotular como um bem abundante e de uso indiscriminado, sem a necessidade de preservação ou preocupação futura. Porém não se colocava em contrapartida que aproximadamente 3% de toda a disponibilidade é denominada doce, e menos de 1% encontra-se em condições de acesso, presente na atmosfera, lagos e rios (Tavares; Araújo, 2020).

Além disso, nos últimos anos vem se observando incidências no aumento das mudanças climáticas globais, impulsionado por problemas de escassez hídrica e eventos de secas extremas, atrelado a alterações nos padrões de precipitação. Comprometendo todo o ecossistema, manutenção das atividades humana, bem como a sobrevivência (Jardim et al, 2019).

O que se torna um problema de aspecto e relevância global, devido ocasionar instabilidade em diversos setores que regem o desenvolvimento humano, desde setores da economia, como a indústria e agropecuária com incertezas de produção, até o saneamento básico e saúde pública com o abastecimento de água potável (Medeiros et al., 2021).

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Engenharia, Tupã, SP, Brasil

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), Muzambinho, MG, Brasil.

³ Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), Alfenas, MG, Brasil

* Autor correspondente: fernando.putti@unesp.br

Aliado a intensa urbanização provocada pelo crescimento populacional, que gera demanda sobre setores agrícolas, energético e industrial. Ocasionalmente alteração de consumo e pressão de degradação dos recursos naturais. Sobretudo, compromete a quantidade e qualidade da água, que traz uma concepção de possível crise hídrica mundial em um futuro próximo, se as formas atuais de uso não forem alteradas (Cantelle; Lima; Borges, 2018).

Visto que, mesmo atualmente ser muito discutido sobre questões de sustentabilidade, como forma de diminuir os impactos gerados sobre este recurso importante. Ainda se tem a necessidade de um melhor planejamento e implantação de ferramentas eficazes pra gerir de forma correta e aplicável os conceitos de preservação e gestão de uso (Notisso; Formiga, 2020).

Uma vez que, gestão ainda é um dos grandes desafios da população mundial. Principalmente pela falta de controle de uso, assim como, muitos efluentes indústrias e esgoto domésticos serem direcionados a corpos hídricos sem nenhum devido tratamento (Silva et al., 2019).

Direcionando ao ponto de discussão atual, sobre a possibilidade de implantação de novas concepções, soluções e tecnologias, que possam impulsionar políticas públicas que fomentem a economia de água potável. Como é o caso do reuso de água residuária, principalmente na agricultura, que vem ganhado espaço nos planos de gestão hídrica em regiões áridas e semiáridas (Souza et al., 2019).

Sendo uma técnica de emprego de água provinda de descarte de esgoto, efluentes líquidos de agroindústria, agropecuária, edificações e indústrias. Com introdução nos sistemas de irrigação que cada vez mais vem expandindo e tem expectativas de crescimento de áreas para os próximos anos, com o intuito de suprir a deficiência hídrica. De forma, que a implantação da água residuária, abre portas da aplicabilidade do conceito de sustentabilidade agrícola, uma vez que permite a redução do emprego de água potável (Medeiros et al., 2020).

Possui ainda outra importante característica que viabiliza o seu emprego, a suplementação de nutrientes minerais no solo. O que reduz ou até mesmo pode eliminar o a prática de uso de fertilizantes sintéticos, pois tem potencial de fornecimento de nutrientes para as culturas, sobretudo, de nitrogênio (Menezes: Matos, 2018).

Tendenciando a aprimorar a introdução do lodo de esgoto, subproduto do tratamento de água residuárias, que apresenta propriedade orgânico, semissólido e com teores de componentes inorgânicos. Em que seu uso na agricultura, permite impulsionar a reciclagem da matéria orgânica e dos nutrientes. Contribuindo para a redução dos custos na produção agrícola (Ferreira et al., 2020).

No entanto, com as inúmeras vantagens, antes da sua aplicação final, deve ser realizado tratamentos que assegurem a redução da carga de poluentes e patógenos. Como forma de assegurar e evitar a contaminação do meio ambiente, evitar perdas de produção, assim como, problemas de saúde pública (Guimarães et al., 2018).

O que diante deste cenário, observa a introdução destas técnicas como um ponto de destaque e que deve ser incentivado. Necessitando alavancar programas de informação, mobilização social e capacitação. Uma vez que permite melhor a destinação para os efluentes e assegura uma melhor gestão dos recursos hídricos, além de ser uma alternativa para suprir a escassez de água e de saneamento ambiental (Siqueira et al., 2018).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo de trazer o panorama sobre as questões rodeiam o uso de água e escassez hídricas. Apontando novas concepções e técnicas que favorecem a ideia de preservação, como a introdução da água residuária e do lodo de esgoto.

MATERIAL E MÉTODOS

Buscou-se a partir do objetivo proposto no presente estudo realizar uma revisão de literatura para compreender o estado da arte sobre o uso do lodo de esgoto na agricultura. Realizou-se uma busca ativa dos principais trabalhos acadêmicos para embasar o desenvolvimento do nosso trabalho. Assim inicialmente foi contextualizado o estudo e em seguida foi realizado um estudo sobre o uso do lodo de esgoto na agricultura onde buscamos relacionar seus aspectos no solo e na planta. Em seguida buscou discutir e apresentar sobre os aspectos legais sobre o uso da água residuária. E por fim onde apresentamos as conclusões e perspectivas futuras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA AGRICULTURA: ASPECTOS NO SOLO E PLANTA

O lodo de esgoto é oriundo do processo de tratamento do esgoto doméstico ou industrial, em que apresenta composição variada, uma vez que depende do material de origem, no geral é composto por diferentes nutrientes, metais pesados, matéria orgânica, parasitas intestinais humanos, vírus e coliformes (Zhang et al., 2017; Raheem et al., 2018).

Um dos grandes problemas do lodo de esgoto é a sua deposição final problemática, comprometendo em partes os efeitos benéficos da coleta e tratamento (Zhen et al., 2017). Uma das alternativas que vem sendo muito utilizada é o seu emprego na agricultura, como fonte orgânica de nutrientes às plantas e como condicionador do solo (Lamastra et al., 2018; Urra et al., 2019). Contudo, como pode apresentar em sua composição organismos patogênicos e a sua aplicação na lavoura pode atrair vetores, é necessário o tratamento do lodo antes da sua aplicação (Roig et al., 2012; Petrie et al., 2014; Urra et al., 2019).

Outro ponto muito questionado e recorrente quanto ao uso do lodo de esgoto na agricultura, é em relação ao impacto na saúde humana e ao meio ambiente, devido à presença de contaminantes tóxicos,

como metais pesados (Page et al., 1987; McBride, 1995; Wang et al., 2003; Epelde et al., 2010; Burges et al., 2015).

Urrea et al. (2019) estudaram o efeito da aplicação do lodo de esgoto tratado em uma área agrícola por 24 anos consecutivos e avaliaram o potencial de toxicidade no solo por Cu e Zn. Esses autores relataram que houve acúmulo destes metais pesados no solo, porém sem aumentar sua biodisponibilidade, enfatizando que o uso do lodo de esgoto, desde que tratado e aplicado racionalmente, garante vantagens ao agroecossistema.

Dentre os métodos de deposição do lodo de esgoto, segundo Singh et al. (2011) a aplicação na agricultura é a técnica mais econômica e oferece melhorias potenciais em relação aos métodos convencionais (aterros sanitários e incineração). Esses mesmos autores, em seu trabalho de revisão sobre os efeitos do lodo de esgoto na biomassa microbiana, relataram que os nutrientes presentes no lodo são fundamentais para o aumento da atividade microbiana no solo, no entanto deve-se atentar para a quantidade de metais pesados presentes em sua composição, pois desde que estejam nas quantidades permitidas por lei, estes parecem não ter qualquer influência negativa na biomassa microbiana do solo e nas atividades enzimáticas.

Latare et al. (2014) estudaram o efeito da aplicação do lodo de esgoto nas propriedades químicas do solo e na produtividade do arroz e do trigo. Em seus resultados, a aplicação do lodo de esgoto, proporcionou maior número de perfilhos nas plantas destas culturas e maior peso hectolitro dos grãos e, conseqüentemente, maior produtividade. No entanto, as maiores doses de lodo (30 e 40 t ha⁻¹) aumentaram o teor de metais pesados nos grãos, sendo que a concentração de Cd no grão de arroz estava acima do limite de segurança. Os autores ressaltam a importância de aplicar doses menores de lodo de esgoto em combinação com fertilizantes químicos para, assim, sustentar a produtividade das culturas e evitar a contaminação da cadeia alimentar. Apesar das doses mais elevadas de lodo de esgoto aumentarem a concentração de metais pesados nos grãos, essas mesmas doses foram as que mais aumentaram a fertilidade do solo, sendo reportados maiores teores de N, K, S e Zn no solo mesmo após a colheita das culturas e, desta forma, com maior potencial de disponibilidade destes nutrientes às culturas por tempo prolongado. Em síntese, estes autores concluíram que a aplicação de lodo de esgoto é boa para melhorar a produção das culturas e o acúmulo de nutrientes e matéria orgânica no solo, mas é necessário monitoramento regular dos metais acumulados no solo e nas partes da planta durante o uso contínuo.

Além das alterações nas propriedades químicas e biológicas do solo, o lodo de esgoto também promove mudanças nos atributos físico-hídricos (Singh et al. 2011; Lloret et al., 2016). Maria et al. (2010) avaliaram o potencial do lodo de esgoto como condicionador físico do solo em terras agrícolas e notaram que a aplicação do lodo reduziu a densidade do solo, aumentou a macroporosidade e diminuiu a microporosidade, mas não afetaram significativamente a permeabilidade do solo após seis aplicações

anuais consecutivas. Além disso, neste trabalho o índice S (indicador de qualidade física do solo) foi suscetível às alterações do solo em comparação com o solo original, indicando recuperação da qualidade do solo das parcelas tratadas com lodo de esgoto, em comparação com as tratadas com fertilizantes minerais.

Além destes trabalhos citados acima, sobre o uso do lodo de esgoto na agricultura visando a qualidade do solo e produtividade das culturas, há na literatura muitas outras pesquisas, na Tabela 1 encontram-se alguns destes trabalhos.

Tabela 1. Relação de trabalhos com aplicação de lodo de esgoto na agricultura. Fonte: os autores.

Autores e ano de publicação	DOI	Resultado
Gląb et al. (2018)	10.1016/j.geoderma.2017.11.034	Melhorou as propriedades físico-hídricas do solo.
Melo et al. (2018)	10.1016/j.scitotenv.2018.06.254	Lodo de esgoto substituiu completamente a adubação de P e micronutrientes e parcialmente a de N no milho.
Penido et al. (2019)	10.1016/j.ecoenv.2019.01.110	Reduziu a biodisponibilidade e Cd, Pb e Zn e favoreceu o desenvolvimento de <i>Brachiaria decumbens</i> .
Sharma e Dhaliwal (2019)	10.1080/00103624.2019.1648489	Melhorou as propriedades químicas e biológicas do solo.
Gao et al. (2020)	10.1016/j.scitotenv.2020.140355	O lodo de esgoto contém microplástico com metais pesados, necessitando de tratamento para uso na agricultura.
Koutroubas et al. (2020)	10.1016/j.indcrop.2020.112670	Melhorou a resposta do girassol ao déficit hídrico, aumentou a produtividade e teor de N nos aquênios.
Rehman e Qayyum (2020)	10.1016/j.jenvman.2019.109700	Lodo de esgoto compostado supriu a necessidade de P no cultivo de arroz e trigo.
Boudjabi et al. (2021)	10.1016/j.chemosphere.2021.131122	Aumentou a fertilidade do solo e a produtividade de <i>Triticum durum</i> .
Elsalam et al. (2021)	10.3390/agronomy11040628	Aumentou a produtividade das culturas e aumentou o conteúdo de C e N no solo.
Dubis et al. (2022)	10.1016/j.indcrop.2021.114235	Aumentou o rendimento de biomassa e a eficiência energética do <i>Miscanthus sacchariflorus</i> .

Em síntese, o uso de lodo de esgoto na agricultura apresenta muitas vantagens, tanto no desenvolvimento das plantas como na qualidade do solo, contudo seu uso deve ser racional, tomando os cuidados necessários para evitar a contaminação do agroecossistema. Cabe ressaltar que, conforme

relatado por vários autores, a resposta positiva das culturas à aplicação de lodo não é um fenômeno geral, e depende não apenas do tipo de lodo aplicado e da tecnologia utilizada para processar a matéria-prima, mas também do tipo de solo e das condições ambientais (Kim et al., 2007; Singh e Agrawal, 2008).

E apesar de haver muitas pesquisas sobre o assunto, é necessário acompanhamento constante dos seus efeitos no solo, na planta, no meio ambiente e na saúde humana, pois ainda não há consenso sobre os possíveis agravamentos do seu uso na agricultura e impactos no ecossistema (Muchuweti et al., 2006; Lajayer et al., 2019; Elmi et al., 2020).

LEGISLAÇÃO SOBRE O USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA AGRICULTURA

Nos últimos anos, o avanço da instalação das estações de tratamentos de esgoto tem aumentado, como política de saneamento básico. Associado a isso temos reduções com problema relacionados a saúde, poluição e contaminação. Entretanto os avanços da ETEs, tem se gerado um novo problema ambiental, que é de como realizar a disposição correta do lodo de esgoto.

A primeira normatização foi publicada em agosto de 1999, pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESP), a Norma Técnica P4. 230, em que era intitulada “Aplicação de lodos de tratamento biológico em áreas agrícolas - Critérios para projeto e operação. Com o avanço dos números de ETEs pelo Brasil e da técnica empregada, o assunto foi regulamentado pela Resolução CONAMA nº375/2006 (Brasil, 2006) e alterada pela Resolução CONAMA nº498, 19 de agosto de 2020. As resoluções citadas acima, apresentavam a regulamentação sobre os critérios e procedimentos para a produção e aplicação de biossólidos em solos e das outras providências (Brasil, 2020).

Essa atualização da legislação sobre o uso do lodo apresenta em seu Artigo 3º, que fica vedado o uso em solo de:

“I – lodo de estação de tratamento de efluentes de estabelecimentos de serviços de saúde, de portos e aeroportos;

II – lodos provenientes de sistema de tratamento individual, coletados por veículos, antes de seu tratamento por uma UGL;

III - lodo classificado como perigoso de acordo com as normas brasileiras vigentes.

Parágrafo único. É proibido misturar ou incorporar os seguintes materiais ao biossólido a ser destinado para uso em solos:

I - resíduos sólidos de serviços de manutenção de rede de esgoto e de unidades de pré-tratamento de estações de tratamento de efluentes, tais como resíduos de grades e de desarenadores;

II - material flutuante contendo resíduos não degradáveis, tais como plástico, de decantadores primários, caixas de distribuição, digestores de lodo e outros tipos de reatores.” (Brasil, 2020).

Assim, observamos que a atualização da legislação busca evitar o uso sem devido tratamento e dependendo da origem. Desta forma, no Artigo 4º apresenta que fica proibido a importação, assim segurando que não ocorra em problemas sanitários.

Outro importante ponto é sobre os valores máximos permitido de substâncias químicas, os quais não podem ultrapassar os valores pré-estabelecidos, sendo que foi realizado a divisão em duas Classes 1 e 2, e os elementos são: arsênio (20 e 41), bário (130 e 260), cádmio (19 e 39), cromo (1500 e 3000), cobre (750 e 1500), chumbo (150 e 300), mercúrio (8,5 e 17), molibdênio (6,5 e 13), níquel (210 e 420), selênio (50 e 100) e zinco (1400 e 2800).

CONCLUSÃO

O avanço da instalação de ETEs vem proporcionando melhora na qualidade de águas de rios, na saúde e contaminação do ambiente e de pessoas. Entretanto o volume de lodo de esgoto gerados vem aumentando, e deve-se realizar um tratamento correto para a sua utilização. Assim, as resoluções CONAMA apresentam a normas para o uso e destinação. Associado a isso, o aumento do preço de insumos dos últimos anos, com o manejo sustentável do uso do solo pode ser uma saída sustentável e economicamente viável para a destinação do biossólidos.

Desta forma ainda se demanda estudos para verificar a longo prazo os efeitos no solo e na cultura. Mas sabe-se que diversos estudos apontam para o caminho do reuso do lodo como saída para o descarte de forma menos impactante no meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais pela concessão do projeto da chamada universal (APQ-00498-16) e à UNESP pelo pós-doutorado concedido ao primeiro autor (Processo 408/2015)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baptista OGS et al. (2022). Água potável: escassez e gestão do consumo em condomínios residenciais metropolitanos. *Brazilian Journal of Development*, 8(1), 8384-8397.

BRASIL. MMA. CONAMA. Resolução CONAMA nº375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Brasília, DF, 2006. Com retificação e revogação posteriores. Publicada originalmente no Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil: Seção 1: Poder Executivo, Brasília, DF, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=506>. Acesso em: fev. 2021.

- BRASIL.MMA. CONAMA. Resolução nº 498, de 19 de agosto de 2020. Define os critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil: Seção 1, Atos do Poder Executivo, Brasília, DF, ano 158, n. 161, p. 265-269, 21 ago. 2020. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=749>. Acesso em: fev. 2021.
- Burges A et al. (2015). Impact of repeated single-metal and multi-metal pollution events on soil quality. *Chemosphere*, 120: 8-15.
- Cantelle TD et al. (2018). Panorama dos recursos hídricos no mundo e no Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 11(4): 1259-1282.
- Elmi A et al. (2020). Sewage sludge land application: Balancing act between agronomic benefits and environmental concerns. *Journal of Cleaner Production*, 250: 1195512.
- Elsalam HEA et al. (2021). Effect of sewage sludge compost usage on corn and faba bean growth, carbon and nitrogen forms in plants and soil. *Agronomy*, 11: 628.
- Epelde L et al. (2010). Impact of metal pollution and *Thlaspi caerulescens* growth on soil microbial communities. *Applied and Environmental Microbiology*, 76: 7843-7853.
- Ferreira SR et al. (2020). Produtividade de cana-de-açúcar de segundo corte fertilizada com organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante. *Brazilian Journal of Development*, 6(1): 4594-4600.
- Gao D et al. (2020). Source, occurrence, migration and potential environmental risk of microplastics in sewage sludge and during sludge amendment to soil. *Science of The Total Environment*, 742: 140355.
- Głąb T et al. (2018). Effects of co-composted maize, sewage sludge, and biochar mixtures on hydrological and physical qualities of sandy soil. *Geoderma*, 315: 27-35.
- Guimarães JCS et al. (2018). Utilização do lodo de esgoto na agricultura: uma análise cienciométrica. *Research, Society and Development*, 7(9):1-31.
- Jardim AMRF et al. (2019). Estudos climáticos do número de dias de precipitação pluvial para o município de Serra Talhada-PE. *Revista Engenharia na Agricultura*, 27 (4): 330-337.
- Kim H-W et al. (2007). Response surface optimization of substrates for thermophilic anaerobic codigestion of sewage sludge and food waste. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 57(3): 309-318.
- Lajayer BA et al. (2019). Micronutrient and heavy metal concentrations in basil plant cultivated on irradiated and non-irradiated sewage sludge-treated soil and evaluation of human health risk. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 104: 141-150.
- Lamastra L et al. (2018). Sewage sludge for sustainable agriculture: contaminants' contents and potential use as fertilizer. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 5: 10.

- Latare AM et al. (2014). Direct and residual effect of sewage sludge on yield, heavy metals content and soil fertility under rice–wheat system. *Ecological Engineering*, 69: 17-24.
- Lloret E et al. (2016). Sewage sludge addition modifies soil microbial communities and plant performance depending on the sludge stabilization process. *Applied Soil Ecology*, 101: 37-46.
- McBride MB et al. (1995). Mobility and solubility of toxic metals and nutrients in soil fifteen years after sludge application. *Soil Science*, 162: 487-500.
- Medeiros AS et al. (2018). Crescimento e alocação de fitomassa do quiabeiro submetido à doses de nitrogênio e irrigação com água residuária. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 12(3): 2621 - 2631.
- Medeiros LC et al. (2020). Morfometria de girassóis irrigados com água residuária e adubado com diferentes doses de nitrogênio. *Brazilian Journal of Development*, 6(3): 14936-14950.
- Medeiros RM de. et al. (2021). Balanço hídrico anual relacionado à crise hídrica na avicultura de São Bento do Una -PE, Brasil. *Recima21-Revista Científica Multidisciplinar*, 2(11):1-10.
- Menezes LAN et al. (2018). Condutividade elétrica do solo em função da dose de aplicação de água residuária em áreas de fertirrigação. *Revista Engenharia na Agricultura*, 26(4):383-389.
- Muchuweti M et al. (2006). Heavy metal content of vegetables irrigated with mixtures of wastewater and sewage sludge in Zimbabwe: Implications for human health. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 112(1): 41-48.
- Notisso PF et al. (2020). Avaliação de Alocação de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Inhanombe, Moçambique. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(4): 1870-1885.
- Oliveira PHF et al. (2021). Alterações no regime de vazão e precipitação em trecho da Bacia do Rio Araçuaí, Minas Gerais: Caminhamos para a escassez hídrica? *Revista Espinhaço*, 10(2): 1-10.
- Page AL, et al. (1987). *Land application of sludge*. Chelsea, MI: Lewis Publishers. 168p.
- Penido ES et al. (2019). Combining biochar and sewage sludge for immobilization of heavy metals in mining soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 172: 326-333.
- Petrie B et al. (2014). A review on emerging contaminants in wastewaters and the environment: current knowledge, understudied areas and recommendations for future monitoring. *Water Research*, 72: 3-27.
- Raheem A et al. (2018). Opportunities and challenges in sustainable treatment and resource reuse of sewage sludge: a review. *Chemical Engineering Journal*, 337: 616-641.
- Roig N et al. (2012). Long term amendment of Spanish soils with sewage sludge: effects on soil functioning. *Agriculture, ecosystems & environment*, 158: 41-48.
- Silva FP et al. (2019). Gestão da água: A Importância de Políticas Públicas para a Implementação do Reuso de Água no Brasil. *Revista Episteme Transversalis*, 10(2): p.309-322.

- Singh RP et al. (2011). Land application of sewage sludge: physicochemical and microbial response. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 214: 41-61.
- Singh RP; Agrawal M (2008). Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. *Waste Management*, 28: 347-358.
- Siqueira DP et al. (2018). Lodo de esgoto tratado na composição de substrato para produção de mudas de *Lafoensia glyptocarpa*. *Floresta*, 48(2): 277-284.
- Tavares JM et al. (2020). Consumo e Escassez de Água Potável em Salvador-Bahia. *Brazilian Journal of Development*, 6(9): 70909-70925.
- Urrea J et al. (2019). Application of sewage sludge to agricultural soil increases the abundance of antibiotic resistance genes without altering the composition of prokaryotic communities. *Science of The Total Environment*, 647: 1410-1420.
- Wang QR et al. (2003). Soil contamination and plant uptake of heavy metals at polluted sites in China. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 38: 823-838.
- Zhang Q et al. (2017). Sludge treatment: current research trends. *Bioresource Technology*, 243: 1159-1172.
- Zhen G et al. (2017). Overview of pretreatment strategies for enhancing sewage sludge disintegration and subsequent anaerobic digestion: current advances, fullscale application and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69: 559-577.

Índice Remissivo

C

Cerrado piauiense, 37

E

Erva-de-bicho, 9

estresse hídrico, 60, 62, 63, 65, 66

L

Legislação, 44

P

Panicum maximum, 60, 62, 65, 66

Phyllanthus, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21

Polygonum, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Q

Quebra-pedra, 13

S

SUS, 14, 15, 19, 21

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 68 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 69 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 47 organizações de e-books, 32 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

