

MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E AGROECOLOGIA 2

**Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto
Dennyura Oliveira Galvão
(Organizadores)**

Atena
Editora

Ano 2019

Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto
Dennyura Oliveira Galvão
(Organizadores)

Meio Ambiente, Sustentabilidade e
Agroecologia
2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

M514 Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 2 [recurso eletrônico]
/ Organizadores Tayronne de Almeida Rodrigues, João Leandro Neto, Dennyura Oliveira Galvão. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-328-6

DOI 10.22533/at.ed.286191604

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Tayronne de Almeida. II. Leandro Neto, João. III. Galvão, Dennyura Oliveira. IV. Série.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

APRESENTAÇÃO

A obra Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia vem tratar de um conjunto de atitudes, de ideias que são viáveis para a sociedade, em busca da preservação dos recursos naturais.

Em sua origem a espécie humana era nômade, e vivia integrada a natureza, sobreviviam da caça e da colheita. Ao perceber o esgotamento de recursos na região onde habitavam, migravam para outra área, permitindo que houvesse uma reposição natural do que foi destruído. Com a chegada da agricultura o ser humano desenvolveu métodos de irrigação, além da domesticação de animais e também descobriu que a natureza oferecia elementos extraídos e trabalhados que podiam ser transformados em diversos utensílios. As pequenas tribos cresceram, formando cidades, reinos e até mesmo impérios e a intervenção do homem embora pareça benéfica, passou a alterar cada vez mais negativamente o meio ambiente.

No século com XIX as máquinas a vapor movidas a carvão mineral, a Revolução Industrial mudaria para sempre a sociedade humana. A produção em grande volume dos itens de consumo começou a gerar demandas e com isso a extração de recursos naturais foi intensificada. Até a agricultura que antes era destinada a subsistência passou a ter larga escala, com cultivos para a venda em diversos mercados do mundo. Atualmente esse modelo de consumo, produção, extração desenfreada ameaça não apenas a natureza, mas sua própria existência. Percebe-se o esgotamento de recursos essenciais para as diversas atividades humanas e a extinção de animais que antes eram abundantes no planeta. Por estes motivos é necessário que o ser humano adote uma postura mais sustentável.

A ONU desenvolveu o conceito de sustentabilidade como desenvolvimento que responde as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer seus próprios anseios. A sustentabilidade possui quatro vertentes principais: ambiental, econômica, social e cultural, que trata do uso consciente dos recursos naturais, bem como planejamento para sua reposição, bem como no reaproveitamento de matérias primas, no desenvolvimento de métodos mais baratos, na integração de todos os indivíduos na sociedade, proporcionando as condições necessárias para que exerçam sua cidadania e a integração do desenvolvimento tecnológico social, perpetuando dessa maneira as heranças culturais de cada povo. Para que isso ocorra as entidades e governos precisam estar juntos, seja utilizando transportes alternativos, reciclando, incentivando a permacultura, o consumo de alimentos orgânicos ou fomentando o uso de energias renováveis.

No âmbito da Agroecologia apresentam-se conceitos e metodologias para estudar os agroecossistemas, cujo objetivo é permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maior sustentabilidade, como bem tratam os autores desta obra. A agroecologia está preocupada com o equilíbrio da natureza e a produção de alimentos sustentáveis, como também é um organismo vivo com sistemas integrados

entre si: solo, árvores, plantas cultivadas e animais.

Ao publicar esta obra a Atena Editora, mostra seu ato de responsabilidade com o planeta quando incentiva estudos nessa área, com a finalidade das sociedades sustentáveis adotarem a preocupação com o futuro.

Tenham uma excelente leitura!

Tayronne de Almeida Rodrigues

João Leandro Neto

Dennyura Oliveira Galvão

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
USO DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E A SEGURANÇA DOS ALIMENTOS	
Eulália Cristina Costa de Carvalho	
Ana Tereza de Sousa Nunes	
Jéssica Brito Rodrigues	
Adenilde Nascimento Mouchrek	
DOI 10.22533/at.ed.2861916041	
CAPÍTULO 2	7
REÚSO DA ÁGUA CONDENSADA POR APARELHOS DE AR CONDICIONADO NO IFPI, CAMPUS TERESINA CENTRAL	
Jéssica Aline Cardoso Gomes	
Josélia da Silva Sales	
Tássio Henrique Fernandes Medeiros	
Ronaldo Cunha Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.2861916042	
CAPÍTULO 3	17
REAPROVEITAMENTO DO REJEITO DO TRATAMENTO DE ÁGUA NO SETOR DE HEMODIÁLISE	
Claudinéia Brito dos Santos Scavazini	
Lucimar Maciel Milheviez	
DOI 10.22533/at.ed.2861916043	
CAPÍTULO 4	27
EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA NA SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL: TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	
Felipe Werle Vogel	
Breno Hädrich Pavão Xavier	
Thais Ibeiro Furtado	
Paloma da Silva Costa	
Geraldo Gabriel Araújo Silva	
Michele da Rosa Andrade Zimmermann de Souza	
Elisângela Martha Radmann	
DOI 10.22533/at.ed.2861916044	
CAPÍTULO 5	38
AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA POR PROCESSO DIFUSIVO EM GEOMEMBRANAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)	
Marianna de Miranda	
Paulo César Lodi	
Sandra Regina Rissato	
DOI 10.22533/at.ed.2861916045	

CAPÍTULO 6	47
APROVEITAMENTO DAS FONTES HIDRICAS ALTERNATIVAS DO IFPB CAMPUS CAJAZEIRAS (PB) – ENFOQUE NA SUSTENTABILIDADE	
Jéssica Silva	
Eliamara Soares Silva	
DOI 10.22533/at.ed.2861916046	
CAPÍTULO 7	56
ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DO LODO ADOTADO PELA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE MARINGÁ – PR	
Luiz Roberto Taboni Junior	
Cláudia Telles Benatti	
Célia Regina Granhen Tavares	
DOI 10.22533/at.ed.2861916047	
CAPÍTULO 8	66
BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO: ESTUDO DE CASO RIBEIRÃO ISIDORO	
Geisiane Aparecida de Lima	
Camila Marques Generoso	
Cosme Martins dos Santos	
Luciana Aparecida Silva	
Rayssa Garcia de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.2861916048	
CAPÍTULO 9	81
CONSUMO DE ÁGUA SOB A ÓTICA DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA DE ABATE DE SUÍNOS DO ESTADO DA BAHIA	
Anderson Carneiro de Souza	
Silvio Roberto Magalhães Orrico	
DOI 10.22533/at.ed.2861916049	
CAPÍTULO 10	91
CONDIÇÃO NUTRICIONAL EM SOLO E FOLHAS DE ARROZ EM TRANSIÇÃO AO SISTEMA ORGÂNICO	
Luana Bairros Lançanova	
Luciane Ayres-Peres	
Thiago Della Nina Idalgo	
DOI 10.22533/at.ed.28619160410	
CAPÍTULO 11	103
DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS GERADOS EM UM LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE ÁGUA E EFLUENTE	
Bruna Maria Gerônimo	
Sandro Rogério Lautenschlager	
Cláudia Telles Benatti	
DOI 10.22533/at.ed.28619160411	

CAPÍTULO 12	115
DIAGNÓSTICO DOS CÓREGOS DE INFLUÊNCIA DIRETA DA LAGOA DA PAMPULHA COM BASE NOS REQUISITOS DO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO SIG	
Geisiane Aparecida de Lima Natália Gonçalves Assis Elizabeth Rodrigues Brito Ibrahim	
DOI 10.22533/at.ed.28619160412	
CAPÍTULO 13	128
CONSIDERAÇÕES ETNOECOLÓGICAS SOBRE O “PLANTIO DE ÁGUA” EM ALEGRE, NO SUL DO ESPÍRITO SANTO	
Gustavo Rovetta Pereira Ana Cláudia Hebling Meira	
DOI 10.22533/at.ed.28619160413	
CAPÍTULO 14	134
DIAGNÓSTICO DE MICROSSISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ÁREA URBANA DE SANTARÉM – PARÁ	
Caio Augusto Nogueira Rodrigues José Cláudio Ferreira dos Reis Junior Bianca Krithine Santos Nascimento Tiago Reis Scalabrin	
DOI 10.22533/at.ed.28619160414	
CAPÍTULO 15	142
IMPACTO DA PRESENÇA DE MATADOUROS NA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO MANANCIAL DO RIO GRANDE NA ZONA RURAL DE SÃO LUÍS/MA	
Ágata Cristine Sousa Macedo Josélia Castro da Silva Debora Danna Soares da Silva Eduardo Mendonça Pinheiro Amanda Mara Teles Adenilde Nascimento Mouchrek	
DOI 10.22533/at.ed.28619160415	
CAPÍTULO 16	149
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA DE MATERIAL GEOTÊXTIL APLICADO NA SORÇÃO DE ÓLEOS EM MEIO AQUÁTICO	
Luciano Peske Ceron Marcelo Zaro	
DOI 10.22533/at.ed.28619160416	

CAPÍTULO 17 158

A IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANCS)
PARA A SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BASE
ECOLÓGICA

Cristine da Fonseca
Patrícia Braga Lovatto
Gustavo Schiedeck
Letícia Hellwig
Amanda Figueiredo Guedes

DOI 10.22533/at.ed.28619160417

CAPÍTULO 18 164

EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MILHO ORGÂNICO INOCULADO
COM AZOSPIRILLUM BRASILENSE SOB DIFERENTES PERÍODOS DE
ARMAZENAMENTO

Bruna Thaina Bartzen
Joice Knaul
Gabriele Larissa Hoelscher
Priscila Weber
Juliana Yuriko Habitzreuter Fujimoto
Leticia Delavalentina Zanachi
Cláudio Yuji Tsutsumi

DOI 10.22533/at.ed.28619160418

CAPÍTULO 19 169

INCIDENTES E ACIDENTES EM BARRAGENS

Lucas Vasconcellos Teani Machado
Dolapo Gbadebo Azeez
Gleide Alencar Do Nascimento Dias

DOI 10.22533/at.ed.28619160419

CAPÍTULO 20 177

IMPLANTAÇÃO DE HORTA SUSPENSA COM O USO DE PLANTAS REPELENTES
A INSETOS EM RIO POMBA

Fabrcio Santos Ferreira
Jaqueline Aparecida de Oliveira
Renan Ribeiro Rocha
Vânia Maria Xavier
Leonardo da Fonseca Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.28619160420

CAPÍTULO 21 185

IMPLEMENTAÇÃO DA SISTEMÁTICA AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE:
DIRECIONADA A FERRAMENTARIAS

Luis Fernando Moreira
Fabio Teodoro Tolfo Ribas

DOI 10.22533/at.ed.28619160421

CAPÍTULO 22	196
IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL PEDAGÓGICO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA	
<ul style="list-style-type: none"> Vinícius Fernandes do Nascimento Fernando Caixeta Lisboa Fernanda Vital Ramos de Almeida Siro Paulo Moreira Fabício de Freitas de Oliveira 	
DOI 10.22533/at.ed.28619160422	
CAPÍTULO 23	202
IMPORTÂNCIA E FUNÇÃO DAS NASCENTES NAS PROPRIEDADES RURAIS: ANÁLISE CONCEITUAL DOS CINCO PASSOS PARA SUA PROTEÇÃO	
<ul style="list-style-type: none"> João Paulo Pereira Duarte 	
DOI 10.22533/at.ed.28619160423	
CAPÍTULO 24	216
POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA NO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA PARA O CULTIVO DE MILHO	
<ul style="list-style-type: none"> Priscila Freitas Santos Isabella Albergaria Pedreira Anderson Carneiro de Souza Eduardo Henrique Borges Cohim Silva 	
DOI 10.22533/at.ed.28619160424	
CAPÍTULO 25	225
OS RECURSOS HÍDRICOS EM AMBIENTES GEOMORFOLÓGICOS DISTINTOS DO NORDESTE BRASILEIRO	
<ul style="list-style-type: none"> José Falcão Sobrinho Marcos Venícios Ribeiro Mendes Edson Vicente da Silva Cleire Lima da Costa Falcão 	
DOI 10.22533/at.ed.28619160425	
CAPÍTULO 26	241
PESQUISA PARTICIPATIVA COMO MÉTODO INOVATIVO: CULTIVO E BENEFICIAMENTO DE QUINOA NA AGRICULTURA FAMILIAR AGROECOLÓGICA NO ASSENTAMENTO CONTAGEM, DF	
<ul style="list-style-type: none"> Lizzi Kelly Pereira Araújo Solange da Costa Nogueira Eder Stolben Moscon Carlos Roberto Spehar Nara Oliveira Silva Souza Joaquim Dias Nogueira 	
DOI 10.22533/at.ed.28619160426	

CAPÍTULO 27	248
O PRESENTE DO PASSADO NA TRAJETÓRIA DE VIDA DA JUVENTUDE: O PAPEL DA AGROECOLOGIA E DA EDUCAÇÃO DO CAMPO NOS TERRITÓRIOS DA REFORMA AGRÁRIA	
Roberta Brangioni Fontes Yan Victor Leal da Silva Maria Izabel Vieira Botelho	
DOI 10.22533/at.ed.28619160427	
CAPÍTULO 28	262
O PAPEL DO TÉCNICO AGRÍCOLA COMO UM EDUCADOR AMBIENTAL	
Claudenir Bunilha Caetano Silvana Maria Gritti Clarice Borba dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.28619160428	
CAPÍTULO 29	275
O PODER, OS SUJEITOS E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
Ronaldo Desiderio Castange	
DOI 10.22533/at.ed.28619160429	
CAPÍTULO 30	285
PRODUÇÃO DE PEIXES ORNAMENTAIS_ OPÇÃO DE RENDA PARA CONTRIBUIR COM A SOBERANIA ALIMENTAR EM COMUNIDADES CAMPONESAS	
Kenia Conceição de Souza Matheus Anchieta Ramirez Agatha Bacelar Rabelo Ranier Chaves Figueiredo Daniela Chemim de Melo Hoyos Andressa Laysse da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.28619160430	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	290

ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DO LODO ADOTADO PELA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE MARINGÁ – PR

Luiz Roberto Taboni Junior

Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Maringá – Paraná.

Cláudia Telles Benatti

Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Maringá – Paraná.

Célia Regina Granhen Tavares

Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Maringá – Paraná.

RESUMO: As Estações de Tratamento de Água (ETA's) são responsáveis por converterem a água bruta em potável, gerando ao final do processo de tratamento resíduos que são denominados de lodo de ETA, o qual mostra se necessário a elaboração de um sistema de gestão e gerenciamento com o objetivo de destinar ou dispor esse resíduo sem gerar danos ao meio ambiente. Atualmente, os corpos hídricos são a forma de disposição mais utilizada em território brasileiro, acarretando impactos ao meio ambiente como a alteração da turbidez e cor das águas superficiais, assoreamento do corpo receptor e aumento na taxa de mortalidade de peixes. Apesar disso, existem sistemas de gerenciamento que são capazes de promover a destinação e disposição de forma adequada do lodo. O presente artigo tem como objetivo apresentar o diagnóstico de

gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos oriundo da estação de tratamento de água de Maringá – PR, bem como um levantamento bibliográfico relativo a destinação do lodo em incorporação de processos produtivos, destacando-se a fabricação de concreto não estrutural, cerâmica vermelha, compostagem e aplicação em solo degradado. Diante do exposto, a utilização dos resíduos de ETA's tem se mostrado viável economicamente, socialmente e ambientalmente, contudo não devendo substituir a matéria prima principal desses processos produtivos. Em relação à área analisada, verificou-se a necessidade da implantação de um sistema de gestão, uma vez que a ETA não possui ainda uma forma de gerenciamento sobre o lodo gerado na etapa de decantação e lavagem dos filtros.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de lodo, Estação de Tratamento de Água, Resíduos Sólidos, Lodo de ETA.

ABSTRACT: Water Treatment Plants (WTPs) are responsible for converting raw water into drinking water, this process generates wastes that are called WTP sludge, being necessary the elaboration of a management system with the purpose of allocating or disposing of this waste without causing damage to the environment. Currently, water bodies are the most widely used form of disposal in Brazilian territory,

impacting the environment with changes in turbidity and color of surface waters, sedimentation of the receiving body and increase in the rate of fish mortality. Despite this, there are management systems able to promote the proper disposal and disposal of sludge. This paper aims to present the diagnosis of solid waste management from the water treatment plant in Maringá, Paraná, as well as a bibliographic survey about the incorporation of sludge in productive processes, especially the manufacturing of non-structural concrete, red ceramics, composting and application in degraded soil. On this subject, the use of WTPs residues has been shown to be economically, socially and environmentally viable; although they should not replace the main raw material of such manufacturing. In relation to the analyzed area, it was verified the necessity of the implementation of a management system, as the Water Treatment Plant does not yet have a management program for the sludge generated in the process of decanting and washing of the filters.

KEYWORDS: Sludge Management, Water Treatment Plant, Solid Waste, WTP Sludge.

1 | INTRODUÇÃO

As Estações de Tratamento de Água (ETA's) são incumbidas de promover o tratamento da água bruta por meio do uso de um complexo de etapas, no qual objetiva-se atingir o padrão de potabilidade estabelecido pela PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, do Ministério da Saúde.

No Brasil o modelo mais usual de tratamento é o de ciclo completo, igualmente denominado de sistema convencional, que encontra-se subdividido em coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e correção do pH. Tal sistema é responsável por gerar partículas residuais ao final do processo de tratamento da água bruta, denominado de lodo de ETA (TRINH e KANG, 2011).

O lodo é proveniente do regime de decantação e lavagem dos filtros, sendo que sua qualidade e quantidade é devida às características químicas, físicas e biológicas da água bruta, tipo de coagulante aplicado na ETA e o período referente à higienização dos decantadores e filtros, restando-se normalmente de uma taxa de geração entre 0,2 a 5% do volume total de água tratada (AHMAD et al., 2016).

Com umidade normalmente acima dos 80% do seu peso total e propriedade de não imersão, o lodo é classificado como um resíduo classe II-A pela NBR 10.004/2004, o qual deveria ter sua disposição em aterros sanitários (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004; SILVEIRA, 2012).

Em geral, a disposição final desse resíduo ocorre em corpos hídricos, causando um conjunto de impactos ambientais ao corpo receptor como o aumento da taxa de assoreamento, concentração de metais pesados na comunidade aquática, redução de áreas disponíveis para o lazer e gastos com medidas capazes de recuperar áreas degradadas.

Com o intuito de diminuir as adversidades causadas pela ascensão na geração de

resíduos e com base no conceito de ecologia industrial, pesquisas são desenvolvidas no sentido de viabilizar o aproveitamento do lodo em processos produtivos (ZHAO e BABATUNDE, 2007). Com esta finalidade, o sistema de gerenciamento em uma ETA se mostra importante para garantir a preservação dos recursos naturais, e até mesmo expor medidas capazes de reduzir a produção de resíduos em uma determinada etapa do tratamento da água in natura.

No estado do Paraná as ETA's devem seguir as determinações da Resolução SEMA nº21/2009, CONAMA nº357/2009 e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº12.305/2010), que dispõem sobre o licenciamento ambiental e prazos para a implantação de áreas de tratamento e disposição final dos efluentes e resíduos.

Diante desta contextualização, o presente estudo tem como objetivo avaliar e elaborar o diagnóstico atual acerca do gerenciamento dos resíduos sólidos resultantes do processo de tratamento da água bruta na ETA de Maringá, Paraná, além de elaborar uma breve revisão bibliográfica sobre a incorporação do lodo. Pretende-se, ainda, com esta pesquisa, a partir de tal diagnóstico, subsidiar futuras ações de melhorias na área pesquisada.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo é referente à Estação de Tratamento de Água de Maringá, município localizado no interior do Paraná. De acordo com os dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017), o município em questão apresenta uma população de aproximadamente 400.000 habitantes, com taxa anual de crescimento de 0,90%.

Atualmente a ETA adota o sistema de tratamento convencional, compreendendo as seguintes etapas: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção final e fluoretação. Os insumos aplicados na estação são: Policloreto de Alumínio (PAC) como coagulante, gás cloro para a pré-cloração e desinfecção, e ácido fluossilícico para fluoretação.

No que concerne ao coagulante, a aplicação do Policloreto de Alumínio (PAC) se mostrou superior aos coagulantes tradicionais como sulfato de ferro e sulfato de alumínio, devido a maior capacidade de formação de flocos residuais e estabilidade durante a oscilação de temperatura do corpo hídrico.

O estudo foi subdividido em duas etapas, com o objetivo de compreender o sistema de gerenciamento realizado pela estação. Inicialmente, desenvolveu-se um questionário para se obter informações qualitativas e quantitativas. A tabela 1 denota os dados coletados, seguindo como parâmetro a metodologia desenvolvida por Oliveira (2016).

Itens	Dados analisados
Aspectos gerais	✓ Tecnologia de tratamento
	✓ População abastecida
	✓ Vazão média de produção (l/s)
Produtos químicos	✓ Coagulante utilizado
	✓ Produtos adicionais
Gerenciamento do lodo	✓ Coleta do lodo gerado
	✓ Técnica de secagem executada
	✓ Método de transporte
Resíduos e perdas	✓ Destinação e disposição final do resíduo
	✓ Tipo de água utilizada na limpeza dos filtros
	✓ Frequência de limpeza dos decantadores
	✓ Índice de lodo tratado
	✓ Controle de quantidade de água utilizada na lavagem dos filtros e decantadores
	✓ Controle de volume de lodo gerado nos decantadores

Tabela 1: Dados analisados

Fonte: Adaptado de Oliveira (2016)

2.1 ANÁLISE DE DADOS

Após a coleta de dados, iniciou-se a elaboração da segunda etapa que se constitui no diagnóstico de gerenciamento do lodo na estação, seguindo o que determina a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº12.305/2010), Resoluções SEMA nº21/2009 e CONAMA nº357/2009 alterada pela CONAMA nº430/2011. Fundamentando-se ainda de uma breve revisão de literatura em referência ao uso do lodo em sistemas produtivos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ETA estudada apresenta capacidade de tratamento de 1440 L s⁻¹, variando de acordo com a demanda requerida. Atualmente, esta estação é constituída por um conjunto de doze floculadores e decantadores e dez filtros que são responsáveis por abastecerem 85% da cidade de Maringá, sendo que o restante da população é abastecido por poços auxiliares, como as unidades operacionais de quatro bairros da cidade.

3.1 Limpeza dos Decantadores e Filtros

A limpeza dos decantadores e filtros podem variar de acordo com a necessidade

e com as taxas pluviométricas da região. No entanto, a higienização dos filtros se dão em períodos diários, enquanto a dos decantadores ocorrem em períodos maiores, não superando o prazo de 9 dias. Ressalta-se que a manutenção do sistema não prejudica o fornecimento de água para o município, visto que há 12 decantadores do tipo acelerado de fluxo vertical e 10 unidades de filtração rápida de sentido descendente.

Em relação à geração de lodo, a companhia utiliza um conjunto de fórmulas empíricas para estimar a quantificação de geração mensal, obtendo como resultado uma taxa de aproximadamente $30 \text{ m}^3 \text{ mês}^{-1}$, sem que seja executada ações de tratamento antes de sua disposição e destinação. Outrossim, no que tange a estimativa residual, não é considerado na projeção a interferência da sazonalidade climática e da oscilação na produção de água potável.

Acentua-se, ainda, que se utiliza para a higienização do sistema de decantação e filtração água tratada, sendo que a quantidade gasta é mensurada pelo uso de macro medidores. A disposição final desta água de lavagem se dá em galerias de águas pluviais, juntamente com o lodo dos decantadores, por meio do uso do sistema de descargas, conforme apresentado na figura x.



Figura 1: Válvula de descarga do decantador

Fonte: Autor (2019)

3.2 Gerenciamento do Lodo Gerado

O gerenciamento dos resíduos oriundo dos decantadores e lavagem dos filtros são retratados por meio da aplicação de um levantamento no formato de *checklist*, formalizando os principais componentes desta circunjacência. A tabela 2 expõe os dados coletados.

Verificação	Avaliação
-------------	-----------

Processo de manutenção dos decantadores	A manutenção do sistema advém pela aplicação manual de jatos de água e quando necessário se adota equipamentos para remover componentes indesejáveis, como a presença de algas na parede dos decantadores. Normalmente, a presença dessas algas ocorrem no período de chuvas.
Presença de equipamentos e espaços destinados à realização do tratamento do lodo	Área de tratamento de água não conta com estruturas destinadas a tratar o componente gerado (lodo), como por exemplo a existência de lagoas e leitos de secagem ou até mesmo a adoção de sistemas artificiais de tratamento.
Modo de transporte do lodo, sendo ele na fase aquosa ou sólida	Não ocorre o transporte do lodo de ETA para aterros sanitários ou outros meios de disposição, visto que o seu descarte ocorre em tubulações que conduzem o sedimento até o receptor final.
Existência de delineamentos e metas de destinação do resíduo em programas de logística reversa	Atualmente não existe um procedimento de gerenciamento sobre o lodo gerado na estação. No entanto, verificou-se preocupação com adequação da estrutura, objetivando a coleta, tratamento, transporte e destinação final. Com referência a Resolução SEMA nº 21/2009, ETA's com capacidade de tratamento de vazão superior a 500 L s ⁻¹ e inferior a 2.500 L s ⁻¹ deviam constituir-se de estruturas capazes de tratar e dispor o lodo desde 2017.
Disposição final do resíduo de ETA	A disposição final acontece por artifício das galerias de águas pluviais que conduzem o componente até um Ribeirão da cidade, sem tratamento prévio.

Tabela 2: Análise do gerenciamento da ETA.

Fonte: Autores (2018)

Analisando-se os dados apresentados na tabela 2 é possível verificar que a estrutura da estação de tratamento de água não conta com um processo adequado de gestão e gerenciamento relativo à coleta, transporte, tratamento e disposição final do lodo. Assim, torna-se necessário a realização de adequações na gestão dos resíduos gerados para atender a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (Lei nº 9.433/97), que visa a proteção e regulamentação do uso da água de forma segura e sem promoção da putrescência das águas superficiais.

Souza (2014) reconhece que além dos fatores ambientais a ausência do gerenciamento do lodo ocasiona danos econômicos e sociais, os quais se destacam: redução de áreas fluviais disponíveis para o lazer, necessidade de descontaminação de áreas degradadas e investimento em novas tecnologias despoluidoras.

Diante do exposto é indispensável que a ETA desenvolva um programa de planejamento, compondo-se das diretrizes do Art. 9º da Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS (Lei nº12.305/2010), que prevê “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente correta”. Para tal desenvolvimento é primordial a disponibilidade de recurso público e estudos que demonstrem o melhor método a ser adotado no caso da destinação e disposição final abrangendo os aspectos econômicos e ambientais.

Além disso, é necessário que a ETA em questão implante um sistema de tratamento de lodo que vise o desaguamento por ação natural ou mecanizada. Garantindo, assim, a redução no custo do transporte e extinguindo a disposição final em galerias pluviais.

3.3 COMPOSTAGEM E APLICAÇÃO CONTROLADA NO SOLO DO LODO

Estudos realizados por Megda et al. (2005) demonstraram que o lodo após passar por um tratamento prévio de secagem e higienização se mostrou viável em leiras de compostagem. As principais vantagens exibidas estão relacionadas com o ajuste do pH, aumento do volume do composto e ascensão na disponibilidade de minerais. Além de tudo, os resíduos de ETA's se mostraram proveitosos em plantações de cítricos nos Estados Unidos, contudo é necessário que o sistema de tratamento faça o uso de coagulante a base de sulfato férrico

Tsutiya e Hirata (2001) analisaram a utilização do lodo em solo para finalidades agrícolas e concluíram que os resíduos substituem de forma parcial o calcário, argila, areia, lascas de madeira e fertilizantes turfas; detendo-se de algumas desvantagens, tais como: custo com o transporte, alta taxa de periculosidade do alumínio se unir ao elemento fósforo e a competição das características do lodo com outros elementos naturais.

3.4 Fabricação de Cerâmica e Tijolos

O aproveitamento do lodo de ETA como matéria prima pode diminuir de modo significativo a quantidade de argila e xisto no processo produtivo da cerâmica vermelha (MOTTA e ZANARDO, 2001). O referido autor ainda reitera que a indústria cerâmica é caracterizada por dois processos: a primária, etapa responsável pela escolha de área a ser explorada e realizar a exploração da matéria prima; e o setor de transformação, intendente pela elaboração do produto final.

Oliveira et al. (2008) possuem uma pesquisa baseada na incorporação do resíduo em massa argilosa com teor de 15% destinada à fabricação de cerâmica vermelha. O efeito final não apresentou significativas implicações sobre a microestrutura e as propriedades físico-mecânicas avaliadas (retração linear, absorção de água, massa específica aparente e tensão de ruptura à flexão).

Na cidade de Foz do Iguaçu, PR, realizou-se uma pesquisa do lodo como aditivo em argilas para cerâmica vermelha, nomeado como a “Caracterização do Lodo e de Argilas do Terceiro Planalto Paranaense”. No resultado primário, observou-se que os resíduos não podem ser utilizados como componente majoritário em massas cerâmicas, por conta das suas características físicas e químicas (TARTARI et al., 2011).

Margem (2008) realizou sua pesquisa acerca da introdução do lodo depositado no fundo dos decantadores. As amostras com até 10% de lodo resultou no aumento da absorção da água e diminui a resistência mecânica da cerâmica vermelha logo após seu processo de queima. Deste modo, concluiu-se que a utilização de lodo de ETA em cerâmicas vermelhas deve ser realizada em pequenas quantidades para não prejudicar a sua funcionalidade.

No que concerne a incorporação na produção de cerâmica artística, o lodo deve ser submetido a um tratamento prévio, visto que o resíduo *in natura* promove

a ocorrência de defeitos nas peças sintetizadas. Por meio do ensaio de lixiviação, identificou-se que peças cerâmicas contendo lodo são impróprias para a confecção de utensílios que fiquem em contato com alimentos ou bebidas (POZZOBON et al., 2009).

3.5 Incorporação em Concreto

Sales e Souza (2009) explicam que a agregação do lodo em concreto tem como finalidade inicial oportunizar a reciclagem de resíduos, mitigando-se assim a disposição final em aterros ou em corpos d'água.

Huang e Wang (2013) afirmam que os resíduos juntamente com agregado leve seguem de acordo com a normativa de resistência à tração e compressão, tornando-se uma opção viável. No que se refere à aplicação em calçadas, Costa (2011) verificou a viabilidade do lodo como agregado e atestou que a resistência à compressão apresentou resultados satisfatórios.

Estudos mais recentes relacionados a incorporação do lodo de ETA em material intertravado mostraram que a adição de 5% do resíduo não promove diferenças significativas na resistência axial das amostras analisadas. Contudo ocorreu um aumento significativo de absorção nos corpos-de-prova (TAFANEL et al., 2016).

3.6 Incorporação do Lodo Desidratado na Pavimentação

Normalmente o lodo de ETA, por meio de suas características químicas, físicas e biológicas, viabilizam a incorporação para a confecção de sub-base no âmbito de pavimentação (COSTA, 2011).

Martinez (2014) explica que o lodo pode ser aplicado na junção de agregados miúdos e ao ligante asfáltico, como resultado obteve-se que os resíduos não agregaram malefícios ambientais ou econômicos e melhoraram as propriedades mecânicas.

O processo de tratamento é fundamental para o sucesso de sua utilização, sendo que o resíduo com baixa umidade se mostra um material rugoso e com porosidade (COELHO et al., 2015). No que tange à sustentabilidade, o uso de resíduos de ETA's reduz a necessidade de extração de recursos naturais e cria um sistema de gestão e gerenciamento sobre a reutilização de materiais.

4 | CONCLUSÕES

Diante da estruturação do estudo, constatou-se que a ETA apresenta sistema de tratamento convencional, retratando uma geração razoável de sólido, o qual pode expressar características de resíduo não inerte.

Verificou-se ainda que a estação da cidade não conta com um plano de gerenciamento do lodo, e que a sua disposição final se dá na rede pluvial, sem tratamento prévio.

Desse modo, a partir dos dados levantados convalidou-se que é preciso uma adequação da gestão dos resíduos gerados na estação de tratamento de forma a atender às recomendações impostas pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos, a qual propõe um conjunto de medidas com características sociais, econômicas, ambientais e políticas. Para tal, aponta-se a necessidade de investimentos em pesquisas que permitam as melhorias na ETA, no sentido de que seja implementado um programa de minimização da geração bem como um programa de gerenciamento que viabilize o tratamento do lodo dentro da estação.

Com relação às possíveis destinações apresentadas, ressalta-se ainda que o lodo não deve substituir qualquer tipo de matéria prima, porém reduz a quantidade de insumo a ser inserido, exercendo assim uma ação sustentável, favorecendo também a redução na disposição final em aterros sanitários e corpos hídricos. Assim, o processo de gestão e gerenciamento é fundamental para garantir a ascensão das execuções sustentáveis e oportunizar a agregação em novos produtos.

REFERÊNCIAS

AHMAD, T. et al. Sustainable management of water treatment sludge through 3BR concept. **Journal of Cleaner Production**, 124. ed. p. 1–13, 2016.

BRASIL. **Lei nº. 12305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 29. Jul.2018.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Disponível: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 29. jul.2018.

BRASIL. **Portaria de Consolidação nº 5**, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.htm>. Acesso em: 24. Jul.2018.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005**. Brasília, DF, 2005.

COELHO, R. et al. Uso de Lodo de Estação de Tratamento de Água na Pavimentação Rodoviária. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 10, n. 2, p. 11-22, set. 2015.

COSTA, A. J. C. **Análise da Viabilidade de Utilização de Lodo de ETA Coagulado com Cloreto de Polialumínio Composto com Areia Como Agregado Miúdo em Concreto Para Recomposição de Calçadas** – Estudo de Caso na ETA do Município de Mirassol – SP. 154p. 2011. Dissertação de mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP.

HUANG, C. H.; WANG, S. Y. **Application of water treatment sludge in the manufacturing of lightweight aggregate**. Construction and Building Materials, 2013.

MARTINEZ, J. G. **Avaliação de Desempenho de Misturas Betuminosas com Adição de lodos de ETA e de ETE**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil, 2014.

MEGDA, C. R. et al. Propostas De Aproveitamento De Lodos Gerados em ETAs. **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 2005.

MOTTA, J. F.; ZANARDO, A. As matérias-Primas Cerâmicas Parte I: O Perfil das Principais Industrias

e Seus Produtos, Parte II. **Cerâmica Industrial**, vol.6 (2), p.28-39, 2001. Disponível em: <<http://www.ceramicaindustrial.org.br>>. Acesso em: 04 jun. 2018.

OLIVEIRA, E. M. S. et al. Influence of the Addition of Water Treatment Sludge On the Properties and Microstructure of Red Ceramic. **Revista Cerâmica**, vol.54, n.330, p. 167-173, 2008.

OLIVEIRA, I. Q. O. **Gerenciamento Do Lodo De Estação De Tratamento De Água em Mato Grosso do Sul: Uma Análise Crítica**. 2016. p.67 . Dissertação (Mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade) – Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul.

PARANÁ (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos). **Resolução SEMA n.º 021, de 22 de abril de 2009**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências, para empreendimentos de saneamento. Curitiba, PR, 22 de abril de 2009.

POZZOBON, J. C. et al. Estudo preliminar para a utilização de lodo de ETA para a produção de cerâmica artística. **Encontro Anual De Iniciação Científica**, Londrina. Anais. Londrina: UEL, 2009.

SALES, A.; SOUZA, F. R. Concretes and Mortars Recycled with Water Treatment Sludge and Construction and Demolition Rubble. **Construction and Building Materials**, vol. 23, p. 2362–2370, 2009.

SILVEIRA, C. **Desaguamento de lodo de estações de tratamento de águas por leito de drenagem/ secagem com manta geotêxtil**. 2012. 136p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

SOUZA, A. P. et al. Avaliação de custos e alternativas de tratamento e disposição final dos resíduos gerados em estação de tratamento de água. Natal, RN. XII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais**, 2014.

TAFANEL, F.N; MACIOSKI, G; CARVALHO, K.Q; NAGALLI, A; FREITAS, D, C; PASSIG, F.H. Avaliação das propriedades do concreto devido à incorporação de lodo de estação de tratamento de água. **Revista Matéria**, Vol. 21, n. 04, 2016.

TARTARI, R. et al. Lodo gerado na estação de tratamento de água Tamanduá, Foz do Iguaçu, PR, como aditivo em argilas para cerâmica vermelha: Parte II: incorporação do lodo em mistura de argilas para produção de cerâmica vermelha. **Revista Cerâmica**, Vol. 57, n. 344, 2011.

TRINH, T. K.; KANG, L. S. Response surface methodological approach to optimize the coagulation-flocculation process in drinking water treatment. **Chem. Eng.**, Ed. 89, p.1126-1135, 2011.

TSUTIYA, M. T.; HIRATA, A. Y. Aproveitamento e Disposição Final De Lodos De Estações De Tratamento de Água Do Estado de São Paulo. **21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. João Pessoa, 2001.

ZHAO, Y. Q.; BABATUNDE, A. O. Constructive approaches toward water treatment works sludge management: an international review of beneficial reuses. **Critical Review in Environmental Science and Technology**, v. 37, p. 129 – 165, 2007.

SOBRE OS ORGANIZADORES

TAYRONNE DE ALMEIDA RODRIGUES Filósofo e Pedagogo, especialista em Docência do Ensino Superior e Graduando em Arquitetura e Urbanismo, pela Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN, desenvolve pesquisas na área das ciências ambientais, com ênfase na ética e educação ambiental. É defensor do desenvolvimento sustentável, com relevantes conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. Membro efetivo do GRUNEC - Grupo de Valorização Negra do Cariri. E-mail: tayronnealmeid@gmail. com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>

JOÃO LEANDRO NETO Filósofo, especialista em Docência do Ensino Superior e Gestão Escolar, membro efetivo do GRUNEC. Publica trabalhos em eventos científicos com temas relacionados a pesquisa na construção de uma educação valorizada e coletiva. Dedicar-se a pesquisar sobre métodos e comodidades de relação investigativa entre a educação e o processo do aluno investigador na Filosofia, trazendo discussões neste campo. Também é pesquisador da arte italiana, com ligação na Scuola de Lingua e Cultura – Itália. Amante da poesia nordestina com direcionamento as condições históricas do resgate e do fortalecimento da cultura do Cariri. E-mail: joaoleandro@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1738-1164>

DENNYURA OLIVEIRA GALVÃO Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2016). Atualmente é professora titular da Universidade Regional do Cariri. E-mail: dennyura@bol.com.br LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4808691086584861>

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-328-6

