

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)

---

*Collection:*

**APPLIED ENVIRONMENTAL  
AND SANITARY  
ENGINEERING  
2**

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)

---

*Collection:*

**APPLIED ENVIRONMENTAL  
AND SANITARY  
ENGINEERING  
2**

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



## Collection: applied environmental and sanitary engineering 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied environmental and sanitary engineering 2  
/ Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. -  
Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-988-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.889220305>

1. Environmental and sanitary engineering. I. Paniagua,  
Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 628

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa - Paraná - Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## PRESENTATION

The e-book: “Collection: Applied Environmental and Sanitary Engineering 2” consists of fifteen chapters that present works that aimed to contribute both to improving the quality and health of the environment and man, as well as to the development of technologies to reduce costs and improve the quality of basic sanitation, remedying and reducing the environmental impacts resulting from human activities.

Waste management in Brazil is “invisible” in the eyes of government plans at the municipal level, which is why precarious sanitation conditions prevail in most municipalities. In view of this, the scientific community has been reiterating through numerous studies, the need to implement systems for the collection and final disposal of waste in an environmentally more correct way.

The basic sanitation system in Brazil has been restructuring itself due to security and information technology that helps to monitor and automate water and sewage treatment systems, the final disposal of waste, the loss of water resources due to failures or ruptures of pipe among others. Added to this, the numerous software that are developed to improve operating systems that can present information in real time and operation in continuous flow, helping operators.

Finally, the study and development of new treatment technologies from agro-industry residues or from new technologies that aim to implement and improve the efficiency of existing conventional processes,

In this perspective, Atena Editora has been working with the aim of stimulating and encouraging researchers from Brazil and other countries to publish their work with a guarantee of quality and excellence in the form of books and book chapters that are available on the Editora’s website and elsewhere. digital platforms with free access.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

563 – COMO A GESTÃO DE RESÍDUOS É TRATADA NOS PLANOS DE GOVERNO DOS(AS) CANDIDATOS(AS) À PREFEITOS(AS)

Cristiane Ferreira Pimenta

Henrique Ferreira Ribeiro


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203051>

### **CAPÍTULO 2..... 8**

ESTUDO COMPORTAMENTAL DE USINAS DE BENEFICIAMENTO DE RESÍDUOS CLASSE A DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Cristiane Ferreira Pimenta

Henrique F. Ribeiro


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203052>

### **CAPÍTULO 3..... 24**

QUANTIFICAÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM ÁREAS DE TRANSBORDO E TRIAGEM

Cristiane Ferreira Pimenta

Henrique F. Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203053>

### **CAPÍTULO 4..... 33**

COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ALIMENTARES DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Deysiane Antunes Barroso Damasceno

Marcos Oliveira Dantas

Mônica de Abreu Azevedo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203054>

### **CAPÍTULO 5..... 44**

II-1785 - SETORIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO I – DETERMINAÇÃO DAS CARGAS ORGÂNICAS

Moema Felske Leuck

Carlos André Bulhões Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203055>

### **CAPÍTULO 6..... 65**

MANAGEMENT OF FLUORESCENT LAMPS: A CASE STUDY IN THE METROPOLITAN REGION OF RECIFE, PERNAMBUCO, BRAZIL

Eduardo Antonio Maia Lins


Marília Gabriela Jonas de Santana

Andréa Cristina Baltar Barros

Adriane Mendes Vieira Mota

Maria Clara Pestana Calsa

Adriana da Silva Baltar Maia Lins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203056>

**CAPÍTULO 7..... 75**


**ONLINE MONITORING OF THE MUNICIPAL SOLID WASTE COLLECTION SYSTEM**

Eduardo Antonio Maia Lins

Roger Ramos Azevedo

Fuad Carlos Zarzar Júnior

Joaquim Teodoro Romão de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203057>


**CAPÍTULO 8..... 83**

**IMPLEMENTATION OF IMPROVEMENT ACTIONS IN THE SOLID WASTE MANAGEMENT PROCESS IN SMALL AND MEDIUM CITIES: CASE STUDY OF THE MUNICIPALITY OF PATROCÍNIO LOCATED IN THE STATE OF MINAS GERAIS – BRAZIL**

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Bruno Elias dos Santos Costa

Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203058>

**CAPÍTULO 9..... 95**


**A IMPORTÂNCIA DE INVESTIMENTOS EM SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO PARA AS OPERADORAS DE SERVIÇO DE SANEAMENTO: UM OLHAR SOB OS INCIDENTES DIVULGADOS**

Carlos Henrique Jorge

Dalton Issao Ito

Mariana Espindola de Souza

André Gambier Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203059>

**CAPÍTULO 10..... 111**


**AQUACAD-PLUGIN: SIMULAÇÕES HIDRÁULICAS NO AUTOCAD**

Luis Henrique Magalhães Costa

Arthur Brito Gomes

Letícia de Vasconcelos Rodrigues

David Ermerson Farias Eugênio


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030510>





**CAPÍTULO 11 ..... 122**

**AQUACAD: CONVERSÃO ONLINE ENTRE ARQUIVOS DOS PROGRAMAS DA PLATAFORMA CAD, GIS E DOS SIMULADORES EPANET E SWMM**

Luis Henrique Magalhães Costa

Guilherme Marques Farias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030511>

<b>CAPÍTULO 12.....</b>	<b>131</b>
APLICAÇÃO DO TANK MODEL NA MODELAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANHAS EM GOIÁS	
Tales Dias Aguiar Débora Pereira da Silva	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030512">https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030512</a>	
<b>CAPÍTULO 13.....</b>	<b>142</b>
UTILIZAÇÃO DE BAMBU “DENDROCALAMUS LATIFLORUS” COMO CAMADA SUPORTE EM FILTRO ANAERÓBIO PARA REMOÇÃO DE DBO E DQO EM TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIO	
Fagner Moreira de Oliveira Adão Genilson Pereira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030513">https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030513</a>	
<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>149</b>
DEGRADAÇÃO DE ANTIDEPRESSIVOS RESIDUAIS E CAFEÍNA EM ÁGUA, ESGOTO DOMÉSTICO E LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO EMPREGANDO FOTÓLISE DIRETA	
Ismael Laurindo Costa Junior Adelmo Lowe Plestch Yohandra Reyes Torres	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030514">https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030514</a>	
<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>167</b>
AVALIAÇÕES ECOTOXICOLÓGICAS DE CONTAMINAÇÕES CAUSADAS POR BIFENILAS POLICLORADAS: UMA REVISÃO	
Rhayane Andrade Junior Rosana Gonçalves Barros Viníciu Fagundes Barbara	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030515">https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030515</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>178</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>179</b>

## COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ALIMENTARES DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

*Data de aceite: 01/04/2022*

*Data da submissão: 17/02/2022*

### **Deysiane Antunes Barroso Damasceno**

Centro Universitário Presidente Antônio Carlos  
– UNIPAC Barbacena  
<http://lattes.cnpq.br/3346750236308165>

### **Marcos Oliveira Dantas**

Porteirinha/MG

### **Mônica de Abreu Azevedo**

Universidade Federal de Viçosa, Centro de  
Ciências Exatas e Tecnológicas, Departamento  
de Engenharia Civil  
<http://lattes.cnpq.br/2232721903261268>

**RESUMO:** A compostagem é considerada um método de disposição final adequado para os resíduos orgânicos, pois visa reciclar a matéria e transformá-la em adubo orgânico. Considerando a significância deste processo, muitas pesquisas têm sido feitas a fim de melhorar a eficiência deste sistema, principalmente no que diz respeito à decomposição da fração dos resíduos orgânicos composta por restos de alimentos. Este trabalho avaliou o desempenho da compostagem dos resíduos orgânicos do restaurante universitário (RU) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) através do controle de parâmetros como aeração, temperatura, umidade, pH, matéria orgânica volátil e relação Carbono/Nitrogênio (C/N). Análises microbiológicas também foram feitas a fim de determinar a remoção de agentes

patógenos. Por fim, um teste de germinação, com sementes de alface, foi realizado com o propósito de avaliar o grau de maturação do composto. Os resultados apontaram alto teor de umidade inicial (80,64%) que culminou em retardo do início da fase termofílica da compostagem. O teor de sólidos voláteis foi reduzido em 38,5%, comprovando a eficiência do processo. A ausência de patógenos ocorreu a partir da fase termofílica. Segundo o teste de germinação, ao final de sete dias, 71,79% das sementes cultivadas com o substrato e 68,38% das sementes da amostra controle haviam germinado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compostagem. Compostagem de resíduos alimentares. Degradação de matéria orgânica. Resíduo sólido orgânico.

### FOOD WASTE COMPOSTING OF STUDENT RESTAURANT AT VIÇOSA UNIVERSITY

**ABSTRACT:** Composting is considered a suitable final disposal method for organic waste as it aims to recycle organic matter and transform it into organic fertilizer. Due the significance of this process many researches has been carried out to improve the efficiency of this system especially with regard to the decomposition of food scraps. This study evaluated the performance of composting organic waste from the University Restaurant (RU) at the Federal University of Viçosa (UFV) through the control of parameters such as aeration, temperature, humidity, pH, volatile organic matter and Carbon/Nitrogen ratio (C/N). Microbiological analyzes were also

performed in order to determine the removal of pathogens. Finally, a germination test with lettuce seeds was carried out in order to assess the degree of maturation of the compost. The results showed a high initial moisture content (80.64%) that culminated in a delay in the beginning of the thermophilic phase of composting. The volatile solids content was reduced by 38.5% attesting to the efficiency of the composting process. The absence of pathogens occurred from the thermophilic phase. According to the germination test at the end of seven days 71.79% of the seeds grown with the substrate and 68.38% of the seeds in the control sample had germinated.

**KEYWORDS:** Composting. Food waste composting. Organic matter degradation. Solid organic waste.

## 1 | INTRODUÇÃO

Anualmente, cerca de 1,3 bilhões de toneladas de alimentos produzidos para o consumo humano em todo mundo se perde ou é desperdiçado (FAO, 2016). Só no Brasil são desperdiçadas 41 mil toneladas de alimentos por ano (AKATU, 2016). Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente, publicados no ano de 2017, cerca de 50% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) são compostos por matéria orgânica.

A disposição destes resíduos está geralmente associada à geração de impactos ambientais e a altos custos (YU e HUANG, 2009). Isto porque, em geral, os aterros sanitários, fonte altamente geradoras de gás metano, ainda representam o principal destino final dos resíduos orgânicos (MU *et al.* 2017). Por isso, técnicas de tratamento e gerenciamento dos resíduos sólidos que minimizam seus impactos ambientais vêm sendo cada vez mais abordadas (THYBERG e TONJES, 2017).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, Lei 12.305/2010) visa estimular mudanças consideráveis na forma de gerenciar os resíduos sólidos no Brasil, para isso, a PNRS estipulou o envio obrigatório de resíduos para reciclagem e compostagem. Aterros sanitários passaram a constituir a forma legalmente adequada de disposição final somente para rejeitos – resíduos que depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos viáveis não possuem outra possibilidade a não ser a disposição final (Brasil, 2010). Apesar disso, a maior parte dos RSU segue sem destinação adequada.

A compostagem de resíduos orgânicos é uma técnica valiosa que consegue minimizar os impactos ambientais causados pela disposição inadequada de resíduos sólidos ao mesmo tempo em que promove a reciclagem da matéria orgânica, convertendo-a em um produto de valor econômico (LI *et al.*, 2015; MU, *et al.*, 2017). A compostagem trata-se de um processo controlado de decomposição microbiana aeróbica que gera um composto orgânico estabilizado que pode ser usado para melhoramento de solo ou como fertilizante orgânico. (SHI *et al.*, 1999; LI *et al.*, 2013; GIUSQUIANI *et al.*, 1989).

O processo da compostagem requer não apenas planejamento (seleção de matérias-primas e misturas), mas também um adequado monitoramento dos parâmetros de controle,

sendo os principais: temperatura, pH, umidade, concentração de oxigênio e porosidade. Durante a compostagem, o material aquece como resultado da atividade microbiana, por isso, é essencial manter a temperatura e umidade em níveis apropriados para que esse processo ocorra adequadamente e não comprometa a qualidade do produto final (LÓPEZ *et al.* 2014).

A qualidade da matéria-prima também é determinante no processo de compostagem. Os resíduos alimentares representam uma fração dos resíduos orgânicos com características físicas e químicas bem particulares. Em geral, estes resíduos possuem alto teor de matéria orgânica que são facilmente degradadas, como por exemplo, açúcares, sal, lipídeos e proteínas. Além disso, os resíduos alimentares no estado fresco possuem alto teor de umidade, baixa relação C/N e alta porosidade (LI *et al.*, 2013; SAER *et al.*, 2013).

## 2 | OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é acompanhar e avaliar a decomposição de resíduos orgânicos, mais precisamente, de restos de comida do Restaurante Universitário (RU) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), pelo processo de compostagem, através do monitoramento dos parâmetros: pH, temperatura, umidade, sólidos voláteis, aeração e análises microbiológicas bem como a qualidade do composto maturado gerado por meio de teste de germinação.

## 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Caracterização do local e dos resíduos

A compostagem e as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LESA) do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa e os resíduos foram coletados no RU do campus Viçosa. O RU/UFV é considerado uma Unidade de Alimentação e Nutrição de grande porte, servindo diariamente em torno de 5.100 refeições contemplando café da manhã, almoço e jantar.

Em média, são produzidos 11,5 Kg de resíduos no café da manhã, 220,5 Kg no almoço e 156,5 Kg no jantar, estes valores incluem apenas sobras de bandejas, os restos de preparo de alimento não são contabilizados, mas compõem a fração de resíduos descartada.

### 3.2 Compostagem

A leira foi montada em forma cônica com 460,3Kg de resíduos de alimentos do RU coletados no dia 29 de março de 2017. A massa de resíduos correspondia às sobras do café da manhã (13,2 Kg) e almoço (294,9 Kg) desse dia e jantar (149,9 Kg) do dia anterior,

além das sobras do preparo destas refeições (2,3 Kg). Ressalta-se que a leira foi construída em área devidamente cimentada para evitar a contaminação do solo e a contaminação do substrato pelo solo e foi coberta por uma camada de material maturado para evitar a propagação de odores e atração de vetores, porém, nenhum material incorporante foi adicionado à mistura ou à sua base.

A leira era revirada manualmente a cada três dias, nos primeiros 30 dias, e semanalmente após o primeiro mês até atingir a fase de maturação. Quando o início da fase de maturação foi detectado, o reviramento foi cessado.

As temperaturas eram aferidas em três pontos distintos da leira: base, centro e topo, com profundidades horizontais suficientes para atingir a região central da leira.

As análises laboratoriais foram feitas quinzenalmente, sendo todas realizadas em triplicata. O material era coletado em pelo menos quatro pontos da leira, a fim de se obter uma amostra homogênea e representativa.

Para determinar o pH do material, foi preparada uma solução contendo 10 gramas da amostra e 250mL de água destilada.

Cerca de 30g da amostra úmida eram colocadas para secar em estufa a uma temperatura de 75°C por 24 horas para que a umidade do material fosse determinada. Após isso, dois gramas desse material eram encaminhados para o forno Mufla a uma temperatura de 550°C, durante 2 horas, para determinação do teor de sólidos fixos e voláteis da amostra.

Diferentes concentrações de substrato ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-4}$ ) foram preparadas com 4g da amostra úmida e 100 mL de NaCl a fim de determinar a presença ou ausência de coliformes totais na amostra. Para isso, utilizou-se o material indicador, Colilert Idexx. A presença de coliformes era indicada pela coloração amarela escura da solução após o processo de incubação.

A relação C/N foi determinada para amostras coletadas no 21° e 75° dia de compostagem. O teor de nitrogênio total da amostra foi determinado pelo método Kjeldahl. O Carbono total foi obtido segundo o método da mufla, que consiste em dividir o valor encontrado para os sólidos voláteis (SV) por 1,8 (JIMÉNEZ e GARCÍA, 1992). As amostras utilizadas para análise de carbono total foram coletadas nos mesmos dias daquelas utilizadas para análise de nitrogênio.

Por fim, o teste de germinação foi realizado a fim de analisar o grau de maturação do composto. Para isso, em copos descartáveis, 13 sementes de alface foram colocadas sobre um algodão umedecido com 5mL de água destilada (amostra controle) e a mesma quantidade de sementes foi colocada em algodão umedecido com 5mL de solução de substrato. Para o preparo da solução, diluiu-se 10g de substrato em 100mL de água destilada (1:10) e agitou-se a mistura por um período 15 minutos. Após a decantação, o sobrenadante foi filtrado. As amostras foram regadas com aproximadamente 2mL de água destilada, uma vez por dia, durante sete dias e mantidas a temperatura ambiente.

A germinação foi aferida pelo critério de emergência da radícula no segundo, quarto e sétimo dias de controle. O teste foi realizado em triplicada e para analisar a eficiência da germinação em cada amostra a porcentagem de germinação (PG), a velocidade de germinação (VG), em número de sementes germinadas por dia, e o índice de velocidade de germinação (IVG) foram calculadas pela fórmula de Maguire (1962).

Após as análises laboratoriais, verificava-se a necessidade ou não de correção de umidade de modo a garantir que o valor estivesse dentro da faixa ideal para a compostagem. Caso houvesse necessidade de aumentar a umidade, a correção era feita com o incremento de água na leira de compostagem no momento do reviramento. Já para valores de umidade acima da faixa considerada ideal, a leira de compostagem era aberta e ficava exposta ao sol, favorecendo a evaporação da água.

As análises foram encerradas quando o composto orgânico chegou à maturação, estando próximo à temperatura ambiente e com teor de sólidos reduzido em 40% em relação ao valor inicial.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura é considerada por muitos pesquisadores como o indicador de eficiência da atividade metabólica dos microrganismos. Os dados obtidos pelo monitoramento da temperatura encontram-se no gráfico da Figura 1. Em geral, a atividade dos microrganismos no início da compostagem eleva a temperatura de 25°C (ambiente) para 40-45°C, em um período de 2 a 3 dias (VALENTE *et al.*, 2009), porém, a leira estudada não seguiu esse comportamento. Nos primeiros 20 dias a temperatura permaneceu abaixo de 45°C, temperaturas inferiores a este valor caracterizam o estágio mesofílico do processo (FRANÇA *et al.*, 2014). O longo período de temperaturas baixas pode ser justificado pela alta umidade da massa de resíduos (Figura 2). O excesso de umidade reduz a penetração de oxigênio na leira e, nessas condições de anaerobiose, a atividade microbiológica aeróbia é inibida, a decomposição torna-se lenta e a lixiviação de nutrientes pode ocorrer (INÁCIO *et al.*, 2009; ECOCHEM, 2004; RICHARD *et al.* 2002). Além disso, o tamanho reduzido da leira e a falta de material estruturante podem ter dificultado a retenção de calor no meio.

A partir do 21º dia e pelos 27 dias subsequentes, a temperatura da leira começou a subir, apresentando valores entre 42°C e 67°C e caracterizando a fase termofílica do processo. Este período coincidiu com teores de umidade dentro da faixa ideal, 45% a 60%. Findada essa fase, a temperatura começou a decrescer, iniciando então, o processo de maturação. Durante todo o processo, a temperatura dos três pontos da leira estiveram acima da temperatura ambiente. Quedas bruscas no valor de temperatura foram observadas nos dias de reviramento devido a incorporação de oxigênio à leira.



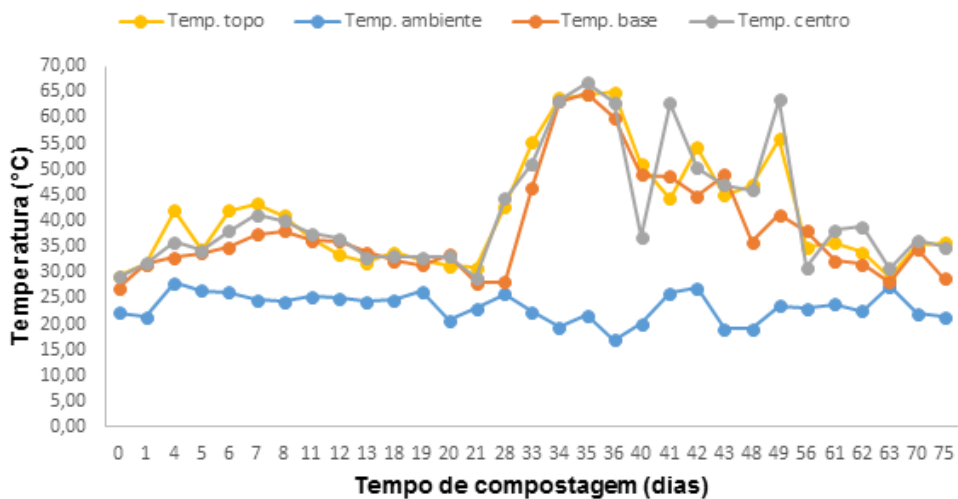


Figura 1. Monitoramento da temperatura.

Fonte: Autores.

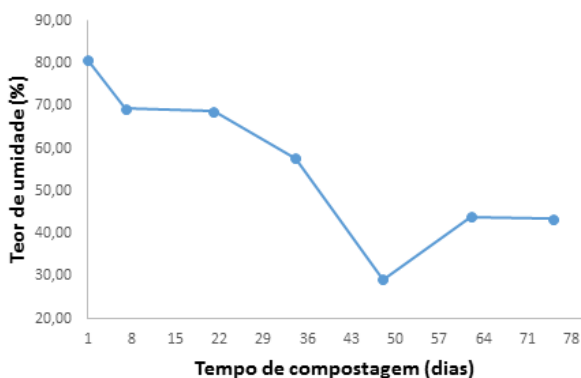


Figura 2. Monitoramento do teor de umidade.

Fonte: Autores.

Segundo Herbets *et al.* (2005), o pH do início do processo de compostagem geralmente fica na faixa de 5,0 a 6,0, podendo nos primeiros dias do processo ocorrer ligeira queda em decorrência da produção de ácidos orgânicos. Pode-se observar na Figura 3 que o pH inicial médio do resíduo estudado era de 4,18, abaixo da faixa comumente observada na literatura. Esse fato pode estar relacionado à acidez de alguns alimentos que compunham a massa de resíduos. O pH ácido no início do processo indica também a falta de maturação do composto ou ocorrência de anaerobiose no interior da pilha. Após certo período, o pH se eleva à medida que os ácidos são metabolizados, tendendo à alcalinidade ao fim do processo (7,5 a 9,0).

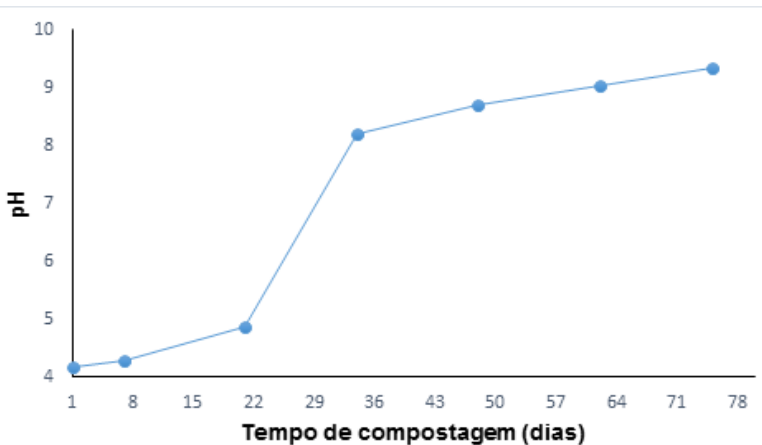


Figura 3. Monitoramento do pH.

Fonte: Autores.

O teor de sólidos voláteis deve decrescer com o passar do tempo, indicando a decomposição da matéria orgânica (FERNANDES e SILVA, 1999). Pode-se observar na Figura 4 que isso ocorre ao longo do processo de compostagem, nota-se a redução dos valores médios do teor de sólidos de 94,18% na primeira semana para 57,97% na última semana.

Segundo Pereira Neto (2007), um processo de compostagem é considerado eficiente se apresentar redução média do teor inicial de sólidos voláteis de 40%. No presente trabalho houve uma redução de 38,5%, mostrando assim uma eficiência muito próxima à indicada.

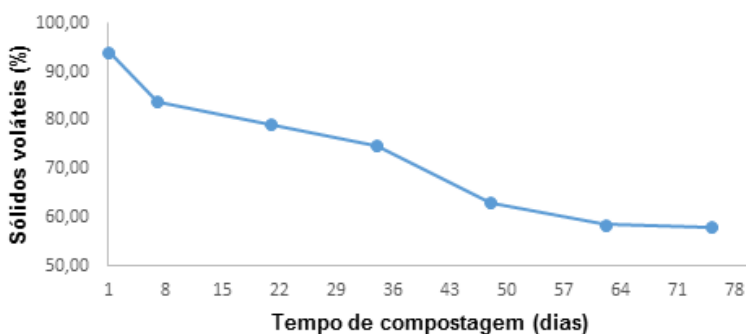


Figura 4. Monitoramento dos sólidos voláteis.

Fonte: Autores.

Foram identificados coliformes no material até a idade de 21 dias. A queda na concentração dos microorganismos, ou sua ausência, coincidiu com o início da fase

termofílica do processo. A literatura afirma que a maioria dos organismos patogênicos é eliminada quando expostos a temperaturas superiores a 55°C por dois ou três dias (SHI *et al.*, 1999).

Os resultados dos testes de germinação da alfaca (Tabela 1) mostram que todos os parâmetros analisados: velocidade de germinação (VG), índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de germinação (PG) foram ligeiramente superiores para as sementes cultivadas no substrato em relação à amostra controle. Foi verificada nas plântulas das amostras cultivadas no substrato, a abertura expressiva de cotilédones no quinto dia após a semeadura, enquanto na amostra controle, ocorreu no sexto dia da análise.

Valores médios		
	Amostra Controle	Substrato
<b>PG</b>	68,38	71,79
<b>VG</b>	2,06	2,57
<b>IVG</b>	6,18	7,70

Tabela 1. Média do índice de velocidade de germinação (IVG), velocidade de germinação (VG) e porcentagem de germinação (PG) de sementes de alfaca submetidas ao substrato do composto.

Fonte: Autores.

Segundo Valente *et al.* (2009), durante o processo de compostagem, verifica-se uma redução da relação C/N em decorrência da oxidação da matéria orgânica pelos microrganismos, que liberam CO<sub>2</sub> através da sua respiração, diminuindo assim a concentração de carbono na matéria. Os resultados encontrados para relação C/N inicial e final, 11,5 e 7,8, respectivamente, concordam, portanto, com o previsto.

A relação C/N inicial da amostra encontra-se abaixo da faixa ideal (25/1 e 35/1) recomendada por diversos autores (ZUCCONI e BERTOLDI, 1987; LOPEZ -REAL, 1994; FONG *et al.*, 1999; KIEHL, 2004). Isto pode estar relacionado ao fato de que nenhum material rico em carbono como, por exemplo, palha, cascas de árvore, podas de jardim, etc. foi incorporado à leira. Além disso, sabe-se que resíduos alimentares são ricos em nitrogênio. Portanto, a baixa concentração de carbono e alta concentração de nitrogênio justificam os resultados encontrados.

Durante o processo de compostagem foram observados os seguintes parâmetros indesejáveis: presença de odores desagradáveis, formação de chorume e presença de moscas e larvas sobre as leiras. A presença de moscas e larvas foi notada até o 33º dia, já o odor até o 38º dia. O forte odor pode estar relacionado ao alto teor de nitrogênio da matéria.

Após o 30º dia observou-se que a leira apresentava manchas brancas. Esse fato pode ser associado à presença de actinomicetos, pois suas colônias são visíveis a olho nu em razão da cor esbranquiçada conferida às partículas situadas a aproximadamente 15 cm

abaixo da superfície da massa de compostagem (PEREIRA NETO, 2007).

O chorume, que é o líquido escuro e de mau cheiro que escorre da leira de compostagem, foi observado nos primeiros 21 dias devido ao excesso de umidade. De acordo Godoy (2013), o alto teor de umidade na massa do resíduo é a principal causa da formação desse líquido e essa água tenderá a solubilizar substâncias presentes nos resíduos sólidos, principalmente aqueles de composição orgânica, dando origem a uma mistura líquida complexa com composição química bastante variável.

## 5 | CONCLUSÃO

A compostagem de resíduos sólidos orgânicos do restaurante universitário se mostrou uma técnica eficiente no tratamento desse tipo de resíduo, uma vez que transformou um passivo ambiental em um composto orgânico estável dotado de valor econômico e útil na fertilização do solo.

Para que a compostagem ocorresse corretamente, os parâmetros monitorados ao longo do processo foram extremamente importantes, pois eles indicavam se a matéria estava sendo degradada de forma adequada para a produção de um composto de qualidade.

## REFERÊNCIAS

AKATU. **Zero Hora: saiba como evitar o desperdício de frutas, verduras e legumes**. 2016.

Consultado em 09 de maio de 2017. Disponível em: <http://www.akatu.org.br/Institucional/>

SalaDelimprensa/Akatu-na-Midia/Zero-Hora-saiba-como-evitar-o-desperdicio-de-frutas-verduras-e-legumes

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Manual para Implantação de Compostagem e de Coleta Seletiva no Âmbito de Consórcios Públicos**.

Brasília, 2010. Lei n. 12.305, de 2 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. Diário Oficial da União, Brasília: Câmara dos Deputados, n. 81, 2010. Consultado em 09 de maio de 2017, disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu\\_urbano/\\_arquivos/3\\_manual\\_implantao\\_compostagem\\_coleta\\_seletiva\\_cp\\_125.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/3_manual_implantao_compostagem_coleta_seletiva_cp_125.pdf).

ECOChem. **Composting process**. 2004. Consultado em 26 de junho de 2017, disponível em [http://www.ecochem.com/t\\_compost\\_faq2.html](http://www.ecochem.com/t_compost_faq2.html)

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe**. 2016. Consultado em 09 de maio de 2017, disponível em: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>

GODOY, J.C. **Compostagem. Boletim técnico – BIOMATER**, 2013. Consultado em 26 de junho de 2017, disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/compostagem.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf).

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. da. **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 1999. Consultado em 26 de junho de 2017. Disponível em: [https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro\\_Compostagem.pdf](https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro_Compostagem.pdf)

FONG, M.; WONG, J.W.C.; WONG, M.H. Review on evaluation of compost maturity and stability of solid waste. **Shanghai Environ. Sci.** v. 18, p. 91-93, 1999.

FRANÇA, J. R.; RODRIGUES, A. C.; FLORES, C. E. Tratamento de resíduos orgânicos provenientes de restaurante universitário:decomposição biológica monitorada. **Monografias Ambientais REMOA/UFMS.** v. 14, p. 2920 – 2927, 2014.

JIMÉNEZ, E. I; GARCIA, V. P. Determination of maturity indices for city refuse composts. **Agriculture, Ecosystems and Environmen.** v. 38, p. 331-343, 1992.

GIUSQUIANI, P.; PATUMI, M.; BUSINELLI, M. Chemical composition of fresh and composted urban waste. **Plant and Soil.** v. 116, p. 278-282, 1989.

HERBETS, R. A.; COELHO, C. R. A.; MILETTI, L. C.; MENDONÇA, M. M. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista Saúde e Ambiente.** v. 6, n. 1, Junho, 2005.

INÁCIO, C.T.; BETTIO, D.B.; MILLER, P.R.M. **Potencial de mitigação de emissões de metano via projetos de compostagem de pequena escala.** I Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos. Vitória/ES, 8 a 9 de outubro, 2009.

KIEHL, E.J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** 4ª ed, 173 p. Piracicaba, 2004.

LI, Z.; HUANG, G.; YU, H.; ZHOU, Y.; HUANG, W. Critical factors and their effects on product maturity in food waste composting. **Environmental Monitoring and Assessment.** v. 187(4), p. 1-14, 2015.

LI, Z.; LU, H.; REN, L.; HE, L. Experimental and modeling approaches for food waste composting: a review. **Chemosphere,** v.93, p. 1247–1257, 2013.

LÓPEZ, M. *et al.* Intelligent composting assisted by a wireless sensing network. **Waste Management.** v. 34. p. 738-746, 2014.

LOPEZ-REAL. J. **Composting through the ages.** Conference of Down to Earth Composting. Dundee, 1994.

MU, D.; HOROWITZ, N.; CASEY, M.; JONES, K. Environmental and economic analysis of an in-vessel food waste composting system at Kean University in the U.S. **Waste Management,** v. 59, p. 476-48, jan, 2017.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo.** 1ed. Viçosa: Ed. UFV, 2007.

RICHARD, T. N.; Trautmann, M.; Krasny, S.; Fredenburg and C. Stuart. **The science and engineering of composting.** The Cornell composting website, Cornell University, 2002. Consultado em 26 de junho de 2017. Disponível em :[http://www.compost.css.cornell.edu/composting\\_homepage.html](http://www.compost.css.cornell.edu/composting_homepage.html).

SAER, A.; LANSING, S.; DAVITT, N. H.; GRAVES, R. E. Life Cycle Assessment of a Food Waste Composting System: Environmental Impact Hotspots. **Journal of Cleaner Production.** v. 52, p. 234–244, 2013.

SHI, W.; NORTON, J. M.; MILLER, B. E.; PACE, M. G. Effects of aeration and moisture during windrow composting on the nitrogen fertilizer values of dairy waste composts. **Applied Soil Ecology**. v. 11, p. 17-28, 1999.

THYBERG, K. L.; TONJES, D. J. The environmental impacts of alternative food waste treatment technologies in the U.S. **Journal of Cleaner Production**. v.158, p.101-108, 2017.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A; JAHNKE, D. S.; BRUM Jr, B.; CABRERA, B. R.; MORAES, P.; LOPES, D. C. N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de zootecnia**. v.58, p. 59-85, 2009.

YU, H.; HUANG, G. H. Effects of sodium acetate as a pH control amendment on the composting of food waste. **Bioresource Technology**. v. 100(6), p. 2005-2011, 2009.

ZUCCONI, F.; BERTOLDI, M. de. Organic waste stabilization throughout composting and its compatibility with agricultural uses. **Global bioconversions**. p. 109-137, 1987.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ação antrópica 147

Água 2, 36, 37, 41, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 111, 112, 113, 121, 122, 123, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 136, 137, 149, 152, 153, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 168, 170, 171, 174

Águas superficiais 46, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 149, 150, 151, 161, 163, 170, 172

Antidepressivos 149, 151, 152, 154, 155, 159, 163

Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) 24, 25, 26, 27, 31, 32

### B

Bacias hidrográficas 47, 63, 123, 131, 140, 141

*Back-end* 124

Bambu 142, 143, 144, 145, 147

Bifenilas policloradas (PCBs) 167, 176, 177

Bioensaios 167, 174

Biofilme 142, 144, 145, 147

Biota 86, 149, 150, 176

### C

*Collection* 24, 44, 45, 67, 68, 71, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94

Compostagem 3, 19, 20, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

Conselho Estadual de Política Ambiental e Recursos Hídricos (COPAM/CERH) 147

Construção civil 4, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 31, 32

### D

Demanda Química de Oxigênio (DQO) 143, 147

### E

Ecotoxicologia 167, 169, 175, 176

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) 142, 143, 147

### F

Fármacos 149, 150, 151, 152, 155, 156, 158, 160

Filtro anaeróbio 142, 143

*Fluorescent lamps* 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73

Fotólise 149, 151, 153, 154, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 163

Fototransformação 149

*Front-end* 124

## **G**

*Garbage* 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 88, 89, 91, 92

Gestão de resíduos 1, 2, 3, 4, 7

Gradiente reduzido generalizado 131, 133, 136

## **H**

*Hazardous* 65, 66, 72, 73

## **I**

Impactos ambientais 8, 17, 34, 107, 142, 150, 174

Impactos sistêmicos 167

## **L**

*Landfills* 83, 84, 86, 92, 94

Linguagem de estilo - CSS 124

Linguagem de marcação - HTML 124

## **M**

Meio ambiente 8, 23, 27, 28, 32, 34, 41, 61, 75, 95, 96, 141, 142, 149, 154, 168, 176

Microcontaminantes 149, 151, 157, 163

Modelos hidrológicos 131, 132

*Model-View-Controller* (MVC) 124

*Municipal Solid Waste* (USC) 75, 76, 77, 82

## **O**

*OnLine Management* 75

Organismo-teste 167

## **P**

Patógenos 33

Plano de governo 1, 2, 4

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) 34, 41

Poluentes emergentes 149, 150

Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) 167, 168, 176



Problemáticas ambientais 1, 2

Produtos farmacêuticos 149

## **R**

Radiação solar 135, 149, 151, 153, 162, 163

Reciclagem 3, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 34, 172

Recursos hídricos 41, 44, 61, 122, 130, 131, 132, 137, 141, 142, 147

Recursos naturais 9, 61

Resíduos alimentares 33, 35, 40

Resíduos da construção e demolição 1, 8, 9, 10, 11, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 27

Resíduos orgânicos 33, 34, 35, 42, 43

## **S**

Saneamento básico 2, 7, 60, 63, 64

Segurança cibernética 95, 97, 98, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107

*Selective collect* 83

Simulador hidráulico 111

Sistema de abastecimento de água 104, 111, 112, 127

Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) 44, 46, 59

*Softwares* 48, 75, 103, 112, 122, 123

## **T**

Tank model 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141

Tecnologia da informação 95, 97, 98, 99

Tecnologia operacional 95

Teste de germinação 33, 35, 36

*Trucks* 75, 76, 78, 79, 81

## **U**


*United States Environmental Protection Agency (USEPA)* 106, 109


## **V**


Variáveis ambientais 131


## **W**

*Water resources* 83, 92, 131

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)


 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)


 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)


---

*Collection:*

**APPLIED ENVIRONMENTAL  
AND SANITARY  
ENGINEERING  
2**

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

---

*Collection:*

**APPLIED ENVIRONMENTAL  
AND SANITARY  
ENGINEERING  
2**