



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia Ambiental e Sanitária: Interfaces do Conhecimento

Atena
Editora

Ano 2019

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia Ambiental e Sanitária: Interfaces do Conhecimento

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>Engenharia ambiental e sanitária [recurso eletrônico] : interfaces do conhecimento / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Engenharia Ambiental e Sanitária. Interfaces do Conhecimento; v. 1)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-693-5 DOI 10.22533/at.ed.935190910</p> <p>1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628.362</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia Ambiental e Sanitária Interfaces do Conhecimento*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 26 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia ambiental e sanitária, tendo como base suas diversas interfaces do conhecimento.

Entre os muitos usuários da água, há um setor que apresenta a maior interação e interface com o de recursos hídricos, o setor de saneamento.

A questão das interfaces entre saneamento e recursos hídricos coloca-se no saneamento como usuário de água e como instrumento de controle de poluição, em consequência, de preservação dos recursos hídricos.

Estas interfaces, como linhas integradas prioritárias de pesquisa, relacionam-se ao desenvolvimento e a inovação, seja de caráter científico e tecnológico, entre as áreas de recursos hídricos, saneamento, meio ambiente e saúde pública.

Dentro deste contexto podemos destacar que o saneamento básico é envolto de muita complexidade, na área da engenharia ambiental e sanitária, pois muitas vezes é visto a partir dos seus fins, e não exclusivamente dos meios necessários para atingir os objetivos almejados.

Neste contexto, abrem-se diversas opções que necessitam de abordagens disciplinares, abrangendo um importante conjunto de áreas de conhecimento, desde as ciências humanas até as ciências da saúde, obviamente transitando pelas tecnologias e pelas ciências sociais aplicadas. Se o objeto saneamento básico encontra-se na interseção entre o ambiente, o ser humano e as técnicas podem ser facilmente traçados distintos percursos multidisciplinares, potencialmente enriquecedores para a sua compreensão.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados a estas diversas interfaces do conhecimento da engenharia ambiental e sanitária. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A CONSCIENTIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, COM OS ATORES ENVOLVIDOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Luis Fernando Moreira Rudson Adriano Rossato da Luz Eberson Cordeiro de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.9351909101	
CAPÍTULO 2	15
ESCRITÓRIO DE PROJETOS DE INOVAÇÃO	
Silvio Rocha da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9351909102	
CAPÍTULO 3	25
A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA SABESP	
Diogo Ávila de Castro Wagner Preda de Queiroz Rérison Otoni Araujo José Luis Januário	
DOI 10.22533/at.ed.9351909103	
CAPÍTULO 4	43
XII-015 - APLICAÇÃO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA DETERMINAR CONFIABILIDADE DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ELÉTRICA	
Floriano do Ó do Nascimento Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.9351909104	
CAPÍTULO 5	51
DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL PARA A RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ESTRATÉGIAS E INSTRUMENTOS	
Tainá Ângela Vedovello Bimbati Emília Wanda Rutkowski	
DOI 10.22533/at.ed.9351909105	
CAPÍTULO 6	64
DIAGNÓSTICO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SAÚDE A PARTIR DE UMA FERRAMENTA DE AUTOANÁLISE	
Luiza Portz Rosí Cristina Espíndola da Silveira Ênio Leandro Machado Lourdes Teresinha Kist	
DOI 10.22533/at.ed.9351909106	

CAPÍTULO 7 75

DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM JARDIM BOTÂNICO

Eduardo Antonio Maia Lins
Natália de Cássia Silva Melo
Luiz Oliveira da Costa Filho
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Sérgio Carvalho de Paiva
Fábio José de Araújo Pedrosa
Cecília Maria Mota Silva Lins
Andréa Cristina Baltar Barros
Maria Clara Pestana Calsa
Adriane Mendes Vieira Mota
Roberta Richard Pinto
Daniele de Castro Pessoa de Melo

DOI 10.22533/at.ed.9351909107

CAPÍTULO 8 86

DINÂMICA DO SÓDIO EM ARGISSOLO IRRIGADO COM PERCOLADO DE ATERRO SANITÁRIO E ÁGUA DE ABASTECIMENTO

Daniela da Costa Leite Coelho
Ana Beatriz Alves de Araújo
Rafael Oliveira Batista
Paulo César Moura da Silva
Nildo da Silva Dias
Ketson Bruno da Silva
Fabrícia Gratyelli Bezerra Costa
Francisco de Oliveira Mesquita
Alex Pinheiro Feitosa

DOI 10.22533/at.ed.9351909108

CAPÍTULO 9 97

EVOLUÇÃO DE ADESÃO DA COLETA SELETIVA NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO PARANÁ DE 2002 A 2017

Leticia Framesche
Thiago Silva Souza
Ivonete de Souza Gabriel
Ana Paula Tanabe
Máriam Trierveiler Pereira

DOI 10.22533/at.ed.9351909109

CAPÍTULO 10 108

EXPOSIÇÃO COMBINADA A MÚLTIPLOS CONTAMINANTES AMBIENTAIS: CONCEITOS E ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Ana Lúcia Silva

DOI 10.22533/at.ed.93519091010

CAPÍTULO 11 128

FAXINEIRA DE SOLOS

Luiza Mayumi Hirai

DOI 10.22533/at.ed.93519091011

CAPÍTULO 12	132
GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA ANÁLISE DE SUSCETIBILIDADE E VULNERABILIDADE EM BOÇOROCA URBANA-RURAL	
Fabrícia Vieira Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.93519091012	
CAPÍTULO 13	143
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE HORMÔNIOS REPORTADOS EM MATRIZES AMBIENTAIS AQUOSAS NO BRASIL E NO EXTERIOR	
Thamara Costa Resende João Monteiro Neto Taiza dos Santos Azevedo Sue Ellen Costa Bottrel Renata de Oliveira Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.93519091013	
CAPÍTULO 14	167
IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS REFERENTES AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS DO SETOR DE EDUCAÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL NO VALE DO RIBEIRA - SP	
Luciano Zanella Wolney Castilho Alves	
DOI 10.22533/at.ed.93519091014	
CAPÍTULO 15	180
INOVAÇÃO DE PROCESSO – UM ESTUDO DE CASO SOBRE A EFICIÊNCIA COMERCIAL	
Vanderléia Loff Lavall Cesar Augusto Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.93519091015	
CAPÍTULO 16	190
METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM INSTITUIÇÕES	
Clauciana Schmidt Bueno de Moraes Larissa Marchetti Dolphine Adriana Yumi Maeda Danielle Mayara Pereira Lobo Bruna Ferrari Felipe Ananda Islas da Silva Stephani Cristine de Souza Lima Willian Leandro Henrique Pinto Flávia Moretto Paccola	
DOI 10.22533/at.ed.93519091016	
CAPÍTULO 17	203
MONTAGEM E MANUTENÇÃO DE TUBULAÇÕES EM PEAD COM GRANDES DIÂMETROS	
Renato Augusto Costa dos Santos José Leandro Alves de Oliveira Felipe Augusto Eiras de Resende	
DOI 10.22533/at.ed.93519091017	

CAPÍTULO 18	216
PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE PROCESSOS DE BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA A IMPLANTAÇÃO EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO A MÉDIO PORTE	
Cláudia Echevengua Teixeira	
Débora do Carmo Linhares	
Patrícia Léo	
Thomaz de Gouveia	
Letícia dos Santos Macedo	
Bruna Patrícia de Oliveira	
Gilberto Martins	
DOI 10.22533/at.ed.93519091018	
CAPÍTULO 19	228
REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS E INDUSTRIAIS PARA A PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTE	
Ivan Cesar Tremarin	
Dionei Minuzzi Dalevati	
Ênio Leandro Machado	
Odorico Konrad	
Camila Hasan	
DOI 10.22533/at.ed.93519091019	
CAPÍTULO 20	241
REMOÇÃO DE AMÔNIA POR ADSORÇÃO COM ARGILA BENTONITA	
Juliana Dotto	
Aline Roberta de Pauli	
Isabella Cristina Dall' Oglio	
Fernando Rodolfo Espinoza-Quiñones	
Helton José Alves	
DOI 10.22533/at.ed.93519091020	
CAPÍTULO 21	251
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL: ORIENTAÇÕES, DIRETRIZES E CRITÉRIOS	
Neyton Hideki Tadeu Araki	
Maria Fernanda Sala Minucci	
DOI 10.22533/at.ed.93519091021	
CAPÍTULO 22	263
A URBANIZAÇÃO E O DESENCADEAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL NA CIDADE DE MARINGÁ-PR	
Lourival Domingos Zamuner	
Cláudia Telles Benatti	
Bruno Henrique Toná Juliani	
Cristhiane Michiko Passos Okawa	
DOI 10.22533/at.ed.93519091022	

CAPÍTULO 23 272

ANÁLISE DE IMPACTO AMBIENTAL EM UM COMPLEXO EÓLICO

Eduardo Antonio Maia Lins
Maria Juliana Miranda Correia da Cruz
Luiz Oliveira da Costa Filho
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Sérgio de Carvalho Paiva
Fábio José de Araújo Pedrosa
Cecília Maria Mota Silva Lins
Andréa Cristina Baltar Barros
Maria Clara Pestana Calsa
Adriane Mendes Vieira Mota
Roberta Richard Pinto
Daniele de Castro Pessoa de Melo

DOI 10.22533/at.ed.93519091023

CAPÍTULO 24 285

EFEITOS DE DILUIÇÕES DE ÁGUA PRODUZIDA DO PETRÓLEO NO DESENVOLVIMENTO DO GIRASSOL CULTIVADO EM CASA DE VEGETAÇÃO

Audilene Dantas da Silva
Rafael Oliveira Batista
Fabrícia Gratyelli Bezerra Costa Fernandes
Leonardo Cordeiro da Silva
Igor Estevão Sousa Medeiros
Jéssica Sousa Dantas
Juli Emille Pereira de Melo
Emmila Priscila Pinto do Nascimento
Raionara Dantas Fonseca
Antonio Diego da Silva Teixeira
Ana Beatriz Alves de Araújo
Aline Daniele Lucena de Melo Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.93519091024

CAPÍTULO 25 297

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: A DISPOSIÇÃO ILEGAL E SEUS IMPACTOS NA RESILIÊNCIA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Kátia Regina Alves Nunes
Cláudio Fernando Mahler
Orlando Sodré Gomes

DOI 10.22533/at.ed.93519091025

CAPÍTULO 26 303

EFEITO DA ADIÇÃO DE ÁGUA AO LODO DE ESGOTO NA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA EM BIODIGESTOR

Ariane da Silva Bergossi
Juliana Lobo Paes
Priscilla Tojado dos Santos
Romulo Cardoso Valadão
Maxmillian Alves de Oliveira Merlo
Guilherme Araujo Rocha
João Paulo Barreto Cunha

DOI 10.22533/at.ed.93519091026

SOBRE O ORGANIZADOR.....	315
ÍNDICE REMISSIVO	316

MONTAGEM E MANUTENÇÃO DE TUBULAÇÕES EM PEAD COM GRANDES DIÂMETROS

Renato Augusto Costa dos Santos

Engenheiro da Divisão de Manutenção Mecânica e Caldeiraria da Superintendência de Manutenção Estratégica da Sabesp.

Engenheiro Mecânico pela Universidade Estadual Paulista - Unesp.

São Paulo – SP / E-mail: racsantos@sabesp.com.br

José Leandro Alves de Oliveira

Gerente da Divisão de Manutenção Mecânica e Caldeiraria da Superintendência de Manutenção Estratégica da Sabesp.

Engenheiro Mecânico pela Universidade São Francisco - USF.

São Paulo – SP / E-mail: oliveirajla@sabesp.com.br

Felipe Augusto Eiras de Resende

Engenheiro do Departamento de Engenharia da Manutenção da Superintendência de Manutenção Estratégica da Sabesp.

Engenheiro Mecânico pela Universidade Paulista - Unip.

São Paulo – SP / E-mail: fresende@sabesp.com.br

RESUMO: Este trabalho apresenta os métodos utilizados, vantagens e considerações importantes relativos à montagem e manutenção em campo de tubulações em PEAD (Polietileno de Alta Densidade) com grandes diâmetros por parte da Sabesp, que no caso são iguais

ou maiores que 900 mm. São abordados cuidados durante a execução e pós-operação das tubulações, e também são evidenciadas algumas facilidades na utilização de tubulações em PEAD quando comparado aos materiais convencionalmente utilizados para adução no saneamento, como o aço e o ferro fundido (fofo). Conforme pode ser visto, muitas considerações estão relacionadas ao ambiente onde o serviço é realizado, e sua observância é fundamental para o bom funcionamento da tubulação. Baseado na experiência adquirida na montagem e manutenção de tubulações em PEAD com grande diâmetro, e a experiência em manutenção em adutoras feitas de outros materiais, este trabalho apresenta ainda outras oportunidades de aplicação de tubulações em PEAD no saneamento.

PALAVRAS-CHAVE: Montagem e manutenção, Tubulações em PEAD, Grandes diâmetros.

ASSEMBLY AND MAINTENANCE OF HDPE PIPES WITH LARGE DIAMETERS

ABSTRACT: This work presents the used methods, advantages and important considerations regarding the assembly and maintenance in the field of HDPE pipes with large diameters by Sabesp, which in this case are equal to or greater than 900 mm. This paper discusses the care during the execution and

post-operation of the pipes, and also some facilities are shown in the use of HDPE pipes when compared to materials conventionally used for sanitation adduction, such as steel and cast iron.

As can be seen, many considerations are related to the environment where the service is performed, and its observance is fundamental to the proper functioning of the pipeline. Based on the experience gained in the assembly and maintenance of HDPE pipes with a large diameter, and the experience in maintenance in mains made from other materials, this work presents other opportunities for the application of HDPE pipes in sanitation.

KEYWORDS: Assembly and maintenance, HDPE pipes, Large diameters.

1 | INTRODUÇÃO

Até pouco tempo atrás não era usual a utilização de tubulações em PEAD (Polietileno de Alta Densidade) com grandes diâmetros e para altas pressões, visando à adução de água. A utilização deste tipo de material no caso da Sabesp estava restrita basicamente para redes e ramais de distribuição de água (pequenos diâmetros e baixas pressões) e emissários submarinos (grandes diâmetros, porém com baixas pressões), sendo que os materiais mais adotados para adução eram os metálicos (aço e ferro fundido) ou, mais antigamente, de concreto/fibrocimento.

2 | PROPRIEDADES DO PEAD

O PEAD apresenta as seguintes propriedades:

- Baixa densidade (material leve, densidade = $0,95 \text{ g/cm}^3$ menor do que a densidade da água = $1,00 \text{ g/cm}^3$);
- Baixo módulo de elasticidade (alta flexibilidade e facilidade no manuseio);
- Elevada resistência ao impacto e elevada resistência química;
- Imune a corrosões galvânicas (não requer proteção catódica);
- Impermeável (estanqueidade);
- Atóxico (conduz alimentos, água potável, etc.);
- Baixa incrustação e rugosidade (baixa perda de carga);
- Baixa resistência térmica (termoplástico);
- Alto coeficiente de dilatação;

A tabela 1, presente em Bonadie (2005) e modificada conforme o contexto deste trabalho, traça um comparativo entre o PEAD, o aço e o ferro fundido.

CARACTERÍSTICAS	AÇO	FOFO (Dúctil)	PEAD
Resistência ao escoamento (C)	130	130	150

Resistência à pressão interna	Alta	Alta	Baixa (máx. 120 mca)
Resistência ao choque	Forte	Forte	Forte
Resistência a solos ácidos	Fraco	Depende de revestimentos especiais	Forte
Resistência a cargas externas	Forte	Forte	Fraco
Vazamentos	Pouco	Tem	Pouco
Resistência à corrosão	Depende de suas proteções	Forte	Forte
Facilidade de reparos	Médio	Médio	Médio
Assentamento e recobrimento	Média facilidade	Fácil	Exige cuidados especiais
Montagem	Exige cuidados com solda e revestimento	Fácil	Média facilidade
Diâmetro Máximo	2500 mm	1200 mm	1600 mm

Tabela 1: Comparação de propriedades dos materiais utilizados em tubulações de adução de água.

3 I MÉTODOS DE UNIÃO DE TUBOS DE PEAD

As uniões de tubos de polietileno utilizados em redes, adutoras e ramais de água são realizadas basicamente por meio de 3 métodos:

- Solda de topo por termofusão;
- Solda por eletrofusão;
- Junta mecânica.

3.1 Termofusão

É a forma mais tradicional e utilizada na soldagem de tubos de polietileno, sendo chamada também de topo, pois os tubos são soldados face a face. Requer equipamentos e ferramentas especiais, sendo que o equipamento de termofusão é composto de unidade de alinhamento, unidade de faceamento, unidade de aquecimento e unidade hidráulica (para promover a pressão de arraste e de solda), entre outros. A solda de topo por termofusão realiza-se através de basicamente 4 etapas: preparação, aquecimento (fusão), solda e resfriamento.

Essas etapas são detalhadas a seguir:



Figura 1: Máquina de Solda

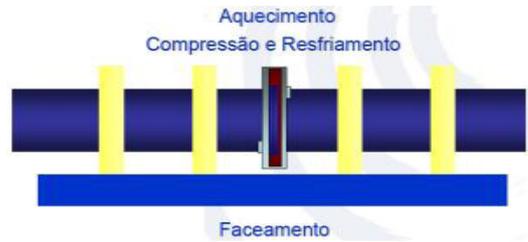


Figura 2: Procedimentos de Solda



Figura 3: Execução Solda de Termofusão



Figura 4: Placa de Aquecimento Máquina de termofusão

a. Preparação:

- Alinhamento dos tubos e/ou conexões;
- Limpeza das superfícies de solda;
- Faceamento das extremidades de solda, assegurando o perfeito paralelismo das partes e a remoção de possível camada oxidada;
- Medição da pressão de arraste.

b. Aquecimento (fusão):

- Pré-aquecimento: objetiva, primordialmente, assegurar que as superfícies de solda estejam totalmente em contato com a placa de aquecimento. É de curta duração e de pressão elevada.
- Aquecimento: se processa a baixas pressões, praticamente zero, e por tempo correlacionado com a superfície de solda, para que o material atinja a temperatura de fusão apropriada.

c. Solda

A solda consiste na compressão das superfícies de solda fundidas, para que ocorra a penetração e a interligação molecular das duas partes. A pressão de solda deve ser mantida até que a temperatura caia abaixo da temperatura de fusão do material.

d. Resfriamento:

- Resfriamento durante a solda (com pressão elevada);
- Resfriamento após a solda;
- Resfriamento para aplicar carga e pressão (operação da tubulação).

3.2 Eletrofusão

A solda pelo processo de eletrofusão é realizada através da fusão da superfície interna da conexão com a superfície externa do tubo. A aplicação de uma tensão elétrica nos terminais (conectores) da conexão gera uma corrente elétrica na resistência inserida no corpo da mesma, gerando calor, por efeito Joule, que leva à fusão do material da conexão e do tubo. O material da conexão, quando se funde, expande-se para dentro, em direção ao tubo e o material do tubo quando se funde expande-se para fora em direção à conexão. Dessa forma os dois materiais são empurrados, um contra o outro, gerando uma pressão de solda, fazendo com que os mesmos se misturem. Quando a corrente elétrica cessa, os materiais começam a resfriar lentamente, até a temperatura ambiente, formando novos cristalitos com a mistura dos dois materiais, soldando-se, tal como na solda de termofusão. Este tipo de solda requer equipamentos e ferramentas especiais, tais como máquina de solda de eletrofusão, ferramenta de alinhar tubos, raspadores para preparação das superfícies a serem soldadas, fornecimento de energia, etc.



Figura 5: Máquina de Eletrofusão

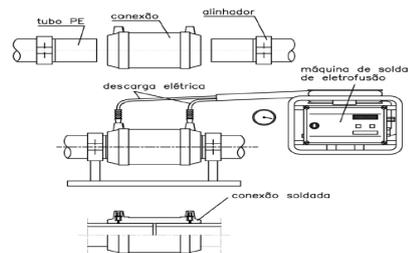


Figura 6: Solda de Eletrofusão



Figura 7: Luvas de Eletrofusão



Figura 8: Máquina de Solda de Eletrofusão

3.3 Juntas mecânicas

Este tipo de união realiza o acoplamento de tubos, mesmo que eles sejam de materiais diferentes, e dispensa o uso de equipamento de solda termoplástica. Pode ser realizada com a linha úmida ou molhada, sendo ideal para manutenções de tubulações e aplicação em locais de difícil acesso. Confere uma maior rapidez na operação de união entre tubos, pois é de fácil execução. Por fim, essa união pode ser desmontada e reaproveitada em outra montagem.

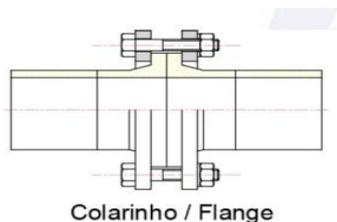


Figura 9: Colarinho + Flange



Figura 10: União com Colarinho + Flange

4 | VANTAGENS

A utilização de tubulações em PEAD com grande diâmetro tem mostrado algumas vantagens quando comparado com os materiais comumente utilizados no saneamento, como o aço, o ferro fundido e o concreto. Em suma, estas se devem às suas características mecânicas, que ao longo do tempo tem se aprimorado, de modo que hoje é possível a aplicação de tubulações em PEAD com grandes diâmetros no saneamento. Abaixo estão listadas algumas vantagens percebidas durante a utilização deste material:

a) Agilidade para montagem: Considerando que em condições favoráveis para a soldagem (ausência de chuva e facilidade para alimentação da máquina de solda) é possível executar quatro soldas entre tubos em PEAD DN 1200 mm, e que cada barra de tubo tem 12 m de comprimento, em um único dia é possível preparar um trecho de 60 m. Por outro lado, para a soldagem de um tubo em aço com este mesmo diâmetro, considerando um passe de selagem, um passe de raiz, dois de enchimento e acabamento da junta soldada, executada com dois soldadores qualificados e bem treinados, nas mesmas condições favoráveis citadas anteriormente, em um dia é possível executar duas soldas. Uma vez que cada barra de tubo de aço tem 6 metros, no período citado é possível preparar um trecho de apenas 18 metros. Percebe-se então que, para tubulações de grande diâmetro, a produtividade é maior quando se utiliza o PEAD.

b) Facilidade para movimentação: Percebeu-se que a tubulação em PEAD favoreceu a agilidade no assentamento, por ser mais leve e flexível, conforme mostrado na tabela 2:

Material	Massa linear (kg/m)
PEAD SDR 17	243
Aço espessura 3/8"	283
Ferro fundido classe K7	412

Tabela 2: Massa linear de tubulações DN 1200 mm e classe de pressão PN 10 kgf/cm².

Além da significativa diferença da massa linear do PEAD com relação ao aço e ao ferro fundido, outra característica preponderante que o diferencia positivamente

com relação aos demais é a sua flexibilidade. Uma vez que os locais de assentamento da adutora foram os mais adversos e de difícil acesso, seria necessário um material que permitisse a movimentação de grandes comprimentos (vide figura 12). A estratégia adotada neste sentido consistiu na soldagem de várias barras de tubo em PEAD, e posteriormente estes tramos eram movimentados por meio de máquinas escavadeiras.



Figura 11



Figura 12

Figura 11: Soldagem de tubulação em PEAD pela técnica de termofusão. / Figura 12: Movimentação de tubulação em PEAD com máquinas escavadeiras.

c) Aplicação em locais adversos: Durante o assentamento de adutoras, é comum deparar-se com locais de difícil acesso, e traçados irregulares ou com grande declividade. Em alguns casos, o traçado da adutora passa por rios ou represas e, dessa forma, merece destaque a montagem de tubulações em PEAD sobre a água. A aplicação de tubulação em aço ou ferro fundido demanda obras civis de grande porte, que poderiam inviabilizar os prazos de execução. No entanto, a utilização de tubulações em PEAD pode viabilizar o cumprimento dos prazos estabelecidos. Para a montagem de tubos sobre a água, pode-se adotar uma metodologia que consiste na soldagem por termofusão na margem do corpo d'água. Uma escavadeira posiciona os tubos na máquina de soldagem por termofusão, e após a soldagem outra escavadeira puxa a extremidade do tramo soldado. Este tramo, por sua vez, é deslocado sobre roletes (tarugos em PEAD) em direção à água. As figuras 13 e 14 ilustram a metodologia supracitada.



Figura 13



Figura 14

Figura 13: Alimentação da máquina de soldagem de tubos em PEAD. / Figura 14: Após a soldagem, movimentação dos tubos em direção ao corpo d'água.

Uma vez lançada a extremidade da tubulação na água, toda a movimentação é feita utilizando-se de uma escavadeira sobre uma balsa. Com este equipamento, posiciona-se a tubulação em PEAD sobre estruturas flutuantes previamente preparadas, que consistem em segmentos de tubos também em PEAD, com comprimento aproximado de 6 metros, instaladas a cada 30 metros aproximadamente. A figura 15 mostra o esquema de montagem supracitado.

Em alguns casos é necessário executar o assentamento da tubulação em regiões pantanosas. Nesta situação o PEAD também se mostra vantajoso, pois à medida que a soldagem ocorre na margem de um corpo d'água, e a tubulação avança pelos diversos tipos de terreno, não é necessária grande mobilização de equipamentos para executar a união de barras de tubos em PEAD em regiões críticas. Com isso, devido à facilidade de manuseio e utilizando-se apenas de escavadeiras sobre uma plataforma de madeira, por exemplo, é possível movimentar a tubulação e acomodá-la. A figura 16 ilustra a situação supracitada.

Podem ocorrer ainda situações nas quais o traçado da adutora em PEAD passa por taludes com grande inclinação. A figura 17 mostra um trecho no qual ocorreu esse tipo de situação. O assentamento da adutora neste local se mostrou muito complexo, e a flexibilidade do PEAD foi uma característica favorável, pois permitiu a movimentação do tramo utilizando retroescavadeiras.



Figura 15



Figura 16



Figura 17

Figura 15: Esquema de montagem de tubulação em PEAD sobre a água. / Figura 16: Montagem de tubulação em PEAD em terreno pantanoso. / Figura 17: Assentamento da adutora em talude com grande inclinação.

5 | CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES

A seção a seguir trata sobre considerações importantes acerca da montagem, operação, manutenção e mesmo desativação de tubulações em PEAD com grandes diâmetros, sendo expostos alguns casos que ilustram tais considerações.

Caso 1: *Alinhamento entre tubos na montagem de uniões flangeadas e condições para executar o torque dos parafusos:* Devido ao lançamento das tubulações em PEAD sobre terrenos adversos, em valas ou no interior de um corpo d'água, em alguns casos não é possível efetuar uniões soldadas entre as partes, devido à falta de acesso para as máquinas de soldagem ou isenção de umidade no local, sendo necessário recorrer às uniões flangeadas. Neste tipo de situação,

pode não ser possível obter um bom alinhamento entre os tubos, fazendo com que as faces dos flanges não fiquem paralelas, dificultando o aperto uniforme de todo o perímetro da união e favorecendo posteriores vazamentos.

Outro potencial problema nesse sentido é a falta de condições de se efetuar o torque dos parafusos de maneira adequada. Isso ocorre principalmente após o início de operação da tubulação, quando há a necessidade de se efetuar o reaperto ou desmontagem da união para alguma manutenção. No caso, ela pode estar parcial ou totalmente enterrada, submersa, ou em outra condição impeditiva para execução do torque correto, propiciando vazamentos.



Figura 18



Figura 19

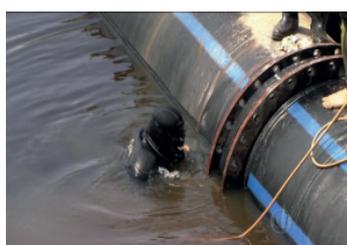


Figura 20



Figura 21

Figura 18: Desalinhamento entre flanges / Figura 19: Vazamento em união flangeada que estava enterrada. / Figura 20: Manutenção em união flangeada dentro d'água. / Figura 21: Manutenção em união flangeada lançada sobre um terreno pantanoso.

Portanto é necessário executar as uniões flangeadas com bastante cuidado em termos de alinhamento entre as partes, e propiciar condições necessárias para se efetuar o aperto e reaperto dos parafusos no torque e sequência corretos. Essa consideração aplica-se especialmente em trechos enterrados ou alagados, nos quais existe uma maior dificuldade para realização de montagens e manutenções.

Caso 2: *Tipo de junta utilizada entre colarinhos:* Em tubulações em PEAD com grandes diâmetros, o tipo de junta utilizada entre os colarinhos pode ser um fator crítico para se evitar vazamentos. Normalmente são utilizadas juntas de borracha, mas em alguns casos elas podem ser ineficientes e romper após um período relativamente curto de operação. Pode-se atribuir tal ineficiência ao aperto excessivo de apenas uma parte da união flangeada para compensar o desalinhamento entre as faces, ou ao torque desigual dos parafusos, conforme posto no tópico anterior.

A literatura diz que a junta entre colarinhos pode até ser dispensada, dependendo da pressão de operação da tubulação e da possibilidade de se efetuar

o torque adequado dos parafusos da união. Na impossibilidade de aplicação do torque adequado recomenda-se, por segurança, a utilização de juntas de papelão hidráulico, que apresentam propriedades melhores que às das juntas de borracha.

Caso 3: Movimentação das tubulações: É importante que se faça o manuseio cauteloso das tubulações durante o seu assentamento, para se evitar quaisquer danos aos colarinhos, paredes dos tubos ou cordões de solda, que posteriormente podem resultar em vazamentos ou outra consequência mais severa. Também é importante evitar que existam sujeiras nas paredes e interior do tubo, o que dificulta o processo de soldagem.

É recomendável que, durante a movimentação da tubulação na etapa de montagem, suas extremidades estejam devidamente tamponadas, de forma a proteger as faces dos colarinhos e evitar a entrada de sujeira. É importante também evitar que ocorra a movimentação da tubulação sobre pedras e outros objetos pontiagudos, que possam danificar as paredes dos tubos ou as soldas efetuadas. Outro ponto é que, ao movimentar-se uma tubulação em PEAD na água, a mesma deve estar com as extremidades bem lacradas. Uma tubulação na água, sem estar com as extremidades perfeitamente impermeáveis, permite a entrada de fluido em seu interior e faz com que a mesma afunde em mais de 90% de seu diâmetro externo, dificultando bastante a montagem posteriormente.

Caso 4: Dilatação térmica em tubulações aparentes: Quando uma tubulação em PEAD possui trechos aparentes, é necessário levar em consideração que as variações de temperatura atmosférica podem alterar substancialmente seu comprimento e diâmetro. Isto se deve à grande elasticidade do material, e pode provocar dilatações, contrações e tensões indesejáveis. Outro aspecto importante é que a variação de temperatura ao longo da seção da tubulação é desigual, conforme mostrado na figura 24, o que também pode causar os efeitos mencionados.



Figura 22

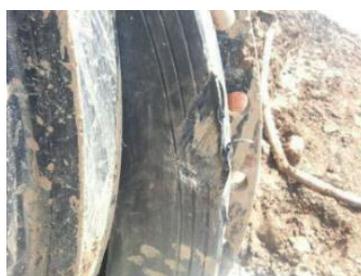


Figura 23

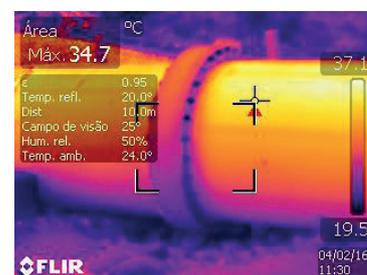


Figura 24

Figura 22: Junta de borracha expulsa durante a operação da tubulação. / Figura 23: Face de colarinho danificada durante a movimentação. / Figura 24: Imagem termográfica mostrando a variação de temperatura ao longo da seção de uma tubulação em PEAD.

Com base nisso, é recomendável prever sobras no comprimento da tubulação, para acomodar as deformações decorrentes de variação térmica do ambiente e da distribuição desigual de temperatura longo da seção do conduto.

Caso 5: Instalação de válvula borboleta: Ao se instalar uma válvula borboleta em uma tubulação em PEAD, é necessário considerar o fato de que o diâmetro interno de um tubo deste material é menor que o diâmetro interno de um tubo de aço ou ferro fundido. Com isso, pode ser que o obturador da válvula colida contra a parede do colarinho, inviabilizando qualquer manobra.



Figura 25



Figura 26

Figura 25: Válvula borboleta montada em posição inadequada, causando interferência entre o obturador e o colarinho da tubulação. / Figura 26: Válvula borboleta montada em posição correta, entre dois trechos metálicos da tubulação.

Assim sendo, é prudente certificar-se de que o diâmetro interno da tubulação em PEAD na qual será acoplada uma válvula borboleta seja suficiente para permitir a movimentação do obturador. Caso não seja, considerar a utilização de carretéis metálicos de transição, ou ainda trocar o tipo de válvula, empregando uma do tipo gaveta, por exemplo.

Caso 6: Soldagem de derivações: Assim como para efetuar a união entre dois tubos, a soldagem de derivações em uma tubulação de PEAD pode ser feita tanto pela técnica de termofusão quanto pela de eletrofusão. De acordo com a ocasião, uma ou outra técnica se apresentará mais adequada, sendo que a termofusão é mais barata, porém mais dependente da habilidade do operador do equipamento de soldagem, enquanto a eletrofusão é mais cara, porém mais robusta e de execução mais simples.



Figura 27



Figura 28

Figura 27: Derivação executada pela técnica de termofusão. / Figura 28: Derivação executada pela técnica de eletrofusão.

Outra consideração importante em relação às derivações é que se devem evitar

esforços cortantes/perpendiculares sobre as mesmas, como o peso de uma válvula por exemplo. Um esforço perpendicular pode causar o rompimento da derivação, sendo necessário neste caso transmiti-lo a um apoio, ou mudar a derivação para uma posição mais favorável.

Caso 7: Deformação durante a inatividade: Foi observada uma acentuada deformação em algumas tubulações em PEAD após certo período de inatividade das instalações onde elas foram aplicadas. Não foi possível avaliar ainda se é uma deformação elástica ou plástica, porém foi constatado que as deformações são oriundas de um esforço das tubulações sobre seus apoios, o que propicia forças cortantes. É importante estar consciente que os tubos podem deformar consideravelmente. Então é necessário verificar se o traçado ou posição na qual a tubulação esteja instalada não facilitará a deformação durante a inatividade, o que poderá eventualmente dificultar a retomada do fluxo, bem como forçar outros pontos da tubulação. Deve-se definir e observar criteriosamente os pontos de apoio de uma tubulação em PEAD, de forma que sejam evitadas deformações tanto durante a operação quanto durante a inatividade da mesma.

Caso 8: Execução de travessias aéreas: Na execução de travessias aéreas utilizando tubulações em PEAD é necessário considerar a flexibilidade do material, o que demanda a construção de estruturas de apoio mais robustas e complexas. Outro fato é que numa travessia aérea, a tubulação também fica exposta, suscetível a todos os efeitos já mencionados. Uma alternativa é utilizar para a travessia uma tubulação de aço, mais rígida e que exige estruturas de apoio menores, fazendo a transição para o PEAD através de sistemas de colarinhos e flanges, nos pontos à montante e jusante da travessia aérea.



Figura 29



Figura 30

Figura 29: Tubulações deformadas após um período de inatividade. / Figura 30: Travessia aérea de uma tubulação em PEAD.

6 | CONCLUSÃO

No caso da Sabesp, a solução em termos de tubulação para diversas obras necessariamente passava pelo PEAD, em virtude de todas as dificuldades envolvendo

o ambiente de trabalho, grandes diâmetros, o alto rendimento necessário para os serviços e prazos bastante reduzidos. Provavelmente com a utilização de outro material não seria possível cumprir as demandas.

Além disso, conclui-se que a utilização de tubulações em PEAD com grande diâmetro evidencia sua aplicabilidade no saneamento básico em diversas ocasiões, como adução de água, no remanejamento de adutoras e na substituição de trechos com corrosão acentuada ou em regiões com potencial para corrosão. Todavia é sempre importante se levar em conta todas as considerações mencionadas neste trabalho, de forma a evitar retrabalhos durante a montagem e dificuldades na manutenção das tubulações.

REFERÊNCIAS

BONADIE, D.P. A utilização de tubulação de PRFV – poliéster reforçado com fibra de vidro - em adutoras sobre pressão, de água bruta ou tratada: um estudo de caso do Sistema Produtor Santo André em Santana de Parnaíba. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp150158.pdf>>. Acesso em 21.03.2016

DANIELETTO, J.R.B. Manual de tubulações de polietileno e polipropileno, 3ª ed. São Paulo, 2014.

FGS Brasil - <http://www.fgsbrasil.com.br/>

PIPA (Plastics Industry Pipe Association of Australia) – <http://www.pipa.com.au/>

Plastics Pipes Institute – <http://plasticpipe.org/>

Saint-Gobain Canalização - <http://www.saint-gobain-canalizacao.com.br/home/>

Tenaris Confab – <http://www.tenaris.com/tenarisconfab/pt/default.aspx/>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Análise 1, 6, 7, 8, 12, 14, 21, 22, 23, 35, 36, 44, 50, 57, 59, 66, 67, 68, 72, 76, 90, 91, 95, 104, 105, 107, 108, 109, 113, 117, 119, 120, 121, 124, 125, 126, 132, 135, 137, 139, 147, 154, 162, 169, 170, 171, 172, 173, 178, 181, 188, 189, 197, 198, 226, 231, 232, 238, 244, 245, 247, 248, 260, 263, 272, 274, 284, 290, 291, 293, 296, 302, 306, 307, 309

Análise de risco 108, 109, 117, 120

B

Berço ao berço 51, 58, 61

C

Concentrações ambientais 143

Construção Civil 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 130, 297, 302, 315

Contaminação ambiental 108, 120, 121

Cultura da inovação 15, 16, 17

D

Desreguladores endócrinos 108, 109, 119, 120, 125, 143, 144, 153, 155, 156, 157, 160

Distribuição de Weibull 43

E

Ecologia industrial 51, 54, 60, 61, 62

Educação ambiental 1, 2, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 14, 83, 84, 201

Engenharia de confiabilidade 43, 45

Erosão 132, 133, 134, 136, 137, 140, 141, 142, 254, 263, 264, 268, 271

Escritório de projetos 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24

F

Fatores antrópicos 132

Fitoextração 128, 130

Funil de inovação 15, 20

G

Gerenciamento 4, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 29, 51, 58, 64, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 77, 82, 84, 85, 97, 98, 99, 106, 127, 182, 183, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 199, 200, 201, 202, 265, 270, 297, 298, 302

Gerenciamento de projetos 15, 18, 20, 21

Gerenciamento de resíduos sólidos 51, 58, 82, 85, 193, 201, 298

Gestão 1, 2, 3, 4, 5, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 25, 26, 27, 42, 43, 45, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 69, 74, 76, 77, 80, 82, 84, 85, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 106, 107, 141, 143, 167, 168, 184, 191, 192, 193, 194, 195, 201, 202, 218, 296, 297, 298, 300, 301, 302, 314, 315

Gestão ambiental 1, 2, 3, 4, 10, 12, 14, 53, 54, 55, 57, 85, 97, 141, 194, 195, 201, 202, 296, 302, 315

Gestão da manutenção 43

H

Historiador 25, 26, 28, 29, 30, 42

Hormônios 114, 115, 116, 119, 125, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 164

I

Impacto ambiental 1, 3, 59, 229, 235, 272, 273, 281, 283, 284, 286

Impactos 2, 3, 10, 12, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 77, 97, 98, 99, 106, 190, 191, 192, 194, 201, 218, 266, 267, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 297, 298

Inovação 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 168, 169, 180, 181, 186, 188, 189, 220, 315

L

Lixiviado 87, 95, 225, 242

Lixo 9, 62, 75, 76, 112, 113, 123, 278, 300, 301

M

Metais pesados 123, 128, 129, 130, 131, 231, 240

Microcontaminantes 143, 149

O

Osisoft 25, 26, 42

P

PIMS 25, 26, 27, 29, 30, 31

PI System 25, 26, 27, 28, 29, 30, 42

Plantas hiper- acumuladoras 128, 130, 131

Processo comercial 180

Q

QGIS 132, 133, 135, 137

R

Reciclagem 3, 4, 8, 9, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 76, 77, 80, 83, 84, 85, 193, 199, 219, 229, 298, 299, 300, 301, 302

Resíduos de serviços de saúde 64, 65, 66, 73, 113

Resíduo sólido urbano 87, 92, 93, 95, 96

Resíduos sólidos urbanos 2, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 87, 97, 98, 106, 107, 192, 194, 202, 216, 217, 225, 226, 227, 297, 313

Responsabilidade estendida do produtor 51, 56, 59

S

SABESP 25, 29, 31, 42, 46, 108

Saneamento básico 29, 97, 98, 99, 101, 105, 106, 107, 108, 158, 215, 226, 251, 304

Sanepar 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 189

Saúde pública 66, 82, 106, 108, 120, 121, 122, 124, 125, 191, 251

Segregação 64, 65, 67, 70, 71, 72, 73, 195, 196, 197, 200, 222, 223

Sensoriamento remoto 132, 135

SNIS 97, 100, 101, 102, 104, 105, 107, 150, 304, 314

Sodificação 87, 93, 94, 95

Solo 51, 54, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 108, 112, 113, 121, 123, 124, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 152, 235, 236, 238, 240, 241, 256, 257, 258, 259, 261, 267, 268, 277, 279, 296

T

Transformação digital 25

U

Uso agrícola 87, 306

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-693-5



9 788572 476935