

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

A grayscale photograph of a water treatment plant. The image shows several large rectangular basins with metal railings and walkways. In the foreground, there are rows of hexagonal diffusers. The background shows a hazy landscape with trees and a building. The overall tone is industrial and technical.

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

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



Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água / 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 978-65-258-0199-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.995221306>

1. Engenharia sanitária e ambiental. 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

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.



APRESENTAÇÃO

O e-book: “Engenharia sanitária e ambiental: Recursos hídricos e tratamento de água” é constituído por sete capítulos de livros que procuraram trabalhar dentro da questão do saneamento básico voltado para a qualidade vida da sociedade e do meio ambiente.

Os capítulos de um a quatro, procuraram avaliar o gerenciamento de resíduos sólidos presentes em uma empresa pública de economia mista a partir de bens considerados inservíveis e que necessitam de uma disposição e destinação final adequada; o segundo avaliou-se inúmeros parâmetros de um aterro sanitário localizado na cidade de Ariquemes/RO e administrado por um consórcio intermunicipal; no terceiro pretendeu-se avaliar o processo de tratamento por meio do tanque de evapotranspiração (TEvap) e compará-lo ao tratamento por fossa séptica, os resultados apontaram que o tratamento por TEvap é mais eficiente e; o quarto capítulo objetivou-se avaliar o uso de um polímero de natureza orgânica com o intuito de substituir os agentes coagulantes tradicionais utilizados nos processos de tratamento de águas residuárias, em especial os provenientes de matadouros.

O quinto capítulo avaliou-se a vulnerabilidade ambiental da Bacia do Rio das Flores localizado no oeste do estado de Santa Catarina; O sexto capítulo se ateve a estabelecer uma relação entre a saúde e o desenvolvimento escolar com a qualidade da potabilidade da água presentes nas instituições de ensino com estudantes de 13 a 17 anos localizados nas diferentes regiões brasileiras. Por fim, um estudo de caso que apresenta uma proposta de customização e automatização a fim de possibilitar o aumento da qualidade e capacidade de tratamento de água no município de Patrocínio/MG.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA EMPRESA PÚBLICA DE ECONOMIA MISTA A PARTIR DA PNRS: DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA GESTÃO DE BENS MÓVEIS INSERVÍVEIS

Kátia Silene de Oliveira Maia

Luiz Philippsen Jr

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213061>

CAPÍTULO 2..... 7

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME DE UM ATERRO SANITÁRIO NO INTERIOR DA AMAZÔNIA LEGAL


Dhione Marcos da Silva

Felipe Cordeiro de Lima

Daniel Mantovani

Alexandre Diório

Driano Rezende

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213062>

CAPÍTULO 3..... 20

ESTUDO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS NEGRAS POR TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO (TEVAP): ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E DE FITOTOXICIDADE

Adriana Mielke

Maikon Kelbert

Michele Cristina Formolo Garcia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213063>


CAPÍTULO 4..... 37

EVALUATION USE OF AN ORGANIC BASED POLYMER TO REPLACE THE INORGANIC COAGULANT IN THE SLAUGHTERHOUSE WASTEWATER TREATMENT

Crislaine Trevisan da Rocha Ribeiro Ferrari

Aziza Kamal Genena

Daiane Cristina Lenhard


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213064>

CAPÍTULO 5..... 48

ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO RIO DAS FLORES - OESTE DE SANTA CATARINA

Ricardo André Brandão

Julio Caetano Tomazoni


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213065>

CAPÍTULO 6..... 66

A RELAÇÃO ENTRE A FONTE E POTABILIDADE DA ÁGUA DAS ESCOLAS, A SAÚDE E O DESENVOLVIMENTO ESCOLAR DE ESTUDANTES DE 13 A 17 ANOS NAS UNIDADES

FEDERATIVAS E NAS GRANDES REGIÕES BRASILEIRAS


Livia Pita Corrêa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213066>

CAPÍTULO 7..... 80

PROPOSTA DE CUSTOMIZAÇÃO E AUTOMATIZAÇÃO NA CAPACIDADE E
QUALIDADE DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO/MG

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213067>

SOBRE O ORGANIZADOR:..... 91

ÍNDICE REMISSIVO..... 92

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME DE UM ATERRO SANITÁRIO NO INTERIOR DA AMAZÔNIA LEGAL

Data de aceite: 01/06/2022

Dhione Marcos da Silva

Engenheiro Ambiental e Sanitarista

Felipe Cordeiro de Lima

Pós-Dourando, Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Daniel Mantovani

Doutor e Engenharia Química do Centro Universitário FAEMA UNIFAEMA

Alexandre Diório

Doutor e Engenharia Química do Centro Universitário FAEMA UNIFAEMA

Driano Rezende

Doutor e Engenharia Química do Centro Universitário FAEMA UNIFAEMA

RESUMO: A destinação final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) apresenta-se como uma urgência ambiental no século XXI, tendo em vista os impactos negativos que o manejo e o tratamento incorreto podem causar em curto, médio e longo tempo. Nesse sentido, uma das tecnologias mais utilizadas para a disposição final dos RSU são os aterros sanitários, que diferentemente dos aterros controlados e dos vazadouros, possuem preocupação com o impacto que o chorume (matéria orgânica degradada dos resíduos) pode causar no solo e nos recursos hídricos. Sendo assim, esse estudo buscou avaliar a eficiência do aterro sanitário do município de Ariquemes-RO no tratamento do lixiviado

(chorume). Para tanto, foram utilizados laudos físico-químicos e microbiológicos, realizados em 2021 de amostragens de efluentes no poço de acumulação e nas lagoas de tratamento, disponibilizados pela empresa que administra o aterro (Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia – CISAN). Foram realizados os cálculos de eficiência de remoção de cada elemento avaliado nas amostragens e o resultado final foi comparado com a Resolução CONAMA nº 430/2011, que padroniza os parâmetros necessários para o lançamento de efluentes tratados. Muitos elementos apresentaram eficiência de remoção elevada, enquanto alguns apresentaram baixa ou nenhuma eficiência de remoção. No entanto, todos os elementos apresentaram concentração de acordo com o que determina a Resolução consultada. Conclui-se que o aterro sanitário estudado possui grande eficiência no processo de tratamento do chorume oriundo da degradação da matéria orgânica. Além disso, ressalta-se sua importância para o estado, que ainda carece de empreendimentos como o tal. Por fim, reforça-se a necessidade de estudos e pesquisas futuras com esse aterro sanitário, principalmente compreendendo a sazonalidade como um dos principais fatores impactantes nos sistemas de tratamento de efluentes, em especial na região da floresta amazônica.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos. Aterro Sanitário. Chorume.

CHARACTERIZATION OF THE TREATMENT SYSTEM OF THE SANITARY LANDFILL IN AMAZÔNIA LEGAL

ABSTRACT: The final destination of urban solid waste (USW) presents itself as an environmental urgency in the XXI century, in view of the negative impacts that incorrect handling and treatment can cause in the short, medium and long time. In this sense, one of the most used technologies for the final disposal of MSW are sanitary landfills, which, unlike controlled landfills and dumps, are concerned with the impact that leachate (degraded organic matter from waste) can cause on soil and water resources. Therefore, this study sought to evaluate the efficiency of the sanitary landfill in the municipality of Ariquemes-RO in the treatment of leachate. The technical reports carried out in 2021 of effluent sampling in the accumulation well and in the landfill treatment ponds made available by the company that manages the landfill (Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia – CISAN) was used. Removal efficiency calculations was performed for each element evaluated in the samples and the results was compared with CONAMA Resolution No. 430/2011, which standardizes the parameters necessary for the release of treated effluents. Many elements had high removal efficiency, while some had low or no removal efficiency. However, all the elements presented concentration in accordance with what determines the Resolution consulted. Concluded that the studied sanitary landfill has great efficiency in the leachate treatment process resulting from the degradation of organic matter. In addition, its importance for the state are highlighted, which still lacks such enterprises. Finally, the need for future studies and research with this landfill reinforced, mainly understanding seasonality as one of the main impacting factors in effluent treatment systems, especially in the Amazon rainforest region.

KEYWORDS: Urban solid waste. Sanitary Landfill. Slurry.

1 | INTRODUÇÃO

Preocupações acerca da destinação indevida de resíduos sólidos urbanos (RSU) são fundamentais para alcançar o desenvolvimento sustentável. A crescente urbanização, aumento da industrialização e o aumento do poder aquisitivo da população propiciam no aumento da geração de resíduos sólidos pela sociedade. Em sua maioria, depositados de maneira incorreta ou mal gerenciados no meio ambiente (PEREIRA, 2011).

Conforme salienta Gouveia (2012), gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos urbanos é um dos maiores problemas ambientais no Brasil. Segundo Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada pelo IBGE em 2017, entre os 5.570 municípios brasileiros, 2.211 não possuem rede de esgotamento sanitário, sendo o Norte a região com menor taxa do país.

É importante reforçar que o saneamento básico é um direito garantido aos cidadãos por meio da LEI Nº 14.026, de 2020, alicerçado nas premissas de manejo, tratamento e destinação final adequada dos resíduos. Segundo Santos, Berticelli e Fritsch (2018) possuir sistema de coleta de resíduos não significa que os resíduos são tratados de maneira adequada. Para que os impactos ambientais causados pela geração de RSU

sejam minimizados é necessário trabalhar os principais agravantes oriundos da matéria orgânica, gases e o lixiviado (chorume).

De acordo com dados do Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil, realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2020), 79,6 milhões de RSU foram gerados em 2020 e as projeções apontam que até 2050 haverá um aumento de 50% na geração. Evidentemente, o manejo e a destinação final correta desses resíduos devem fazer parte do plano de gestão dos municípios brasileiros.

Nesse sentido, Matias e Sobrinho (2020) apontam que o aterro sanitário se trata de uma destinação final de resíduos ambientalmente correta. No entanto, mesmo que todas as fases do processamento sejam executadas de maneira minuciosa, ainda o risco de contaminação do solo pode ser evidenciado. Sendo assim, o monitoramento e a avaliação de amostras devem ser constantes a fim de diagnosticar falhas nesse sistema.

Tendo em vista as perspectivas apresentadas, as especificidades envolvidas no processo de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos e na importância da preocupação com os fatores ambientais no processamento dos resíduos, essa pesquisa visa caracterizar e avaliar a eficiência das lagoas de tratamento de chorume do aterro sanitário no município de Ariquemes-RO. A pesquisa se justifica na relevância do assunto no que tange a qualidade de vida dos indivíduos, saúde e qualidade do ambiente.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma abordagem quantitativa com objetivo exploratório e com natureza de pesquisa aplicada.

Inicialmente, a pesquisa se orientou pelo levantamento de dados em campo e documentos, gentilmente fornecidos pela instituição responsável no Gerenciamento do Aterro Sanitário. Posteriormente, foi realizada a análise descritiva e quantitativa dos dados e a sua comparação com as normas e legislações vigentes a respeito do tratamento do chorume.

2.1 Caracterização do local de estudo

O aterro sanitário está localizado no município de Ariquemes-RO, que segundo o Censo demográfico de 2010, realizado pelo IBGE, possui uma população de 108.460 pessoas. Atualmente, o instituto estima a população do município em 109.523 habitantes. O aterro recebe demanda urbana e rural do município, além do distrito Bom Futuro e de mais 14 municípios que são integrantes do Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia (CISAN). O aterro sanitário de Ariquemes está localizado na Linha C 60, gleba 20, lote 13, a 8 km de distância do centro urbano do município. A instalação possui área total de 17 hectares, com vida útil prevista para o ano de 2030.

Dessa área, 4 hectares encontram-se impermeabilizados para disposição e

aterramento de resíduos, 3 hectares estão destinados às lagoas de tratamento do efluente líquido, aproximadamente 3 hectares representam a área de reserva legal e o restante é utilizado para escavações e instalações de benfeitorias. Segundo dados do Plano Regional de Gestão Associada e Integrada de Resíduos Sólidos elaborado pelo CISAN em 2013, as estimativas de geração de RSU no município de Ariquemes em 2021 foram de 23520,784 toneladas/ano, sendo 1960,01 toneladas/mês e 65,3 toneladas/dia.

Quanto a operação do aterro, diariamente, resíduos urbanos coletados nos municípios são dispostos na segunda célula em operação. A primeira célula finalizou sua vida útil em 2019, cada célula possui área total de 2 ha.

O chorume oriundo do processamento é captado por meio de drenos, que encaminham o lixiviado até o sistema de lagoas. O sistema de drenos é construído em forma de “espinha de peixe”, contendo dreno principal, associado a tubulações secundárias. Nos drenos, utiliza-se rocha rachão e a membrana geotêxtil, impedindo a intrusão do solo na tubulação.

O sistema de tratamento possui 4 lagoas, as duas primeiras são anaeróbias, sendo que a primeira se destina à contribuição do chorume das células em operação e a segunda destinada ao efluente produzido das células já encerradas.

A terceira lagoa trata-se de uma lagoa facultativa e a quarta e última lagoa do sistema de tratamento, é uma lagoa de polimento.

2.2 Caracterização do efluente e quantificação da eficiência do sistema de tratamento

Foram utilizados dois laudos físico-químicos e microbiológicos, disponibilizados pelo CISAN. O primeiro laudo é referente ao efluente extraído do poço de acumulação (entrada da lagoa anaeróbica). Essa amostra denomina-se efluente bruto, e o segundo laudo é referente ao efluente coletado na saída da lagoa facultativa em 20/01/2021.

A avaliação do desempenho do sistema de tratamento foi calculada com base na equação de eficiência (Equação 1). Essa equação objetiva obter a eficiência de tratamento conforme parâmetros analisados (VON SPERLING, 2002).

$$E = \frac{C_o - C_e}{C_o} * 100 \quad \text{Equação 1.}$$

Onde:

E = Eficiência de remoção (%);

Co = valor do parâmetro no efluente bruto;

Ce = valor do parâmetro no efluente tratado.

Com as eficiências obtidas, foi realizado a comparação dos resultados com limites exigidos na Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, que normatizam o

lançamento de efluentes no corpo hídrico.

3 | RESULTADOS

Ao avaliar os laudos físico-químicos e microbiológicos, foi possível determinar a eficiência de remoção de cada elemento identificado nas amostras.

Alguns parâmetros apresentaram altos percentuais de remoção, enquanto outros apresentaram baixo ou nenhum percentual de remoção. As concentrações finais dos elementos físico, microbiológicos, metais pesados e orgânicos, foram comparadas com os padrões e limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 430/2011, que determina as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Todos os elementos das amostragens apresentaram concentrações ao final do tratamento em conformidade com a Resolução. Destacando a importância do aterro para região central do Estado de Rondônia, levando em consideração os municípios que destinam resíduos no aterro.

A relação dos parâmetros segue organizado em três Tabelas e Figuras, de acordo com os elementos mensurados no estudo, a saber: Tabela 1 e Figura 1 – Parâmetros gerais físico-químicos e microbiológicos; Tabela e Figura 2 – Parâmetros dos metais pesados e Tabela e Figura 3 – Parâmetros orgânicos.

Parâmetro	Resultado – Poço de Acumulação	Resultado -Saída Lagoa Facultativa	Parâmetro de lançamento	Eficiência de remoção (%)
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5) (mg L ⁻¹)	2120,20 mg/L	118,0 mg/L	120,0 mg/L - 60% (1)	94,4%
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	4302,80 mg/L	335,40 mg/L	N.A	92,2%
Alcalinidade total	8217,0 mg/L	229,2 mg/L	N.A	97,2%
Oxigênio dissolvido	0,80 mg/L	2,50 mg/L	N.A	0,0%
pH a 25°C	7,50	7,10	de 5,00 a 9,00	-
Sulfeto	2,80 mg/L	0,38 mg/L	até 1,00 mg/L	86,4%
Dureza total	1007,00 mg/L	422,10 mg/L	N.A	58,1%
Cloreto	1010,20 mg/L	165,40 mg/L	N.A	83,6%
Condutividade a 25°C	6473,0 µS/cm	615,2 µS/cm	N.A	90,5%
Cor aparente	>500 mg Pt/L	350,0 mg Pt/L	N.A	-
Materiais sólidos/sedimentáveis	68,2 mL/L	0,3 mL/L	até 1,0 mL/L	99,6%
Sólidos suspensos totais	1420,30 mg/L	210,50 mg/L	N.A	85,2%
Sólidos totais dissolvidos	1412,0 mg/L	308,2 mg/L	N.A	78,2%

Temperatura da amostra	28,5°C	28,6°C	< 40°C	0,0%
Turbidez	> 1000 uT	168,30 uT	N.A	-
Fluoreto	2,72 mg/L	1,60 mg/L	até 10,00 mg/L	41,2%
N-Nitratos	38,20 mg/L	4,30 mg/L	N.A	88,7%
Nitritos	0,52 mg/L	0,42 mg/L	N.A	19,2%
Nitrogênio amoniacal	392,10 mg/L	17,52 mg/L	até 20,00 mg/L	95,5%
Nitrogênio total	582,30 mg/L	47,26 mg/L	N.A	91,9%
Ferro dissolvido	1,40 mg/L	0,84 mg/L	até 15,00 mg/L	40,0%
Fósforo total	98,20 mg/L	8,33 mg/L	N.A	91,5%
Contagem coliformes totais	2,5x10 ⁺⁶ NMP/100mL	2,2x10 ⁺⁴ NMP/100mL	N.A	99,1%
Contagem coliformes termotolerantes (fecais)	4,5x10 ⁺⁵ NMP/100mL	9,6x10 ⁺² NMP/100mL	N.A	99,8%
Contagem <i>Escherichia Coli</i>	3,5x10 ⁺⁵ NMP/100mL	3,3x10 ⁺² NMP/100mL	N.A	99,9%

Tabela 1 Parâmetros gerais físico-químicos e microbiológicos.

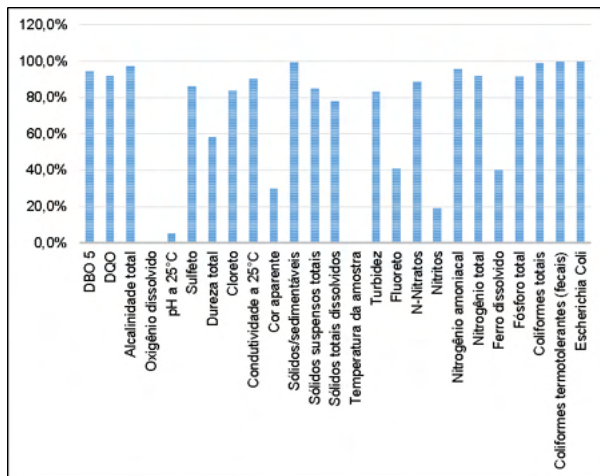


Figura 1 – Eficiência de remoção dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Conforme Figura 1, no que tange aos principais resultados, é interessante discutir que a Demanda Química de Oxigênio (DQO) apresentou uma eficiência de remoção esperada para o processo, obteve 92,2% de redução. Griebler (2014) salienta que essa redução é esperada devido à degradação biológica ocorrida nos sistemas de tratamento por lagoas.

Importante destacar que a DQO, conforme CONAMA 430/201, não possui limite máximo para lançamento, apenas o parâmetro DBO.

Quanto ao parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), ocorreu minimização

de maneira eficiente (remoção de 94,4%). A concentração de DBO ao final do processo (118 mg/L) apresenta-se próxima ao limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 430/2011, que é de 120 mg/L, estando então em condições adequadas para o lançamento.

O parâmetro DBO, apesar de atender a legislação, apresentou resultado próximo ao limite de lançamento. Desse modo, sugere uma maior atenção e acompanhamento deste parâmetro no sistema de monitoramento.

A alcalinidade total obteve uma redução de 97,2%. De acordo com Tavares (2011), a alcalinidade está relacionada com elementos como bicarbonatos, silicatos e fosfatos. Apesar desses elementos não serem avaliados nas amostragens, é possível observar que no fósforo total ocorreu eficiência de remoção de 91,5%, o que pode estar relacionado com a redução pontual da alcalinidade.

O oxigênio dissolvido apresentou um aumento considerável após o tratamento do efluente, no início concentração de 0,80 mg/L e passou a apresentar concentração de 2,50 mg/L. O aumento se deu em decorrência do sistema de lagoas, em especial a facultativa, o efluente, teoricamente, sai sem oxigênio do aterro, e quando o efluente é transferido para lagoa facultativa, com a presença de algas e exposição às pressões atmosféricas.

Outro parâmetro que sofreu considerável redução foi o sulfeto (eficiência de remoção de 86,4%). Os sulfetos são resultados da decomposição da matéria orgânica, bastante característico no lixiviado, Libânio (2002) apresenta que tal fator decorre da decomposição anaeróbica. A remoção desse parâmetro pode ser explicada devido o sulfeto combinar com metais pesados e formar sais de sulfetos, estes são insolúveis.

A concentração final de sulfeto foi de 0,38 mg/L e atendeu o valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 430/2011, que estabelece concentração máxima de 1,00 mg/L.

A condutividade no poço de acumulação estava elevada, sendo reduzida na saída da lagoa (eficiência de remoção de 90,5%). Lessa (2017) destaca que a condutividade do efluente está diretamente ligada com os sólidos dissolvidos, de maneira que se um está elevado, o outro também estará e vice-versa.

A redução da condutividade é dada devido a ação dos sólidos dissolvidos, precipitação de sais e na variabilidade dos íons observados no chorume. A condutividade também sofre influência da salinidade (sódio) (LESSA, 2017). Tal fator pode ser comprovado ao avaliar os sólidos totais dissolvidos, que apresentou uma redução de 78,2%, caminhando assim de maneira concomitante com a redução da condutividade.

Por fim, a respeito das concentrações de nitrogênio, é possível observar que a concentração de nitrogênio total diminuiu de maneira satisfatória (remoção de 91,9%). No entanto, ao analisar os elementos separadamente compreende-se que apenas os nitratos reduziram consideravelmente (remoção de 88,7%). Enquanto isso, os nitritos apresentaram uma redução de apenas 19,2%. Já o nitrogênio amoniacal apresentou uma redução de 95,5% (concentração de 17,52 mg/L), estando dentro dos parâmetros estabelecidos na

Resolução CONAMA nº 430/2011, contudo, bem próximo ao estabelecido pela Resolução, parâmetro de lançamento de até 20,00 mg/L).

Parâmetro	Resultado - Poço de Acumulação	Resultado - Saída Lagoa Facultativa	Parâmetro de lançamento	Eficiência de remoção (%)
Arsênio total	0,01 mg/L	<0,0015 mg/L	até 0,50 mg/L	85,00%
Bário	0,201 mg/L	0,17 mg/L	até 5,000 mg/L	15,42%
Boro total	0,18 mg/L	<0,10 mg/L	até 5,000 mg/L	44,44%
Cádmio total	0,004 mg/L	<0,002 mg/L	até 0,200 mg/L	50,00%
Chumbo total	0,03 mg/L	<0,02 mg/L	até 0,50 mg/L	33,33%
Cobre dissolvido	0,012 mg/L	<0,002 mg/L	até 1,000 mg/L	83,33%
Cromo hexavalente	0,082 mg/L	<0,02 mg/L	até 0,100 mg/L	75,60%
Cromo trivalente	0,03 mg/L	<0,02 mg/L	até 1,00 mg/L	33,33%
Estanho total	0,02 mg/L	<0,02 mg/L	até 4,00 mg/L	0,00%
Manganês dissolvido	0,90 mg/L	0,26 mg/L	até 1,00 mg/L	71,11%
Mercúrio total	0,006 mg/L	0,004 mg/L	até 0,010 mg/L	33,33%
Níquel	<0,003 mg/L	<0,003 mg/L	até 2,000 mg/L	0,00%
Prata total	0,011 mg/L	0,005 mg/L	até 0,100 mg/L	54,54%
Selênio total	<0,004 mg/L	<0,004 mg/L	até 0,30 mg/L	0,00%
Zinco total	<0,10 mg/L	<0,10 mg/L	até 5,00 mg/L	0,00%
Cianeto livre	0,05 mg/L	<0,05 mg/L	até 0,200 mg/L	0,00%
Cianeto total	0,08 mg/L	<0,05 mg/L	até 1,00 mg/L	60,00%

Tabela 2 Parâmetros dos Metais Pesados.

A Figura 2 expressa as porcentagens da eficiência de remoção dos metais após a lagoa facultativa.

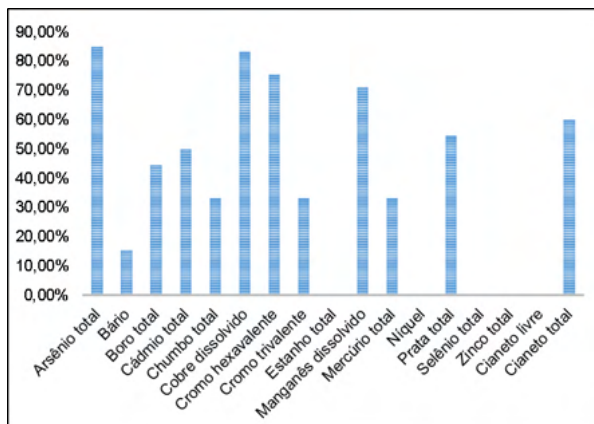


Figura 2 – Eficiência de remoção de metais.

Conforme Figura 2, observam-se as porcentagens de remoção dos metais, quanto aos valores, todos apresentaram conformidade com a Resolução CONAMA nº 430/2011. O alcance do parâmetro de lançamento adequado se mostra fundamental para um resultado positivo da qualidade do efluente.

Ao realizar a comparação dos valores observados em ambos os pontos de coleta, alguns metais pesados não apresentaram diferenças significativas, tais como o Bário (remoção de 15,42%), o Chumbo total (remoção de 33,33%), o Cromo trivalente (remoção de 33,33%) e o Mercúrio total (remoção de 33,33%).

Outros elementos apresentaram eficiência de remoção de 0,0%, a saber: Estanho total, Níquel, Selênio total, Zinco total e Cianeto livre. Apesar disso, esses metais mantiveram-se com as concentrações dentro do que está estabelecido na Resolução CONAMA nº 430/2011.

Alguns metais pesados chamam atenção devida à eficiência de remoção alta, evidenciado pela redução pontual de suas concentrações, a saber: Arsênio total (eficiência de remoção de 85%), Cobre dissolvido (eficiência de remoção de 83,33%), Cromo hexavalente (eficiência de remoção de 75,60%) e Manganês dissolvido (eficiência de remoção de 71,11%).

Celere et al (2007) apresentam que a presença pontual de cádmio, chumbo e cobre em amostras de chorume pode sugerir que no aterro Sanitário recebe quantidades significativas de metais Ferrosos, eletroeletrônicos, baterias, lâmpadas e pilhas. Cabe citar que mesmo no poço de acumulação esses elementos não apresentaram valores superiores aos estabelecidos na resolução.

Em suma, observa-se que no tratamento do chorume no aterro Sanitário de Ariquemes, no que tange aos metais pesados, apresentaram concentração adequada para o lançamento de efluentes.

Parâmetro	Resultado - Poço de Acumulação	Resultado - Saída Lagoa Facultativa	Parâmetro de lançamento	Eficiência de remoção (%)
Fenóis totais	4,32 mg/L	0,32 mg/L	até 0,50 mg/L	92,60%
Óleos e graxas totais	167,30 mg/L	11,50 mg/L	até 100,00 mg/L	93,12%
Benzeno	<0,012 mg/L	<0,001 mg/L	até 1,20 mg/L	9,16%
Clorofórmio	<0,015 mg/L	<0,015 mg/L	até 1,00 mg/L	0,00%
Dicloroeteno (somatório de 1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans)	<0,00613 mg/L	<0,0103 mg/L	até 1,000 mg/L	0,00%
Estireno	<0,005 mg/L	<0,005 mg/L	até 0,07 mg/L	0,00%
Etilbenzeno	<0,043 mg/L	<0,043 mg/L	até 0,84 mg/L	0,00%
Tetracloroeto de Carbono	<0,00239 mg/L	<0,00239 mg/L	até 1,00000 mg/L	0,00%
Tolueno	<0,120 mg/L	<0,001 mg/L	até 1,20 mg/L	99,16%
Tricloroeteno	<0,00256 mg/L	<0,00256 mg/L	até 1,00000 mg/L	0,00%
Xileno	<0,024 mg/L	<0,024 mg/L	até 1,600 mg/L	0,00%

Tabela 3 Parâmetros Orgânicos.

A Figura 3 expressa as porcentagens da eficiência de remoção dos elementos após a lagoa facultativa.

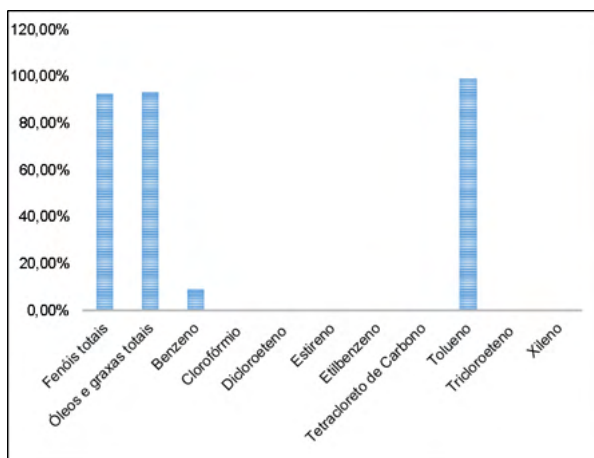


Figura 3 – Porcentagens de remoção dos parâmetros orgânicos.

A maioria dos elementos orgânicos avaliados na amostragem não sofreram alterações, onde as concentrações permaneceram as mesmas em ambos os pontos de amostragem. Sendo assim, os valores de Clorofórmio, Estireno, Etilbenzeno, Tetracloroeto de carbono, Tricloroeteno e Xileno apresentaram uma eficiência de remoção de 0,0%. No entanto, ainda sim apresentaram concentrações adequadas de acordo com a Resolução CONAMA n° 430/2011.

Cabe citar que a concentração de Benzeno não apresentou redução significativa (remoção de 9,16%).

Os elementos que apresentaram maiores percentuais de remoção foram: Tolueno (remoção de 99,16%), Óleos e graxas totais (remoção de 93,12%) e os fenóis totais (remoção de 92,60%). Essas remoções são consideradas satisfatórias e esperadas para o tratamento, visto que podem estar relacionados com a volatilidade.

De acordo com Bittar *et al.* (2017) o tolueno está diretamente ligado com a presença de combustíveis, tintas e solventes. Além disso, quando há a presença de tolueno, há também o aumento da DBO, visto que esse elemento é volátil. Ao observar o aumento da concentração de oxigênio dissolvido no poço de lançamento, é possível compreender a diminuição satisfatória do tolueno.

Enquanto isso, os óleos e graxas estão estritamente ligados com os resíduos das cozinhas dos domicílios. Sua redução pontual além de estar ligada com a DBO, também pode estar ligada com a DQO, uma vez que concentrações elevadas de óleos e graxas aumentam a DBO e a DQO do efluente, conforme salientam Kich e Böckel (2017). Pelegrini *et al.* (2011) também citam a relação dos fenóis totais com a DBO, visto que tais elementos a consome bastante, evidentemente, tal fator pode ser comprovado ao observar a diminuição concomitante da DBO e da DBQ das amostras.

4 | CONCLUSÃO

Ao observar todos os aspectos avaliados nas amostragens, fica evidente a importância de estudos como esses, tendo em vista que se torna possível a determinação da eficiência dos métodos de tratamento estudado (neste caso o aterro sanitário).

Desse modo, compreende-se que é fundamental a continuidade dessa pesquisa para outros pesquisadores, uma vez que fatores como a idade do aterro e a quantidade de resíduos recebidos influenciam diretamente na eficiência do tratamento.

REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil 2020. São Paulo: Abrelpe, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 30 mar. 2021.
2. BITTAR, Bruno Dalledone et al. Avaliação do efluente final de um aterro sanitário utilizando análise multivariada. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 8, n. 4, p. 143-153, 2017. Disponível em: <http://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/1646>. Acesso em: 07 jun. 2021.
3. CELERE, Marina Smidt et al. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 23, p. 939-947, 2007. Disponível em: https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/csp/v23n4/20.pdf. Acesso em: 07 jun. 2021.

4. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente: CONAMA. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 04 abr. 2021.
5. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Ministério do Meio Ambiente: CONAMA. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 04 abr. 2021.
6. Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia. Plano Regional de Gestão Associada e Integrada de Resíduos Sólidos. CISAN. 2013. Disponível em: <https://cisacentral.ro.gov.br/central/wpcontent/uploads/2020/07/PLANO-REGIONAL-DE-GEST%C3%83O-ASSOCIADA-INTEGRADA-compactado.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2021.
7. GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência & saúde coletiva*, São Paulo, v. 17, p. 1503-1510, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csc/2012.v17n6/1503-1510/pt/>. Acesso em: 30 mar. 2021.
8. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, PNSB – 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/30/84366>. Acesso em: 30 mar. 2021.
9. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, PNSB – 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.
10. KICH, Marina; BÖCKEL, Wolmir José. Análise de óleos e graxas em efluentes por espectrofotometria. *Estação Científica (UNIFAP)*, Macapá, v. 7, n. 3, p. 61-69, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/estacao/article/view/3504>. Acesso em: 16 abr. 2021.
11. LESSA, Ana Carolina Vilar. Caracterização do chorume do Centro de Gerenciamento de Resíduos de Sergipe. 2017. 38 f. Trabalho de Conclusão de curso – Instituto Federal de Sergipe. Aracajú, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/handle/123456789/616>. Acesso em: 27 mai. 2021.
12. LIBÂNIO, Paulo Augusto Cunha. Avaliação da eficiência e aplicabilidade de um sistema integrado de tratamento de resíduos sólidos urbanos e de chorume. 2002. 175 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Augusto_Libanio/publication/268262262_AVALIACAO_DA_EFICIENCIA_E_APLICABILIDADE_DE_UM_SISTEMA_INTEGRADO_DE_TRATAMENTO_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_URBANOS_E_DE_CHORUM_E/links/553fb9860cf2320416ec3263/AVALIACAO-DA-EFICIENCIA-E-APLICABILIDADE-DE-UM-SISTEMA-INTEGRADO-DE-TRATAMENTO-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-URBANOS-E-DE-CHORUME.pdf. Acesso em: 06 jun. 2021.
13. MATIAS, Gisele Adelita; SOBRINHO, Maurício Alves da Motta. Tratamento e refuncionalização de solo contaminado por lixiviado de aterro sanitário. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 5, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522020005008204&script=sci_arttext&lng=pt. Acesso em: 30 mar. 2021.

14. PEREIRA, Suellen Silva. A problemática dos resíduos sólidos urbanos e os instrumentos de gestão do meio ambiente na cidade de Campina Grande/PB. *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XIV, n. 93, 2011. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-ambiental/a-problematica-dos-residuos-solidos-urbanos-e-os-instrumentos-de-gestao-do-meio-ambiente-na-cidade-de-campina-grande-pb/>. Acesso em: 30 mar. 2021.
15. SANTOS, Débora Teresinha; BERTICELLI, Ritielli; FRITSCH, Raquel Lorenzoni Camera. Saneamento básico no Brasil: um importante alicerce na qualidade de vida. *CIÊNCIA & TECNOLOGIA*, Cruz Alta, v. 2, n. 1, p. 23-43, 2018. Disponível em: <http://200.19.0.181/index.php/CIENCIAETECNOLOGIA/article/view/6925>. Acesso em: 30 mar. 2021.
16. VON SPERLING, Marcos. Lagoas de estabilização. In: *Lagoas de estabilização*. 2002. p. 196-196

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água potável 46, 66, 67, 68, 69, 72, 77, 78, 80

Águas cinzas 22, 35

Águas negras 20, 22, 23, 33

Águas residuárias 35

Análises microbiológicas 20

Aterro sanitário 7, 9, 17, 18

B

Bacia hidrográfica 48, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 64, 65

Biofilme 29

C

Chorume 7, 9, 10, 13, 15, 17, 18

Cloração 81, 86, 87, 90

Cloreto férrico 37, 38

Coagulação 37, 38, 47, 82, 83, 84, 85

Coliformes termotolerantes 12, 20, 22, 26, 27, 33, 34

Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia (CISAN) 7, 8, 9, 18

Cor 11, 85, 86, 87

Corpos hídricos 20, 21, 22

D

Decantação 81, 82, 83, 84, 85

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 11, 12

Demanda Química de Oxigênio (DQO) 11, 12, 24

Desenvolvimento sustentável 1, 8, 67, 79

E

Estação de Tratamento de Água (ETA) 80, 81, 82

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) 91

F

Fitotoxicidade 20, 22, 23, 24, 30, 33

Flotação 81, 85

Fluoretação 81, 88, 90

Fossa séptica 20, 22, 23, 24, 28, 29, 31, 32, 33, 34

Fragilidade ambiental 48, 49

Fundação Nacional da Saúde (FUNASA) 21, 34, 35, 90

I

Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) 66, 74, 75, 79

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 18, 66, 79

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) 66, 78

L

Lagoa facultativa 10, 11, 13, 14, 16

Lixiviado 7, 9, 10, 13, 18

M

Micro-organismos patógenos 22

O

Oxigênio dissolvido 11, 13, 17

P

Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) 8, 18

Planejamento ambiental 48, 49, 50, 56

Polímero de Base Orgânica (NovFloc) 37

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) 1

Programa Nacional de Saneamento Rural (PNRS) 22, 35

R

Reciclagem 2, 4, 5

Recursos naturais 48, 49

Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) 2

Resíduos sólidos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 17, 18, 19, 33

Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) 7, 8, 9, 18, 19

S

Saneamento básico 8, 18, 19, 22, 35, 80, 81, 90

Saúde pública 17, 80, 88, 90

Sulfato de alumínio 46, 83, 84

T

Tanque de Evapotranspiração (TEVAP) 20, 22, 23, 35

Turbidez 12, 85




ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br