

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

4

RAMIRO PICOLI NIPPES
(ORGANIZADOR)

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

4

RAMIRO PICOLI NIPPES
(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

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 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
Prof^o Dr^o Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^o Dr^o Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^o Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^o 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
Prof^o Dr^o 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^o Dr^o Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Prof^o Dr^o Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^o Dr^o Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof^o Dr^o Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof^o Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^o Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro
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 4

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Ramiro Picoli Nippes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
E57	Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água 4 / Organizador Ramiro Picoli Nippes. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0971-7 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.717230501 1. Engenharia sanitária e ambiental. I. Nippes, Ramiro Picoli (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

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.

A coleção “Engenharia sanitária e ambiental: Recursos hídricos e tratamento de água 4” é uma obra composta por treze capítulos que possuem como foco principal as Ciências Naturais. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos da Engenharia Sanitária e ambiental.

O objetivo central foi apresentar de forma qualificada e clara estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país. Tendo como linha condutora aspectos importantes relacionado aos recursos hídricos e tratamento de água. A água é um componente vital para a humanidade e fundamental para a realização de diversas atividades em nosso cotidiano. A demanda por água potável tem sido cada vez maior, por isso, a preocupação com a preservação dos recursos hídricos, também tem crescido em igual proporção, visto que, a poluição das matrizes aquáticas é uma realidade que precisa ser contornada. Com isso, o tema do tratamento de água é uma vertente de estudo de extrema relevância para a manutenção da qualidade da água e preservação dos ecossistemas aquáticos.

Nesse contexto, a obra Engenharia sanitária e ambiental: Recursos hídricos e tratamento de água 4 aborda temas atuais com enfoque principal nos recursos hídricos e nos tratamentos de água. O principal intuito é fornecer dados importantes e de interesse para a comunidade científica. Os estudos englobam desde as práticas de educação ambiental até estudos mais aplicados de reuso de água e otimização do monitoramento de água. Os artigos selecionados para esta coleção são bem fundamentados nos resultados práticos obtidos e nas discussões desenvolvidas. Os dados apresentados estão muito bem organizados de forma clara e didática.

Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Ramiro Picoli Nippes

CAPÍTULO 1 1**ÁGUA NA ESCOLA: AÇÕES AMBIENTAIS**

Maria Cristina Bueno Coelho
 Mauro Luiz Erpen
 Wádilla Moraes Rodrigues
 Juliana Barilli
 Marilene Alves Ramos Dias
 Maurilio Antonio Varavallo
 Damiana Beatriz da Silva
 Henrique da Silva Fernandes
 Marcos Giongo
 Hellen Cristina de Freitas
 André Ferreira dos Santos
 Brenda Raiane Lopes do Nascimento

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305011>

CAPÍTULO 2 12**CAIXA TERMOPLÁSTICA - UMA ALTERNATIVA PARA INSTALAÇÃO DE VENTOSA EM REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

Eliane Xavier
 Amaçuilto Leoncio de Queiroz
 Zaqueu Mesquita Militão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305012>

CAPÍTULO 3 21**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS EM UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM SANTA MARIA – RS**

Vitória Tesser Martin
 Guilherme Silveira Baptista
 Liriane Élen Böck
 Bibiana Peruzzo Bulé
 Cristiano Gabriel Persch
 Rutineia Tassi
 Daniel Gustavo Allasia Piccilli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305013>

CAPÍTULO 4 33**DISCUSSÃO SOBRE LOGÍSTICA REVERSA E O DESCARTE INADEQUADO DAS EMBALAGENS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO COM ENFOQUE NO RIO PINHEIROS**

Eliana Bôa Ventura

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305014>

CAPÍTULO 5 47**PIPERS®: DETECÇÃO DE VAZAMENTOS E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE**

DE ADUTORAS USANDO SENSORES INTERNOS COM LINHA EM CARGA

Felipe Chagas de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305015>

CAPÍTULO 668

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO BUBU, CARIACICA ESPÍRITO SANTO

Larissa Bueno Rocha

Rebeca Gonçalves Freire

Aline Gonçalves Louzada

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305016>

CAPÍTULO 780

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE MONITORAMENTO, ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA *PI VISION*

Luis Felipe Correia Palma

Eliane Xavier

Daniel Gomes da Rocha

Rodrigo de Araujo Balduino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305017>

CAPÍTULO 888

ANÁLISE SOBRE VERTICALIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

Suzanne Negreiros Figueiredo

Juciely Leite Costa Cortez

Ana Lúcia Barros de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305018>

CAPÍTULO 9 106

ESTUDO DE CASO SOBRE ALAGAMENTOS URBANOS NA AVENIDA JK EM FOZ DO IGUAÇU - PR

Kleber G. Ramirez

Bianca G. dos S. Dezen

Fernanda Rubio

Jiam P. Frigo

Mara R. Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305019>

CAPÍTULO 10.....117

ATUALIZAÇÃO REGULATÓRIA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: AVANÇOS E DESAFIOS

Cristiane Gracieli Kloth

Flávio José Simioni

Rubens Staloch

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71723050110>

CAPÍTULO 11 135**ATENDIMENTO CONSULTIVO – UGR JARDINS**

Jéssica Cristina dos Anjos
Osmar Brandão dos Santos
Gabriel da Silva Leite

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71723050111>

CAPÍTULO 12..... 144**MAPEAMENTO E LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO PARA
REGULARIZAÇÃO DE ÁREAS COM UTILIZAÇÃO DE DRONES**

Daniel Gomes da Rocha
Rodrigo de Araujo Balduino
Cássio José Barth

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71723050112>

CAPÍTULO 13..... 154**UMA ANÁLISE SOBRE AS PRINCIPAIS ANOMALIAS ENCONTRADAS NA
BARRAGEM DE LUCRÉCIA, NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE,
BRASIL**

Eduardo Barcelos Bontempo Filho
Fernanda Moraes Lima
Vera Lucia Rodrigues Cirilo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71723050113>

SOBRE O ORGANIZADOR 164**ÍNDICE REMISSIVO 165**

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO BUBU, CARIACICA ESPÍRITO SANTO

Data de aceite: 02/01/2023

Larissa Bueno Rocha

Pós graduada em Biotecnologia, Consultoria, Licenciamento Ambiental e Neurociências e Aprendizagem na Faculdade Única

Rebeca Gonçalves Freire

Pós graduada em Educação do Meio Ambiente na FAVENI e Ensino de Ciências e Biologia na UNOPAR

Aline Gonçalves Louzada

Prof.^a Msc no Centro Universitário Espírito-Santense/FAESA

RESUMO: O desenvolvimento da cidade de Cariacica tem se dado no sentido da urbanização, trazendo impactos tanto positivos, quanto negativos, principalmente aos recursos hídricos, refletido em falta de saneamento básico devido a ações antrópicas praticadas próximas ao curso d'água. O objetivo principal da pesquisa foi analisar microbiologicamente a qualidade superficial da água do rio Bubu, através da utilização de tubos múltiplos, para evidenciar a ocorrência de coliformes totais e termotolerantes, contabilizando espécies de microrganismos heterotróficos encontrados nas águas coletadas. Dessa forma, as

amostras para realização da pesquisa foram duas, uma na zona rural (Bubu) e a outra em zona urbanizada (Porto) na região de Cariacica, um município do estado do Espírito Santo (ES). No estudo, as análises com tubos múltiplos, foram realizadas com algumas diluições do material biológico para semeadura e identificação das bactérias e coliformes detectados. Além disso, um outro procedimento metodológico utilizado, foi contagem dos microrganismos heterotróficos, realizado a partir do espalhamento em placas de petri, em meio de cultura ágar nutriente e ágar sabouraud, o que permitiu o crescimento bacteriano no interior do ágar, facilitando a contagem das colônias de microrganismos. Por fim, entende-se que a amostra biológica coletada durante a atual pesquisa na zona urbana apresentou maior número de bactérias e fungos comparado a zona rural, o que demonstrou o impasse envolvendo saúde pública em função do despejo de esgoto devido a falta de saneamento básico da região, ao qual o rio perpassa.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água; coliformes termotolerantes; saneamento-básico.

1 | INTRODUÇÃO

A água é um elemento indispensável de grande importância na vida humana, pois, além da sobrevivência, é um elemento essencial para o desenvolvimento de várias atividades, tanto na geração de energia, produção de alimentos quanto na captação de água para potabilização, esse recurso natural auxilia na manutenção do equilíbrio ecológico e ambiental (GARCIA *et al.*, 2015).

Segundo Brito (2018) haja vista que a água é fundamental e sua contaminação pode provocar infecções, o fator principal para se evitar esse impasse é o tratamento da qualidade da mesma e não somente a quantidade ingerida; assim toda água destinada ao ser humano deve estar de acordo com os padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde, a fim de manter vivo esse recurso natural.

As atividades humanas têm gerado grandes impactos nos sistemas aquáticos de variadas formas, muitas vezes na forma de despejos domésticos aos quais causam alterações danosas, tanto em qualidade quanto em quantidade, pois o mal gerenciamento hídrico, fornece o acúmulo da inserção de substâncias estranhas (STROHSCHOEN *et al.*, 2009).

O cenário de bacias hidrográficas em áreas de contato rural/urbano são alvos de pesquisa ademais na concepção de proposição de intervenções a partir vivência da realidade social. Portanto, é de extrema notabilidade os levantamentos e diagnósticos desse dilema que possam acarretar na contribuição da contaminação aquática (ALVES *et al.*, 2017).

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Interferência antrópica

Segundo Von Sperling (2007), a qualidade da água é um fator resultante de fenômenos naturais e das operações humanísticas, ou seja, da consequência do uso e da ocupação do solo.

Tendo em vista, a degradação da qualidade das águas pelas atividades humanas, em decorrência da contaminação, Ribeiro (2010) afirma que, por se tratar de mudanças nos aspectos da água, a contaminação relaciona-se com a presença de substâncias ou elementos nocivos à vida invisíveis a olho nu, ao contrário da poluição, pois esta, associa-se a impactos estéticos, ecológicos e fisiológicos, onde esses dois processos podem ocorrer associados ou não.

O uso do recurso hídrico se relaciona ao tipo de finalidade seja no abastecimento domiciliar, industrial, irrigação, para o uso de animais, preservação do meio biótico, recreação e lazer, geração de energia e entre outros (RIBEIRO, 2010).

2.2 Políticas e saneamento básico

O impasse da má distribuição, o desperdício e a falta de políticas públicas voltadas ao saneamento básico se tornam ainda mais comuns entre os brasileiros, apesar da consciência do mal que isso causa à população, o meio ambiente acaba sofrendo danos irreversíveis (FAUSTINO, 2010).

Nesse sentido, Prianti *et. al* (2016) relata que os surtos de doenças podem ser transmitidos por meio da água por razão da contaminação bacteriana, à vista do local mais próximo onde a água é encontrada, isto é, próxima de pastagens de animais, assim como o descarte de lixo no manancial, evidenciando a proliferação de microorganismos.

É possível realizar a avaliação da qualidade dos recursos hídricos, no intuito ambiental de diagnóstico das reais condições em que a água se encontra. Análises microbiológicas frequentes são fundamentais no quesito avaliativo, submetida a métodos e parâmetros microbiológicos, identificando e também eliminando-os de maneira correta, com propósito de evitar potencialmente doenças relacionadas a saúde (LIBÂNIO, 2010).

2.3 Legislação

Apesar da água do Rio Bubu não ser utilizada para o abastecimento residencial, é de extrema importância controlar os focos de contaminação, dado que esse recurso hídrico está incluído na seção das águas doces do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, destinadas à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, pois sem a mesma, poderá haver contaminação em outros organismos, processo pelo qual resulta em impacto no ecossistema local. Portanto, o direito ao saneamento e à água reúne os direitos ambientais e à qualidade vital, em favor do acesso à cidadania bem como na diminuição das desigualdades sociais brasileiras (IBGE, 2011).

3 | METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

A presente pesquisa foi realizada através de um estudo de campo, localizado no Rio Bubu - Cariacica, município do estado do Espírito Santo. De acordo com o IBGE (2020), o município possui 383.917 habitantes, com área territorial de 279,718 km² situado na Região Metropolitana de Vitória. As análises laboratoriais da água do rio foram realizadas no Centro Universitário Faesa, localizada na avenida Vitória, 2220, bairro de Monte Belo, município de Vitória, apresentando as coordenadas geográficas -20.310901 de latitude e -40.314460 de longitude.

O Rio Bubu apresenta diversos processos de desgaste e poluição, sendo relacionado com intervenções antrópicas, como construções privadas e residenciais, falta

de conscientização da população, falta de investimento em saneamento básico, além de ocorrer o despejo de esgotos e resíduos domésticos, havendo pontos rurais e urbanizados, sendo denominados de alto curso e baixo curso, respectivamente como mostra a figura 1.

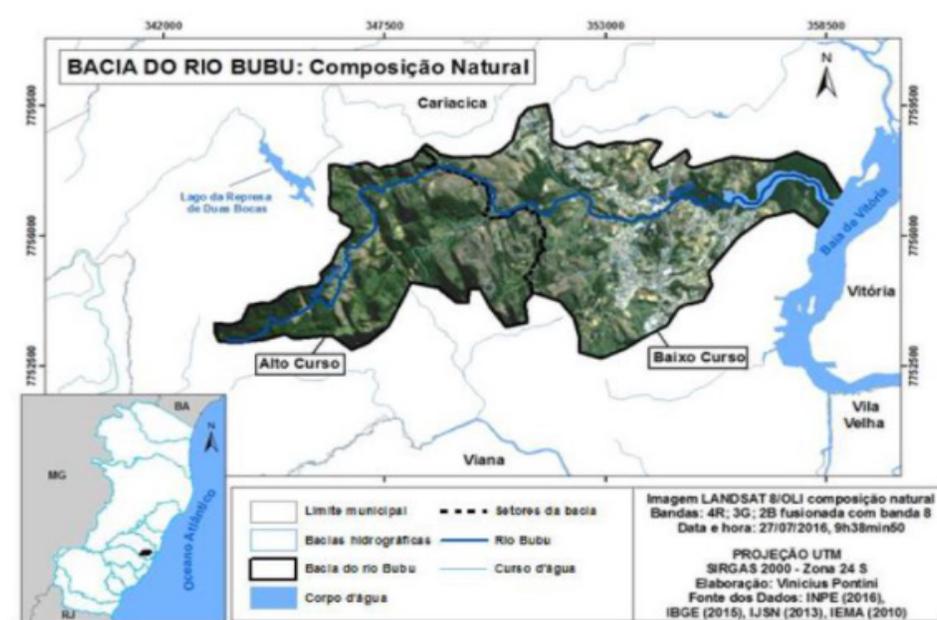


Figura 1 – Representação da zona rural (alto curso) e zona urbana representada como (baixo curso)

Fonte: PONTINI et.al., 2017

3.2 Pontos de amostragens

Foram estabelecidos dois pontos de coleta superficialmente da água do Rio Bubu, na região de Cariacica, ES. Sendo localizados em dois bairros: um ponto no bairro de Bubu (área rural) e o outro ponto de coleta no bairro Porto de Cariacica (área urbanizada), como mostra a Figura 2.

As amostras da água do rio Bubu foram coletadas com periodicidade semanal, durante os meses de setembro a outubro de 2021, em horários pré-estabelecidos, totalizando assim oito análises microbiológicas realizadas.

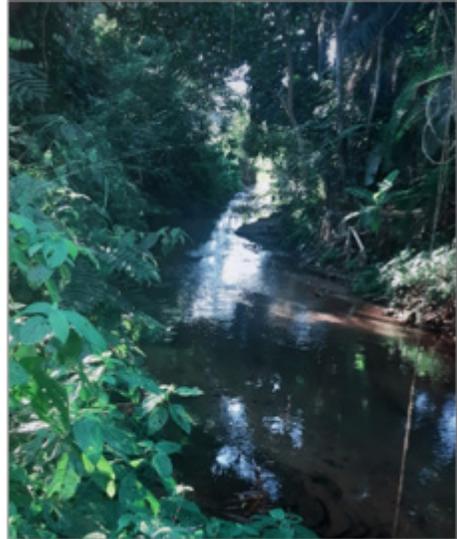


Figura 2 – Pontos distintos de coleta, a esquerda zona urbana no bairro Porto de Cariacica e a direita zona rural localizada no bairro Bubu

Fonte: Arquivo Pessoal

3.3 Análises laboratoriais

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2017), a determinação do número de coliformes em uma amostra pode ser realizada a partir da técnica de tubos múltiplos. Ao qual é baseada no princípio de que as bactérias presentes em uma amostra podem ser separadas por agitação, resultando em uma suspensão de células bacterianas, onde as mesmas são analisadas por consequência da inoculação de volumes decrescentes da amostra em meio de cultura.

Através de diluições sucessivas das amostras coletadas, serão obtidos inóculos microbiológicos, cuja semeadura provoca uma combinação de resultados positivos e negativos, no sentido da obtenção de uma estimativa de densidade das bactérias pesquisadas com ênfase para a análise da água do rio (CETESB, 2017).

3.4 Tubos múltiplos

A metodologia dos tubos múltiplos é possível através da quantificação, por número mais provável (NMP) de microrganismos, ao decorrer de fases primordiais para análise, sendo uma presuntiva e outra confirmativa. E esta última somente é realizada se houver crescimento positivo na etapa presuntiva (FONTES, 2012).

O procedimento da fase presuntiva se dá através da homogeneização do material atuando na detecção de coliformes termotolerantes, contendo caldo verde brilhante e caldo lactosado, dois tipos de meio de cultura. Ocorre nessa etapa a transferência de alíquotas

e/ou diluições da amostra para tubos de ensaios. Todos os tubos são incubados a 37°C durante 24 a 48 horas realizando a identificação dos que tiverem crescimento (positivo) de coliformes totais (FONTES, 2012).

No caso da fase confirmativa, efetua-se o repique (transferência de alíquotas com alça de platina) dos tubos presuntivos positivos para tubos devidamente preparados como feito anteriormente, para identificar microorganismos do tipo *Escherichia coli*, sendo levado à banho-maria a uma temperatura de 45°C durante 24 a 48 horas e logo após se faz a detecção dos que tiverem crescimento (positivo) de coliformes totais, identificado pela ocorrência de produção de gás nos tubos de Durham (FONTES, 2012).

De acordo com Fontes (2012) o número de tubos positivos, em cada um dos processos de diluições e das fases utilizadas, compreende-se o número mais provável (NMP), tendo como base tabelas estatísticas, conforme a Figura 3 abaixo.

Table 1 - Table 1 For 3 tubes each at 0.1, 0.01, and 0.001 g inocula, the MPNs per gram and 95 percent confidence intervals.

Pos. Tubes			Conf. lim.			Pos. tubes			Conf. lim.		
0.10	0.01	0.001	MPN/g	Low	High	0.10	0.01	0.001	MPN/g	Low	High
0	0	0	<3.0	–	9.5	2	2	0	21	4.5	42
0	0	1	3.0	0.15	9.6	2	2	1	28	8.7	94
0	1	0	3.0	0.15	11	2	2	2	35	8.7	94
0	1	1	6.1	1.2	18	2	3	0	29	8.7	94
0	2	0	6.2	1.2	18	2	3	1	36	8.7	94
0	3	0	9.4	3.6	38	3	0	0	23	4.6	94
1	0	0	3.6	0.17	18	3	0	1	38	8.7	110
1	0	1	7.2	1.3	18	3	0	2	64	17	180
1	0	2	11	3.6	38	3	1	0	43	9	180
1	1	0	7.4	1.3	20	3	1	1	75	17	200
1	1	1	11	3.6	38	3	1	2	120	37	420
1	2	0	11	3.6	42	3	1	3	160	40	420
1	2	1	15	4.5	42	3	2	0	93	18	420
1	3	0	16	4.5	42	3	2	1	150	37	420
2	0	0	9.2	1.4	38	3	2	2	210	40	430
2	0	1	14	3.6	42	3	2	3	290	90	1,000
2	0	2	20	4.5	42	3	3	0	240	42	1,000
2	1	0	15	3.7	42	3	3	1	460	90	2,000
2	1	1	20	4.5	42	3	3	2	1100	180	4,100
2	1	2	27	8.7	94	3	3	3	>1100	420	–

Figura 3 – Quadro de exemplos obtidos por resultados positivos em diferentes diluições pelo método de tubos múltiplos, com três tubos múltiplos.

Fonte: FONTES, 2012

3.5 Contagem de bactérias heterotróficas

Os microrganismos incluídos na contagem de bactérias heterotróficas podem variar, desde os mais nocivos até organismos que sejam oriundos de fontes poluidoras. A fonte primária para esses microrganismos se desenvolverem em aspecto de crescimento é o carbono orgânico, ao qual possui função de indicador da qualidade da água pois é capaz de fornecer informações na colonização das bactérias (FREIRE *et al.* 2012). O tratamento adequado de esgoto é primordial e se ampara por lei, de acordo com Art.23 da lei do CONAMA 430/2011:

Art. 23 Os efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários poderão ser objeto de teste de ecotoxicidade no caso de interferência de efluentes com características potencialmente tóxicas ao corpo receptor.

As duas metodologias mais utilizadas para realização da contagem de bactérias em placa são basicamente, o método de esgotamento em placa e o método “*Pour Plate*”. Através da metodologia de “*Pour Plate*” verte-se o meio fundido sob processo de espalhamento sobre as amostras, ademais homogeneizado através de movimentos circulares suaves da placa, no sentido horário, e logo após o aquecimento na incubadora à 37°C o que permite o crescimento bacteriano no interior do ágar. Outrossim, o período de 48 horas de incubação, é importante para iniciar a contagem de colônias (DOMINGUES, *et. al* 2007).

Entretanto, segundo DOMINGUES, *et.al* (2007) há também o método do esgotamento, sendo utilizado, de forma que a amostra depositada na superfície do ágar já solidificada passe por procedimento de espalhamento uniforme, conforme a Figura 4.

Método de sementeira por espalhamento



Método de sementeira em profundidade*



Figura 4 – Representação de técnica utilizada na sementeira *spread plate* e *pour-plate*

Fonte: MADIGAN *et al.*, 2016

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Contagem de bactérias heterotróficas

De acordo com os resultados obtidos a partir dos experimentos, a água do Rio Bubu ao qual se insere na classe 2 da resolução n° 357 do CONAMA, sendo classificada como área de proteção de comunidades aquáticas, apesar da água do Rio Bubu não ser utilizada para o abastecimento residencial, é de extrema importância controlar os focos de contaminação, com o objetivo de preservar o equilíbrio natural do ambiente, uma vez que sua contaminação afeta diretamente outros organismos, resultando em impacto no ecossistema local.

As amostras de água da região urbana, apresentaram um maior índice de bactérias comparado ao rural. O resultado foi obtido a partir das diluições em água esterilizada do material coletado na zona rural do rio nas diluições de 10^{-1} e 10^{-2} e posterior contagem no meio de cultura ágar nutriente, conforme observado no Gráfico 1.

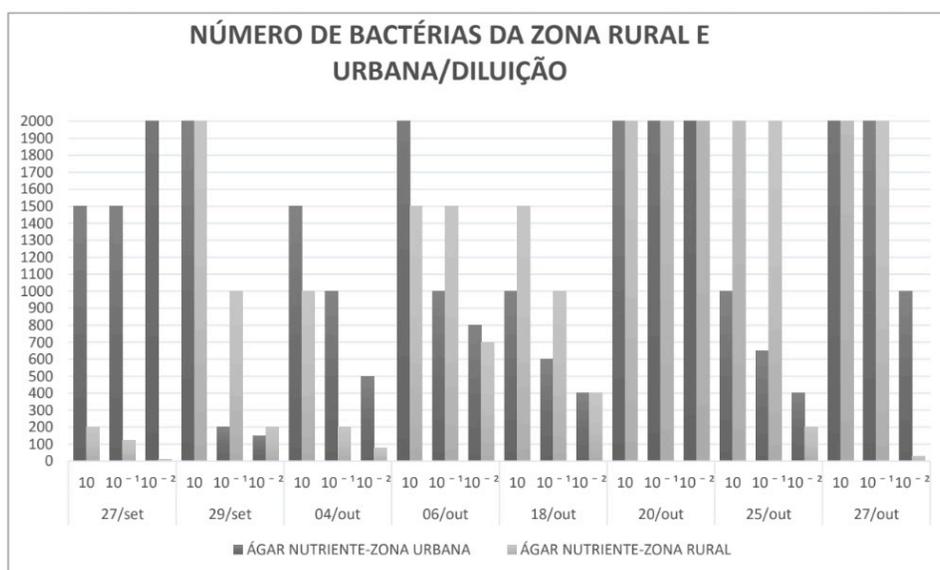


Gráfico – 1 Contagem das colônias de bactérias heterotróficas das amostras da zona rural e urbana em diferentes diluições no meio de cultura ágar nutriente

Fonte: Autoras

Os locais de estudos foram distintos, havendo um percentual variado no resultado das análises, representado tanto no gráfico fúngico, quanto no bacteriano, podendo ser também devido a oscilação encontrada nas coletas e amostras de água do rio em dias chuvosos, uma vez que segundo Lima (2008) as atividades pluviométricas podem diminuir a concentração de coliformes termotolerantes, conforme o Gráfico 2 abaixo.

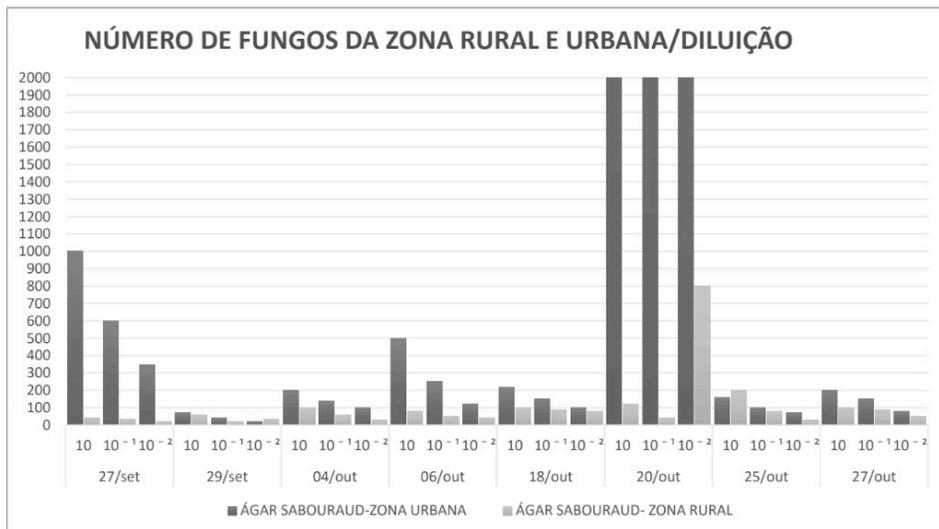


Gráfico 2 – Contagem das colônias de fungos das amostras da zona rural e urbana em diferentes diluições no meio de cultura ágar nutriente

Fonte: Autoras

O número de fungos, por sua vez, foi maior nas amostras da região urbana comparada a zona rural. O resultado foi obtido a partir das diluições em água esterilizada do material coletado na zona rural do rio nas proporções de 10^{-1} e 10^{-2} e posterior contagem no meio de cultura ágar sabouraud conforme observado no Gráfico 2.

Houve uma diferença na proporção de crescimento bacteriano quando comparado ao fúngico no material de estudo. No gráfico 2 foi observado um crescimento mais atenuado de fungos da zona urbana em relação a rural quando comparado ao crescimento bacteriano, uma vez que no gráfico 1 o número de bactérias foi mais semelhante entre os dois locais de coleta.

4.2 Tubos múltiplos

A presença de coliformes termotolerantes está diretamente relacionada com a qualidade da água, de acordo com o anexo da Portaria nº 36, do Ministério da Saúde, de 19 de janeiro de 1990, a água destinada ao consumo humano deve apresentar critérios, normas e padrões químicos e microbiológicos de potabilidade em todo o território nacional (BRASIL, 1990).

A partir das análises realizadas pelo processo de tubos múltiplos, foi possível observar que não foi encontrado coliformes termotolerantes em todas as amostras da região urbana, exceto nas dos dias 6 e 8 de outubro, o que pode ter ocorrido por algum erro na metodologia ou possível contaminação das amostras conforme evidenciado no Quadro 1.

Na metodologia dos tubos múltiplos, foi realizada a diluição da água coletada na região rural e urbana do Rio Bubu, nas concentrações de 1:1, 1:100 e 1:1000 no caldo lactosado, bile verde brilhante e *Escherichia coli*. Dentre os erros na metodologia, é possível que tenha ocorrido a contaminação dos tubos durante a transferência da amostra para sua diluição, como a troca ou o contato do tubo com objetos.

RESULTADOS TUBOS MÚLTIPLOS		ETAPA 1: Caldo lactosado–teste presuntivo		ETAPA 2: Caldo bile verde brilhante–teste presuntivo		ETAPA 3: Caldo E. coli–teste confirmativo	
		10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁻²
Dia 27/09	Zona rural	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Zona urbana	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo
Dia 29/09	Zona rural	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Zona urbana	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo
Dia 04/10	Zona rural	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Zona urbana	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo
Dia 06/10	Zona rural	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo
	Zona urbana	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
Dia 18/10	Zona rural	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo
	Zona urbana	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
Dia 20/10	Zona rural	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Zona urbana	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
Dia 25/10	Zona rural	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Zona urbana	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
Dia 27/10	Zona rural	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Zona urbana	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo

Quadro 1 – Resultados da presença de coliformes termotolerantes nas amostras da zona rural e urbana do rio em cada dia de análise laboratorial

Fonte: Autoras

Na região urbana, foram encontrados resultados positivos acerca da presença de coliforme termotolerantes, o que pode ser evidenciado pelo maior contato antrópico na região, como despejo de resíduos e excrementos, enquanto na região rural não há contato humano considerável com o rio.

CONCLUSÃO

As condições ambientais do rio Bubu, localizado em Cariacica, ao qual realizou-se a atual pesquisa encontra-se sob influência de questões antrópicas e está relacionada com a falta de investimento em saneamento básico nos bairros adjacentes, evidenciando a presença de microrganismos possivelmente patogênicos, tais como bactérias e fungos encontrados no recurso hídrico, a partir do despejo inadequado de dejetos que desencadeiam a proliferação de coliformes termotolerantes. Portanto, é de grande relevância que sejam tomadas providências imediatas pelo poder público de caráter corretivo, informativo e preventivo a fim de atenuar os danos ambientais e sociais ocasionados pela contaminação.

REFERÊNCIAS

ALVES, Wellmo dos Santos *et al.* Avaliação da qualidade da água e estado trófico do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde – GO, Brasil. **Revista Geociências**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 13-29, 2017. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/10939>> Acesso em: 23 de novembro de 2021.

BRASIL. **Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990**. Descreve a aprovação de normas, fiscalização controle das águas por meio dos estados, período de renovações de normas. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saude-bucal/legislacao/fluoretacao/portaria36_19_01_90.pdf/view> Acesso em: 23 nov. 2021.

BRITO, Izabela *et al.* ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS RASOS DO BAIRRO CANAÃ EM RIO BRANCO, ACRE, 2018. **Revista DeCiências em Foco**, Rio Branco, Acre, v. 3, n. 1, p. 15-24, 2019. Disponível em: <<http://revistas.uninorteac.com.br/index.php/DeCienciaemFoco0/article/view/257>> Acesso em: 23 nov. 2021.

CETESB. **L5.202**: coliformes totais e fecais - determinação pela técnica de tubos múltiplos: método de ensaio. São Paulo, 1993. 40 p. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb/normas-tecnicas-vigentes/>> Acesso em: mai.2021.

DOMINGUES, Vanessa Oliveira *et al.* Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano: comparação entre duas metodologias. **Revista do Centro de Ciências da Saúde**, Santa Maria, RS., v. 33, n. 1, p. 15-19, 2007. DOI 10592/22365834. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/revistasaude/article/view/6458/3926>> Acesso em: 24 nov. 2021.

FAUSTINO, F. Dia Mundial da Água. **Revista Meio Ambiente Industrial**, São Paulo: Editora Tocalino LTDA, 2010.

FONTES, Luiz. Análises de coliformes por tubos múltiplos: Técnica de Tubos Múltiplos. In: Tubos múltiplos. **Bancada Pronta**. [S. l.], 3 ago. 2013. Disponível em: <<https://bancadapronta.wordpress.com/2013/09/03/analises-de-coliformes-por-tubos-multiplos/>>. Acesso em: 26 nov. 2021.

FREIRE, R. C.; LIMA, R. de A. Bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água potável no município de Olinda-PE e sua importância para a saúde pública. **JMPHC | Journal of Management & Primary Health Care | ISSN 2179-6750**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 91–95, 2013. DOI: 10.14295/jmphc.v3i2.144. Disponível em: <https://www.jmphc.com.br/jmphc/article/view/144>. Acesso em: 1 dez. 2021.

GARCIA, Érica N. dos A.; MORENO, D. A. A. C.; FERNANDES, A. L. V. A IMPORTÂNCIA DA PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS:UM PANORAMA SOBRE A ESCASSEZ DA ÁGUA NO BRASIL. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S. l.], v. 11, n. 6, 2015. DOI: 10.17271/1980082711620151259. Disponível em: https://publicacoes.amigodosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/1259. Acesso em: 1 dez. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas de saneamento**. Rio de Janeiro:IBGE, 2011.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Editora Átomo, 2010.

LIMA, W.S. *et.al.* **Qualidade da água em Ribeirópolis: o açude do Cajueiro e a barragem do João Ferreira**. 2008 Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Programa de Pós graduação em Agroecossistemas ,Universidade Federal de Sergipe, Sergipe,2008.

MADIGAN, M. *et al.* **Microbiologia de Brock**. São Paulo: Artmed, 2016.

POTINI, Vínicius Vieira. *et.al.* Aplicações geotecnológicas em estudos socioambientais: avaliação da fragilidade emergente na bacia hidrográfica do Rio Bubu (ES). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento** Campinas- SP, v.1. n.1 p.4731- 4740, 2017.DOI - 10.20396/sbgfa.v1i2017.2086. Disponível em: <<http://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2086>> Acesso em: 12 maio 2021.

PRIANTI, M.G *et al.* Análise microbiológica da água do rio Poti no perímetro urbano do município de Teresina, Piauí. **Pubvet** , Teresina-PI, v. 10, n. 6, p. 470-476, jun. 2016. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/artigo/2838/p-styletext-align- justifystronganaacutelise-microbioloacutegica-da-aacutegua-do-rio-poti-no- periacutemetetro-urbano-do-municiaacutepio-de-teresina-piauiacutestrongp.>>> Acesso em: 12 maio 2021.

RESOLUÇÃO CONAMA. **Lei 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.-CONAMA. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/>.Acesso em: 2 dez. 2021.

RESOLUÇÃO CONAMA. **Lei nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre 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. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/>.Acesso em: 2 dez. 2021.

RIBEIRO, E.V. *et.al* **Avaliação da qualidade da água do Rio São Francisco no segmento entre Três Marias e Pirapora – Mg: Metais pesados e atividades antropogênicas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2010.

STROHSCHOEN, A. A. G.; PÉRICO, E.; LIMA, D. F. B. de.; REMPEL, C. Estudo preliminar da qualidade da água dos rios Forqueta e Forquetinha, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 372-375, out./dez. 2009. Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/rbrasbioci/article/view/114892>>Acesso em:23 de novembro de 2021.

SPERLING, V.M. **Estudos de Modelagem da qualidade da água de rios**. Minas Gerais: UFMG,2007.

A

Abastecimento de água 12, 13, 14, 20, 31, 81, 89, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 129, 144, 145, 146, 153

Acordo setorial 33, 35, 36, 37, 41, 44, 45, 46

Adutoras 47, 48, 67

Água 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 43, 44, 47, 54, 55, 62, 63, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 88, 89, 91, 94, 96, 97, 98, 103, 104, 110, 113, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 129, 132, 134, 135, 136, 138, 144, 145, 146, 153

Águas pluviais 24, 29, 31, 106, 116, 123

Alagamentos 106, 107, 108, 111, 113, 114, 115

Atendimento consultivo 135, 136, 137, 138, 142, 143

Avaliação 4, 30, 44, 45, 47, 52, 56, 70, 78, 79, 88, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 116, 133, 134, 154, 157, 160, 163

B

Bacias hidrográficas 1, 2, 8, 9, 10, 69, 107

C

Caixa termoplástica 12, 13, 16, 18

Classificação 79, 102, 109, 110, 116, 145, 154, 157

Clientes 12, 19, 135, 136, 137, 138, 140, 141

Coliformes termotolerantes 68, 72, 75, 76, 77, 78

Consciência ambiental 2, 11, 93

D

Dados planialtimétricos 144

Desenvolvimento urbano 21, 90, 118, 123, 134

Disposição final inadequada 33

Distribuição de água 12, 13, 20, 24, 25, 28, 29, 30, 79, 80, 120, 153

Drones 144, 145, 146

E

Educação ambiental 1, 2, 3, 4, 6, 11, 33, 36, 44, 45

Esgotamento sanitário 25, 26, 30, 117, 120, 122, 123, 129, 133

F

Fiscalização 16, 78, 96, 115, 126, 128, 154, 156

G

Geoprocessamento 106, 107

Gestão de perdas 12

H

Hidrologia 106, 116

I

Impactos ambientais 88, 89, 91, 92, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 103

Integridade 47

L

Logística reversa 33, 35, 36, 38, 39, 44, 45, 46

M

Marco regulatório 119, 120, 130

Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 7, 8, 12, 38, 39, 44, 45, 68, 70, 78, 79, 88, 89, 91, 92, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 118, 119, 120, 127, 133, 134, 164

Micro-vazamentos 47

Mitigação 96, 99, 144

Monitoramento 14, 17, 47, 48, 67, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 96, 116, 154, 156, 160, 163, 166

O

Otimização 80, 81, 144

P

Política ambiental 117

Potabilidade 21, 23, 76

R

Reciclagem 33, 34, 35, 36, 40, 41, 96, 97, 99, 100, 101

Recursos hídricos 2, 3, 21, 22, 30, 32, 68, 70, 89, 104, 123, 125, 126, 130, 131, 133

Redução de perdas 126, 144, 145

Regularização de áreas 144, 145

Resíduos sólidos urbanos 33, 39, 41, 45

S

Saneamento básico 68, 70, 71, 78, 110, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 145

Saúde ambiental 117

Segurança 19, 22, 30, 50, 82, 154, 155, 156, 157, 159, 160, 162, 163

Sustentabilidade 11, 22, 34, 43, 46, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 116, 127

T

Treinamentos 135, 137, 138, 143

U

Urbanização 68, 95, 106, 107, 110, 115, 118, 120, 121, 127, 131

V

Válvulas 12, 13, 29, 50, 81

Vazamentos 12, 47, 48, 49, 51, 52, 67, 145

Ventosa 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 50

Verificação 17, 64, 83, 85, 89, 110

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

4

- 🌐 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

4

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