

Meio ambiente:

Princípios ambientais,
preservação e
sustentabilidade

2

Danyelle Andrade Mota
Milson dos Santos Barbosa

Clécio Danilo Dias da Silva
Lays Carvalho de Almeida

(ORGANIZADORES)

Meio ambiente:

Princípios ambientais,
preservação e
sustentabilidade

2

Danyelle Andrade Mota
Milson dos Santos Barbosa

Clécio Danilo Dias da Silva
Lays Carvalho de Almeida

(ORGANIZADORES)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 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-NãoDerivativos 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 Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa



Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Meio ambiente: princípios ambientais, preservação e sustentabilidade 2

Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Danyelle Andrade Mota
Clécio Danilo Dias da Silva
Lays Carvalho de Almeida
Milson dos Santos Barbosa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514 Meio ambiente: princípios ambientais, preservação e sustentabilidade 2 / Organizadores Danyelle Andrade Mota, Clécio Danilo Dias da Silva, Lays Carvalho de Almeida, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Outro organizador
Milson dos Santos Barbosa

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-790-8
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.908212112>

1. Meio ambiente. I. Mota, Danyelle Andrade (Organizadora). II. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador). III. Almeida, Lays Carvalho de (Organizadora). IV. Título.

CDD 333.72

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.



APRESENTAÇÃO

A temática meio ambiente é um dos maiores desafios que a humanidade vivencia nas últimas décadas. A sociedade sempre esteve em contato direto com o meio ambiente, o que refletiu nas complexas inter-relações estabelecidas entre estes, promovendo práticas sociais, culturais, econômicas e ambientais. O uso indiscriminado dos recursos naturais e a crescente demanda de consumo da sociedade culminaram na degradação do meio natural, e muitas vezes, reverberaram em perda da qualidade de vida para muitas sociedades. Desse modo, é necessário a busca para compreensão dos princípios ambientais, preservação e sustentabilidade para alcançar o uso sustentável dos recursos naturais e minimizar os problemas ambientais que afetam a saúde e a qualidade de vida da sociedade.

Nessa perspectiva, a coleção “*Meio Ambiente: Princípios Ambientais, Preservação e Sustentabilidade*”, é uma obra composta de dois volumes com uma série de investigações e contribuições nas diversas áreas de conhecimento que interagem nas questões ambientais. Assim, a coleção é para todos os profissionais pertencentes às Ciências Ambientais e suas áreas afins, especialmente, aqueles com atuação no ambiente acadêmico e/ou profissional. A fim de que o desenvolvimento aconteça de forma sustentável, é fundamental o investimento em Ciência e Tecnologia através de pesquisas nas mais diversas áreas do conhecimento, pois além de promoverem soluções inovadoras, contribuem para a construção de políticas públicas. Cada volume foi organizado de modo a permitir que sua leitura seja conduzida de forma simples e objetiva.

O Volume I “*Meio Ambiente, Sustentabilidade e Educação*”, apresenta 16 capítulos com aplicação de conceitos interdisciplinares nas áreas de meio ambiente, sustentabilidade e educação, como levantamentos e discussões sobre a importância da relação sociedade e natureza. Desta forma, o volume I poderá contribuir na efetivação de trabalhos nestas áreas e no desenvolvimento de práticas que podem ser adotadas na esfera educacional e não formal de ensino, com ênfase no meio ambiente e preservação ambiental de forma a compreender e refletir sobre problemas ambientais.

O Volume II “*Meio Ambiente, Sustentabilidade e Biotecnologia*”, reúne 18 capítulos com estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa. Os capítulos apresentam resultados bem fundamentados de trabalhos experimentais laboratoriais, de campo e de revisão de literatura realizados por diversos professores, pesquisadores, graduandos e pós-graduandos. A produção científica no campo do Meio Ambiente, Sustentabilidade e da Biotecnologia é ampla, complexa e interdisciplinar.

Portanto, o resultado dessa experiência, que se traduz nos dois volumes organizados, envolve a temática ambiental, explorando múltiplos assuntos inerentes as áreas da Sustentabilidade, Meio Ambiente, Biotecnologia e Educação Ambiental. Esperamos que essa coletânea possa se mostrar como uma possibilidade discursiva para novas pesquisas

e novos olhares sobre os objetos das Ciências ambientais, contribuindo, por finalidade, para uma ampliação do conhecimento em diversos níveis.

Agradecemos aos autores pelas contribuições que tornaram essa edição possível, bem como, a Atena Editora, a qual apresenta um papel imprescindível na divulgação científica dos estudos produzidos, os quais são de acesso livre e gratuito, contribuindo assim com a difusão do conhecimento. Assim, convidamos os leitores para desfrutarem as produções da coletânea. Tenham uma ótima leitura!

Danyelle Andrade Mota
Clécio Danilo Dias da Silva
Lays Carvalho de Almeida
Milson dos Santos Barbosa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

CATEGORIZAÇÃO DE UNIDADES HIDROLÓGICAS POR MUNICÍPIO

Renata Cristina Araújo Costa

Marcelo Zanata

Anildo Monteiro Caldas

Flávia Mazzer Rodrigues

Teresa Cristina Tarlé Pissarra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121121>

CAPÍTULO 2..... 11

CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ALTO CURSO DO CÓRREGO TRÊS MARCOS EM UBERLÂNDIA-MG E A PERCEPÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS

Hérica Leonel de Paula Ramos Oliveira

Jorge Luís Silva Brito

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121122>

CAPÍTULO 3..... 29

DETERMINAÇÃO DE ZINCO E CHUMBO NO SEDIMENTO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DA BACIA ARROIO MOREIRA/FRAGATA

Lidiane Schmalfluss Valadão

Beatriz Regina Pedrotti Fabião

Jocelito Saccol de Sá

Pedro José Sanches Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121123>

CAPÍTULO 4..... 42

OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA CARCINICULTURA: TRANSFORMAÇÕES NAS FORMAS DE ACESSO À ÁGUA NO DISTRITO DE SÃO JOSÉ DO LAGAMAR NO MUNICÍPIO DE JAGUARUANA/CE

Evilene Oliveira Barreto

João César Abreu de Oliveira Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121124>

CAPÍTULO 5..... 52

ENSAIO DE VIBRIO FISCHERI NO APOIO À DECISÃO PARA O GERENCIAMENTO DE ÁGUA PRODUZIDA, NO LICENCIAMENTO OFFSHORE NO BRASIL

Paula Cristina Silva dos Santos

Mischelle Paiva dos Santos

Luiz Augusto de Oliveira Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121125>

CAPÍTULO 6..... 63

O USO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA COMO FERRAMENTA DE GESTÃO

AMBIENTAL E TOMADAS DE DECISÃO NAS ORGANIZAÇÕES

Marcelo Real Prado

Paulo Daniel Batista de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121126>

CAPÍTULO 7..... 73

COOPERAÇÃO GLOBAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA AVALIAÇÃO A PARTIR DA TEORIA DOS JOGOS

Erika Mayumi Ogawa

Cristiane Gomes Barreto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121127>

CAPÍTULO 8..... 83

TERRA INDÍGENA ARARIBOIA: APONTAMENTOS SOBRE AS DINÂMICAS SOCIOPRODUTIVAS E TERRITORIAIS

Cleudson Pereira Marinho

Maria Nasaret Machado Moraes Segunda

Witemberg Gomes Zaparoli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121128>

CAPÍTULO 9..... 97

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE AÇÕES PARA MELHOR GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PATROCÍNIO, MINAS GERAIS

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Valdinei de Oliveira Santos

José Domingos de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121129>

CAPÍTULO 10..... 110

SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA (Ag) E INCORPORAÇÃO NO FARELO DA CASCA DO PINHÃO

Ana Carla Thomassewski

Adriano Gonçalves Viana

Adrielle Cristina dos Reis

Tamires Aparecida Batista de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211210>

CAPÍTULO 11..... 121

ANÁLISE DO POTENCIAL DE DESENVOLVIMENTO DE FIBRAS TÊXTEIS A PARTIR DE AMIDO DE MILHO, REFORÇADAS COM RESÍDUOS DE ALGODÃO

Aline Heloísa Rauh Harbs Konell

Keyla Cristina Bicalho

Ana Paula Serafini Immich Boemo

Francisco Claudivan da Silva

Catia Rosana Lange de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211211>

CAPÍTULO 12..... 129

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOENERGIA POR BIODIGESTOR NA REGIÃO DE RIO VERDE – GO

Ananda Ferreira de Oliveira
Amanda Angélica Rodrigues Paniago
Moacir Fernando Cordeiro
Daniely Karen Matias Alves
Laís Alves Soares
Rannaiany Teixeira Manso
Thalis Humberto Tiago
João Areis Ferreira Barbosa Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211212>

CAPÍTULO 13..... 137

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM CERÂMICAS E A REDUÇÃO DO USO DE LENHA DA CAATINGA

Magda Marinho Braga
Mônica Carvalho Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211213>

CAPÍTULO 14..... 147

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DURANTE EPISÓDIOS CRÍTICOS DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE/RS

Amaranta Sant'ana Nodari
Claudinéia Brazil Saldanha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211214>

CAPÍTULO 15..... 164

EQUIPAMENTOS GERADORES DE ENERGIA FOTOVOLTAICA E OS SEUS RESÍDUOS

José Luiz Romero de Brito
Mario Roberto dos Santos
Fabio Ytoshi Shibao

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211215>

CAPÍTULO 16..... 180

BANCOS DE GERMOPLASMA COMO RECURSO DE PRESERVAÇÃO FLORÍSTICA NO RIO GRANDE DO SUL

Claudia Toniazzo
Sandra Patussi Brammer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211216>

CAPÍTULO 17..... 192

INTERAÇÃO ENTRE FUNGOS MICORRÍZICOS E BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS NO CRESCIMENTO DAS PLANTAS E NA CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS

Dalvana de Sousa Pereira
Flávia Romam da Costa Souza

Ligiane Aparecida Florentino
Franciele Conceição Miranda de Souza
Aداuton Vilela Rezende

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211217>

CAPÍTULO 18..... 208

UTILIZAÇÃO DA PRÓPOLIS NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Carize da Cruz Mercês
Vanessa Santos Louzado Neves
Cerilene Santiago Machado
Clara Freitas Cordeiro
Leilane Silveira D'Ávila
Geni da Silva Sodré

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211218>

SOBRE OS ORGANIZADORES 221

ÍNDICE REMISSIVO..... 223

CAPÍTULO 5

ENSAIO DE VIBRIO FISCHERI NO APOIO À DECISÃO PARA O GERENCIAMENTO DE ÁGUA PRODUZIDA, NO LICENCIAMENTO OFFSHORE NO BRASIL

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 20/10/2021

Paula Cristina Silva dos Santos

Universidade Estácio de Sá (UNESA)
Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/3221704221708982>

Mischelle Paiva dos Santos

Universidade Estácio de Sá (UNESA)
Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/5279611195953472>

Luiz Augusto de Oliveira Costa

Universidade Estadual do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/4548035808869095>

RESUMO: A indústria de petróleo tem uma importância significativa no cenário energético, econômico e estratégico de todo o mundo, além de ser setor de potencial degradação ambiental. Um dos principais aspectos ambientais relacionados à indústria de petróleo offshore é o descarte de água produzida, efluente gerado juntamente ao petróleo e gás natural, constituído por variados compostos químicos nocivos ao meio ambiente. O tratamento da água produzida nas instalações de produção de petróleo é fundamental para a redução das concentrações de vários compostos químicos tóxicos prejudiciais aos organismos marinhos e para o cumprimento dos padrões e condições de lançamento estabelecidos pela resolução Conama 393/2007. O órgão ambiental

tem avaliado a variação da toxicidade para decidir sobre a autorização de eventuais pedidos de modificações no tratamento da água produzida. Nesse sentido, têm sido requisitados testes em escala de bancada em condições controladas que simulam as modificações propostas no tratamento, submetendo-se os efluentes resultantes a testes de toxicidade com bactéria luminescente *Vibrio Fischeri*. O presente trabalho avaliou os resultados dessa sistemática a partir de informações constantes no processo público IBAMA 02001.000128/2018-26 e verificou que pode haver ganhos ambientais na adoção dessa metodologia além de contribuir como instrumento de decisão na melhoria dos processos de tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Água Produzida; Tratamento; Ecotoxicidade; Tomada de Decisão.

ASSAY BY VIBRIO FISCHERI TO SUPPORT THE DECISION FOR MANAGEMENT OF PRODUCED WATER, IN THE OFFSHORE LICENSING IN BRAZIL

ABSTRACT: The oil industry has a significant importance in the energy, economic and strategic scenario around the world, in addition to being a sector of potential environmental degradation. One of the main environmental aspects related to the offshore oil industry is the disposal of produced water, effluent generated together with oil and natural gas, consisting of various chemical compounds that are harmful to the environment. The treatment of water produced in oil production facilities is essential to reduce concentrations of various toxic chemical compounds harmful to

marine organisms and to comply with the standards and release conditions established by Conama resolution 393/2007. The environmental agency has been evaluating the variation in toxicity to decide on the authorization of any requests for changes in the treatment of produced water. In this sense, bench scale tests under controlled conditions that simulate the proposed changes in the treatment have been requested, by submitting the resulting effluents to toxicity tests with luminescent bacteria *Vibrio Fischeri*. This study evaluated the results of this systematic based on information contained in the public process IBAMA 02001.000128/2018-26 and found that there may be environmental gains in the adoption of this methodology, in addition to contributing as a decision-making tool to improve treatment processes.

KEYWORDS: Produced Water; Treatment; Ecotoxicity; Decision Making.

INTRODUÇÃO

A dependência do petróleo é observada desde 1930, quando a gasolina e o diesel se tornaram combustível para o setor de transportes com a invenção de motores, explosões e a chamada segunda revolução industrial (ANEEL, 2008). Após a Segunda Guerra Mundial, essa posição foi consolidada e foi necessário reconstruir os países destruídos durante esse período e trazer a indústria. Naquela época, o petróleo havia ultrapassado o carvão como principal fonte de combustível e se tornava cada vez mais importante em algumas partes do mundo (CANELAS, 2007).

No Brasil, as atividades de exploração e produção de petróleo, tornaram-se ainda mais importantes, após a descoberta dos novos campos do Pré-sal, em 2007, na qual foi responsável por dobrar o quantitativo das reservas brasileiras, e triplicar o volume de produção por metro cúbico no ano de 2019, deixando-o em posição de maior destaque, do ponto de vista estratégico, uma vez que detém a tecnologia para a exploração em águas ultraprofundas e mobiliza, nos próximos anos, toda a estrutura necessária para atendimento a essa nova fase da indústria petrolífera mundial. (ANP, 2019; MME, 2013; GOMES, 2014).

A indústria do petróleo possui campos diferentes, e esses campos podem afetar o meio ambiente através da poluição direta ou indireta. Nas partes representadas pela exploração de petróleo e gás, a água produzida é o poluente mais proeminente, especialmente seu grande tamanho e componentes tóxicos (CUNHA *et al.*, 2007). Devido à sua complexidade química, a descarga da água produzida pode levar a alterações na qualidade da água do mar, aumento da concentração de poluentes na coluna d'água e poluição de sedimentos marinhos, incluindo a destruição de comunidades bentônicas e seus habitats (FRASER e ELLIS, 2009). Gabardo *et al.* (2011) acredita que este é o maior rejeito na indústria de petróleo.

Durante o processo de produção, a qualidade da água gerada juntamente com o óleo associado varia muito sua produção (SEGUI, 2009). Inicialmente, um campo produzia muito pouca água, respondendo por cerca de 5 a 15% da produção atual. Porém, à medida que a vida econômica de um poço de petróleo se esgota, a quantidade de água

umentará significativamente, equivalente a 75-90% da produção (THOMAS, 2004). Desde 2000, tem-se dado maior atenção ao tratamento da água produzida, estimando-se que a produção global total de água produzida resulte numa relação água / óleo de 3/1. Visto que a capacidade de suporte do oceano não é ilimitada, alguns tipos de métodos de tratamento são utilizados para o descarte da água produzida em alto mar (GOMES, 2014; FAKHRUL RAZI *et al.*, 2009).

Segundo Thomas (2014), os tratamentos têm como objetivo recuperar parte do óleo da água produzida na emulsão e condicioná-lo para reinjeção no poço ou descarte. O descarte deve ser o mais próximo possível do local de produção para evitar desperdício de energia e evitar danos de armazenagem e transporte.

No entanto, a particularidade das águas residuais a serem descartadas pela plataforma deve atender aos parâmetros recomendados pela Resolução Conama 393/2007. O tratamento da água de produção antes do descarte pode remover sólidos e líquidos não aquosos dispersos, incluindo óleo disperso, sólidos em suspensão e partículas bacterianas, bem como a maioria dos hidrocarbonetos voláteis e gases corrosivos, como dióxido de carbono (CO²) e ácido sulfúrico (H²S), além de recuperar parte do óleo emulsificado (NEFF *et al.*, 2011).

Na Figura 1 representa o processamento de petróleo, água e gás natural nas instalações de produção, tendo o objetivo de se obter um produto estável (para petróleo e gás natural), para que possa ser transportado por oleoduto ou caminhão-tanque para uma refinaria de petróleo, que exige padrões mínimos de salinidade, sólidos, gás e água, para não danos ao processo (GABARDO, 2007).

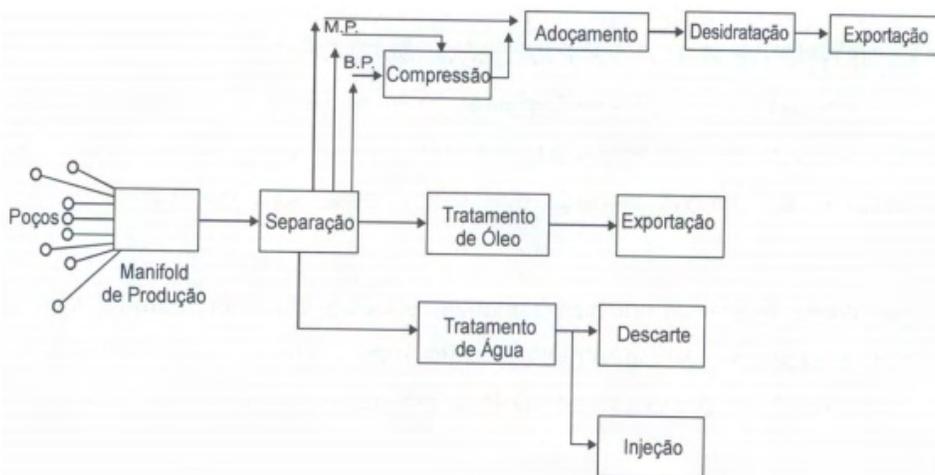


Figura 1: Esquema simplificado para processamento primário do petróleo.

Fonte: IBAMA, 2020.

A qualidade da água produzida descartada é uma função primária da eficiência da tecnologia de tratamento e do rigor e nível de cumprimento das regulações para descarte no ambiente. Porém, mesmo nas melhores combinações de ambos os fatores, ainda resta óleo residual ou microgotas finamente dispersas na água de produção, além de outros compostos não removidos durante o tratamento, que nas concentrações apresentadas e em conjunto conferem um potencial apreensivamente tóxico à água produzida (NEFF *et al.*, 2011; OGP, 2005).

Os testes de toxicidade são ferramentas de avaliação da qualidade da água, pois apenas as análises físico-químicas não são suficientes para diferenciar as substâncias que afeta os seres vivos daquele ambiente, e a partir da realização dos testes de toxicidade possibilita a análise qualitativa e quantitativa dos poluentes com capacidade de causar efeitos deletério ou tóxico aos organismos. E através destes testes é possível analisar a concentração máxima, no qual não seja um fator de nenhum efeito aos organismos testes, permitindo determinar limites máximos aceitos de poluentes, fornecendo informação clara sobre o impacto ambiental provocado pelo poluente (ANDRADE, 2009; BARSZCZ *et al.*, 2019).

A simulação do tratamento da água produzida em ambiente controlado é desenvolvida utilizando organismos indicadores, nesse caso a bactéria marinha luminescente *Vibrio Fischeri*, onde por causa de suas propriedades de pequeno limite de tolerância apresentam decaimento da luminosidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Serão analisados os dados de pedidos de anuência para testes de melhoria da qualidade do tratamento de água produzida para ser empregado nas plataformas, obtidos a partir da análise do processo, acompanhado pelo IBAMA, tendo em vista a reunião de documentos de acesso público.

Com o intuito de analisar e descrever a importância do teste de ecotoxicidade utilizando a bactéria marinha *Vibrio Fischeri* no apoio a decisão do gerenciamento de água produzida do órgão ambiental IBAMA, âmbito do processo.

Segundo o Processo, a empresa petrolífera solicita a mudança de tratamento de água produzida ao órgão ambiental, IBAMA, a fim de se fornecer subsídios para o posicionamento de decisão quanto a realização de ensaios de rota química a bordo das plataformas, com o objetivo da melhoria da qualidade da água de processo a ser descartada, visando atender as premissas da Resolução CONAMA 393, de 2007. No qual são enviados relatórios que apresentam e reúnem mediante simulação do tratamento da água produzida em ambiente controlados resultados de ensaios de ecotoxicidade aguda realizados com Sistema *Microtox* (ensaios onde se mede a luminescência liberada naturalmente pela bactéria após o contato com substâncias tóxicas, inibindo a atividade da enzima luciferase).

É elevada a importância da realização de testes laboratoriais, no qual define as condições de tratamento da água que atendam à qualidade exigida. Segundo DI Bernardo, 2003, “em razão da grande gama de produtos químicos e da natureza distinta das águas brutas, é essencial a realização de experimentos em instalação-piloto ou em Jar Test para definir as condições adequadas de coagulação e mistura rápida”. Para Pádua e Ferreira, 2006, se a coagulação não for realizada corretamente, o desempenho de todas as unidades de processamento a jusante será afetado, aumentando os riscos à saúde causados pela água produzida.

A simulação dos testes de bancada no tratamento da água produzida no decorrer do Processo estudado, consiste basicamente em algumas etapas (Figura 2):

1. Junção da água produzida e óleo (oriundos da plataforma estudada) em um funil de separação, onde é agitado manualmente por alguns minutos - simulando o petróleo extraído entrando no processamento primário, nos separadores gravitacionais.
2. Após a agitação é realizada a segregação da água - nesta etapa é coletado uma pequena quantidade suficiente para medir o pH, e após a medição retorna com a fração para o funil.
3. É transferido a água restante do funil para um outro recipiente com coluna de flotação com placa porosa, assemelhando a entrada no hidrociclone - neste processo, simula a separação da água e do óleo, onde ela é enviada para o sistema de tratamento da água produzida.
4. Após a troca de recipientes, é introduzido substâncias que auxiliam no processo de floculação, sofrendo uma agitação rápida - misturando a substância química com água de produção, com a finalidade de elevar a dispersão do coagulante e desestabilizar as partículas de óleo.
5. Agitação lenta, nesta etapa permitindo um maior contato entre as partículas e juntando-as formando flocos.
6. Injeção de bolhas de ar - nesta etapa as partículas de óleo que se juntaram (flocos), a partir da introdução das bolhas de ar permite que essas partículas flitem (vão para superfície) mais rápido.
7. Coleta do efluente tratado.

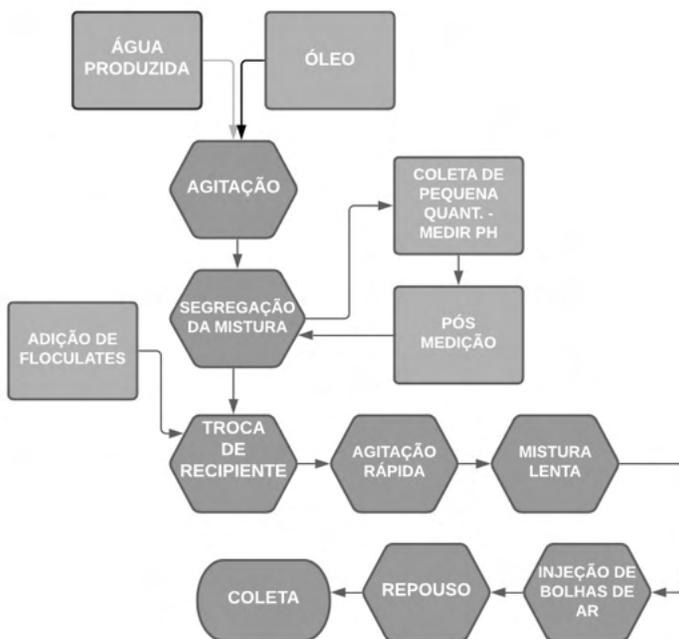


Figura 2: Tratamento de água produzida em escala de bancada

Fonte: Autor Próprio, 2020.

Após a coleta da amostra tratada de água produzida, são realizados testes ecotoxicológico agudo, utilizando a bactéria marinha *Vibrio fischeri*, consistindo o teste na exposição da bactéria liofilizada a diferentes diluições de amostras tratadas dentro de um determinado período de tempo (Figura 3 - A), simulando a Zona de Mistura (área no corpo receptor no qual decorre a diluição inicial do efluente). O critério de avaliação do teste é a redução da luminescência após o tempo de contato, sendo utilizado o equipamento analisador, tal método obedece a norma da ABNT NBR 15411-3 (Figura 3 - B).

Segundo a norma, a determinação do efeito inibitório de amostras de água sobre a luminescência de *Vibrio fischeri* e de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo software (software Omni versão 4.1 do próprio dispositivo MICROTOX). As bactérias liofilizadas utilizadas também são obtidas na SDI e armazenadas a -20°C. Cada ampola contém uma cultura de 108 células. Ao medir a luminosidade das bactérias em 5, 15 e 30 minutos, a toxicidade aguda (EC50) foi determinada a partir uma série de diluições. O resultado obtido no teste de ecotoxicidade expresso em concentração nominal da amostra, causa um efeito de 50% nos organismos testados em relação ao controle em condições de ensaios após um período de 30 minutos de exposição.

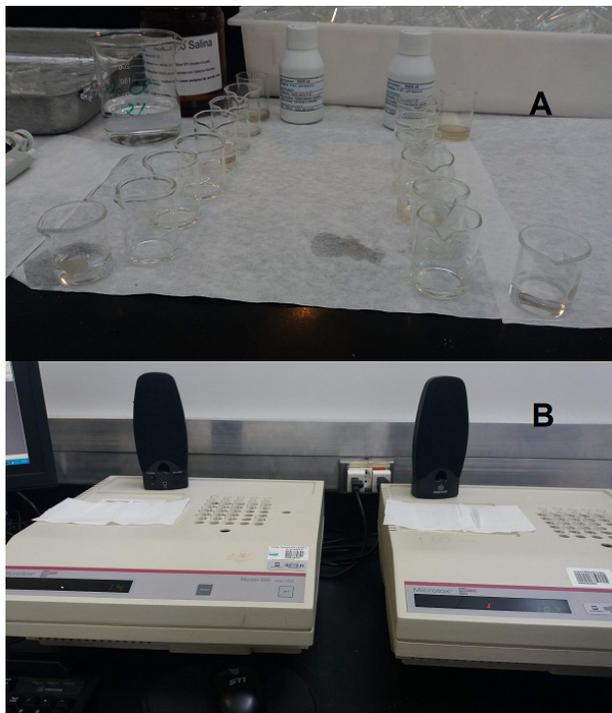


Figura 3: Diluições de amostras e equipamento de medição da luminosidade da bactéria *Vibrio Fischeri*.

Fonte: IBAMA, 2020 (adaptado).

Para determinar o efeito tóxico, o software compara a amostra e a solução de controle em várias diluições com base na luz emitida. Quanto menos luz emitida, mais tóxica é a amostra. Portanto, a toxicidade relativa da amostra é expressa como um percentual de inibição em relação ao controle (STOLTE et al., 2012).

O processo do IBAMA dispõe de relatórios contendo o descritivo da planta de tratamento de água produzida, além do diagnóstico com a indicação da eficiência de tratamento em cada ponto (antes e depois da otimização), melhorias implementadas durante a otimização, além de melhorias implementadas na gestão do tratamento.

Com o intuito de evitar que a geração de resíduos cause danos ao meio ambiente, o manejo adequado é de fundamental importância, desde a origem até o tratamento e disposição final, são essenciais (IFC, 2007). Portanto, uma compreensão detalhada da composição química da água produzida é essencial para entender o impacto da liberação dessas águas residuais no ambiente marinho. Isso porque, além da grande diferença de toxicidade, os diferentes compostos orgânicos encontrados na água produzida também serão fortemente afetados por processos como precipitação, evaporação, fotooxidação, adsorção, oxidação química, biodegradação e biodisponibilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de ser solicitado a adoção dos testes ecotoxicológicos, o órgão ambiental, IBAMA, recebe uma solicitação da empresa licenciada para a substituição de um produto químico, através do envio da ficha de informação de segurança de produto químico (FISPQ) e outras informações meramente descritiva visando modificações no tratamento de água produzida.

O ensaio ecotoxicológico tem sido utilizado no apoio à decisão do gerenciamento de água produzida no Brasil. Além de se obter resultados com maior precisão, o tratamento dela em laboratório permite simular a partir de condições controladas, o que difere de testes realizados nas plataformas onde depara-se com ambientes que não possui um controle, sendo obtidos resultados anormais e distantes entre si, como pode ser observado na Quadro 1, no qual demonstra durante a realização de um embarque na plataforma X, contida no decorrer do Processo, demonstrando a variância na quantidade do teor de óleos e graxas (TOG) na água de processo entrando processamento primário em horários próximos.

Data/Hora	Tog entrada no skimmer (mg/l)	Eficiência	Tog saída do skimmer (mg/l)
19/02/2018 04:52	145	83,45%	24
19/02/2018 11:15	145	87,59%	18
19/02/2018 13:55	107	89,72%	11
19/02/2018 16:00	138	92,75%	10
19/02/2018 22:15	114	92,98%	8
20/02/2018 07:55	184	88,04%	22
20/02/2018 12:15	165	92,73%	12
20/02/2018 16:05	164	83,54%	27
20/02/2018 19:44	128	91,41%	11
21/02/2018 07:28	158	91,77%	13
28/02/2018 08:30	119	84,87%	18
28/02/2018 11:40	129	85,27%	19
28/02/2018 15:55	119	87,39%	15
28/02/2018 19:35	139	81,29%	26
01/03/2018 08:10	129	95,35%	6
01/03/2018 12:05	116	93,10%	8
01/03/2018 16:05	109	93,58%	7
01/03/2018 19:00	124	95,97%	5
02/03/2018 08:20	112	94,64%	6
03/03/2018 08:05	239	93,72%	15
03/03/2018 12:15	690	97,10%	20
03/03/2018 16:00	493	98,17%	9
03/03/2018 19:30	1128	99,20%	9
04/03/2018 08:05	729	98,77%	9
04/03/2018 12:20	728	98,76%	9

Quadro 1: Dados de TOG na entrada e saída do processamento primário

Fonte: IBAMA, 2020 (adaptado).

O CONAMA 393, de 2007, permite o descarte de água produzida com um limite máximo diário de óleos e graxas de 42 mg/L e de 29 mg/L mensal. Se simplesmente for para atender o limite da resolução, o órgão ambiental que irá avaliar os resultados dos testes está sujeito a permitir a realização destes ensaios de rota química a bordo das plataformas, desde que obedeça a essa margem. Todavia, o TOG é o único parâmetro da resolução que exige limite de lançamento, contudo o uso de ácidos de demais produtos químicos para o tratamento da água produzida com o intuito de reduzir o teor de óleo e graxas é frequente, podendo este efluente descartado gerar riscos ao meio ambiente. Contudo a análise de toxicidade permite e viabiliza uma melhor tomada de decisão do agente ambiental na anuência para o tratamento a bordo.

A utilização da bactéria marinha *Vibrio Ficheri*, permite um resultado mais rápido (apenas 30 minutos) e com fácil manuseio (HARMEL, 2004). Além de ser considerado através de pesquisas internacionais e nacionais de excelente aceitação, por apresentar inúmeras vantagens, como a boa produtividade, rapidez e simplicidade de sua execução, na qual diversos países adotaram o seu uso (ROSA *et al.*, 2016). No Brasil, o ensaio com a bactéria luminescente vem sendo visto com excelente aceitação pelas empresas e pelos órgãos ambientais, padronizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados é possível observar a importância dos testes em escala de bancada, com o objetivo de melhorar os resultados na remoção de óleo e graxas e de contaminantes nela presentes, visto que esses testes atuam como parâmetro para a substituição do tratamento já utilizado a bordo das plataformas para o descarte de água produzida, e assim buscar uma melhor compreensão quanto ao impacto da água produzida no meio ambiente, além de funcionar como atualização dos regulamentos. É importante não só atender a resolução Conama 393/2007, mas avaliar os princípios de toxicidade do efluente. Pode-se constatar que o uso da bactéria marinha *Vibrio fischeri* no teste pode determinar a presença de toxicidade em amostras líquidas por inibir a luminescência, além de possuir um alto potencial de aplicação socioeconômica.

REFERÊNCIAS

ANDRADE VT, ANDRADE BG, COSTA BR, DEZOTTI MC, PEREIRA OA (2009) Toxicity Assessment of Oil Field Produced Water Treated by Evaporative Processes to Produce Water to Irrigation. World Congress on Water Reclamation and reuse. 7th IWA.

Agência Nacional de Energia Elétrica ANEEL (2008) Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 3ª Edição. 263p.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível ANP (2019) Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural número 101.

BARSZCZ LB, BELLATO FC, BENASSI RF, MATHEUS DR (2019) Avaliação ecotoxicológica de efluentes tratados por alagados construídos. UFABC 24: 6.

CANELAS ALS (2007) Evolução da importância econômica da indústria de petróleo e gás natural no Brasil: Contribuição a variáveis macroeconômicas. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível: <http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Andr%C3%A9_Lu%C3%ADs_de_Souza_Canelas.pdf>. Acessado em 05 de setembro 2020.

CUNHA REP (2007) Modelagem matemática da separação gravitacional de emulsões de petróleo. Dissertação de Mestrado, Universidade Tiradentes. Disponível: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=92292. Acessado em 05 de setembro 2020.

DI BERNARDO L (2003) Tratamento de água para abastecimento por filtração direta. PROSAB 3: 460-480.

FAKHRUL-RAZI A, ALIREZA P, LUQMAN CA, DAYANG RAB, SAYED SM, ZURINA Z A (2009) Review of Technologies for oil and gas produced water treatment. Journal of Hazardous Materials 170: 530-551.

FRASER GS, ELLIS J (2009) The Canada-Newfoundland Atlantic Accord Implementation act: Transparency of the environmental management of the offshore oil and gas industry. Science Direct 33: 312-316.

GABARDO IT (2007) Caracterização química e toxicológica da água produzida descartada em plataformas de óleo e gás na costa brasileira e seu comportamento dispersivo no mar. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Físico-Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal.

GOMES APP (2014) Gestão Ambiental da água produzida na indústria de petróleo: Melhores práticas e experiências internacionais. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

HARMEL VC (2004) Padronização de um teste de toxicidade crônica com a bactéria luminescente *Vibrio fischeri* para a análise de qualidade de águas superficiais. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Regional de Blumenau, Santa Catarina.

International Finance Corporation IFC (2007) Environmental, health and safety guidelines for onshore oil and gas development. World Bank Group.

Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais e Renováveis IBAMA (2020) Processo: 02001.000128/2018-26.

Ministério do Meio Ambiente MMA. Resolução CONAMA 393, de 8 de agosto de 2007.

Ministério de Minas e Energia MME (2016). Boletim de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural n. 56.

NEFF JM, SAUER TC, HART AD (2011) Bioaccumulation of hydrocarbons from produced water discharged to offshore waters of the US Gulf of Mexico. New York: Springer Science, 608 p.

International Association of Oil and Gas Producers OGP (2005) Fates and effects of naturally occurring substances in produced water on the marine environment.

PÁDUA VL, FERREIRA ACS (2006) Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: UFMG. 48-60 p.

PETROBRAS <https://presal.hotsitespetrobras.com.br/tecnologias-pioneiras/#0>. Acesso em: 19 de maio 2020.

ROSA DS, DA SILVA LA, WALTRICK S (2016) *Vibrio Fischeri*: Uma abordagem prática através da Biotecnologia. *Maiêutica-Gestão Ambiental* 4: 16-18.

SEGUI PN (2009) Bioatenuação da geração de sulfeto, por meio da utilização de nitrato, em água produzida proveniente da extração de petróleo. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp131132.pdf>. Acessado em 20 de setembro 2020.

THOMAS JE (2004) Fundamentos de engenharia de petróleo. PETROBRAS. 2:255-267.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção atômica 29, 33

Ações antrópicas 11, 21, 25

Agricultura 10, 11, 20, 24, 30, 49, 69, 72, 138, 190, 192, 193, 208, 210, 214, 215

Água 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 101, 105, 109, 111, 113, 114, 122, 123, 152, 155, 192, 214, 216

Alternativas naturais 121

Apicultura 209

Aquecimento global 73, 74, 81

Associações mutualísticas 192, 193, 194, 195

B

Bacias hidrográficas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 22, 27

Bactérias 48, 57, 110, 112, 125, 127, 132, 192, 193, 196, 197, 198, 199, 203, 205, 213, 214, 215

Biodegradabilidade 121, 122, 123, 124, 125

Biodiversidade 48, 66, 83, 87, 94, 138, 181, 182, 184, 190, 192, 193, 221

Biofertilizante 131

Biogás 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136

Biopolímeros 112, 123, 125, 126, 127

C

Caatinga 137, 138, 145, 146, 202, 206

Carcinicultura 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51

Carvão vegetal 137

Conservação ambiental 64

Contaminação 12, 17, 29, 31, 34, 39, 42, 43, 44, 47, 48, 51, 98, 103, 104, 109, 130, 150

D

Dejetos suínos 130, 135, 136

Desmatamento 48, 95, 96, 137, 138, 181

Divisão territorial 2

E

Ecosistemas 12, 30, 31, 101, 148, 181, 182, 193

Ecotoxicidade 52, 55, 57

Eficiência energética 131, 137, 138, 143, 145, 166

Energia fotovoltaica 164, 166, 167, 170, 171, 174

Energias renováveis 79, 129, 164, 165

Equilíbrio de Nash 73, 75, 78, 79, 80

Escassez hídrica 50, 111

Espécies nativas 180, 181, 182, 183, 188

F

Fitopatógenos 195, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217

Fósforo 192, 195, 196, 197, 198

Fungos 110, 192, 193, 194, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 205, 206, 210, 213, 215, 216

G

Georreferenciamento 3

Gestão ambiental 2, 3, 38, 61, 62, 63, 71, 128, 163, 176, 221

Granulometria 31, 32, 35

I

Impactos ambientais 11, 13, 23, 63, 64, 65, 67, 68, 72, 98, 99, 122, 129, 130, 146, 164, 167, 172, 175, 176

Impactos socioambientais 42, 43

Indicadores ambientais 4, 8, 9, 63, 163

Indústria cerâmica 137, 138, 139, 140, 145, 146

Indústria petrolífera 53

Indústria têxtil 121, 122, 128

L

Lenha 137, 138, 139, 142, 143, 144, 145, 148

Logística reversa 100, 128, 167, 173, 174, 176

M

Material particulado 147, 149, 150, 155, 157, 158, 159, 161, 162

Matriz energética 138

Meio ambiente 8, 12, 13, 20, 27, 28, 39, 42, 48, 49, 52, 53, 58, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 69,

71, 72, 81, 98, 101, 102, 105, 111, 112, 122, 128, 129, 135, 137, 138, 145, 149, 152, 166, 167, 176, 181, 184, 190, 214, 221

Metais pesados 30, 38, 39, 40, 111, 167

Metano 129, 130, 131, 134

Mudanças climáticas 66, 73, 74, 80

N

Nanociência 111

Nanopartículas metálica 110

Nitrogênio 134, 153, 154, 181, 182, 192, 196, 198, 203, 206

P

Percepção ambiental 11, 13, 22, 109

Petróleo 52, 53, 54, 56, 61, 62, 138, 221

Poliéster 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127

Poliuição atmosférica 69, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 159, 161, 162

Própolis 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220

Protocolo de Kyoto 74

R

Recursos genéticos 180, 182, 190

Recursos naturais 20, 40, 44, 47, 61, 63, 64, 65, 68, 70, 83, 86, 87, 93, 94, 95, 96, 99, 101, 122, 138, 142, 181, 184

Resíduos agroflorestais 110, 111

Resíduos sólidos 11, 20, 21, 66, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 108, 109, 175

Riscos ambientais 11, 12, 13, 22, 26, 27, 28, 30, 172

S

Saneamento básico 97, 109

Saúde pública 48, 97, 98, 99, 101, 147, 148, 152

Serviços de saneamento 100

Solo 1, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 25, 26, 36, 41, 66, 69, 87, 94, 98, 103, 104, 105, 109, 121, 122, 123, 124, 127, 130, 138, 150, 161, 175, 181, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 205, 206

Suinocultura 129, 130, 131, 132

Sustentabilidade 27, 81, 94, 108, 129, 131, 151, 167, 168, 169, 181, 221

T

Tecnologias fotovoltaicas 166

Terra Indígena 83, 85, 90, 91, 93, 94, 95, 96

Território 2, 3, 8, 9, 16, 22, 26, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 94, 96, 189

Meio ambiente:

Princípios ambientais,
preservação e
sustentabilidade

2

Meio ambiente:

Princípios ambientais,
preservação e
sustentabilidade

2