

Meio ambiente:

Princípios ambientais,
preservação e
sustentabilidade

3

Danyelle Andrade Mota
Lays Carvalho de Almeida

Clécio Danilo Dias da Silva
Milson dos Santos Barbosa

(ORGANIZADORES)

Meio ambiente:

Princípios ambientais,
preservação e
sustentabilidade

3

Danyelle Andrade Mota
Lays Carvalho de Almeida

Clécio Danilo Dias da Silva
Milson dos Santos Barbosa

(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

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-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

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

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
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
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
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a 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 3

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 3 / Organizadores Danyelle Andrade Mota, Clécio Danilo Dias da Silva, Lays Carvalho de Almeida, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Outro organizador
Milson dos Santos Barbosa

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0031-8
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.318222903>

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

CDD 577

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 três 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 III “*Meio Ambiente, Sustentabilidade, Biotecnologia e Educação*”, 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, revisão de literatura e discussões sobre a importância da relação sociedade e natureza realizados por diversos professores, pesquisadores, graduandos e pós-graduandos. A produção científica no campo do Meio Ambiente, Sustentabilidade, Biotecnologia e Educação é ampla, complexa e interdisciplinar. Os trabalhos apresentados podem 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.

Portanto, o resultado dessa experiência, que se traduz nos três 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

ACERCA DAS CONTRIBUIÇÕES DA QUÍMICA PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS NAÇÕES UNIDAS – ATUALIZAÇÃO DE 2022

Sérgio Paulo Jorge Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229031>

CAPÍTULO 2..... 13

PROJETO RECICLAB: UMA EXPERIÊNCIA DE GESTÃO AMBIENTAL NA UNIVERSIDADE

Paula Macedo Lessa dos Santos

Cláudio José de Araújo Mota

Cássia Curan Turci

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229032>

CAPÍTULO 3..... 22

PROTEÇÃO AMBIENTAL: FUNÇÃO SOCIAL E COMBATE À VIDA PARA CONSUMO

Renata Martins Vasconcelos

José do Carmo Alves Siqueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229033>

CAPÍTULO 4..... 36

E AGORA, O QUE FAÇO COM O MEU SMARTPHONE VELHO? UM ESTUDO SOBRE AS FORMAS DE DESCARTE DE TELEFONES MÓVEIS OBSOLETOS

Jaime Fernandes

Guilherme Lunardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229034>

CAPÍTULO 5..... 40

MOBILIZAR PARA REFLORESTAR: UMA OPORTUNIDADE PARA MUDAR O CENÁRIO DE SENHOR DO BONFIM-BA

Alexsandro Ferreira de Souza Silva

Marta Maria de Oliveira Santana

Adson dos Santos Bastos

Raimunda Pereira da Silva

Rita de Cassia Oliveira de Santana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229035>

CAPÍTULO 6..... 49

AS INFRAESTRUTURAS DE SANEAMENTO BÁSICO NOS ASSENTAMENTOS DO INCRA NO MUNICÍPIO DE PETROLINA (PE): UMA ANÁLISE DO CASO DO PROJETO DE ASSENTAMENTO (PA) JOSIAS E SAMUEL

Elijalma Augusto Beserra

Maria Helena Maia e Souza

Maria Augusta Maia e Souza Beserra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229036>

CAPÍTULO 7..... 72

PRACTICE OF CONTINGENCY AT SCHOOL OF CHEMICAL SCIENCES, TO AVOID THE HUMAN INFLUENZA VIRUS AH1N1

Lino Martín Castro

Narciso Torres-Flores

Jesús Enrique Séañez-Sáenz

Alfredo R. Urbina-Valenzuela

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229037>

CAPÍTULO 8..... 82

PROJETO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO DE VARIÁVEIS HIDRO CLIMATOLÓGICAS BASEADO EM HARDWARE LIVRE

Cristiano Gabriel Persch

Bruna Minetto

Fabiana Campos Pimentel

Bibiana Peruzzo Bulé

Vitória Tesser Martín

Rutineia Tassi

Daniel Gustavo Allasia Piccilli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229038>

CAPÍTULO 9..... 90

PROYECTO INTEGRAL DE VIVIENDA VERNÁCULA CON ENFOQUE SOLIDARIO Y SUSTENTABLE EN LA COMUNIDAD DE STO. DOMINGO TEOJOMULCO, OAXACA

Uriel León Venegas

Rafael Alavéz Ramírez

María Eufemia Pérez Flores

Margarito Ortiz Guzmán

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229039>

CAPÍTULO 10..... 98

MAPEAMENTO DE VULNERABILIDADE NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE IBIRAMA (SC)

Julia da Silva Vieira

Víctor Luís Padilha

Francisco Henrique de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290310>

CAPÍTULO 11..... 111

CONTRIBUIÇÃO DAS LEIS RECENTES DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE PARA MUDANÇAS DE PARADIGMAS NO USO DO SOLO NAS CIDADES

Wilma Freire Arriel Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290311>

CAPÍTULO 12..... 120

CONEXÕES ENTRE MERCADOS LEGAIS E O TRÁFICO INTERNACIONAL DE ANIMAIS SILVESTRES

Girlián Silva de Sousa

Juarez C. B. Pezzuti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290312>

CAPÍTULO 13..... 133

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS: UM ESTUDO NO TERRITÓRIO DO ALTO CAMAQUÃ/RS

Leandro Porto Marques

Cibelle Carvalho Machado

Nájila Souza da Rocha

Rafael Cabral Cruz

Jefferson Marçal da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290313>

CAPÍTULO 14..... 149

INCÊNDIOS FLORESTAIS: NORMAS FEDERAIS NA PERSPECTIVA DO SÍTIO HISTÓRICO E CULTURAL KALUNGA

Éder Dasdoriano Porfírio Júnior

Thâmara Machado e Silva

Hélida Ferreira Cunha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290314>

CAPÍTULO 15..... 160

EL HUITLACOCHÉ (*USTILAGO MAYDIS*) COMO ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN CON TECNOLOGÍA DE BAJO COSTO

María Leticia Calderón-Fernández

María Elena Ramos- Cassellis

Verónica Gámez-Domínguez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290315>

CAPÍTULO 16..... 173

COMPOSTOS NITROGENADOS COM ATIVIDADE ALELOPÁTICA EM PLANTAS - UMA REVISÃO DE LITERATURA

José Augusto Soares de Araújo

José Walber Gonçalves Castro

Roberta Maria Arrais Benício

Tereza Raquel Carneiro Soares

Bruno Melo de Alcântara

Leonardo Vitor Alves da Silva

Maria Amanda Nobre Lisboa

Gabriel Venancio Cruz

Maria Renata Furtado de Sousa

Marcio Pereira do Nascimento

Joice Layanne Guimarães Rodrigues

Maria Naiane Martins de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290316>

CAPÍTULO 17..... 185

EXTRAÇÃO E PURIFICAÇÃO DE BIOMOLÉCULAS DE INTERESSE INDUSTRIAL A PARTIR DE RESÍDUOS DE BIOMASSA

Filipe Smith Buarque
Lídia Cristina Alves Câmelo
Alan Rozendo Campos da Silva
Armando Almeida dos Santos Neto
Fabiano Ricardo Fontes Santos
Ísis Máximo Dantas Feitosa
Edenilson Bispo Santana Cavalcante
Paula Gabrielle Campos Gomes
Tairan Eutímio dos Santos
Patrícia Josefa Jesus dos Santos
Thailan Souza Pereira Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290317>

CAPÍTULO 18..... 196

METAIS PESADOS COMO MARCADORES AMBIENTAIS A PARTIR DO TESTE DE T PARA ÁGUAS NATURAIS E SOB INFLUÊNCIA ANTRÓPICA NO MUNICÍPIO DE MANAUS - AM

Anderson da Silva Lages
Sebastião Átila Fonseca Miranda
Samia Dourado Albuquerque
Aretusa Cetauro de Abreu
Sávio José Filgueiras Ferreira
Márcio Luiz da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290318>

SOBRE OS ORGANIZADORES 204

ÍNDICE REMISSIVO..... 206

CAPÍTULO 1

ACERCA DAS CONTRIBUIÇÕES DA QUÍMICA PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS NAÇÕES UNIDAS – ATUALIZAÇÃO DE 2022

Data de aceite: 01/03/2022

Data de submissão: 07/01/2022

Sérgio Paulo Jorge Rodrigues

Universidade de Coimbra, CQC, Departamento de Química Portugal

<https://orcid.org/0000-0002-4640-7039>

RESUMO: Os 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 do Desenvolvimento Sustentável foram adotados pelas Nações Unidas (UN) em Setembro de 2015 para promover a prosperidade e o bem-estar, enfrentando os desafios do desenvolvimento sustentável, alterações climáticas e proteção ambiental. Para além dos aspetos políticos, económicos e sociais, os ODS apelam, direta ou indiretamente, ao investimento em ciência e tecnologia. As ciências químicas, em particular através da química verde e sustentável, assim como da economia circular, são fundamentais para a exequibilidade dos vários passos dos objetivos. Todos os ODS estão ligados, e se relacionam, com desenvolvimentos químicos, pedindo formas mais eficientes e sustentáveis de produzir energia, novos processos químicos, medicamentos e tecnologias médicas mais acessíveis, materiais melhores e mais sustentáveis, sistemas de reciclagem mais eficientes, recursos alternativos e sistemas de controlo químico robustos para garantir a segurança e qualidade dos

processos. Finalmente, é conhecido que os desenvolvimentos químicos se relacionam com a melhoria da educação, equidade de género e a erradicação da pobreza e da fome. O presente trabalho pretende mostrar as potenciais contribuições da química para o sucesso dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, apresentando exemplos recentes de Investigação e Desenvolvimento em Química nesse sentido. É feita atualização de um trabalho, escrito em 2018, antes da recente pandemia.

PALAVRAS-CHAVE: Química, sustentabilidade, desenvolvimento sustentável.

ABOUT THE CONTRIBUTIONS OF CHEMISTRY FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS OF UNITED NATIONS - 2022 ACTUALIZATION

ABSTRACT: The 17 Sustainable Development Goals (SDGs) of the 2030 Agenda for Sustainable Development were adopted by the United Nations (UN) in September 2015 to promote prosperity and wellness, while tackling the challenges of sustainable development, climate change, and environmental protection. Besides the political, economic, and social aspects, all the SDGs call, directly or indirectly, for more investment in science and technology. The chemical sciences are part of the effort needed for the success of those goals. In particular, the green and sustainable chemistry, as well as the circular economy methodologies, are fundamental for the feasibility of the particular steps involved in the goals. All the SDGs are interconnected and related to chemical developments, calling for

more efficient and sustainable forms of energy production, newer chemical processes, new affordable medicines, and health technologies, better and more sustainable materials, more efficient recycling systems, resources substitution, and a strong chemical control is needed to guarantee the safety and quality of the processes. Finally, it is well known that chemical development is directly related to education improvement, gender equity, and the eradication of poverty and hunger. The objective of the present work is to elucidate the potential contributions of chemistry for the success of the UN Sustainable Development Goals, presenting examples of recent Chemical Research & Developments. It actualizes previous work written in 2018, before de recent pandemia.

KEYWORDS: Chemistry, sustainability, sustainable development.

1 | INTRODUÇÃO

Na versão inicial deste trabalho (RODRIGUES, 2018), dizia-se que objetivo era evidenciar as contribuições da química para o sucesso dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas (NU) para o ano de 2030 (UNITED NATIONS, 2015), o que continua a se válido. E que, paradoxalmente, estas contribuições eram, em boa parte, imprevisíveis, pois a história mostra-nos que as inovações vão surgindo muitas vezes de forma inesperada (KEINAN, 2013), mas existem bons indicadores da forma como a química pode continuar a contribuir para o desenvolvimento sustentável (EMSLEY, 2010; WELTON et al. 2018; COLE-HAMILTON, 2020). Foi o que aconteceu com a recente pandemia. Esta era já era esperada, embora não tenham sido previstas as consequências. No entanto, o que esta pandemia tem mostrado é que a ciência, em particular a química, são fundamentais para resolver os problemas com que nos deparamos. Um trabalho de 2020 (COLE-HAMILTON, 2020) aponta para resultados semelhantes. Foi submetido antes do grande impacto da pandemia e mesmo esse ainda não a refere.

São muito bem conhecidas as críticas aos conceitos de “desenvolvimento”, “progresso” e “evolução.” No entanto, é inegável constatar, a partir de indicadores objetivos como a segurança alimentar e física, aumento da esperança de vida e do bem-estar médios, assim como da eficiência no uso da energia e dos recurso, que se tem verificado uma melhoria clara nos últimos séculos (VAN ZANDEN et al., 2014; PINKER, 2018; ROSLING, ROSLING & ONNLUND, 2018; RODRIGUES, 2020a; ROSLING & HÄRGESTEAM, 2021) e que essa melhoria é devida, em boa parte, à química (RODRIGUES, 2016a).

Uma explicação para o sucesso da ciência e da tecnologia na transformação do mundo tem por base a teoria evolucionista (WAGNER & ROSEN, 2014). Este quadro teórico também ajuda a explicar por que o comportamento irracional e de recusa da ciência não se extingue, ou por que razão as ideias e tecnologias que poderíamos considerar obsoletas não desaparecem, ou ainda porque falham e se extinguem as civilizações e as organizações humanas.

Muitos autores têm a visão pessimista de que estamos no limite das capacidades dos nossos recursos, antecipando a catástrofe devida aos múltiplos riscos atuais (BECK,

2015; CALADO, 2021; ver ainda RODRIGUES, 2020b). A generalidade da literatura, tanto de ensaio como de ficção é, nesse sentido, pessimista (RODRIGUES, 2014) e cruza a linha para o ativismo (RODRIGUES, 2020b). Consegue-se mostrar que uma determinada percentagem de ativistas pode mudar a sociedade (CENTOLA et al., 2018), mas isso pode ser problemático (O'BRIEN, SELBOE & HAYWARD, 2018). Entretanto, em 2022, passam 60 anos sobre a “Primavera Silenciosa” de Rachel Carson (1907-1964) e 36 sobre “A Sociedade do Risco” de Ulrich Beck (1944-2015) e o mundo transformou-se. É certo que surgiram novos problemas e riscos, como o do aquecimento global, mas a esperança ainda é possível. A gravidade dos problemas globais é tal que pode, paradoxalmente, ajudar a salvar o mundo através da tomada de consciência generalizada que inclui os líderes empresariais e os políticos (BECK, 2017).

As correntes pessimistas são, tanto como as otimistas, inevitavelmente, simplificadoras da realidade, mas são, além disso, descrentes da possibilidade de inovação futura, muitas vezes com base em informação insuficiente ou até mesmo por atitude ideológica (RODRIGUES, 2016a, 2016b, 2020b).

Neste trabalho, vou seguir uma posição de otimismo condicional e apresentar exemplos de contribuições químicas para os objetivos do desenvolvimento, discutindo objeções conhecidas, assim como casos para os quais as soluções simplistas, que o senso comum consideraria óbvias, são problemáticos.

A identificação e a chamada de atenção para os problemas é muito importante para pressionar a sua resolução, mas a simplificação ou o empolamento da comunicação provoca mal-entendidos, angústia e impotência (RODRIGUES, 2020b). Por exemplo, o relatório da WWF (2020), que aponta para um valor médio de “planetas” necessários para o nosso estilo de vida, pode ser questionado, como tudo em ciência. É um estudo sério, mas usa estimativas de recursos conservadoras. Também muitas outras campanhas e podem e devem ser discutidas cientificamente (EMSLEY, 2010, RODRIGUES, 2020b).

2 | OBJETIVOS DA SUSTENTABILIDADE

São 17 os objetivos do desenvolvimento sustentável a atingir no ano de 2030 (UNITED NATIONS, 2015) – ver Figura 1. Alguns destes objetivos, nomeadamente os relativos ao fim da fome, promoção da saúde e bem-estar, água e saneamento, energia limpa e acessível, infra-estruturas e indústrias inovadoras, cidades e comunidades sustentáveis, consumo e produção responsáveis, ação climática e proteção da vida marinha e terrestre, ligam-se naturalmente à química. Outros, como o fim da pobreza, educação de qualidade, igualdade de género, trabalho digno e de qualidade e paz e justiça, têm uma ligação indireta, mas todos podem beneficiar da química por estarem inter-relacionados. Por exemplo, a formação em química tem sido promotora da igualdade de género, qualidade da educação, empregos qualificados, ascensão social e aumento da riqueza, tanto individual como das nações.



Figura 1: Objetivos do desenvolvimento sustentável (adaptado de UNITED NATIONS, 2015).

Um objetivo que, em termos estatísticos, deveria já estar atingido é a erradicação da fome. Atualmente, temos capacidade para alimentar os mais de 7 mil milhões pessoas do mundo, sendo estimado que poderemos, com o conhecimento atual, alimentar cerca de 9 mil milhões (STEFFEN et al., 2015), embora continuem a existir muitos riscos (SANTOS et al., 2013). Para esse resultado contribuiu, em boa medida, a química, e, em particular, a descoberta da síntese do amoníaco a partir do nitrogénio atmosférico que conduziu aos adubos sintéticos, os quais ajudam a alimentar entre um terço e metade da humanidade (ERISMAN et al., 2008). Infelizmente, como discuti anteriormente (RODRIGUES, 2016b), uma parte da população sofre ainda de fome.

O uso intensivo de adubos causa, no entanto, grande pressão sobre a água e os ecossistemas, ligando este objetivo aos da água e saneamento e proteção da vida marinha e terrestre. É necessário evitar a contaminação das águas através do emprego criterioso de adubos (agricultura de precisão) e do sequestro das águas, aspetos para os quais a química é relevante (estima-se que 50-80% da contaminação provenha da agricultura, SANTOS et al., 2013). É necessário realizar a remediação de zonas poluídas com nitratos. A química pode ainda contribuir com pesticidas mais seletivos e de menor impacto ambiental e otimização dos processos, incluindo nos modos biológicos (veja-se, RODRIGUES, 2016a para uma discussão mais completa).

No que concerne à saúde e bem-estar, há que considerar, infelizmente, as diferentes

velocidades e condições da evolução destes indicadores nos países desenvolvidos e em desenvolvimento. No primeiro caso, temos sistemas de assistência consolidados (mas que podem colapsar como se verificou em relação à Covid-19), com populações envelhecidas e expostas a doenças relacionadas com a abundância. No segundo, temos sistemas frágeis e populações ameaçadas por doenças como a malária, para as quais os objetivos do desenvolvimento são uma questão de sobrevivência imediata.

Paralelamente ao combate à fome e má-nutrição, qualidade da água e saneamento e acesso a energia limpa e acessível, fundamentais para a saúde e bem-estar, a química pode contribuir com novos medicamentos, tratamentos e meios de diagnóstico, assim como novas estratégias para a medicina personalizada, de precisão e de emergência (EMSLEY, 2010).

A descoberta de novos medicamentos é um processo complexo e demorado. Em média aparecem cerca de 40 fármacos novos por ano em todo o mundo, ficando milhares de moléculas promissoras pelo caminho por serem tóxicas ou ineficazes. Por isso, é necessário que nas *pipelines* dos laboratórios existam muitas moléculas candidatas a novos fármacos e que haja financiamento para a investigação em doenças que darão, à partida, pouco retorno financeiro às farmacêuticas. O site Policy Cures agregava, em 2018, informação sobre medicamentos em desenvolvimento para estas doenças (ver RODRIGUES, 2018). Os números mostravam que se trata de um esforço enorme, envolvendo milhares de investigadores, centenas de instituições, além de custos muito elevados. Temos, hoje, também pressão em relação à Covid-19.

Uma parte destas doenças, como a cólera e a febre tifoide, são evitáveis através da generalização de medidas de higiene e da qualidade da água e do saneamento, mas outras não. Para além da higiene e dos cuidados de saúde, a química contribui também com o desenvolvimento de métodos contraceptivos, os quais com a melhoria das condições de vida, contribuem para o controlo do crescimento populacional (ROSLING & HÄRGESTEAM, 2021).

O objetivo da água potável e saneamento envolve a química de várias formas (EMSLEY, 2010) e desafia ao desenvolvimento de sistemas mais eficientes, sustentáveis e versáteis para o tratamento de águas e efluentes. Novos métodos para enfrentar e resolver os problemas dos nitratos e dos micro-poluentes (medicamentos e moléculas naturais, como os estrogénios) dos efluentes das grandes metrópoles, assim como para o processamento das lamas das estações de tratamento. Materiais de baixo custo e sistemas de tratamento de água acessíveis são fundamentais para os países em desenvolvimento (GADGIL, 1998). As comunidades rurais isoladas, onde é quase impossível ainda fazer chegar redes de distribuição de água, precisam de equipamentos portáteis de tratamento de água, redes de tratamento solar, assim como testes simples da qualidade da água, aspetos para os quais a química é também relevante.

O objetivo da energia limpa e acessível aponta para o desenvolvimento de sistemas

de aproveitamento da energia solar de baixo custo duráveis e eficientes, células solares de corantes, eletrólise solar da água (e.g, DIAS, ANDRADE & MENDES, 2017), economia do hidrogénio (e.g, NAGAR et al., 2017), aproveitamento de biomassa, biocombustíveis (e.g, EMSLEY, 2010), novos materiais para resistir às condições adversas, aproveitamento da energia das ondas, novas formas de armazenar energia e maior eficiência energética.

A eficiência energética aumentou de acordo com uma equação logística (ROSA, 1978) desde a máquina a vapor (1%) até aos motores de combustão dos anos 1970 (40%). Uma equação, publicada há 40 anos (ROSA, 1978), prevê com razoável precisão a eficiência de 60% das atuais turbinas de gás natural e prevê que estejamos ainda longe da região de estabilização. Mas como o autor discute nesse artigo e noutros posteriores, há outros problemas para além da eficiência, como seja a escassez de recursos.

O petróleo é um recurso escasso mas todos os anos a previsão do seu fim de aumenta. Curiosamente, a previsão de consumo dos anos 1970 para hoje era quase o dobro da atual o que, só por si, duplica o tempo de disponibilidade). Independentemente das previsões para o seu fim, o uso do petróleo como combustível está a causar um problema grave de aumento de dióxido de carbono na atmosfera, o qual contribui para o aumento do efeito de estufa. Deve, por isso, ser substituído como fonte de energia e uma vez liberto da maldição como combustível, o petróleo pode continuar a ter sua nobre função de matéria-prima para materiais e medicamentos.

DELUCCHI et al. (2014) compararam os carros elétricos com os carros convencionais, concluindo em que tinham maiores custos iniciais e tempos de vida mais curtos, mas menores custos externos, sendo em média mais sustentáveis, mas concluem também que é necessária mais investigação, em particular sobre baterias, células de combustível e armazenamento de hidrogénio. O gasóleo e a gasolina também se estão a transformar, com a inclusão de biodiesel e gasóleo de síntese (XTL) obtido de biogás e outras fontes renováveis, no gasóleo, e inclusão de etanol, na gasolina. A diversificação das fontes energéticas, com aproveitamento dos vários tipos de recursos e a minimização da queima de compostos de carbono, poderá ser mais sustentável do que uma aposta num único tipo de energia. Os custos das energias renováveis têm descido nos últimos anos e são já competitivos com os combustíveis fósseis. Com a tecnologia atual podemos já enfrentar com sucesso o aquecimento global (HARVEY, ORVIS & RISSMAN 2018).

Para o objetivo das infra-estruturas e indústrias inovadoras, a química verde e sustentável (e.g. ANASTAS & WARNEY, 1990), assim como a economia circular, são fundamentais (e.g., RODRIGUES, 2016a). A química contribui com descobertas que podem ajudar à maior sustentabilidade de materiais já conhecidos, assim como no desenvolvimento de novos materiais e processos.

Como referi anteriormente (RODRIGUES, 2016b) a generalidade das companhias de base química (e as outras também) revelam atualmente grande preocupação com a sustentabilidade e a sociedade (ver também BECK, 2017) comprometendo-se com

objetivos como a diminuição das emissões de gases que contribuem para o aumento do efeito de estufa, sendo este esforço considerado imparável (OBAMA, 2017).

A química necessária ao objetivo das cidades e comunidades sustentáveis liga-se aos objetivos relativos à água, saneamento e energia limpa, assim como saúde e bem-estar. As cidades permitem melhorar a eficiência do uso dos recursos, mas, no passado, ajudaram a espalhar doenças como a tuberculose, assim como contribuíram para a degradação da qualidade de vida. Atualmente, as cidades e metrópoles permitem maximizar a eficiência do uso da energia, garantir o abastecimento de água de qualidade e o saneamento e o controlo da qualidade do ar, contribuindo para o bem-estar de grande número de pessoas, continuando, no entanto, a ser fontes de risco (SANTOS et al., 2013).

Para fazer cidades e edifícios sustentáveis é necessário química (EMSLEY, 2010). A eficiência da iluminação tem vindo a aumentar da mesma forma que os motores. Também o isolamento das casas, os vidros especiais, que incorporem painéis solares, ou os materiais auto-limpáveis são relevantes para a sustentabilidade. As “cidades inteligentes” não poderiam existir sem desenvolvimentos químicos. O reverso da medalha das lâmpadas LED, telemóveis e infra-estruturas inteligentes, é a exploração de elementos químicos como o gálio, o índio, o tântalo e o arsénio, em países mais frágeis.

Nas grandes metrópoles, o uso eficiente da água e da energia, assim como saneamento, são enormes desafios. A cidade do México costuma ser apontada como um exemplo do mau uso da água, mas há exemplos mais positivos. Contrariamente ao que se pensou no passado, o uso da água nas cidades tem-se tornado mais eficiente e diminuído em termos relativos (EMSLEY, 2010). As máquinas de lavar em cinquenta anos passaram a gastar metade da água e os detergentes atuais podem ser usados à temperatura ambiente. E a resolução da questão das micro-fibras está também a ser estudada pela química.

À primeira vista, o objetivo relativo ao consumo e produção responsáveis pareceria apontar para a regulação das ações individuais e coletivas, e, em parte, deverá ser assim, com as pessoas e comunidades a limitarem os seus consumos supérfluos e pouco sustentáveis. Mas, para uma verdadeira exequibilidade deste objetivo, têm de estar disponíveis novos materiais reutilizáveis, recicláveis e biodegradáveis (EMSLEY, 2010).

Há atualmente consenso sobre a necessidade de combater o mau uso dos plásticos, mas estes materiais, assim como os polímeros em geral, não podem ser abandonados, pois são fundamentais para a sustentabilidade (EMSLEY, 2010). Costumam ser referidos os exemplos das garrafas de água, sacos, toalhetes e cotonetes, sendo menos conhecidos os mais de três milhões de toneladas de polímeros super-absorventes produzidos por ano para fraldas, as redes de pesca e outros produtos. A produção mais sustentável destes, assim como a sua substituição por materiais biodegradáveis tem vindo a ser feita a um ritmo elevado, sendo, no entanto, necessário analisar cuidadosamente a sustentabilidade dos materiais e processos (GONTIA & JANSSEN, 2016).

Um outro exemplo é da reciclagem de óleos e gorduras vegetais, os quais podem

ser transformados em detergentes ou podem ser convertidos em biodiesel o que provoca uma competição interessante. A reciclagem é hoje em dia um objetivo vital, dado o seu interesse económico, para além de ambiental, irá com certeza torna-se cada vez mais eficiente e generalizada.

Um fator importante para a sustentabilidade é a alimentação (STEFFEN et al., 2015). Vários estudos apontam para que o abandono do consumo de carne e a sua substituição por dietas vegetarianas seja mais sustentável (CLUNE, CROSSIN & VERGHESE, 2017; RITCHIE, REAY & HIGGINS, 2018). No entanto, a alimentação vegetariana tem diferentes facetas e graus de sustentabilidade, havendo sobre a alimentação mal-entendidos, preconceitos e mitos (RODRIGUES, 2016a, 2016b, 2020b) que condicionam a racionalidade das opções. O processamento dos alimentos, com intervenção (não fútil) da química, contribui para maior sustentabilidade e segurança alimentar, pois evita desperdícios e é rigorosamente controlada (EMSLEY, 2010, mas não é percecionado de forma positiva pelos consumidores. Os paradoxos da sustentabilidade da alimentação ganham ainda mais visibilidade perante a hipótese de obtenção de alimentos sintéticos para preservar a natureza.

A produção de roupas e o sistema da moda (o atual “fast-fashion” por exemplo) são a maior fonte de poluição, a seguir aos combustíveis. Embora a eficiência na produção tenha aumentado muito, também aumentaram as quantidades, e estima-se que para manter sustentável a produção de roupas, esta tenha de diminuir 30-100% até 2050 (STEFFEN et al, 2015). Assim, a reciclagem e o re-uso são importantes para a sustentabilidade, se substituírem a produção de artigos novos (SANDIN & PETERS, 2018).

A química contribui para diminuir os impactos ambientais na produção de roupas, tanto com novos materiais, como com formas mais eficientes de produção, assim como a reciclagem. Mas os consumidores e a regulação da indústria são fundamentais para refrear o consumismo e para aumentar a consciencialização para a reciclagem e o re-uso. E, ser de “origem natural” não é garantia de ser mais sustentável (ver RODRIGUES, 2016b, 2018, para análises mais detalhadas). Há espaço para aperfeiçoamentos, através da química verde, da biotecnologia, da nanoquímica e do biomimetismo, assim como da produção de bio-PET (EMSLEY, 2010), entre outros.

Estes exemplos mostram que os problemas são, em geral, muito mais complexos do que podem parecer, mas ao longo do tempo vão aparecendo soluções mais sustentáveis, muitas vezes, inesperadas. Para que estas soluções continuem a aparecer é fundamental o investimento em I&D em química, não descurando os aspetos fundamentais de onde surgem muitas vezes as soluções mais inovadoras.

O objetivo da ação climática dirige-se à mitigação dos efeitos das alterações climáticas. As contribuições da química para minimizar estas alterações, através de processos energéticos mais eficientes e sustentáveis, não baseadas em combustíveis que originam dióxido de carbono, estão incluídas no objetivo relativo à energia limpa e

acessível. São aqui relevantes os sistemas de captura de dióxido de carbono, através de fotossíntese natural ou artificial ou de outros processos, assim como o desenvolvimento de materiais para enfrentar a subida da água do mar, assim como o aumento de intensidade e frequência de fenômenos atmosféricos extremos.

Para o objetivo da preservação da vida marinha, a química pode contribuir com ideias inovadoras para a recolha e reciclagem dos plásticos e micro-plásticos presentes nos oceanos. Essa recolha (SHERMAN & VAN SEBILLE, 2016) pode ser potenciada se os materiais recolhidos puderem ser valorizados, por exemplo, para produzir novos materiais compósitos ou combustíveis que substituam o uso de petróleo. Tendo em conta a quantidade estimada de plástico no oceano (80 milhões de toneladas) e a quantidade de petróleo usado por ano (4.7 mil milhões de toneladas, em 2017), podemos verificar que todo esse plástico não substituiria mais do que 1-2% do petróleo usado num ano. Para evitar que o problema aumente, devemos reservar os plásticos para utilizações essenciais, penalizando as fúteis e potenciando a reciclagem, a reutilização e a substituição por polímeros mais sustentáveis.

Para além da resolução da questão dos plásticos, a pesca e a aquicultura podem beneficiar da química. O mar pode também ser a fonte de compostos que contribuem para novos medicamentos, assim como para objetivos mais abrangentes como seja o da Economia Azul.

Para o objetivo da proteção da vida terrestre, a química pode contribuir com os aspetos indicados anteriormente que potenciam a preservação dos ecossistemas e da biodiversidade e ainda com o desenvolvimento de técnicas de remediação, em paralelo com as da biorremediação.

3 | CONCLUSÃO

Ao longo deste trabalho referi exemplos das contribuições da química para os objetivos de sustentabilidade das Nações Unidas, tanto diretas como indiretas. Procurei evidenciar a complexidade dos desafios e das soluções, raras vezes óbvias e simples, muitas vezes imprevisíveis ou ainda desconhecidos.

A evolução da ciência e o desenvolvimento não são deterministas, embora a história nos mostre que a mudança é, em geral, para melhor. Se é verdade que uma parte dos problemas atuais foi criada pelo sucesso das tecnologias ao serviço da resolução de problemas, é também a ciência que tem identificado esses problemas – os quais são, em geral, menos drásticos do que os iniciais - e que apresenta soluções para a sua resolução. Conhecemos ou referimos alguns limites para a ciência e para a química, mas estes limites estão sempre a ser ultrapassados. Se existe um caminho este será encontrado. Se este não existir, será inventado.

AGRADECIMENTOS

O Centro de Química de Coimbra (CQC) é financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), projetos UIDB/00313/2020 e UIDP/00313/2020.

REFERÊNCIAS

ANASTAS, P.T.; WARNER, J.C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. New York: Oxford University Press, 1998.

BECK, U. **Sociedade de risco mundial. Em busca da segurança perdida**. Lisboa: Edições 70, 2015.

BECK, U. **A metamorfose do mundo. Como as alterações climáticas estão a transformar a sociedade**. Lisboa: Edições 70, 2017.

CALADO, Jorge. **Limites da Ciência**, 2ª ed. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos, 2021.

CENTOLA, Damon; BECKER, Joshua; BRACKBILL, Devon; BARONCHELLI, Andrea. Experimental evidence for tipping points in social convention. **Science** 360, 1116–1119, 2018.

CLUNE, S.; CROSSIN, E.; VERGHESE, K. Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. **J. Clean. Prod.**, 140, 766-783, 2017.

COLE-HAMILTON, David. The Role of Chemists and Chemical Engineers in a Sustainable World. **Chem. Eur. J.** 26, 1894-1899, 2020.

DELUCCHI, M. A.; YANG, C.; BURKE, A. F.; OGDEN, J. M.; KURANI, K.; KESSLER J.; SPERLING, D. An assessment of electric vehicles: technology, infrastructure requirements, greenhouse-gas emissions, petroleum use, material use, lifetime cost, consumer acceptance and policy initiatives. **Phil. Trans. R. Soc. A**, 372, 20120325, 2014.

DIAS, P.; ANDRADE, L.; MENDES, A. Hematite-based photoelectrode for solar water splitting with very high photovoltage. **Nano Energy**, 38, 218-231, 2017.

EMSLEY, J. **A Healthy, Wealthy, Sustainable World**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2010.

ERISMAN, J. W.; Sutton, M. A.; Galloway, J.; Klimont, Z.; Winiwarter, W. How a century of ammonia synthesis changed the world. **Nature Geoscience**, 1, 636-639, 2008.

GADGIL, A. J. Drinking Water in Developing Countries. **Annu. Rev. Energy Environ.**, 23, 253–286, 1998.

GONTIA, P.; JANSSEN, M. Life cycle assessment of bio-based sodium polyacrylate production from pulp mill side streams: case study of thermo-mechanical and sulfite pulp mills. **J. Clean. Prod.**, 131, 475-484, 2016.

HARVEY, H.; ORVIS, R.; RISSMAN, J. **Designing Climate Solutions: A Policy Guide for Low-Carbon Energy**. Washington: Island Press, 2018.

KEINAN, E. Gloomy Forecast for the Prophets of Apocalypse and Bright Forecast for Chemists. **Ang. Chem. Int. Ed.**, 52, 2667–2672, 2013.

NAGAR, R.; VINAYAN B. P.; SAMANTARAYB, S. S.; RAMAPRABHU, S. Recent advances in hydrogen storage using catalytically and chemically modified graphene nanocomposites. **J. Mater. Chem. A**, 5, 22897-22912, 2017.

OBAMA, B.. The irreversible momentum of clean energy. **Science**, 355, 126-129, 2017.

O'BRIEN, K.; SELBOE, E.; HAYWARD, B. M. Exploring youth activism on climate change: dutiful, disruptive, and dangerous dissent. **Ecology and Society** 23, 42, 2018.

PINKER, S. **Enlightenment Now: The Case for Science, Reason, Humanism, and Progress**. New York: Viking, 2018.

RITCHIE, H.; REAY, D. S.; HIGGINS, P. The impact of global dietary guidelines on climate change. **Global Environ. Change**, 49, 46–55, 2018.

RODRIGUES, S.P.J. **Jardins de Cristais – Química e Literatura**. Lisboa: Gradiva, 2014.

RODRIGUES, S.P.J. Que Química! Entre o fascínio com o pessimismo e a hesitação perante o optimismo. **Bol. Soc. Port. Quim.**, 140, 27-35., 2016a.

RODRIGUES, S.P.J. Mal-entendidos, preconceitos e mitos sobre química na sociedade contemporânea. Em Oliveira, M., Santos, O., Carvalho, N., Lameiras, E., Castro, J. (Coord.) **Atas do II Congresso Internacional Educação, Ambiente e Desenvolvimento**, pp. 317-330. Leiria: OIKOS, 2016b.

RODRIGUES, S.P.J. Acerca das contribuições de química para os objectivos do desenvolvimento sustentável das Nações Unidas em Santos, O., Oliveira, M., Carvalho, N. (Coord.) **Atas do III Congresso Internacional Educação, Ambiente e Desenvolvimento**, pp. 338-351. Leiria: OIKOS, 2018.

RODRIGUES, S.P.J. A Química ao serviço da vida e prisioneira da guerra, em Abrantes, I., Callapez, P. M., Correia, G. P., Gomes, E., Lopes, B., Lopes, F. C., Pires, E., & Rola, A. (Eds.). **Uma visão holística da Terra e do Espaço nas suas vertentes naturais e humanas. Homenagem à Professora Celeste Romualdo Gomes**. Coimbra: CITEUC, pp. 229-242, 2020a.

RODRIGUES, S. P. J. Cientistas, ativistas e comunicação: oportunidades, armadilhas e perigos em Oliveira, M., Carvalho, N., Santos, O., (Coord.) **Atas do IV Congresso Internacional Educação, Ambiente e Desenvolvimento**, pp. 336-347. Leiria: OIKOS, 2020b.

ROSLING, Hans; ROSLING, Ola; RONNLUND, Anna R. **Factfulness**. Lisboa: Circulo de Leitores, 2018.

ROSLING, Hans; HÄRGESTEAM, Fanny. **Como aprendi a compreender o mundo**. Lisboa: Circulo de Leitores, 2021.

ROSA, R. N. Fontes de energia. Crescimento exponencial e substituição tecnológica. **Gazeta de Física**, 6, 22-36, 1978.

SANDIN, G., PETERS, G. M. Environmental impact of textile reuse and recycling - A review. **J. Clean. Prod.**, 184, 353-365, 2018.

SANTOS, José Lima; CARMO, Isabel do; GRAÇA, Pedro; RIBEIRO, Isabel (orgs.) **O Futuro da Alimentação: Ambiente, Saúde e Economia**. Lisboa: Fundação Calouste Gurbenkian, 2013.

STEFFEN, W.; RICHARDSON, K.; ROCKSTROM, J.; CORNELL, S. E.; FETZER, I.; BENNETT, E. M.; BIGGS, R.; CARPENTER, S. R.; DE VRIES, W.; DE WIT, C. A.; FOLKE, C.; GERTEN, D.; HEINKE, J.; MACE, G. M.; PERSSON, L. M.; RAMANATHAN, V.; REYERS, B.; SORLIN, S. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, 347, 1259855, 2015.

SHERMAN, P.; VAN SEBILLE, E. Modeling marine surface microplastic transport to assess optimal removal locations. **Environ. Res. Lett.**, 11, 014006, 2016.

United Nations. **The Sustainable Development Agenda**, 2015. Acedido 5/01/2021 em <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>

VAN ZANDEN, J. L.; BATEN, J.; D'ERCOLE, M. M.; RIJPMAN, A.; SMITH, C.; TIMMER M. (eds.). **How Was Life?: Global Well-being since 1820**. OECD Publishing, 2014.

WAGNER, A.; ROSEN, W. Spaces of the possible: universal Darwinism and the wall between technological and biological innovation. **J. R. Soc Interface**, 11, 20131190, 2014.

WELTON, Tom; THAKUR, Vijay Kumar; GUPTA, Raju Kumar; MATHARU, Avtar S.; EILKS, Ingo; ZUIN, Vania. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**. Special issue: UN SGDs: how can sustainable chemistry contribute? 2018.

WWF. **Living planet report - 2020: bending the curve of biodiversity loss**, Almond, R.E.A., Grooten M. and Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Switzerland. Acedido 05/01/2021 em <https://www.worldwildlife.org/publications>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Águas subterrâneas 139

Alelopatia 173, 174, 175, 176, 178, 182, 183

Animais silvestres 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 130, 131, 132

B

Bioma 129, 138, 143, 146, 147, 150

Biomoléculas 173, 174, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 193

C

Cerrado 129, 150, 152, 157, 158

Cidadania 49, 54, 56, 57

Código florestal 42, 135, 136, 142, 144, 145, 150, 151, 152, 153, 154, 157

Comércio ilegal 120, 127, 130, 132

Compostos nitrogenados 173, 174, 175, 176, 178, 182, 183

Conservação 27, 40, 41, 42, 45, 47, 112, 114, 117, 119, 120, 122, 125, 126, 127, 130, 131, 132, 134, 135, 137, 138, 140, 142, 143, 144, 145, 147, 150, 151, 153, 155, 156, 158, 185

Consumo sustentável 36

D

Desastres 98, 99, 103, 104, 109, 110

Desenvolvimento sustentável 1, 2, 3, 4, 11, 18, 20, 21, 31, 32, 33, 34, 111, 112, 113, 118, 120, 145, 148, 193

Direito agrário 22

Direitos humanos 22, 32, 33

E

Ecosistemas 4, 9, 137, 140, 141, 142, 144, 151, 158, 186

Educação ambiental 15, 16, 19, 21, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 145, 146, 155, 204

F

Fauna 42, 43, 47, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 204

Fiscalização ambiental 121

G

Gerenciamento de desastres 99

Gestão ambiental 13, 14, 20, 204

I

Incêndios florestais 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158

J

Justiça social 22, 29, 30, 31, 32, 33, 55

L

Lixo eletrônico 36

M

Meio ambiente 14, 15, 18, 20, 24, 26, 27, 29, 31, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 43, 44, 47, 49, 55, 59, 66, 67, 111, 112, 113, 114, 118, 122, 123, 128, 133, 134, 136, 139, 142, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 158, 204

Metais pesados 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203

Monitoramento meteorológico 82, 83, 88

Mudanças climáticas 83, 150

O

Objetivos do desenvolvimento sustentável 3, 4

P

Pampa 133, 138, 143, 146, 147

Pecuária familiar 133, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147

Planejamento urbano 109, 111, 112, 119

Política Nacional do Meio Ambiente 14, 20, 42, 158

População tradicional 149

Projeto RECICLAB 13, 14, 16, 17, 19, 21

Proteção ambiental 1, 22, 25, 29, 31, 32, 33, 114, 143, 146

Q

Química 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 61, 64, 71, 160, 169, 170, 171, 173, 174, 185, 192, 196, 197, 199, 203, 204

R

Reflorestamento 40, 42, 44, 47, 48

Regularização fundiária 111, 112, 115, 118

Resíduos industriais 29

Riscos geológicos 98, 99

S

Saneamento ambiental 49, 50, 71, 204

Saneamento rural 49, 60

Saúde pública 49, 69

Serviços ambientais 133, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147

Sistema Nacional do Meio Ambiente 42, 153

Smartphones 36, 37, 38, 39

Sociedade de consumo 22, 26

Sustentabilidade 1, 3, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 17, 18, 21, 36, 48, 49, 60, 111, 112, 115, 118, 125, 126, 127, 136, 146, 148, 185, 186, 204

T

Testes de significância 197

V

Vulnerabilidade social 98, 99, 102, 103, 105, 106, 109

Meio ambiente:

Princípios ambientais,
preservação e
sustentabilidade

3

Meio ambiente:

Princípios ambientais,
preservação e
sustentabilidade

3

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br