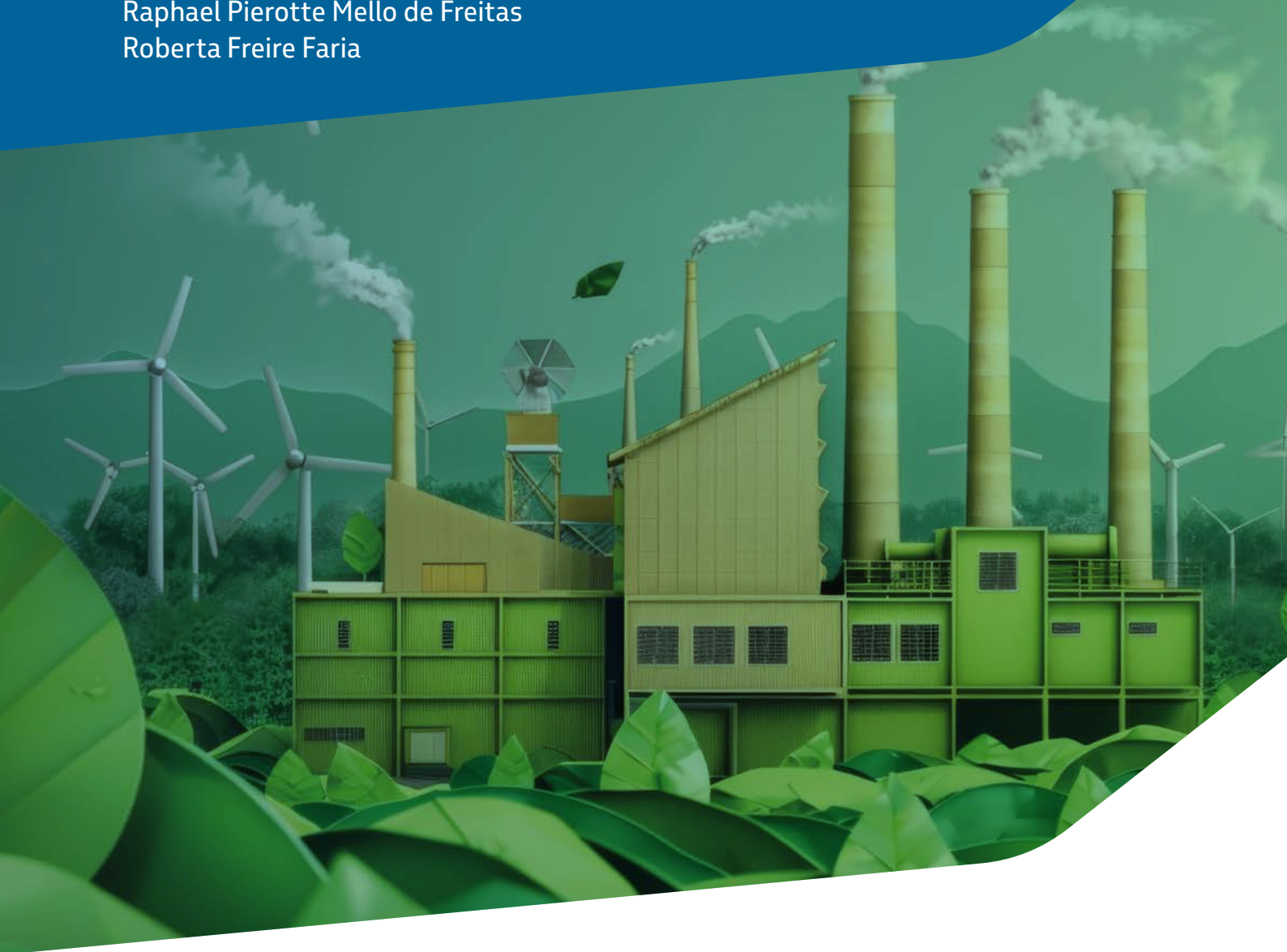


Petróleo e Antropoceno

Uma história do ciclo 2024 do Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores da Perfuração Marítima (Peat Poços)

Igor Souza Leite de Freitas
Isabella Fabrin Guilhem
Raphael Pierotte Mello de Freitas
Roberta Freire Faria



PETROBRAS

Revisão

Elaine Martins Lopes

Revisão ortográfica e gramatical

Tatiana Dias Lutz – Firjan-Senai

Projeto Gráfico | Diagramação

Firjan-Senai

Catálogo na Fonte
Esther Rocha de Souza – CRB-7 6909

P497 Petróleo e antropoceno : uma história do ciclo de 2024 do Projeto Educação Ambiental dos Trabalhadores da Perfuração Marítima (Peat Poços) / Igor Souza Leite de Freitas ... [et. al.]. – Rio de Janeiro : PETROBRAS, 2026.
69 p. : il. color. ; [recurso eletrônico].

ISBN 978-65-88763-34-6.

1. Educação Ambiental. 2. Petróleo – Aspectos Ambientais.
3. Transição Energética. I. Freitas, Igor Souza Leite de.

CDD 363.7

Petróleo e Antropoceno

Uma história do ciclo 2024 do Projeto de Educação Ambiental
dos Trabalhadores da Perfuração Marítima (Peat Poços)

Igor Souza Leite de Freitas

Isabella Fabrin Guilhem

Raphael Pierotte Mello de Freitas

Roberta Freire Faria

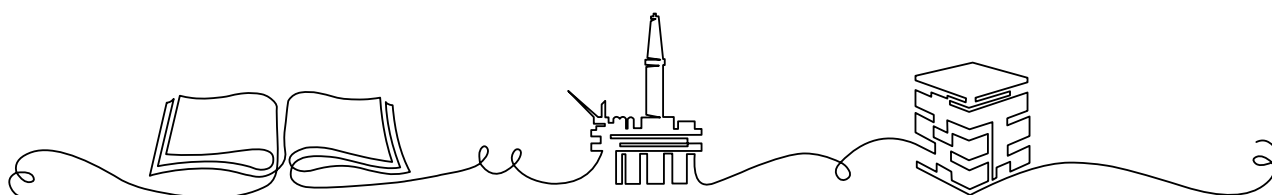


Após anos de experiências e conquistas empresariais e tecnológicas, a Petrobras vem acumulando um conhecimento inestimável e singular. Parte desse conhecimento tem sido gerado, transformado e transmitido por nossos empregados que, ao longo da vida profissional, adquirem saberes técnicos específicos e valiosos.

Reconhecer o diferencial e a contribuição dos empregados é muito importante. Reter e disseminar o conhecimento adquirido também. Essa é a inspiração do Programa de Editoração de Livros Didáticos (Peld), que gera valor para novos empregados, mercado e comunidade acadêmica. Temos diversos títulos publicados, entre livros físicos e e-books.

Por meio do Peld, a Universidade Petrobras patrocina todo o processo de editoração do livro, incluindo a impressão de alguns exemplares, assim a obra produzida pode ter aplicação interna nos cursos de formação de novos empregados e na educação continuada, além de ser usada pelo autor no mercado editorial. Temos certeza de que esse movimento amplia o protagonismo dos empregados e fortalece a Petrobras como fonte geradora e propulsora de conhecimento.

Esperamos que a publicação que você tem em mãos, fruto do Peld, contribua para o seu aprendizado e continue movendo a indústria de energia para entregar cada vez mais valor para a sociedade. Vem com a gente!



SUMÁRIO

Apresentação 7

Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores (Peat): O que é? 9

Parte 1 - Explorando o Impacto Humano no Planeta.....10

Capítulo 1 - As Cinco Grandes Extinções e a Sexta Extinção 11

Capítulo 2 - O ouro negro - O petróleo..... 19

Capítulo 3 - O Antropoceno - A era do impacto humano22

Estamos em uma nova era geológica?23

Capítulo 4 - Geração de resíduos - Um legado transgeracional25

Capítulo 5 - Microplásticos - O desafio invisível27

Mas de onde vêm esses microplásticos?27

Desafios do desperdício.....30

Parte 2 - Navegando Rumo a um Futuro Sustentável.....33

Capítulo 6 - Preservação de espécies - Proteger a biodiversidade.....34

Projetos que fazem a diferença36

Florestas de Valor.....36

Aves Migratórias.....36

Projeto Costão Rochoso.....37

Instituto Baleia Jubarte38

Projeto Tamar.....39

Capítulo 7 - Transição energética e descarbonização - O caminho para um futuro limpo	43
A matriz energética do Brasil e do mundo	43
Escala de Kardashev e o futuro energético	44
Linha do tempo da história da energia no planeta Terra	45
Energia: todo uso tem um custo.....	45
Descarbonização	46
Capítulo 8 - Antropoceno - Ações sustentáveis para um planeta em transformação	47
Sustentabilidade.....	47
Agricultura	47
Ações internacionais	49
Uso da água na perfuração	50
Capítulo 9 - Gerenciamento adequado de resíduos - Transformando desafios em oportunidades	51
Distribuição dos resíduos	51
Capítulo 10 - Microplásticos - Tecnologias de remoção e mitigação	56
Parte 3	58
Peat pelos trabalhadores	58
Interações dos trabalhadores ao longo das reuniões educativas	61
Referências	63
Bibliografia Consultada	68

APRESENTAÇÃO

O Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores da Perfuração Marítima – Peat Poços atua no planejamento, na produção e divulgação de conteúdo e na realização de reuniões educativas com os trabalhadores envolvidos nas atividades de construção, manutenção, avaliação e abandono dos poços marítimos da Petrobras. Embora as atividades realizadas durante os ciclos do projeto estejam descritas nos relatórios encaminhados ao órgão ambiental, vislumbrou-se a necessidade de produção de outros materiais que pudessem disseminar a riqueza de conteúdo e de contribuições realizadas pelos trabalhadores ao longo da execução do projeto, o que se materializa por meio deste livro.

Nesta edição, apresentamos uma breve narrativa sobre a história do planeta e uma visão mais detalhada sobre a trajetória da humanidade. No ciclo 2024 do Peat, exploramos o período em que nossa espécie deixou marcas geológicas no planeta, tendo o petróleo como fio condutor dessa história. A primeira parte é dedicada à chegada do Antropoceno; na segunda, abordamos a “virada” do Antropoceno, com destaque para o desenvolvimento de tecnologias, processos e atitudes mais sustentáveis para a vida na Terra.

Durante a parte I, iniciamos nossa jornada com a formação do petróleo, avançando por sua descoberta, pela evolução da indústria petrolífera e pelos impactos ambientais e sociais decorrentes de sua exploração. Em seguida, analisamos de que maneira a presença do petróleo influenciou e impulsionou o crescimento populacional em determinadas regiões, até alcançar um ponto crítico: o momento em que a população humana se tornou numericamente suficiente para deixar marcas em escala geológica, de modo que as próximas gerações poderão observar esses efeitos, mesmo sem ninguém para contar a nossa história.

Na etapa final desse percurso, abordamos as consequências desse crescimento desordenado, com ênfase no legado de resíduos que produzimos – um fardo transgeracional que recai sobre gerações futuras, responsáveis por administrar rejeitos que não soubemos destinar adequadamente.

Por fim, serão apresentados dois grandes desafios ambientais: as mudanças climáticas, que demandam soluções imediatas neste século, e os microplásticos, que possivelmente representarão o maior dilema ambiental dos próximos anos.

Ainda assim, nem tudo está perdido! Na parte II do livro, iremos explorar o desenvolvimento de projetos, tecnologias, processos e atitudes mais sustentáveis para a vida na Terra. Conversaremos sobre projetos de preservação e recuperação da biodiversidade, sobre a transição energética e sobre ações sustentáveis do nosso dia a dia, como o gerenciamento adequado de nossos resíduos e o uso de tecnologias voltadas à descontaminação de microplásticos.

Vamos juntos nessa jornada rumo a um futuro sustentável!

Parte I: Explorando o Impacto Humano no Planeta	Parte II: Navegando Rumo a um Futuro Sustentável
A sexta extinção	Recuperando a biodiversidade
O Petróleo	A transição energética
Antropoceno – Impacto humano	Antropoceno - Transição para a sustentabilidade
Geração de resíduos	Transformação dos resíduos
Microplásticos	Microplásticos: a descontaminação

Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores (Peat):

O que é?

O Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores é uma das condicionantes das Licenças Ambientais de Exploração e Produção de Petróleo e Gás emitidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Essa condicionante, por sua vez, está em conformidade com uma exigência legal prevista na Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999), que estabelece que as empresas devem promover a capacitação contínua de seus trabalhadores, por meio da incorporação da dimensão ambiental na atualização dos profissionais de todas as áreas.

Dado que o ambiente em que estamos inseridos passa por constantes transformações — muitas delas resultantes da ação humana —, é fundamental que o conhecimento sobre o meio que nos cerca seja continuamente atualizado. Assim como ocorre em diversas áreas, a cultura ambiental deve acompanhar essa evolução, garantindo que os trabalhadores estejam preparados para agir de forma responsável e sustentável.

PARTE 1

EXPLORANDO O IMPACTO HUMANO NO PLANETA



Capítulo 1

As Cinco Grandes Extinções e a Sexta Extinção

Imagine um planeta vibrante, onde a vida floresce em uma diversidade deslumbrante. Ao longo de sua história, a Terra já passou por cinco grandes extinções. Eventos catastróficos que redefiniram o curso da evolução. Agora, enfrentamos a Sexta Extinção, um colapso impulsionado pelas próprias atividades humanas. O desmatamento, a poluição, a caça, a pesca excessiva, a introdução de espécies invasoras e as mudanças climáticas estão colocando inúmeras espécies em risco. O futuro da vida no planeta, antes moldado pelo ritmo da natureza, agora depende das escolhas que fazemos.

As grandes extinções no planeta marcaram momentos críticos na história da vida na Terra. Esses eventos resultaram na perda massiva de espécies, moldando a biodiversidade que conhecemos hoje. Cinco grandes extinções, de períodos geológicos passados, são amplamente reconhecidas: as dos períodos Ordoviciano, Devoniano, Permiano, Triássico e Cretáceo. Cada uma delas teve causas diferentes, como mudanças climáticas drásticas, grandes erupções vulcânicas e impactos de asteroides.

O gráfico de Jack Sepkoski, um paleontólogo renomado, ilustra essas extinções em uma escala temporal, mostrando a diversidade de gêneros marinhos ao longo de centenas de milhões de anos. Sepkoski compilou dados fósseis para criar um gráfico que evidencia padrões de aumento e declínio na diversidade biológica, destacando os momentos de extinção em massa. Esse gráfico não apenas visualiza a dinâmica da vida ao longo das eras geológicas, como também sublinha a resiliência da vida, que se diversificou novamente após cada catástrofe.

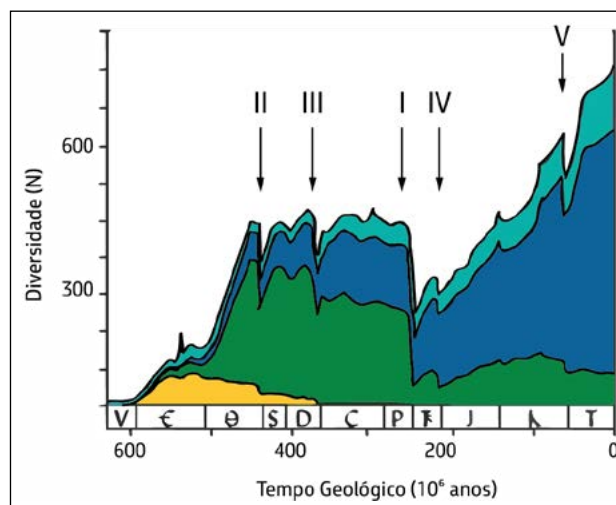


Figura 1: Gráfico de Sepkosky

Fonte: CAMARA, I.G. Extinção e o Registro Fóssil. Anuário do Instituto de Geociência – UFRJ. ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908. V.30-1/2007

Hoje, muitos cientistas acreditam que estamos vivendo a sexta extinção, um evento de perda de biodiversidade comparável às cinco grandes extinções do passado. No entanto, a sexta extinção é diferente das anteriores em vários aspectos.

As cinco grandes extinções retratadas no gráfico de Jack Sepkoski foram causadas por fatores naturais, como mudanças climáticas, grandes erupções vulcânicas e impactos de asteroides. Essas catástrofes resultaram em condições ambientais adversas que levaram à extinção em massa de espécies.

A sexta extinção, por sua vez, é impulsionada predominantemente por atividades humanas. O desmatamento, a poluição, a caça e a pesca excessivas, a introdução de espécies invasoras e, sobretudo, as mudanças climáticas associadas ao aquecimento global estão colocando um número alarmante de espécies em risco. A taxa de extinção atual é estimada em até 1.000 vezes maior do que a taxa natural de fundo.

A principal diferença entre a sexta extinção e as extinções anteriores é, portanto, a origem e a rapidez com que as mudanças estão ocorrendo. Enquanto as extinções passadas se desenvolveram ao longo de milhares ou milhões de anos, a sexta extinção está acontecendo em um período muito mais curto, de apenas algumas centenas de anos.

Essa situação coloca uma enorme responsabilidade sobre a humanidade. Ao contrário das extinções anteriores, que foram inevitáveis, a sexta extinção pode ser mitigada por meio de ações conscientes e políticas ambientais rigorosas. Reconhecer a gravidade da crise e agir para proteger a biodiversidade é essencial para garantir que as futuras gerações não testemunhem um planeta drasticamente empobrecido em termos de vida.

Comentário de trabalhador

“Muito interessante a questão das extinções em massa e como o ser humano tem sido pior que todas as extinções passadas.”



"Achei bem legal a questão da cronologia, história da terra com as grandes extinções."



Animais reconhecidamente extintos pelas ações humanas

Tigre-da- Tasmânia

Esse era o maior marsupial da era moderna. Com o avanço das populações humanas pela ilha, a espécie foi gradualmente confinada em áreas cada vez mais restritas. Como consequência, passou a caçar animais domésticos e de estimação, o que levou à sua perseguição para evitar essa predação, além de ter sido capturada para exposição em zoológicos. As populações remanescentes dos tigres-da-Tasmânia também foram severamente afetadas por doenças transmitidas por cães e pelo desmatamento da ilha de origem da espécie. O último indivíduo morreu em cativeiro em 1936.



Figura 2: Tigre da Tasmânia. Fonte: Adobe Stock [s.d]

Dodô

Endêmica das ilhas Maurício, a espécie foi descoberta por navegadores holandeses por volta de 1598. As aves mediam cerca de um metro e chegavam a pesar 20 quilos. Foram caçados até a extinção para servir de alimento aos marinheiros.

Um dos primeiros nomes atribuídos ao dodô foi Walghvogel. Em holandês, walghe significa “sem gosto”, “insípido” ou “desagradável”, e vogel, “pássaro”. A origem da palavra dodô não é totalmente clara. Alguns a associam a dodoor, termo holandês que significa “preguiçoso”. Contudo, é mais provável que derive de Dodaars, palavra que pode ser traduzida como “traseiro gordo” ou “nó no traseiro”, em referência ao tufo de penas na parte posterior da ave.



Figura 3: Dodô.

Sugestão de leitura

HUME, Julian P.; WALTERS, Michael. *Extinct birds*. A&C Black, 2012.

HUME, J.; MARTILL, J. D.; DEWDNE, C. *Palaeobiology: Dutch diaries and the demise of the dodo*. *Nature*, v. 429, p. 621, 2004.

Peixe-mão-manchado

Essa espécie era abundante ao longo da costa da Tasmânia. No entanto, o aumento da temperatura do mar, a pesca, a poluição e a destruição do habitat provocaram uma redução significativa no número de exemplares nos últimos 30 anos. Foi o primeiro peixe marinho a ser incluído na Lista Vermelha de Espécies em Perigo Crítico de Extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUNC). Acreditava-se que estivesse extinta desde 2009. Em 2023, porém, indivíduos foram encontrados já sem vida; ainda assim, a descoberta reacende a possibilidade de um restabelecimento da espécie.



Figura 4: Peixe mão manchado.

Tartaruga-das-Galápagos de Pinta

Endêmica da Ilha de Pinta, no arquipélago de Galápagos, a espécie teve seu habitat severamente degradado pela introdução de cabras por piratas, pescadores e baleeiros no século XVIII, que buscavam uma fonte de alimento ao retornarem à ilha. No século XIX, com o início da colonização das ilhas, esses animais foram intensamente caçados para servirem de comida a bordo de embarcações. Relatos históricos indicam que sua carne era altamente apreciada, sendo considerada uma iguaria.



Figura 5: Tartaruga das Galápagos de Pinta

Melomys rubicola

A espécie, descoberta na ilha de Bramble, na Austrália, era considerada o único mamífero endêmico da Grande Barreira de Corais. Avistada pela primeira vez em 1845, passou por um declínio populacional alarmante, identificado por uma expedição em 1978. Em 2009, a espécie foi avistada pela última vez. A ilha, situada a apenas três metros acima do nível do mar, sofreu os impactos do avanço das águas devido às mudanças climáticas, resultado no desaparecimento da espécie, que provavelmente se tornou o primeiro mamífero extinto devido a alterações climáticas antropogênicas.



Figura 6: *Melomys rubicola*.

Curiosidade

Como cabras ajudaram a extinguir as tartarugas-das-Galápagos de Pinta

A Ilha Isabela representa mais da metade da área terrestre do arquipélago de Galápagos e abriga a maior parte das espécies endêmicas, muitas das quais também são encontradas em outras ilhas. Além disso, a ilha foi lar de diversas espécies que acabaram extintas, como a emblemática Tartaruga-das-Galápagos de Pinta.

Uma das espécies ainda presente na região são as cabras, abandonadas nos séculos anteriores por pescadores, piratas e baleeiros para garantir um suprimento de carne fresca durante as viagens e, mais tarde, trazidas também por colonizadores.

As cabras podem se reproduzir até duas vezes por ano e se adaptar a condições extremas, chegando a beber água salgada quando não há água doce disponível. Essas características, aliadas à ausência de predadores naturais, permitiram que esses animais ocupassem a maior parte das ilhas do arquipélago. A região norte da Ilha Isabela permaneceu livre

de caprinos até meados da década de 1970, mas, eventualmente, eles se estabeleceram também nessa área. Em 1997, estimava-se que a população de cabras na ilha variava entre 100 e 150 mil indivíduos, espalhados por uma área de 250.000 quilômetros quadrados.

O isolamento geográfico das Galápagos favoreceu adaptações únicas nos animais que ali vivem. As iguanas desenvolveram a capacidade de nadar, e os pinguins se ajustaram ao clima equatorial. No entanto, as verdadeiras estrelas do arquipélago são as tartarugas-das-galápagos, conhecidas por sua impressionante longevidade.

A tartaruga gigante das Galápagos esteve à beira da extinção no final do século XX. Sua população, estimada em 200 mil indivíduos no século XVI, caiu drasticamente para cerca de 3 mil em 1970, principalmente devido à caça predatória. Relatos históricos indicam que esses animais podiam sobreviver até um ano sem comida, tornando-se uma valiosa fonte de carne para marinheiros. A carne das tartarugas era extremamente apreciada, e um capitão da Marinha dos Estados Unidos chegou a declarar: “Depois de provar as tartarugas de Galápagos, todos os outros alimentos de origem animal, para mim, se tornaram insossos.” Até mesmo Charles Darwin relatou que tartarugas jovens eram a base de excelentes sopas.

Com a chegada de assentamentos humanos no início do século XIX, a população de tartarugas sofreu uma nova redução drástica. Além da caça indiscriminada, os animais introduzidos nas ilhas impactaram ainda mais o ecossistema já frágil. As cabras, em especial, consumiam toda a vegetação disponível, incluindo diversas plantas endêmicas, impedindo a regeneração dos arbustos e gramíneas.

Diante desse cenário, em 1995 foi tomada a decisão de erradicar as cabras invasoras das ilhas de Isabela, Santiago e Pinta. O trabalho começou em 1999, com atiradores percorrendo as ilhas a pé e, posteriormente, utilizando helicópteros para localizar e abater os animais. Em poucos anos, cerca de 90% da população de cabras foi eliminada. No entanto, a pressão seletiva artificial fez com que apenas os indivíduos mais furtivos e isolados sobrevivessem, dificultando sua erradicação completa.

Para contornar esse desafio, foi implementada a técnica conhecida como Cabra de Judas. Algumas fêmeas foram capturadas, esterilizadas e tratadas com hormônios para permanecerem permanentemente no cio. Equipadas com coleiras de rastreamento via rádio, essas cabras serviram de isca, atraindo outros indivíduos que, em seguida, eram abatidos. O processo foi repetido até que restassem apenas as cabras-isca, que também foram eliminadas ao final da operação.

Os corpos dos animais abatidos foram deixados na ilha para que seus nutrientes retornassem ao solo, promovendo a regeneração da vegetação. Com a remoção das cabras, a recuperação ambiental foi surpreendente: plantas que haviam sido reduzidas a tocos voltaram a brotar, diversas espécies endêmicas aumentaram suas populações e animais

como o sanã-das-Galápagos (ave não voadora) e a tartaruga gigante também apresentaram sinais de recuperação populacional.

A erradicação das cabras foi tão bem-sucedida que a técnica Cabra de Judas passou a ser aplicada em outras ilhas ao redor do mundo para o controle de espécies invasoras. ¹

Comentário de trabalhador



"Conteúdo do Peat muito bom, mostra a realidade de como estamos deixando o planeta para o futuro. Temos que preservar para a próxima geração."

Capítulo 2

O ouro negro - O petróleo

Avançamos no tempo até um ponto fundamental da história humana: a descoberta do petróleo, uma substância formada ao longo de milhões de anos. Essa descoberta desencadeou uma revolução industrial sem precedentes, transformando o planeta e impulsionando o progresso humano. O petróleo se tornou o fio condutor da nossa sociedade, fornecendo energia para mover máquinas e servindo de base para materiais essenciais, como os plásticos que usamos diariamente.

O petróleo, conhecido como ouro negro, é um recurso natural essencial cuja formação remonta à era Mesozoica, entre 252 e 66 milhões de anos atrás. Naquela época, mares rasos abrigavam plâncton, algas e outros organismos microscópicos. Seus restos se acumulavam no fundo oceânico, misturando-se a sedimentos. Ao longo de milhões de anos, a pressão e o calor das camadas sedimentares sucessivas transformaram essa matéria orgânica em hidrocarbonetos, dando origem ao petróleo e ao gás natural. Por ser resultado desse processo extremamente lento, o petróleo é considerado um recurso não renovável.

Um equívoco comum é a crença de que o petróleo se originou dos dinossauros. Essa ideia, possivelmente influenciada pelo fato de a era Mesozoica ser conhecida como a Era dos Dinossauros, está incorreta. O petróleo é formado, principalmente, a partir de organismos marinhos microscópicos, e não de grandes répteis pré-históricos. A confusão pode ter sido reforçada pela associação do petróleo com fósseis, ambos remanescentes de períodos geológicos remotos.

A relação da humanidade com o petróleo revolucionou o mundo moderno. Inicialmente utilizado para iluminação e lubrificação, sua importância cresceu exponencialmente com a invenção do motor de combustão interna, no final do século XIX, tornando-se a principal fonte de energia da sociedade industrial.

Além de ser essencial para a geração de energia, o petróleo é matéria-prima de uma vasta gama de produtos indispensáveis, incluindo plásticos, fertilizantes, medicamentos, cosméticos e inúmeros itens do dia a dia. ²

Curiosidade

Petróleo e a caça às baleias

Atualmente, é difícil imaginar que, em algum momento do passado, se quiséssemos iluminação à noite ou lubrificação para armas, relógios, máquinas de costura e de escrever, precisaríamos caçar baleias. Parece absurdo, mas essa era a realidade. Até mesmo em romances como *Moby Dick*, a caça às baleias surge como pano de fundo, muitas vezes ofuscando seu verdadeiro propósito: não se buscava carne para alimentação, mas sim a extração do óleo de sua gordura.

Com o avanço da industrialização, difundiu-se a ideia de que o petróleo substituiria o óleo de baleia, tornando a caça obsoleta e, consequentemente, poupando esses animais da extinção. No entanto, os dados históricos não sustentam essa tese. Embora o querosene tenha sido criado em 1854 e grandes depósitos de petróleo tenham sido descobertos nos Estados Unidos em 1861, a caça não diminuiu. Ao contrário do esperado, o surgimento do querosene impulsionou novas tecnologias, como navios mecanizados mais velozes, arpões pressurizados e o processamento de baleias em alto-mar, intensificando a exploração em vez de reduzi-la.

Somente com os esforços internacionais na década de 1960 e a posterior proibição da caça que esse cenário começou a mudar. Inicialmente, houve uma redução no número de capturas e, apenas no final dos anos 1980, as populações de baleias começaram, de fato, a se recuperar.³

Comentário de trabalhador

"Os polímeros estão presente no nosso dia a dia."



*“Só agradecer pela oportunidade de cada Peat
aprendizado mais sobre o início do petróleo no
mundo e como preservar o meio ambiente.”*



Capítulo 3

O Antropoceno - A era do impacto humano

Estamos vivendo um novo capítulo da história geológica: o Antropoceno. Nessa era, a influência humana sobre o planeta Terra é tão significativa e profunda que já deixa marcas visíveis nas camadas geológicas. A urbanização acelerada, a agricultura intensiva e a poluição são algumas das forças que transformaram radicalmente nosso planeta. Nesse contexto, exploraremos as evidências que apontam para essa nova era geológica e o que isso significa para o futuro da Terra.

Paul Crutzen e Eugene Stoermer introduziram o conceito de Antropoceno no boletim do Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP). O termo destacou o impacto profundo e duradouro da atividade humana sobre a Terra, cujas marcas são visíveis em diversos aspectos do planeta. A urbanização acelerada, a poluição e a destruição de habitats naturais são algumas das evidências mais notáveis dessa nova era geológica.

Um dos principais fatores que definem o Antropoceno é o crescimento populacional, que exerce enorme pressão sobre os recursos naturais. Com uma população em constante expansão, há uma demanda crescente por moradia, infraestrutura e serviços, o que intensifica o consumo de matérias-primas e, conseqüentemente, ocasiona a degradação ambiental.

A agricultura moderna, impulsionada pela necessidade de alimentar bilhões de pessoas, também desempenha um papel central nesse processo. O uso intensivo do solo, o desmatamento e o consumo excessivo de água e fertilizantes têm levado à perda de biodiversidade e à poluição dos corpos d'água. No entanto, a produção agrícola atual é essencial para garantir a alimentação global, o que torna urgente a busca por um equilíbrio entre produtividade e preservação ambiental.

As mudanças climáticas são outra consequência alarmante das atividades humanas. A queima de combustíveis fósseis, a industrialização e a agropecuária intensiva aumentam a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, intensificando o aquecimento global. Esse fenômeno resulta em eventos climáticos extremos, no derretimento de geleiras e, conseqüentemente, na elevação do nível do mar, afetando ecossistemas e comunidades ao redor do mundo.

Apesar desses impactos, é inegável que a industrialização e o uso de combustíveis fósseis foram fundamentais para o progresso tecnológico e para a melhoria da qualidade de vida de milhões de pessoas.

Nesse contexto o Antropoceno nos impõe o desafio de mitigar nossos impactos e adotar práticas mais sustentáveis a fim de garantir um futuro viável. A transição para fontes de energia renovável, o desenvolvimento de tecnologias inovadoras e a implementação de práticas agrícolas sustentáveis constituem caminhos fundamentais para equilibrar as necessidades humanas com a preservação do planeta. ^{4 5}

Estamos em uma nova era geológica?

O Grupo de Trabalho do Antropoceno (*Anthropocene Working Group – AWG*) atua desde 2009 na reunião de evidências e na identificação de locais capazes de comprovar os registros geológicos deixados pela humanidade. Após anos de pesquisa, discussão e votação, o grupo escolheu o Lago Crawford, em Ontário, no Canadá, como o sítio geológico que melhor reflete as transformações causadas pelas ações humanas, representando um marco potencial para a definição dessa nova era.

Os sedimentos depositados no fundo desse lago revelam traços semelhantes aos deixados por testes de bombas nucleares, especialmente a presença de plutônio. Esse elemento radioativo também já foi identificado em diversas formações naturais de crescimento lento, como corais, núcleos de gelo e turfeiras, o que reforça sua relevância como sinal geoquímico da atividade humana. Embora o Lago Crawford não seja extenso, sua profundidade – aproximadamente 24 metros – e seu formato restrito impedem a mistura das águas superficiais com as do fundo. Como resultado, os sedimentos se acumulam em camadas anuais bem preservadas, característica fundamental para estudos geológicos.

Ainda assim, apesar dos esforços do AWG para estabelecer uma distinção geológica clara dentro do atual período Holoceno, muitos especialistas questionam se as marcas deixadas pela humanidade são suficientemente significativas para justificar a criação de uma nova era.

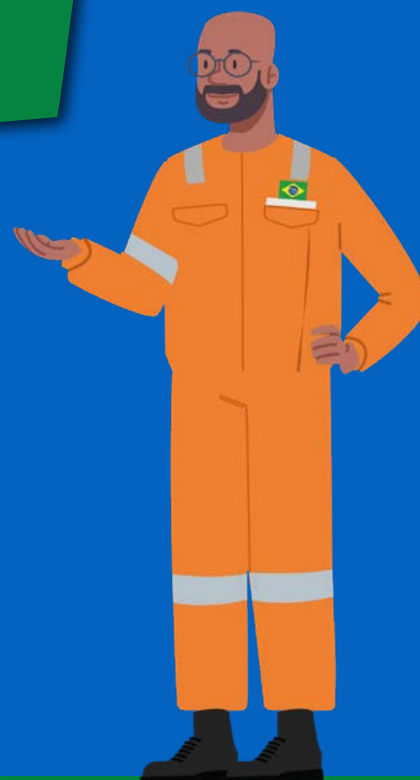
Um dos principais argumentos contrários refere-se à duração relativamente curta do Holoceno – cerca de 11.700 anos – quando comparada a outros períodos geológicos, que costumam se estender por milhões de anos. Além disso, não há consenso sobre quando exatamente o Antropoceno teria começado: alguns pesquisadores sugerem que seu marco inicial foi a Revolução Industrial, por volta de 1790, enquanto outros apontam os testes nucleares da década de 1950 como o verdadeiro ponto de variação. ⁶

Comentário de trabalhador



“Achei muito útil para a vida de todas as pessoas. É importante lembrar que nós, humanos, somos os maiores causadores da poluição, mas podemos evitar e melhorar toda a situação presente.”

"Assunto interessante, o Peat nos tira da rotina para levar a uma reflexão sobre o impacto do ser humano no planeta."



"Muito importante cada detalhe mencionado, que não é de conhecimento de todos e esclarece muita coisa sobre a importância da conscientização sobre o cuidado com o meio ambiente."



Capítulo 4

Geração de resíduos - Um legado transgeracional

À medida que a população mundial cresce, aumenta também a quantidade de resíduos gerada. Esse crescimento desordenado tem resultado em um acúmulo que se tornou um desafio de longo prazo, exigindo soluções que transcendem gerações. Sendo assim, exploraremos as complexidades da gestão de resíduos, e como nossas escolhas e ações moldarão o legado ambiental para as gerações futuras.

A gestão de resíduos é um dos grandes desafios ambientais do Brasil. De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2023, o país gerou aproximadamente 82,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos em 2022. Desse total, cerca de 90% foram coletados, mas apenas 4% passaram pelo processo de reciclagem. A maior parte dos resíduos coletados (60,2%) foi destinada a aterros sanitários, enquanto 24,4% ainda tiveram como destino lixões ou aterros controlados, onde a disposição é inadequada e prejudicial ao meio ambiente.

Nesse cenário, a destinação incorreta, especialmente de resíduos plásticos, gera impactos ambientais alarmantes. Materiais que não são reciclados ou tratados acabam em aterros, rios e oceanos, contribuindo para a poluição e colocando em risco a vida marinha. Além disso, devido à sua decomposição lenta, os plásticos liberam microplásticos, que podem se infiltrar na cadeia alimentar, ameaçando tanto a fauna quanto a saúde humana. A má gestão dos resíduos também contamina o solo e os lençóis freáticos, agravando problemas ambientais e de saúde pública.

Diante desses impactos, você já deve saber que os plásticos estão por toda parte, mas sabia que são especialmente os microplásticos que vêm sendo considerados um dos marcadores geológicos do Antropoceno? Além disso, os plásticos estão se tornando um novo habitat marinho para microrganismos. Muitos organismos unicelulares aderem a superfícies plásticas e formam uma fina camada conhecida como biofilme, que, por sua vez, cria condições ideais para a fixação de organismos maiores. Esse fenômeno de sucessão ecológica, que ocorre especificamente em superfícies plásticas, foi denominado de plastisfera.

O resíduo plástico mais comum no mundo é a bituca de cigarro. Quando descartada irregularmente, ela se decompõe sob a ação do sol e da umidade, liberando substâncias químicas tóxicas para a vida marinha, além de metais pesados e minúsculas fibras de acetato de celulose. Essas partículas são ingeridas por animais aquáticos e podem representar um risco para quem consome frutos do mar. Depois da bituca, os resíduos plásticos mais frequentes no ambiente incluem embalagens de alimentos, garrafas PET e sacolas plásticas.

As projeções atuais indicam que, mantido o ritmo atual de descarte de plásticos – cerca de 8 milhões de toneladas por ano –, até 2050 poderá haver mais plástico do que peixes nos oceanos. Caso nenhuma ação efetiva seja tomada, esse volume poderá dobrar até 2030 e quadruplicar até 2050.

Apesar dos números alarmantes, ainda há esperança. Medidas como a proibição de plásticos de uso único, o redesenho de embalagens com materiais biodegradáveis e programas de limpeza dos oceanos podem ajudar a reverter essa situação. Além disso, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas para remover não apenas grandes quantidades de plástico dos mares, mas também os perigosos microplásticos, garantindo um futuro mais sustentável para o planeta.^{7 8}

Comentário de trabalhador

“Excelente treinamento para conscientização sobre os descartes em lugares adequados, mostrando o estrago que pode ser causado ao meio ambiente e suas consequências.”



“Ótimo treinamento, me fez refletir sobre a importância da reciclagem de forma geral.”



Capítulo 5

Microplásticos – O desafio invisível

Por fim, chegamos a um dos desafios mais preocupantes do nosso tempo: os microplásticos. Quase invisíveis a olho nu, esses minúsculos fragmentos de plástico se infiltram silenciosamente nos oceanos, nos alimentos e até no ar que respiramos. Vamos explorar e analisar sua origem, os impactos na saúde humana e no meio ambiente, além da urgência de ações para conter sua disseminação. Será que ainda há tempo para evitar que os microplásticos se tornem uma marca permanente do Antropoceno – ou esse destino já está selado?

Os microplásticos são fragmentos de plástico com menos de 5 milímetros, formados pela fragmentação de pedaços maiores. Diferentemente dos compostos orgânicos, os plásticos, ao se degradarem, não se transformam em moléculas que são absorvidos pelos organismos vivos sem causar danos. As partículas resultantes dessa quebra não são digeridas nem convertidas em substâncias orgânicas, como ocorre com outros compostos, e podem prejudicar a saúde dos seres vivos de diversas formas.

Quando ingeridos por um animal, os microplásticos que não se fixam ao organismo podem levar até duas semanas para serem expelidos, um período significativamente maior do que o dos alimentos. Essas partículas já foram detectadas em todo o planeta, desde o topo do Monte Everest até correntes de ar e gotas de chuva.

Mas de onde vêm esses microplásticos?

Segundo modelos publicados no *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 84% dos microplásticos atmosféricos têm origem na poeira das estradas, seguidos pelo transporte pelo vento sobre os oceanos (11%) e pela poeira do solo agrícola (5%). Um dos grandes desafios é que essas partículas podem permanecer suspensas no ar por até uma semana, permitindo que viajem longas distâncias e até atravessem oceanos. Compreender a dimensão desses impactos é, portanto, uma prioridade.

Outro possível mecanismo de dispersão dos microplásticos são as brisas marítimas. Um estudo da Universidade de Toulouse identificou uma possível relação entre os plásticos presentes nos oceanos e sua dispersão para o ambiente terrestre por meio dos ventos. Os pesquisadores analisaram as brisas e detectaram microplásticos suspensos, sugerindo uma nova rota de contaminação que pode afetar diretamente os pulmões humanos.

Embora os bioplásticos tragam esperanças para um futuro mais sustentável, os plásticos já produzidos continuarão presentes nos ecossistemas da Terra por um longo tempo, perpetuando os desafios ambientais e de saúde pública associados à sua presença.⁹

Já é de conhecimento da comunidade científica que humanos ingerem essas partículas por meio da alimentação e da respiração, porém a nova técnica não identifica quais são os impactos causados por esses plásticos. Os tipos mais encontrados também foram identificados, sendo o tereftalato de polietileno (PET) e o bisfenol A (BPA), comumente encontrados em garrafas PET e embalagens plásticas de alimentos, segundo as pesquisas mais recentes. O BPA é altamente nocivo ao corpo humano, pois atua como um hormônio sintético, imitando o comportamento do estrogênio (principal hormônio sexual feminino), afetando assim o sistema endócrino. Além disso, está associado a diversos sintomas, como: infertilidade, tumores, problemas cardiovasculares, diabetes, ovário policístico e reações alérgicas.

Existe uma nova técnica desenvolvida por pesquisadores da Universidade Estadual do Arizona, nos Estados Unidos, por meio da qual é possível detectar microplásticos no corpo humano. Para entender o processo, a equipe de cientistas adicionou partículas conhecidas de plástico a tecidos do pulmão, fígado, baço e rim, visando estudar o avanço de doenças neurodegenerativas. Os resultados mostraram que os microplásticos podem ser detectados em todas as amostras.

Utilizando essa técnica, já é possível localizar microplásticos em órgãos de doadores e analisar seus estilos de vida, a fim de identificar possíveis padrões na quantidade de partículas observada em cada tipo de tecido. Além disso, foi desenvolvida e disponibilizada para cientistas do mundo todo uma técnica para a remoção dessas partículas, com o objetivo de criar um banco de dados mais abrangente sobre o acúmulo de microplásticos no organismo humano e identificar os tipos mais frequentes.^{10 11}

No Brasil, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná identificaram, em um estudo inédito, rochas formadas pela fusão de materiais plásticos com areia e fragmentos rochosos, denominadas plastiglomerados. Essas formações foram descobertas pela primeira vez no país na Ilha de Trindade, localizada a 1.140 km de Vitória, no Espírito Santo, sendo a ilha brasileira mais distante do continente.

A ilha é uma área de preservação com acesso restrito pela Marinha, o que evidencia a abrangência e a intensidade das ações humanas. Mesmo sendo uma ilha de difícil acesso, o plástico descartado em diversas áreas do planeta já ameaça a biodiversidade local, pois, ao se fundir com a areia, pode ser ingerido por tartarugas e aves que habitam a área. A região é conhecida, ainda, por concentrar a maior área de desova de tartarugas-verdes do país.

Durante dois meses de coletas na ilha, a doutoranda Fernanda Avelar Santos observou a presença de um sedimento esverdeado próximo à área de desova. Após coletar o material e analisá-lo em laboratório, identificou sua composição predominantemente plástica, especialmen-

te cordas de pesca fundidas às rochas, trazidas por correntes marinhas de outras regiões. O plástico aderiu às camadas superficiais de rocha e areia, formando amálgamas que dificultam quase totalmente a separação dos materiais.

As análises indicaram que o material coletado tem entre uma e duas décadas, o que surpreendeu a pesquisadora pela rapidez de sua formação. Segundo ela, o processo ocorre em três etapas, todas impulsionadas, por ações humanas: a disponibilidade de lixo plástico no ambiente marinho ou costeiro; a deposição desse lixo na praia (muitas vezes reunido por pessoas para descarte ou fogueiras); e o aumento da temperatura provocado pelo fogo, que derrete o plástico e possibilita sua fusão com os sedimentos, originando o chamado “cimento plástico” e, conseqüentemente, essas rochas.

O estudo é pioneiro no Brasil e, em nível mundial, é o primeiro a identificar a presença de diferentes tipos de plástico em um mesmo local. O primeiro registro desse fenômeno foi descrito no Havaí, em 2014.

A descoberta serve como um alerta para as consequências das atividades humanas em um ambiente de extrema importância ecológica. Além de ser o único local de reprodução da tartaruga-verde nas ilhas oceânicas brasileiras, a região também abriga inúmeras aves que utilizam o local para nidificação.

Segundo Fernanda Avelar Santos, “A ilha reflete o que chega nela e o que está no mar como um todo. Como sociedade, mostra que é preciso fazer alguma coisa para garantir o descarte correto desses materiais. É muito triste você encontrar em um paraíso esse tipo de coisa. É chocante, de certa forma”.¹²

Comentário de trabalhador

“Temas interessantes e trouxe novidades que realmente não conhecia, como a questão das rochas com plástico.”



Desafios do desperdício

No meio do deserto do Atacama, no norte do Chile, próximo à fronteira com o Peru, existem imensos montes cinzentos. À distância, parecem apenas formações de entulho, mas, ao nos aproximarmos, é possível perceber que se trata de pilhas gigantescas de roupas, cobrindo uma área de aproximadamente 300 hectares – o equivalente a 420 campos de futebol. Esses tecidos, inexplicavelmente abandonados no deserto, vêm dos Estados Unidos, da Europa e da Ásia, enviados ao Chile para revenda, muitas vezes sem condições de uso.

Diariamente, caminhões carregados de roupas usadas entram e saem da Zona Franca de Iquique, conhecida como Zofri. O local abriga mais de mil empresas que operam sob um regime de isenção fiscal, incluindo ao menos 50 importadoras que recebem dezenas de toneladas de peças de segunda mão para distribuição em todo o Chile. Esse comércio, embora totalmente legalizado, movimenta uma quantidade impressionante de resíduos. Segundo o Observatório de Complexidade Econômica (OEC), o Chile recebe cerca de 90% das importações de roupas usadas na América do Sul.

Grande parte das peças é arrecadada por instituições de caridade em países desenvolvidos e destinada à doação. No entanto, aquelas que não são aproveitadas acabam descartadas ou enviadas para países como Chile, Índia e Gana. Como chegam em condições variadas e embaladas em grandes sacos, é necessário classificá-las: roupas impecáveis, roupas com pequenos defeitos e peças mais deterioradas, mas ainda utilizáveis. Autoridades acreditam que muitas dessas roupas, incluindo as da terceira categoria, são descartadas, e cerca de 60% do volume importado acaba nos lixões clandestinos.

O prefeito de Alto Hospício, Patricio Ferreira, afirma que importadores contratam caminhoneiros para despejar roupas em locais não regulamentados. Ambulantes da região relatam que comprem sacos fechados de roupas na Zona Franca para revenda, sem qualquer garantia de qualidade, e que boa parte do material, sem valor comercial, acaba no lixo.

Além do desperdício, o impacto ambiental desse descarte é alarmante. A indústria têxtil, uma das maiores consumidoras de água no mundo, é também a segunda maior emissora de gás carbônico, perdendo apenas para a indústria petrolífera. Outro problema crítico é a composição dessas peças: muitas contêm poliéster, um plástico derivado do petróleo que se degrada em microplásticos, contaminando o solo e o ar. Os frequentes incêndios nesses lixões, que podem durar de dois a dez dias, agravam ainda mais a situação, afetando principalmente as populações pobres que vivem em barracos na região.

Atualmente, há tentativas de barrar o descarte ilegal de roupas por meio de regulamentações, mas a falta de recursos para fiscalização facilita o acúmulo desse material de forma irregular.¹³

Comentários de trabalhadores:



"Como engenheira ambiental, é gratificante ver que esse tipo de conteúdo. É muito bem explicado e trazido para dentro do nosso ambiente de trabalho. Muito obrigada!"

"Perfeito por conscientizar os funcionários de empresas e, conseqüentemente, levar o conhecimento para outras pessoas no ambiente familiar."



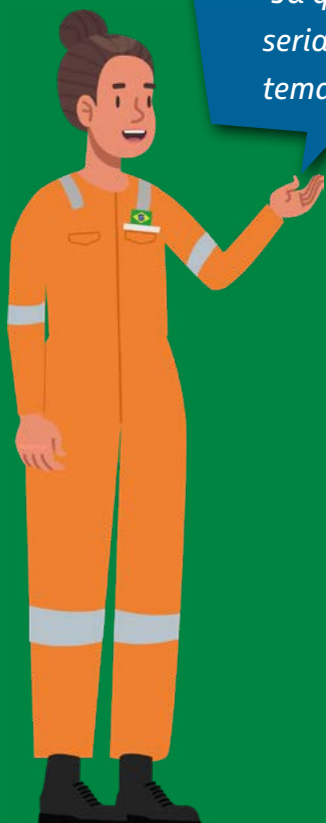
"Ótimo treinamento, foi muito bem aproveitado e o aprendizado será levado tanto para a vida profissional quanto para a vida pessoal."



"Muito bom o treinamento! Inspirador e motivador para buscarmos a mudança de hábitos no trabalho e na vida!"



"Já quero o Módulo 2. Perfeito. Mais tempo e mais detalhes seriam ótimos. Já vou aplicar... Não tinha visto ainda o tema com essa visão. Muito obrigado!"



PARTE 2

NAVEGANDO RUMO A UM FUTURO SUSTENTÁVEL



Capítulo 6

Preservação de espécies – Proteger a biodiversidade

Imagine um mundo vibrante, onde a vida se entrelaça em uma complexa e harmoniosa tapeçaria, e cada espécie desempenha um papel essencial no equilíbrio dos ecossistemas. Neste capítulo, exploramos a importância da biodiversidade e as estratégias para proteger as espécies ameaçadas. Da preservação de habitats à implementação de programas de conservação, veremos como cada ação, por menor que pareça, contribui para a manutenção da diversidade biológica e para a saúde do planeta.

De acordo com dados da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, na sigla em inglês), mais de 46 mil espécies estão atualmente classificadas em algum nível de ameaça de extinção.

Essas categorias incluem:

- Dados insuficientes;
- Pouco preocupante;
- Quase ameaçado;
- Vulnerável;
- Em perigo;
- Criticamente em perigo;
- Extinto na natureza;
- Extinto;
- Não avaliado.

Os números crescem constantemente, abrangendo quase todos os grupos de seres vivos estudados, como mamíferos, aves, plantas e invertebrados.

Esse cenário reflete um dos impactos da era do Antropoceno. Além das transformações na estrutura física do planeta, a biodiversidade enfrenta uma crise sem precedentes, caracterizada como a sexta grande extinção em massa. O avanço humano sobre áreas naturais reduz os habitats de inúmeras espécies, colocando-as em risco. Alterações globais também contribuem para a inviabilidade de diversos biomas: a perda de gelo nos polos ameaça diretamente espécies como ursos-polares e pinguins, enquanto a redução das áreas alagadas nos pantanais compromete a sobrevivência de inúmeras espécies de mamíferos, répteis, peixes e outros organismos.¹⁴

O último levantamento nacional do ICMBio, que foi entre 2015 e 2021, identificou 1.249 espécies de animais ameaçadas de extinção em todo o território brasileiro, abrangendo tanto vertebrados quanto invertebrados. Esse número reflete a crescente pressão da ocupação humana sobre áreas naturais, resultando na perda de habitat para inúmeras espécies e, consequentemente, em seu desaparecimento.

É fundamental destacar o impacto sobre os ecossistemas aquáticos, tanto continentais (águas doces) quanto oceânicos. Cada um desses ambientes enfrenta ameaças específicas: rios e lagos sofrem com o despejo de esgoto, que leva à eutrofização, e com o desmatamento das matas ciliares, responsável pelo assoreamento. Nos oceanos, por sua vez, o aumento da temperatura média global, a acidificação das águas, a sobrepesca e a poluição – especialmente por plásticos – agravam ainda mais a crise da biodiversidade marinha.

Para uma perspectiva global, considerando os 195 países atualmente reconhecidos, cada nação teria, em média, entre 235 e 236 espécies ameaçadas de extinção. O Brasil, entretanto, apresenta aproximadamente cinco vezes esse valor. Esse dado revela dois aspectos importantes: primeiro, que o país ainda abriga uma biodiversidade excepcional, superior à de muitas outras nações; segundo, que a perda de espécies ocorre em um ritmo alarmantemente, evidenciando o avanço descontrolado sobre áreas que deveriam estar preservadas.^{15 16 17}

A 15ª Conferência das Partes das Convenções sobre Diversidade Biológicas das Nações Unidas (COP 15), realizada em Montreal, no Canadá, se destacou entre as diversas conferências e acordos internacionais por finalmente estabelecer metas concretas e compromissos sérios para a preservação da biodiversidade global. O principal objetivo é garantir que, até o ano de 2050, a humanidade viva em harmonia com o meio ambiente. Para alcançar essa meta ambiciosa, foram definidas vinte e três metas intermediárias, entre as quais se destacam:

- A conservação e restauração de 30% das terras do planeta, excluindo áreas como montanhas, desertos, zonas urbanas e terras destinadas à produção de alimentos;
- A redução a zero (ou próximo disso) da perda de áreas com alta biodiversidade, com foco no combate ao desmatamento;
- A diminuição pela metade do desperdício global de alimentos, atualmente estimado em cerca de 40%;
- O corte de subsídios a atividades de alto impacto ambiental, com ampliação dos investimentos em práticas sustentáveis;
- O aumento do investimento em países em desenvolvimento, incentivando a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais;
- O reforço da transparência sobre os impactos ambientais das atividades de empresas transnacionais.

Essas diretrizes representam um avanço significativo na agenda ambiental global, estabelecendo um caminho concreto para a proteção da biodiversidade e a construção de um futuro mais sustentável.^{18 19}

PROJETOS QUE FAZEM A DIFERENÇA

Florestas de Valor

Com o objetivo de destacar as iniciativas de preservação de regiões e espécies no Brasil, apresentamos alguns projetos que fazem a diferença, muitos deles com o apoio da Petrobras.

Entre eles, destaca-se o **Projeto Florestas de Valor**, uma iniciativa do Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (Imaflora). Esse projeto reúne ações voltadas para a conservação das florestas, o uso sustentável dos recursos naturais e o incentivo à agricultura regenerativa, integrando todas essas frentes em um único programa.

Como exemplo de bioeconomia para a conservação da Floresta Amazônica, o Projeto Florestas de Valor é desenvolvido em municípios do Pará e Amazonas e busca utilizar a floresta de forma sustentável, promovendo a comercialização de produtos não madeireiros, como castanha-do-pará, açaí, cacau, cupuaçu, óleo de copaíba e andiroba. Além disso, a iniciativa investe na capacitação e conscientização das comunidades locais, ampliando a comercialização e o mercado para esses produtos.

Na área de restauração florestal, o projeto contribui para a manutenção dos estoques de carbono por meio da implementação e preservação de sistemas produtivos sustentáveis. Como essas áreas não passam por queimadas para “limpeza”, evita-se a liberação de carbono na atmosfera, fortalecendo a mitigação das mudanças climáticas.

O projeto também facilitou a formação de parcerias comerciais entre comunidades e empresas, possibilitando a inclusão dos produtos no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Esse programa determina que pelo menos 30% dos itens da merenda escolar sejam adquiridos da agricultura familiar, garantindo uma demanda fixa e previsível para os produtos fornecidos pelo próprio projeto.

Com o apoio da Petrobras, foi possível implementar mais de 300 hectares de agroecologia e agricultura de baixo carbono, ampliando o alcance da iniciativa e agregando valor à floresta. Além disso, a iniciativa gerou um retorno de aproximadamente R\$3.200.000,00 (três milhões e duzentos mil reais) para as comunidades envolvidas e contribuiu para a captura de cerca de 15.600.000 t (quinze milhões e seiscentas mil toneladas) de dióxido de carbono equivalente (tCO₂).^{20 21 22}

Aves Migratórias

Fundado em 2003, após a descoberta de populações ameaçadas de maçaricos no Ceará, o projeto tem como foco o monitoramento de cinco espécies de aves migratórias que utilizam o Brasil como lar temporário.

O objetivo é acompanhar as áreas onde essas aves se alimentam e descansam durante sua passagem pelo território nacional. Com esse mapeamento, torna-se possível propor políticas públicas para a proteção desses locais, por meio do Plano de Ação Nacional para Conservação das Aves Limícolas Migratórias.

Ao longo dos anos, o projeto estabeleceu importantes parcerias e recebeu apoio de instituições como o *U.S. Fish & Wildlife Service*, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio/CEMAVE) e a ONG SAVE Brasil.

Inicialmente, sua área de atuação abrangia todo o litoral do Nordeste, mas, com a parceria da Petrobras, o alcance foi ampliado para incluir também a margem equatorial, cobrindo quase metade do litoral brasileiro.²³

Projeto Costão Rochoso

Os costões rochosos são formações costeiras que servem como uma interface entre o mar e a terra, desempenhando um papel importante e essencial na biodiversidade marinha. Essas áreas abrigam uma grande variedade de organismos que se fixam nas rochas devido à ação das ondas, como algas, mexilhões e cracas, além de servirem de habitat natural para outras espécies, como caranguejos, ouriços e baratas-da-praia.

O **Projeto Costão Rochoso** tem como foco as formações rochosas do litoral de Arraial do Cabo (RJ), que oferecem abrigo para uma rica biodiversidade marinha. A iniciativa busca conhecer e preservar esses ecossistemas por meio do monitoramento de espécies nativas e invasoras, prevenindo potenciais ameaças ao equilíbrio ambiental. A área estudada vai desde a zona completamente seca até a totalmente submersa.

Com o apoio da Petrobras, o projeto foi ampliado para incluir o estudo das tartarugas marinhas e seu habitat. Esses animais utilizam apenas a parte submersa do costão para se alimentar de algas marinhas e medusas, o que ajuda no controle das suas populações e, consequentemente, evita desequilíbrios ecológicos. Embora não ocupem a parte seca das rochas, as tartarugas realizam a postura de ovos nas faixas de areia próximas, área que passou a ser monitorada pela iniciativa.

Dado o alto interesse ambiental, turístico, pesqueiro e marisqueiro da região, além da sua relevância para a Marinha do Brasil, é fundamental promover ações de conscientização ambiental entre os frequentadores do local. Com o apoio da Petrobras, o projeto também desenvolveu campanhas educativas, voltadas tanto para a comunidade local quanto para grupos turísticos, reforçando a importância da preservação desse ecossistema.²⁴

"Acredito que abordar mais projetos, mostrando os existentes, influencia ainda mais a desenvolver o lado de todos. Foi um belo acréscimo do último Peat."



Instituto Baleia Jubarte

As baleias são frequentemente chamadas de “jardineiras do mar”, pois desempenham um papel fundamental no ciclo de nutrientes dos oceanos. Durante suas migrações, se alimentam de grandes quantidades de plâncton em regiões polares e, ao se deslocarem para águas tropicais, liberam esses nutrientes por meio das fezes e urina, enriquecendo ecossistemas marinhos. Além disso, quando morrem, seus corpos transportam uma enorme quantidade de matéria orgânica para o fundo do oceano, beneficiando organismos que vivem em áreas com baixa disponibilidade de nutrientes.

Por séculos, diversas espécies de baleias foram alvo de caça predatória, o que levou a uma perigosa redução de suas populações em várias regiões do planeta. Somente com a proibição internacional da caça comercial, em 1986, essas espécies tiveram uma chance real de recuperação. A partir desse período, projetos voltados para a proteção e conservação das baleias ganharam força, tanto na esfera governamental quanto na sociedade civil.

Com o fim da caça, outros desafios enfrentados pelas baleias se tornaram mais evidentes, como o número crescente de animais encontrados com plástico no estômago, os emaranhamentos em redes de pesca e as colisões com embarcações. Para mitigar esses impactos, o Instituto Baleia Jubarte foi criado em 1988 e, ao longo dos anos, ampliou sua atuação, incorporando diversas tecnologias e metodologias, entre elas:

- Identificação individual de baleias por meio de imagens;
- Coleta de biópsias com dardos para análises genéticas e de saúde;
- Estudos de bioacústica, monitorando as vocalizações dos animais;
- Uso de drones para acompanhamento remoto;
- Censos aéreos para estimativas populacionais.

Além das atividades de pesquisa e monitoramento, o projeto mantém espaços interativos para visitação nos estados da Bahia, Espírito Santo e São Paulo, onde a população pode acessar informações sobre a importância da conservação das baleias e os desafios que elas enfrentam. O projeto também promove passeios de observação, seguindo rigorosamente as diretrizes estabelecidas no Manual para Observação de Baleias da Comissão Internacional da Baleia, garantindo que essa experiência ocorra de forma segura e sustentável.²⁵

Comentário de trabalhador



“Embarco há 21 anos e nunca vi tantas jubartes como nos meus últimos embarques. Realmente os trabalhos em preservação tem surtido efeito.”

Projeto Tamar

O **Projeto Tamar** teve sua origem em 1977, quando estudantes da Universidade Federal do Rio Grande participaram de uma expedição ao Atol das Rocas. Durante a viagem, pescadores que acompanhavam o grupo mataram onze tartarugas-marinhas de uma só vez, o que chocou profundamente os alunos. Indignados, eles registraram a cena e anexaram as imagens em relatórios que foram encaminhados às autoridades federais competentes. Esse episódio serviu como um alerta para a necessidade urgente de proteger os ecossistemas marinhos, levando à criação do Projeto Tamar, em 1980.

Desde então, o projeto atua na conscientização ambiental e na proteção dos locais de desova das tartarugas-marinhas, estando presente em 23 localidades do território brasileiro, entre áreas costeiras e ilhas oceânicas. Como resultado desse trabalho contínuo, as populações das cinco espécies de tartarugas-marinhas que ocorrem no Brasil vêm crescendo ano após ano. Além disso, diversas pesquisas científicas foram publicadas com base nos dados coletados pelas equipes do Tamar.

O projeto também investe na capacitação de pescadores, reduzindo os incidentes com tartarugas por meio da adoção de metodologias diferenciadas e substituição de equipamentos de

pesca. Outra importante frente de atuação é o monitoramento via telemetria, iniciado em 2001, com o uso de transmissores via satélite para acompanhar os deslocamentos das tartarugas. Os dados revelaram que, embora muitas retornem para desovar em território nacional, algumas migram para locais tão distantes quanto a Argentina ou a costa do continente africano.

Após mais de 40 anos de trabalho ininterrupto, o Projeto Tamar já devolveu ao mar mais de 25.000.000 (vinte e cinco milhões) de filhotes de tartarugas-marinhas. Embora esse número pareça expressivo, as próprias estimativas do projeto indicam que apenas um ou dois filhotes, a cada mil nascidos, chegam à fase adulta, evidenciando os desafios enfrentados por essas espécies em seu ciclo reprodutivo.²⁶

Por que precisamos nos preocupar com uma espécie? Essa é uma pergunta muito importante que precisamos fazer.

Qual o valor de uma espécie?

Ao falar sobre a necessidade de proteger o meio ambiente, é fundamental lembrar que cada espécie desempenha um papel essencial na manutenção do equilíbrio ecológico. Mesmo aqueles organismos que podem parecer insignificantes, como insetos, têm funções vitais dentro do ecossistema. Um único inseto pode ser a base alimentar de diversas espécies maiores, que, por sua vez, sustentam outras, formando uma cadeia interligada.

Para ilustrar essa interdependência, trazemos um caso emblemático que ilustra como o desaparecimento de uma única espécie foi capaz de alterar o curso dos rios.

Essa história tem início no Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos, o parque nacional mais antigo do mundo, criado em 1872 e localizado entre os estados de Wyoming, Montana e Idaho. O parque foi estabelecido com o objetivo de conter o avanço do desmatamento, mas a ocupação humana seguiu crescendo em seus arredores, tanto para a construção de moradias quanto para a criação de animais. Como os lobos eram nativos da região, passaram a caçar os animais domésticos e, ocasionalmente, atacar pessoas. Diante disso, os moradores iniciaram a caça aos lobos, agravando ainda mais a situação. Em 1918, visando proteger as populações de alces, o próprio diretor do parque autorizou a caça sistemática de lobos e pumas por agentes do local. Como resultado, até 1926, 122 lobos haviam sido abatidos.

A extinção dos lobos em Yellowstone gerou um efeito cascata no ecossistema. Sem seu principal predador, as populações de herbívoros, como os cervos, cresceram descontroladamente. Além disso, carnívoros menores, como os coiotes, que antes eram regulados pelos lobos, passaram a dominar o topo da cadeia alimentar. No entanto, ao contrário dos lobos, os coiotes não eram predadores eficientes de grandes herbívoros, permitindo que as populações de cervos e alces se multiplicassem sem controle.

Os impactos dessa mudança foram profundos. Com um número excessivo de herbívoros, a

vegetação do parque sofreu severamente: gramíneas, arbustos e brotos de árvores foram devorados antes que pudessem se regenerar. A falta de vegetação reduziu a umidade do solo, intensificou a erosão e alterou drasticamente o curso dos rios. Sem raízes para estabilizar as margens, diversas ramificações dos rios secaram, modificando toda a paisagem ao redor.

A solução para essa degradação veio com a reintrodução dos lobos em Yellowstone, mesmo que em um número reduzido. Com isso, as populações de cervos diminuíram, mas, além da queda numérica, seu comportamento também mudou: passaram a evitar áreas mais expostas, permitindo que a vegetação dessas regiões se regenerasse. Com o tempo, o ecossistema começou a recuperar seu equilíbrio.

A redução da população de coiotes, novamente pressionada pelos lobos, resultou no aumento de coelhos, roedores e raposas. Árvores frutíferas voltaram a prosperar, atraindo mais pássaros, que contribuíram para a dispersão de sementes. Aves carniceiras se beneficiaram das sobras deixadas pelos lobos, ampliando ainda mais a diversidade da fauna local.

Com o crescimento das árvores de grande porte, a população de castores também aumentou. Assim como os lobos, os castores desempenham um papel essencial na engenharia do ambiente, construindo represas e áreas alagadas que se tornaram habitat de outros roedores, anfíbios e peixes. Os ursos, por sua vez, também aumentaram em número, aproveitando tanto as sobras da caça dos lobos quanto a disponibilidade de presas menores, incluindo os filhotes de cervos.

Por fim, com a regeneração da vegetação e a estabilização do solo, a erosão foi reduzida e, consequentemente, o curso original dos rios foi restabelecido.

Essa história emblemática reforça a importância de cada espécie dentro de um ecossistema e como a interferência humana pode desencadear efeitos inesperados e devastadores.^{27 28}

Comentário de trabalhador

"Gostei bastante até porque havia dados que desconhecia. O assunto é muito importante e ficar sabendo da real situação existente é muito importante."



Curiosidade

Ainda abordando a importância da preservação das espécies, é fundamental destacar os impactos secundários da interferência humana no meio ambiente. Um exemplo preocupante é a dispersão de um fungo aquático, facilitada pela ação humana, que tem se espalhado por diversos ambientes aquáticos no Brasil e em regiões vizinhas. Esse fungo tem sido responsável pela morte de inúmeros anfíbios, e estima-se que, apenas no Brasil, cerca de 50 espécies tenham sido afetadas, das quais 12 foram extintas e 38 estão em declínio.

Acredita-se que a origem desse fungo esteja nas criações de rãs-touro, que carregam o patógeno sem manifestar sintomas. Com a expansão dos criadouros, diversos corpos d'água foram contaminados, expondo outros anfíbios desprovidos de resistência ao fungo.

A extinção dessas espécies gera um efeito cascata nos ecossistemas, incluindo o descontrole populacional de insetos antes mantidos sob equilíbrio por esses predadores naturais.

Como consequência, insetos como o *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, febre amarela, chikungunya e zika, podem se proliferar descontroladamente, aumentando o risco de surtos dessas e de outras doenças.

Diante desse cenário, medidas como o uso de carros fumacê tornam-se necessárias, afetando não apenas os insetos vetores de doenças, mas também outras espécies inofensivas e essenciais para a manutenção dos ecossistemas.²⁹

Capítulo 7

Transição energética e descarbonização – O caminho para um futuro limpo

À medida que a humanidade avança, a necessidade de uma transição energética se torna cada vez mais urgente. Neste capítulo, exploraremos a migração dos combustíveis fósseis para fontes de energia renovável, analisando o processo de descarbonização e as tecnologias inovadoras que estão transformando a maneira como produzimos e consumimos energia.

A energia é o motor do desenvolvimento humano, impulsionando o progresso desde os primórdios da civilização até os dias atuais. Ao longo da história, nossa relação com a energia moldou sociedades, impulsionou avanços tecnológicos e redefiniu a forma como vivemos. No entanto, enfrentamos um momento decisivo: a transição rumo a uma matriz energética sustentável tornou-se essencial, a fim de assegurar um futuro habitável e equilibrado às próximas gerações.

A matriz energética do Brasil e do mundo

A matriz energética global ainda é amplamente dominada por combustíveis fósseis, como petróleo, gás natural e carvão. Embora essas fontes tenham impulsionado a industrialização, também são as principais responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa.

Em contraste, o Brasil se destaca no uso de energias renováveis. Cerca de 85% da eletricidade gerada no país provém de fontes limpas, como hidrelétricas, energia solar e eólica – percentual significativamente superior à média mundial, em que aproximadamente 30% da eletricidade tem origem renovável.

A forte dependência global de combustíveis fósseis evidencia a urgência de diversificar as matrizes energéticas, com investimentos em tecnologias mais limpas e acessíveis, a fim de impulsionar uma transição energética sustentável.^{30 31}

Comentário de trabalhador



“Conteúdos de sustentabilidade são ótimos para termos uma visão inovadora e mais conservadora do meio ambiente.”

Escala de Kardashev e o futuro energético

A Escala de Kardashev é uma classificação teórica proposta pelo astrofísico russo Nikolai Kardashev, que caracteriza as civilizações com base na quantidade de energia que são capazes de controlar e utilizar. Segundo essa perspectiva, em um futuro ideal, uma civilização de Tipo I teria domínio total sobre toda a energia disponível em seu planeta de origem. No estágio atual, a humanidade ainda se encontra entre os níveis 0 e I, demonstrando progressos em eficiência energética, mas ainda distante de uma utilização plena e sustentável dos recursos naturais da Terra.

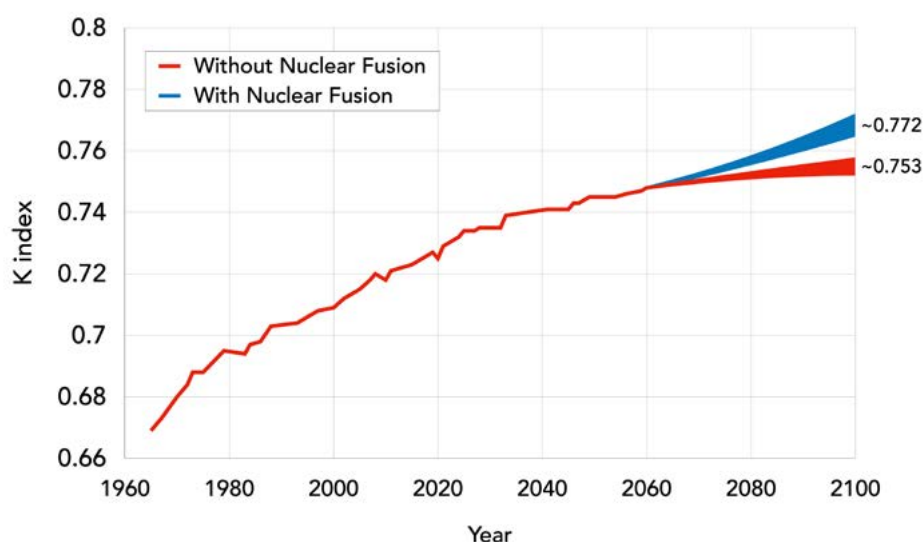


Figura 7: Previsão do progresso da civilização humana [s.d]

Esse conceito enfatiza a relevância de ampliar nossa capacidade de aproveitamento energético de forma responsável, sem comprometer o equilíbrio ecológico. Nesse cenário, a transição para fontes de energia mais limpas e renováveis representa um passo importante rumo a um futuro mais avançado e sustentável.

Linha do tempo da história da energia no planeta Terra

Ao longo da história, o acesso à energia tem sido um fator determinante para o desenvolvimento humano. Desde o surgimento da humanidade, o domínio do fogo constituiu o primeiro marco significativo, permitindo cozinhar alimentos, aquecer abrigos e afastar predadores. Com o advento da agricultura, a energia passou a ser extraída de forma mais direta do ambiente, utilizando a força animal e fontes naturais para arar a terra e irrigar plantações. Esse período marcou o início da transformação de ecossistemas naturais em ambientes moldados pelas necessidades humanas.

A Revolução Industrial trouxe uma mudança profunda. A introdução do carvão como principal fonte de energia viabilizou a mecanização em larga escala, impulsionando a urbanização e ampliando a produção. No entanto, essa dependência de combustíveis fósseis deu início a uma era de elevadas emissões de carbono, que ainda hoje impactam o clima global.

Com a descoberta do petróleo no século XIX, novas possibilidades se abriram. O petróleo possibilitou o desenvolvimento de motores de combustão interna, revolucionando o transporte e a indústria química. Apesar dos avanços, essa fase intensificou ainda mais a liberação de gases de efeito estufa na atmosfera.

Cada avanço energético ampliou a capacidade de inovação tecnológica. A eletricidade, por exemplo, permitiu a criação de dispositivos que transformaram a comunicação, a medicina e a ciência. Contudo, esses avanços vieram acompanhados do aumento contínuo das emissões de carbono. A dependência de combustíveis fósseis – como carvão, petróleo e gás natural – moldou o progresso econômico, mas gerou desafios climáticos de escalas globais.

Hoje, estamos em uma encruzilhada. A transição para fontes de energia renovável representa não apenas a oportunidade de reduzir as emissões de carbono, mas de avançar para um modelo de desenvolvimento mais equilibrado e sustentável. A trajetória energética da humanidade revela uma busca contínua por novas fontes, ao mesmo tempo nos alerta sobre a necessidade urgente de alinhar progresso e preservação ambiental.

Energia: todo uso tem um custo

O uso de energia é essencial para o desenvolvimento humano e o funcionamento da sociedade moderna, mas envolve um custo ambiental significativo: a emissão de carbono. Atividades como acender uma lâmpada, operar indústrias ou transportar mercadorias demandam emissões de gases de efeito estufa. Esses gases, principalmente o dióxido de carbono (CO₂), são liberados em grande parte devido à queima de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural, fontes que ainda dominam a matriz energética global.

Esse impacto acumulado ao longo das décadas contribuiu para um desequilíbrio no ciclo natural do carbono. A Terra possui mecanismos de absorção, como florestas, oceanos e solos, que atuam como sumidouros de carbono. No entanto, esses sistemas têm capacidade limitada, estimada em cerca de 1 bilhão de toneladas por ano. Em contrapartida, a humanidade emitiu mais de 36 bilhões de toneladas de carbono somente no ano de 2025, gerando um excedente de gases na atmosfera que não pode ser absorvido naturalmente.

Esse excesso de carbono permanece na atmosfera, intensificando o efeito estufa e contribuindo para o aquecimento global. O resultado inclui mudanças climáticas mais aceleradas, maior frequência de eventos extremos, prejuízos à biodiversidade e aos ecossistemas. É nesse contexto que a transição energética torna-se indispensável.

Reduzir a dependência de combustíveis fósseis e ampliar o uso de fontes renováveis – como solar, eólica e hidrelétrica – são medidas fundamentais para diminuir as emissões de carbono. A transição energética não apenas mitiga impactos ambientais, mas abre espaço para reestruturar a matriz energética global em direção a um futuro mais sustentável. Sem ações consistentes, continuaremos a acumular carbono na atmosfera, ultrapassando os limites planetários e comprometendo as condições de vida na Terra para as gerações futuras.

Descarbonização

A descarbonização é uma necessidade global para enfrentar as mudanças climáticas e garantir a sustentabilidade. No entanto, o percurso para alcançá-la varia entre os países. Cada nação dispõe de recursos naturais, capacidades tecnológicas e contextos econômicos próprios, que orientam suas estratégias.

Países com abundância de sol e vento tendem a priorizar energia solar e eólica; aqueles com extensas áreas florestais podem investir em soluções baseadas na natureza. Além disso, economias desenvolvidas – historicamente responsáveis por maiores volumes de emissões – têm a responsabilidade ampliada de liderar a transição, enquanto países em desenvolvimento precisam conciliar metas climáticas com desafios como a erradicação da pobreza e a ampliação do acesso à energia.

Essa diversidade de contextos exige cooperação global e abordagens flexíveis, para que a transição energética seja justa e eficaz para todos.³²



“Talvez no futuro, o petróleo seja usado para fins mais nobres do que simplesmente matriz energética.”

Capítulo 8

Antropoceno – Ações sustentáveis para um planeta em transformação

Estamos vivendo no Antropoceno, uma era marcada pelo impacto significativo da humanidade no planeta. Este capítulo aborda ações sustentáveis que podemos adotar para minimizar nossa pegada ecológica. Desde práticas agrícolas regenerativas até o uso eficiente dos recursos naturais, discutiremos como cada indivíduo e comunidade podem contribuir para um futuro mais sustentável. Serão apresentados exemplos inspiradores de como inovação e responsabilidade ambiental podem andar de mãos dadas.

Sustentabilidade

Considerando que somos mais de 8 bilhões de pessoas no mundo, como garantir qualidade de vida sustentável para todos? A questão não se limita à energia; é preciso pensar também nos demais aspectos como a alimentação, saneamento básico, transportes e educação, entre outros aspectos

Se quisermos garantir um futuro sustentável, todos os aspectos da vida precisam incorporar esse princípio, sobretudo porque os recursos naturais são finitos. Nesse contexto, os “R’s” da sustentabilidade – repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar – precisam ser aplicados.

Além disso, as políticas públicas que estruturam esses serviços precisam considerar o custo ambiental de se estruturar toda essa rede. A única forma de atender à demanda causada pelo constante aumento populacional é mantendo constantes revoluções no modo de produção.

Agricultura

A agricultura em si já representou uma revolução para a nossa espécie, mudando drasticamente nosso modo de viver no planeta. Deixamos de ser nômades e nos tornamos sedentários, estabelecendo comunidades ao redor das áreas de cultivo. Posteriormente, uma nova transformação ocorreu com a introdução das máquinas, que ampliaram a produtividade e reduziram a mão de obra necessária para as atividades.

A chamada revolução química nos permitiu a produção de fertilizantes artificiais, os quais, por sua vez, possibilitaram um crescimento acelerado das plantações ao fornecerem nutrientes de rápida absorção – além de serem produzidos de forma mais rápida. Os agrotóxicos também

conferiram vantagem aos produtores contra os agentes patogênicos, insetos e ervas daninhas. Contudo, com o avanço dos estudos, tornaram-se evidentes os impactos ambientais e à saúde associados a essas substâncias, o que levou a movimentos de proibição do uso em diversos países na Europa. Com isso, mais uma vez foi necessário mudar a lógica do campo, o que nos levou à terceira revolução, que representa a manipulação genética das sementes.

A chamada Revolução Verde promoveu a seleção genética de características mais vantajosas para cada tipo de cultivo. Ao decifrar o genoma das plantas, tornou-se possível desenvolver variedades mais resistentes e produtivas, reduzindo perdas. Com isso, diversos países produtores passaram da escassez de alimentos à condição de exportadores, como México, Índia e Paquistão.

Essas diversas mudanças nos permitiram alimentar um número cada vez maior de pessoas e a reduzir a necessidade do uso de terras, o que levou a uma queda no desmatamento. Apenas no Brasil, entre os anos de 1980 e 2021, a produtividade agrícola aumentou em 400%, segundo os dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Ainda assim, esse progresso não ocorreu sem um custo ambiental.

Atualmente, sabe-se que os fertilizantes liberam óxido nitroso, um gás de efeito estufa 300 vezes mais potente que o CO₂. Além disso, a produção agrícola responde por aproximadamente 37% das emissões atmosféricas globais anuais – um impacto superior ao da aviação e do transporte marítimo somados.³³

Comentário de trabalhador

“É muito importante ficar sabendo de tudo o que está acontecendo no nosso planeta, e ajudar a preservar.”



Ações internacionais

Com o objetivo de tornar a agricultura uma atividade mais sustentável, China e Brasil firmaram acordos que visam ampliar a sustentabilidade na produção agropecuária, considerando que ambos representam potências mundiais no setor e que essa atividade gera impactos ambientais significativos.

A China adota estratégias mais voltadas aos aspectos tecnológicos da produção, priorizando a adoção de tecnologias verdes e de baixo carbono, o aumento da eficiência no uso de fertilizantes, a redução das emissões de metano nos campos de arroz, o gerenciamento adequado do esterco do gado e a melhoria da eficiência energética dos equipamentos agrícolas, além da promoção do desenvolvimento de práticas de baixo carbono no campo.

Já o Brasil voltou suas atenções para mudanças no uso da terra e na criação de gado, considerando os desafios que o país enfrenta – e já enfrentou no passado –, como o desmatamento ilegal e a conversão de terras da União para fins agrícolas. Além disso, o país busca aumentar a produtividade das terras já utilizadas, integrando atividades agrícolas e pecuárias e mantendo as florestas de pé, com o objetivo de mitigar os impactos das mudanças climáticas. Nesse contexto, também investe em pesquisa e desenvolvimento de técnicas voltadas ao cultivo em regiões tropicais, o que permite ampliar a eficiência produtiva sem a necessidade de expandir as áreas agrícolas.

Ambos os países possuem prioridades em comum para tornar o setor mais sustentável, como: melhorar o uso de recursos, aumentar a produtividade agrícola, promover a adaptação às alterações climáticas e modernizar a agricultura. No entanto, cada país tem sua própria Política de Agricultura Verde e, portanto, estabelecerá suas prioridades específicas.

O Brasil concentra esforços em diferentes formas de criação animal, na integração entre sistemas de produção agrícola e na proteção das florestas ao mesmo tempo em que busca aumentar a eficiência dos recursos já disponíveis. A China, por sua vez, prioriza a modernização da agricultura, os avanços tecnológicos, a redução de insumos químicos e o incentivo a práticas agrícolas ecologicamente corretas. O foco central gira em torno do controle da poluição e eficiência na reciclagem.

Por serem referência na produção de alimentos, Brasil e China possuem grande potencial para liderar um movimento de transformação agrícola em outros grandes países agrícolas, como os Estados Unidos, Rússia, Índia, além do bloco formado pela União Europeia.^{34 35 36}

Conforme projeções da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o consumo total de água no Brasil deve aumentar em 24% até 2030, impulsionado pela expansão do setor agropecuário. Ampliar a produção de alimentos no mundo é fundamental para melhorar a qualidade de vida da população, e o Brasil possui potencial significativo para ser líder nessa área. No entanto, é importante que esse movimento ocorra com o aproveitamento das tecnologias e o melhor aproveitamento das áreas já desmatadas, caso contrário, apenas expandiremos as áreas produtivas em detrimento das áreas preservadas.^{37 38}

Comentário de trabalhador



"O segundo módulo foi bem explicativo, tirou todas as minhas dúvidas, e com essas informações vou procurar sobre os projetos e ver no que eu posso ajudar."

Uso da água na perfuração

Como contraponto aos usos gerais da água no Brasil, é interessante observar os dados sobre o uso da água na própria atividade de perfuração. Ao longo de 2023, cerca de 77% da água utilizada em toda a atividade da gerência foi proveniente da dessalinização da água do mar. Isso representa um total de 517 milhões de litros de água que deixaram de ser captados nos portos, o que seria suficiente para abastecer 10 mil pessoas por um ano. Por não ser utilizada, essa água fica disponível para o porto, outras embarcações, ou até mesmo para a própria cidade de origem, proporcionando assim maior sustentabilidade às operações, de acordo com o Plano Estratégico da própria Petrobras.

Capítulo 9

Gerenciamento adequado de resíduos - Transformando desafios em oportunidades

Com o crescimento populacional e o aumento do consumo, a geração de resíduos tornou-se um dos maiores desafios ambientais da atualidade. Neste capítulo, exploraremos as melhores práticas para o gerenciamento adequado de resíduos. Desde a reciclagem e a compostagem à economia circular, veremos como transformar resíduos em recursos valiosos. Discutiremos também a importância de políticas públicas eficazes e a participação comunitária para alcançar uma gestão sustentável de resíduos.

A gestão adequada dos resíduos sempre foi um dos maiores desafios ambientais da humanidade, o problema se agrava exponencialmente no período após a Revolução Industrial. Durante a maior parte da história, nossa espécie simplesmente empilhou os resíduos em uma área qualquer, longe dos centros habitacionais.

Nas primeiras comunidades humanas, os resíduos gerados eram basicamente orgânicos, porém, conforme a sociedade foi se transformando com o surgimento de novas tecnologias novos tipos de resíduos foram surgindo e, seguindo esse hábito de empilhar os resíduos, foram se formando os conhecidos lixões.

No ano de 2010, foi promulgada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que visou organizar o descarte de resíduos no Brasil e, dentre outras coisas, por um fim nos lixões. Mais de uma década após o enquadramento legal, o descarte irregular continua sendo um problema, mas novos desafios se apresentam com o surgimento dos aterros sanitários: o planeta não possui espaço ou recursos infinitos. Aterrar o lixo evita uma série de problemas sanitários, porém, ocupa um espaço que poderia ser destinado a outras atividades humanas e, com uma população em constante expansão, esse espaço que muitas vezes acaba sendo ocupado é sobre as áreas naturais. Assim sendo, é preciso mais uma vez mudar a lógica de geração e descarte dos resíduos, voltando nosso foco para uma economia circular.

Distribuição dos resíduos

A análise da geração dos resíduos pode ser feita de diversas formas, por exemplo, ao separar os países em quatro grupos de acordo com a renda média, tem-se quatro grupos – alta renda, alta média renda, baixa média renda e baixa renda. Nos gráficos gerados pelo relatório *What a Waste*, do Banco Mundial, podemos perceber que, em países com a renda mais alta, a infraes-

estrutura necessária para a segregação e reciclagem dos resíduos tende a ser mais abrangente, portanto, é possível perceber que a segregação é mais eficiente uma vez que, a população tem acesso facilitado às estruturas necessárias.

Por outro lado, países mais ricos tendem a ter uma produção mais voltada para a indústria e, por isso, possuem uma menor produção agrícola, assim, tendem a contar mais com a importação de alimentos, especialmente grãos, consequentemente a geração de resíduos orgânicos associados a esses setores também seguirá essa lógica, com uma maior eficiência na segregação de resíduos, a geração de lixo comum também será menor, dependendo menos de aterros sanitários.

Conforme a renda média dos países cai, pode-se observar que a segregação será menos eficiente, pois a população em geral possui menos acesso a infraestrutura necessária, portanto, os valores de lixo comum serão maiores. Dessa forma, a produção passará a se concentrar no setor agropecuário, ocasionando uma maior geração de resíduos orgânicos.^{39 40 41}

Comentário de trabalhador

“Excelente treinamento! Boa noção das principais fontes poluidoras e da geração de lixo no mundo e no Brasil, desfazendo, inclusive, uma série de premissas erradas nas quais acreditamos, por diversas vezes. Boa ideia das propostas de redução do lixo e do seu maior aproveitamento.”



De acordo com o relatório *Beyond an Age of Waste*, das Nações Unidas, é possível observar uma série de informações sobre resíduos no mundo. No trecho que aborda a distribuição regional dos resíduos sólidos urbanos, podemos ver a destinação dos resíduos separados por macroregiões, de acordo com o mesmo relatório, as regiões com os maiores índices de reciclagem são a Europa Ocidental e a região da Austrália e Nova Zelândia, com valores em torno de 55% do total gerado sendo reciclado, porém a Europa Ocidental consegue aproveitar quase 34% do resíduo gerado para produzir energia elétrica, o chamado *Waste-to-energy*, enquanto o arquipélago aproveita menos de 1% e aterra cerca de 40% desses resíduos gerados. As áreas com os piores índices são a África Subsaariana e a região centro-sul da Ásia, com valores entre 80 e 85% de resíduos sem controle de destino.

Na nossa região, América do Sul”, os valores estão longe de serem satisfatórios. Por aqui reciclamos valores próximos a 5%, enquanto cerca de 60% são aterrados e 45% continuam sem controle. Os valores para geração de energia são tão baixos que sequer aparecem, o que nos mostra um grande potencial desperdiçado.

Segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, a maior fração dos resíduos no Brasil é a matéria orgânica, composta principalmente por sobras e desperdício de alimentos, resíduos verdes e madeira (45,3%). Esse dado se alinha às informações do Banco Mundial sobre países de renda média-alta. Boa parte desse valor está relacionada à orientação agropecuária do país, marcada pela alta produção para atender ao mercado de exportação.

As melhores destinações para esse tipo de resíduo são as composteiras e os biodigestores, onde são produzidos adubos orgânicos ou biogás, que, por sua vez, pode ser tratado a fim de gerar energia elétrica. Todas essas soluções, entretanto, envolvem alto comprometimento estatal e investimentos significativos em tecnologias voltadas à sustentabilidade. O Brasil, por exemplo, por ser um país agroexportador, possui grande potencial para gerar energia elétrica dessa forma, especialmente em regiões distantes dos grandes centros, que poderiam reduzir a dependência da construção de linhas de transmissão e de seus consequentes impactos ambientais.

Embora essas sejam destinações ambientalmente corretas para os resíduos orgânicos, elas não são consideradas reciclagem. Além disso, como a participação desse tipo de resíduos é muito alta no país, dificilmente alcançaremos índices totais elevados de reciclagem. Ainda assim, isso não impede que se busque reciclar outros materiais sempre que possível, como o plástico, por exemplo, que é o segundo resíduo mais gerado no Brasil, representando cerca de 16,80% do total e responsável por problemas sociais e ambientais já abordados.^{42 43}

Os impactos socioambientais causados pelo plástico já são amplamente difundidos pela sociedade e, principalmente, na Petrobras. Vimos aqui, ainda, os impactos dos microplásticos no corpo humano, mas esse material também pode representar uma fonte de renda para a sociedade. No Brasil, em 2023, foram movimentados cerca de R\$ 3,788 milhões de reais, gerando mais de 18 mil empregos diretos.

Apesar de os valores totais ainda serem baixos, a reciclagem no país constitui a principal fonte de renda para diversas famílias. Um exemplo é o projeto Recicla + Comunidade, realizado pela associação de catadores ABC Marbas, de Cubatão, em parceria com a Petrobras.

O projeto tem como objetivo expandir as atividades de coleta e processamento de materiais recicláveis na cidade, principalmente o plástico. A iniciativa busca também promover um equilíbrio entre sustentabilidade, preservação ambiental e melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, principalmente da população em vulnerabilidade social.

Para essa população, é disponibilizado um serviço de troca de plástico reciclável por itens da cesta básica. Quanto maior a quantidade de plástico entregue para ser reciclada, mais itens a cesta conterá. O valor máximo é alcançado com a entrega de 13 quilos de plástico, mas também existem opções menores, para 9 e 5 quilos de plástico reciclado.

Uma das linhas de atuação do projeto é a assistência social. Os voluntários procuram levar à população informações sobre benefícios aos quais têm direitos. A falta de informação é bastante comum e, em famílias em situação de vulnerabilidade, pode representar a diferença entre ter acesso a um mínimo garantido pelo Estado ou não receber nenhum apoio.

Nesse campo, o projeto também desenvolve atividades como proteção, prevenção e combate à violação de direitos, encaminhamento para serviços intersetoriais e para rede socioassistencial, orientação para Cadastro Único e para acesso a instituições como Conselho Tutelar, delegacias e Ministério Público, além de oferecer acompanhamento psicossocial e jurídico.

Iniciativas como essa tornam-se cada vez mais necessárias, pois o Brasil ainda não possui um sistema descentralizado e abrangente de reciclagem para a população geral, como ocorre em países como a Alemanha, Coreia do Sul e Canadá.^{44 45}

Alinhada ao Plano Estratégico da empresa, a Petrobras firmou parcerias com três empresas de reciclagem na região metropolitana do Rio de Janeiro, com o objetivo de destinar os resíduos de quatro de seus imóveis: ARM Rio, Galpão Belford Roxo, CENPES e Conjunto Caju.

As três cooperativas parceiras – COOPCARMO, ACMGJ e COOPAMA – têm potencial para receber 600 toneladas de materiais recicláveis por ano. Além do envio dos resíduos para reciclagem, as cooperativas também receberão recursos destinados a investimentos em capacitação e melhoria da escolaridade dos trabalhadores, manutenção de veículos, galpões e equipamentos, além de ações de educação ambiental.

Parcerias como essas têm capacidade de reduzir a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários, que são espaços limitados, mitigando assim os impactos da própria Petrobras. Ao mesmo tempo, geram emprego e renda a partir de materiais que seriam descartados. Com esses investimentos, a empresa devolve à sociedade parte do valor que lhe é conferido.

A geração excessiva de resíduos é um problema que precisa ser constantemente mitigado; contudo, quando receberem o tratamento adequado, esses materiais também podem se tornar fonte de renda para famílias envolvidas no processo de reciclagem.⁴⁶

A indústria do petróleo, de modo geral, é considerada de alto impacto. Ainda assim, isso não significa que esse impacto não possa ser reduzido por meio de ações responsáveis e de comprometimento socioambiental. O gerenciamento adequado dos resíduos deveria ser compromisso de todos, mas uma empresa

levou esse princípio especialmente a sério e, após três anos de construção de processos, zerou seus envios de resíduos para aterros sanitários.

Em 2023, a Foresea conseguiu dar destinação adequada a 100% dos resíduos gerados por suas bases e sondas, tornando-se a primeira empresa da indústria de perfuração brasileira a alcançar esse resultado. Após diversas tentativas e parcerias, a empresa passou a não apenas destinar corretamente todos os resíduos, como também passou a exigir que as empresas que os receptoras adotassem o mesmo compromisso, garantindo maior sustentabilidade em toda a cadeia.

As destinações para os resíduos não recicláveis são variadas. Materiais contaminados com óleo, por exemplo, são enviados para coprocessamento e utilizados como combustível alternativo em fornalhas industriais, enquanto as cinzas resultantes do processo podem ser incorporadas à composição do cimento. Iniciativas como essa demonstram que é possível manter operações de uma forma ambientalmente mais sustentável, mesmo em atividades consideradas de alto impacto.

Outra iniciativa voltada à sustentabilidade foi a redução ao mínimo possível do uso de papel. Para isso, tablets foram distribuídos entre galpões e unidades marítimas, permitindo que documentos antes impressos passassem a ser armazenados diretamente na rede da empresa. Entre 2020 e 2023, mais de 926 mil folhas deixaram de ser impressas, reduzindo não apenas a quantidade de resíduos gerados, mas também o consumo de água necessário para produzir ou reciclar esse papel, além das emissões atmosféricas associadas à sua produção.⁴⁷

Comentário de trabalhador

“Excelente treinamento. Aumentou o meu background acerca dos impactos gerados pelos resíduos oriundos da indústria do petróleo.”



Capítulo 10

Microplásticos – Tecnologias de remoção e mitigação

Os microplásticos são uma ameaça invisível que permeia nossos oceanos, alimentos e até o ar que respiramos. Neste capítulo, investigaremos tecnologias emergentes para a remoção e mitigação desses materiais, como filtros avançados, e veremos como a ciência e a inovação estão trabalhando para resolver esse problema complexo. Também abordaremos os impactos dos microplásticos na saúde humana e no meio ambiental, além das medidas que vêm sendo tomadas para reduzir sua presença no cotidiano.

Os microplásticos representam uma ameaça invisível, mas de impacto significativo para a biodiversidade do planeta. Ainda assim, o problema não tem passado despercebido. Em diversos laboratórios ao redor do mundo, cientistas buscam formas de livrar o planeta – ou pelo menos nossas águas – desses efeitos. No entanto, soluções inovadoras não surgem apenas de pesquisadores profissionais, como mostra o exemplo a seguir.

Um estudante de Itajaí ganhou o Prêmio Jovem da Água de Estocolmo ao desenvolver um filtro capaz de reter microplásticos na água. Ao pesquisar sobre o tema, o jovem percebeu a gravidade do problema e decidiu participar do concurso internacional. A repercussão da conquista foi tão positiva que o Serviço Municipal de Água e Saneamento de Itajaí se comprometeu a instalar o filtro desenvolvido em uma de suas estações de tratamento.

Esse exemplo mostra como soluções para tornar a vida no planeta cada vez mais sustentável podem surgir dos mais diversos lugares – de cientistas experientes a estudantes. Iniciativas como essa demonstram que é possível transformar a realidade de uma cidade, estado ou país. Tecnologias desse tipo têm potencial para melhorar a qualidade de vida de muitas pessoas e, com o avanço das pesquisas, reduzir os efeitos dos microplásticos nas águas que consumimos.⁴⁸

A Biomimética é o ramo da ciência que estuda a natureza em busca de soluções viáveis para problemas humanos atuais (bio = vida, mimético = capaz de imitar). Em outras palavras, trata-se da aplicação de conhecimentos inspirados nos sistemas naturais, especialmente em áreas como a engenharia e design. De certa forma, essa abordagem acompanha a humanidade desde seus primórdios. Pontas de lanças que imitavam presas de animais, ferramentas como o serrote – cuja origem é atribuída a uma inspiração em bordas serrilhadas de plantas – e até mesmo projetos de máquinas voadoras inspirados na observação do voo das aves por Leonardo da Vinci ilustram essa relação entre natureza e inovação. Um exemplo mais recente é o velcro, cuja criação foi inspirada nos carrapichos que se prendem às roupas e ao pelo dos animais.

Outro exemplo que tem sido estudado mais recentemente são as arraia-jamanta, peixes cartilaginosos pertencentes ao mesmo grupo dos tubarões. Por se alimentarem basicamente de plâncton (fito e zooplâncton), – a boca desses animais evoluiu de modo a desenvolver um complexo sistema de filtragem da água, capaz de separar a água do alimento dentro da boca, o que levantou o questionamento dos cientistas, como as arraia-jamanta separam o plâncton da água?

Um grupo de pesquisadores descobriu que, dependendo da velocidade com que o animal abre a boca, o fluxo de água cria vórtices e redemoinhos que direcionam o alimento para longe do filtro, permitindo a passagem da água. Assim, o plâncton não atravessa o sistema de filtragem e se concentra no interior da boca, sendo posteriormente ingerido pelo animal

Esse conhecimento inspirou a construção de um sistema de filtragem para estações de água que funcionam de maneira semelhante, mas voltados para a remoção de microplásticos. Espera-se que, em um futuro próximo, com o avanço dessas tecnologias, seja possível reduzir significativamente a presença dessas partículas nas águas que ingerimos. ^{49 50 51}

Comentário de trabalhador



“Conheci uma empresa que faz madeira com resíduo plástico. Produto usa 94% de material reciclável ”

PARTE 3

PEAT PELOS TRABALHADORES



Nesta seção, trazemos algumas das participações dos trabalhadores ao longo do ciclo 2024 do Peat, desde comentários gerais sobre o projeto a contribuições para o desenvolvimento de uma cultura sustentável, seja nas atividades laborais, seja no cotidiano.

"Em todas as reuniões, consigo aprender um pouco mais."

"Excelente apresentação e muito eficiente, com vídeos e artigos relacionados ao meio ambiente, principalmente com a participação da turma."

"Apesar de me deixar preocupada, é um ótimo conteúdo. É importante enxergarmos de forma ilustrada e, com números, as consequências dos nossos atos."

"Excelente conteúdo. Deveria se estender a todo cidadão."

"Achei muito útil para vida de todas as pessoas. É importante lembrar que nós, humanos, somos os maiores causadores da poluição, mas podemos evitar e melhorar toda situação presente."

"Very good training, I will get the book to show to my family."

"Depois que o Peat passou a ser via TEAMS, melhorou imensamente em todos os aspectos."

"O curso foi ótimo e respondeu muito das minhas dúvidas sobre o impacto das ações humanas no meio ambiente e o que está sendo feito para mitigar os impactos negativos."

"Acho que o tema de resíduos nas operações da Petrobras, tanto offshore quanto em terra, nas áreas operacionais e administrativas, poderia ser mais tratado. Poderiam abordar algumas iniciativas voluntárias que a empresa possui e como os funcionários podem aderir para melhorar o meio ambiente."

"Ótima abordagem do assunto. Creio que o Peat seja extremamente necessário para o melhor entendimento de todos os colaboradores do Oil e Gás."

"O Peat continua a cumprir seu papel fundamental na formação ambiental dos trabalhadores, contribuindo para o fortalecimento da cultura sustentável e o alinhamento com as exigências contratuais e ambientais do setor de perfuração marítima."

"A prática do Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores se mostra benéfica para os colaboradores, trazendo uma compreensão mais profunda de atividades relacionadas ao meio ambiente e suas consequências, senso de responsabilidade individual e coletiva, para a sociedade e para as empresas, pois ao adotarem práticas de responsabilidade ambiental, conquistam uma imagem favorável, atraindo parceiros que valorizam a sustentabilidade e contribuindo para um mundo melhor."

Interações dos trabalhadores ao longo das reuniões educativas

“O que mostra bastante o impacto do homem são as rochas de plástico da Ilha da Trindade. Não sei se ouviram falar.”

Sim, já ouvimos — e é realmente um exemplo impressionante do quanto a ação humana tem modificado o planeta. Na Ilha da Trindade, pesquisadores identificaram a formação de plastiglomerados, um tipo de “rocha híbrida” composta por elementos naturais – como areia, fragmentos vulcânicos e conchas – fundidos com resíduos plásticos derretidos. Esse material é o resultado da poluição marinha associada às altas temperaturas que ocorrem na ilha. Mesmo sendo um dos locais mais isolados do Brasil, Trindade não escapou da presença do lixo plástico, evidenciando a dimensão global do problema. Essas rochas artificiais são consideradas um marco geológico do Antropoceno — a era em que os efeitos da humanidade se tornam visíveis na própria composição da Terra.⁵²

“Fevereiro foi o mês mais cruel de 2024. Segundo o Serviço Copernicus para as Alterações Climáticas (C3S) do programa especial europeu, o mês foi o mais quente do mundo já registrado na série histórica...”

Você está certo! E os dados reforçam essa percepção. Fevereiro foi muito quente, mas não foi um caso isolado: de janeiro a junho de 2024, todos os meses bateram recordes históricos, sendo mais quentes do que os mesmos meses em qualquer outro ano já documentado. Segundo a National Geographic Brasil, 2024 foi o primeiro ano a ultrapassar, em média, 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais, o limite considerado crítico pelo Acordo de Paris. O aquecimento global, intensificado pelo El Niño, está tornando os efeitos da crise climática cada vez mais evidentes e frequentes.⁵³

“Podemos minimizar o consumo desses microplásticos dando prioridade para a alimentação natural, sem consumo de ultraprocessados!”

Os microplásticos, ao entrarem nos nossos corpos, não são reconhecidos como compostos orgânicos; por isso, não são digeridos, nem atacados como se fossem “estranhos”. Eles simplesmente vão se acumulando, o que se aplica a quaisquer tipos de animais. Se o microplástico sempre se acumula, ao comermos diversos tipos de alimentos também acumularemos esses plásticos em nossos corpos. Por esse motivo, é sempre importante darmos prioridade aos alimentos in natura.⁵⁴

“Em Campos tem um projeto de monitoramento de tartarugas na praia do farol”

Farol de São Tomé/Campos dos Goytacazes e outras cidades do litoral brasileiro contam com bases do Projeto TAMAR por abrigarem áreas de desova e alimentação de tartarugas. E não é só isso: algumas bases contam também com veículos que levam exposições e profissionais a eventos públicos e privados, principalmente a escolas das comunidades mais afastadas. Alguns centros de visitantes também contam com réplicas das cinco espécies de tartarugas que ocorrem no litoral brasileiro. Vale a visita!⁵⁵

Referências

- 1 **Magnus Mundi**. Disponível em: <<https://www.magnusmundi.com/projeto-isabela-cabras-traindo-cabras-nas-ilhas-galapagos/>>. Acesso em: 08 fev. 2024.
- 2 **BBC News Brasil**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/articles/cnk0e0yyde-lo>>. Acesso em: 09 fev. 2024.
- 3 **UOL – Ecoa**. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/ecoa/colunas/opinioao/2023/01/30/petroleo-salvou-as-baleias-antes-oleo-do-animal-era-usado-ate-em-armas.htm>>. Acesso em: 09 fev. 2024.
- 4 **National Geographic Brasil**. Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/historia/2023/01/o-que-e-o-antropoceno-e-por-que-esta-teoria-cientifica-responsabiliza-a-humanidade>>. Acesso em: 13 fev. 2024.
- 5 **Desacatos – Revista de Ciências Sociais (CIESAS)**. Disponível em: <<https://desacatos.ciesas.edu.mx/index.php/Desacatos/issue/view/102>>. Acesso em: 13 fev. 2024.
- 6 **CNN Brasil**. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/cientistas-encontram-local-que-marca-um-novo-capitulo-na-historia-da-terra-entenda/>>. Acesso em: 15 fev. 2024.
- 7 **National Geographic Brasil**. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2024/04/os-3-fatos-sobre-a-poluicao-plastica-no-planeta-que-voce-precisa-saber-0?image=nationalgeographic_2723980_0>. Acesso em: 16 fev. 2024.
- 8 **ABREMA – Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente**. Disponível em: <<https://www.abrema.org.br/>>. Acesso em: 16 fev. 2024.
- 9 **Tempo.com**. Disponível em: <<https://www.tempo.com/noticias/ciencia/a-chuva-de-plastico-pode-ser-um-grande-problema-no-futuro-microplasticos.html>>. Acesso em: 15 fev. 2024.
- 10 **Exame**. Disponível em: <<https://exame.com/ciencia/cientistas-encontram-microplasticos-em-orgaos-humanos/>>. Acesso em: 14 fev. 2024.
- 11 **Healthy Diet Healthy Gut**. Disponível em: <<https://www.healthydiethhealthygut.com/post/2018/05/23/o-que-%C3%A9-bisphenol-a-bpa-onde-o-encontramos-como-reduzimos-nossa-exposi%C3%A7%C3%A3o-a-este-qu%C3%ADmico>>. Acesso em: 14 fev. 2024.
- 12 **G1 – Globo**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/es/espírito-santo/noticia/2023/02/09/pesquisadores-descobrem-rochas-de-plastico-no-arquipelago-quase-inabitado-mais-distante-do-litoral-brasileiro.ghtml>>. Acesso em: 16 fev. 2024.

- 13 **BBC News Brasil**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-60144656>>. Acesso em: 15 fev. 2024.
- 14 **IUCN**. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/en>>. Acesso em: 09/02/2024
- 15 **Diário Oficial da União (DOU) – IN.gov.br**. Disponível em: <<https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>>. Acesso em: 24 jul. 2024.
- 16 **ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/cepsul/destaques-e-eventos/704-atualizacao-da-lista-oficial-das-especies-ameacadas-de-extincao.html>>. Acesso em: 24 jul. 2024
- 17 **G1 – Globo**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/noticia/2022/06/08/brasil-tem-1249-animais-ameacados-anfibio-entra-na-lista-dos-extintos.ghtml>>. Acesso em: 24 jul. 2024.
- 18 **UNEP – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. Disponível em: <<https://www.unep.org/pt-br/events/conference/conferencia-de-biodiversidade-da-onu-cop-15>>. Acesso em: 24 jul. 2024.
- 19 **G1 – Globo**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2022/12/19/cop-15-da-biodiversidade-paises-chegam-a-acordo-historico-para-proteger-30-do-planeta.ghtml>>. Acesso em: 24 jul. 2024.
- 20 **Imaflora**. Disponível em: <https://www.imaflora.org/biblioteca?pesquisa=PUBL_RA>. Acesso em: 25 jul. 2024.
- 21 **Fundo Amazônia**. Disponível em: <<https://www.fundoamazonia.gov.br/pt/projeto/Florestas-de-Valor-Novos-modelos-de-Negocio-para-a-Amazonia/>>. Acesso em: 25 jul. 2024.
- 22 **Imaflora**. Disponível em: <https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/relatorio_florestas_de_valor_2022_final.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2024.
- 23 **Projeto Aves Migratórias**. Disponível em: <<https://www.projetoavesmigratorias.org/>>. Acesso em: 26 jul. 2024.
- 24 **Costa O Rochoso**. Disponível em: <<https://www.costaorochoso.com.br/>>. Acesso em: 26 jul. 2024.
- 25 **Instituto Baleia Jubarte**. Disponível em: <<https://www.baleiajubarte.org.br/principal>>. Acesso em: 26 jul. 2024.
- 26 **Projeto Tamar**. Disponível em: <<https://tamar.org.br/index.php>>. Acesso em: 26 jul. 2024.

- 27 **YouTube**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=VQlbQy-uR-g>>. Acesso em: 26 jul. 2024.
- 28 **YouTube**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3JEA43QftE0>>. Acesso em: 26 jul. 2024.
- 29 **Revista Galileu – Globo**. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Biologia/noticia/2021/09/fungo-que-extinguiu-anfibios-aquaticos-ameaca-sapos-terrestres-brasileiros.html>>. Acesso em: 29 jul. 2024.
- 30 **CNN Brasil**. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/quase-metade-da-matriz-energetica-brasileira-vem-de-fontes-renovaveis/>>. Acesso em: 29 jul. 2024.
- 31 **Exame**. Disponível em: <<https://exame.com/esg/30-da-energia-do-mundo-e-renovavel-aponta-relatorio/>>. Acesso em: 29 jul. 2024.
- 32 **Embrapa – Infoteca**. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1149409/1/DOC47-final.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- 33 **Forbes Brasil**. Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbes-esg/2023/11/agricultura-global-precisa-de-uma-revolucao-verde-permanente/>>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- 34 **Climate Bonds Initiative**. Disponível em: <https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi_brachi_harm_pt_01d_1.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- 35 **Climate Bonds Initiative**. Disponível em: <<https://www.climatebonds.net/news-events/press-room/press-releases/china-e-brasil-principais-protagonistas-setor-agr%C3%ADcola-podem-liderar-crit%C3%A9rios-harmonizados-para-agricultura-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 25 maio 2025.
- 36 **Cidades sem Fome**. Disponível em: <<https://cidadessemfome.org/>>. Acesso em: 31 jul. Falando um pouco mais sobre o uso da água no Brasil, a Food and Agriculture Organization (FAO), parte integrante da ONU, aponta que a agricultura é o setor responsável pelo maior consumo de água do mundo, utilizando, em média, cerca de 70% de toda a água doce retirada. Outro problema associado à atividade é o desperdício: ainda segundo a FAO, trata-se do setor que mais desperdiça água no mundo, estimando-se que aproximadamente metade de toda a água captada seja perdida durante o processo produtivo.
- 37 **Digital Agro**. Disponível em: <<https://digitalagro.com.br/2020/09/02/gestao-da-agua-na-agricultura/>>. Acesso em: 31 jul. 2024.
- 38 **Agência Nacional de Águas (ANA)**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/atlasirrigacao/>>. Acesso em: 31 jul. 2024.

- 39 **World Bank – Open Knowledge Repository**. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/bitstreams/df788c58-3c21-52a2-a224-1445f0a1850b/download>>. Acesso em: 01 ago. 2024.
- 40 **World Bank – What a Waste**. Disponível em: <<https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/>>. Acesso em: 01 ago. 2024.
- 41 **Sustaining Capabilities**. Disponível em: <<https://www.sustainingcapabilities.com/stop-trashing-the-future/>>. Acesso em: 01 ago. 2024.
- 42 **SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/Planares-B.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2024.
- 43 **SINIR – Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/informacoes/plano-nacional-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 02 ago. 2024.
- 44 **Exame**. Disponível em: <<https://exame.com/esg/14-milhao-de-toneladas-de-plastico-foram>>.
- 45 **Google Sites – Recicla Mais Comunidade**. Disponível em: <<https://sites.google.com/view/reciclamaiscomunidade/in%C3%ADcio>>. Acesso em: 02 ago. 2024
- 46 **Portal Sustentabilidade**. Disponível em: <<https://portalsustentabilidade.com/2024/02/22/petrobras-apoia-projetos-de-reciclagem-no-rio-e-na-baixada-fluminense-com-capacidade-de-reaproveitar-600-toneladas-de-materiais-por-ano/>>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- 47 **Foresea**. Disponível em: <<https://www.foresea.com/pt-br/foresea-atinge-marco-de-100porcento-de-reaproveitamento-de-residuos#:~:text=A%20Foresea%2C%20empresa%20do%20segmento,suas%20opera%C3%A7%C3%B5es%20mar%C3%ADtimas%20e%20terrestres.>>. Acesso em: 31 jul. 2024.
- 48 **G1 – Globo**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2021/08/29/estudante-de-sc-e-o-primeiro-brasileiro-a-ganhar-premio-internacional-com-invencao-que-retira-microplasticos-da-agua-e-um-exemplo-diz-professora.ghtml>>. Acesso em: 31 jul. 2024.
- 49 **National Geographic Portugal**. Disponível em: <https://www.nationalgeographic.pt/meio-ambiente/o-que-e-biomimetica-exemplos-velcro-edificio-gherkin_4890>. Acesso em: 01 ago. 2024.
- 50 **Super Interessante – Abril**. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/tecnologia/arraias-mantas-inspiram-criacao-de-robos-que-nadam-melhor-e-filtros-de-agua/>>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- 51 **YouTube**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Oqbj5bsRAaE>>. Acesso em: 30 jul. 2024.

52 **UOL – Ecoa**. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2024/08/16/entenda-o-que-sao-as-rochas-de-plastico-encontradas-no-litoral-do-es.htm>>. Acesso em: 02 ago. 2024.

53 **National Geographic Brasil**. Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2025/01/o-ano-de-2024-foi-o-mais-quente-da-historia-e-o-primeiro-a-exceder-15degc-de-aquecimento-acima-do-nivel-pre-industrial>>. Acesso em: 02 ago. 2024.

54 **Agência Brasil – EBC**. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/saude/audio/2025-06/microplastico-presente-em-ultraprocessados-pode-se-acumular-no-cerebro>>. Acesso em: 02 ago. 2024.

55 **Projeto Tamar**. Disponível em: <<https://www.tamar.org.br/interna.php?cod=367>>. Acesso em: 02 ago. 2024.

Bibliografia Consultada

DIAS, Genebaldo Freire. Educação ambiental: princípios e práticas. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.

FIORILLO, Celso Antônio; **MORITA**, Dione Mari; **FERREIRA**, Paulo. Licenciamento Ambiental. 3. ed. São Paulo: Saraiva jur. 2019. 86 p.

FREIRE, Paulo. Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Freire. 3º ed. Tradução de Kátia de Mello e Silva. São Paulo: Moraes, 1980.

